

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Beden Eğitimi ve Spor Öğretimi
Anabilim Dalı**

KREATİN YÜKLEMESİNİN OKSİJEN TÜKETİM MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Neşe TOKTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2006

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Beden Eğitimi ve Spor Öğretimi
Anabilim Dalı**

KREATİN YÜKLEMESİNİN OKSİJEN TÜKETİM MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Neşe TOKTAŞ

**Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. K. Alparslan ERMAN**

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.
(2006.02.0122.002)

“Kaynakça Gösterilerek Tezinden Yararlanılabilir”

Antalya, 2006

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne;

Bu çalışma jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Beden Eğitimi ve Spor Öğretimi Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.
...../...../.....

- Tez Danışmanı** : Yrd. Doç. Dr. K. Alparslan ERMAN
Akdeniz Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Spor Yönetim Bilimleri A.B.D
- Üye** : Prof. Dr. M. Kamil ÖZER
Akdeniz Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Hareket ve Antrenman Bilimleri A.B.D
- Üye** : Prof. Dr. N. Füsun TORAMAN
Akdeniz Üniversitesi
Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu
Spor Sağlık Bilimleri A.B.D
- Üye** : Prof. Dr. Akın YEŞİLKAYA
Akdeniz Üniversitesi
Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı
- Üye** : Doç. Dr. Sebahat ÖZDEM
Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Merkez Laboratuvar

ONAY :

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nurettin OĞUZ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Kreatin en fazla et ve balıkta bulunan esansiyel olmayan bir besin ögesidir. Vücutta birincil olarak karaciğerde, iki amino asitten, iki basamaklı bir tepkime ile oluşmaktadır. Kreatin, sportif performansı arttırmak amacıyla birçok sporcu tarafından kullanılmaktadır. Kreatin yüklemesi, insanda serbest kreatin ve intramuskular fosfokreatin seviyelerini arttırabilir. Toplam kreatindeki artış ile ilişkili olarak, bazı çalışmalarda kreatin yüklemesinden sonra anaerobik ve aerobik performansta artış olduğu bildirilmiştir. Bazı çalışmalarda ise bir değişiklik saptanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı; kreatin yüklemesinin (maksimum oksijen tüketmeyi gerektiren test sırasındaki), oksijen tüketim miktarı üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Kreatin yüklemesinin oksijen tüketimini azaltacağı düşünülmektedir. Kreatin yüklemesi ile, ATP resentezine fosfokreatinin daha fazla katılımı sağlanıyor olabilir. Bu da oksijen tüketimine olan ihtiyacı azalabilir.

Çalışmaya yaş ortalaması 21.31 ± 1.99 yıl olan denek grubundan 16, yaş ortalaması 22.49 ± 1.52 yıl olan kontrol grubundan 14 Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi katılmıştır. Denek grubundaki bireylere önce plasebo olarak süt tozu verilmiş, ardından kreatin yüklemesi yapılmıştır (4×5 g/gün-5gün). Her iki uygulamanın öncesinde (ön test) ve sonrasında (son test) deneklerin egzersiz sırasındaki maksimal oksijen tüketimleri, bazal oksijen tüketimleri ve karbondioksit üretimleri ile bazı parametreleri (ağırlık, beden kütle indeksi, uyluk çevresi, % yağ, vücut suyu, kalp atım sayısı, plazma laktat, serum kreatinin, idrar kreatinin,) ölçülmüştür. Kontrol grubuna ise herhangi bir madde verilmeden 5 gün ara ile Bruce Testi yapılmıştır.

Denek grubunda kreatin yüklemesi sonucunda, beden ağırlığı, BKİ, toplam beden suyu, kas kütlesi, uyluk çevresi ($p < 0.01$) ve yağ kütlesinin arttığı görülmüştür ($p < 0.05$). Kreatin yüklemesi, maksimal oksijen tüketiminde herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır ($p > 0.05$). Serum kreatinin ($p < 0.01$) ve egzersiz sonrası 24 saatlik idrar kreatinin değerleri, kreatin yüklemesi ile artmıştır ($p < 0.05$).

Anahtar Kelimeler: Kreatin, maksimal oksijen tüketimi, ağırlık, kreatinin

ABSTRACT

Creatine (Cr) is a nonessential nutrient found in high abundance in meat and fish. It is synthesized within the body, primarily in the liver, from two amino acids by a two step reaction. Cr supplementation has become a common practice among professional, elite, college students, amateur and recreational athletes with the expectation of enhancing exercise performance. It has recently been demonstrated that regimens of Cr loading can increase the intramuscular levels of phosphocreatine and primarily free Cr in humans. Associated with the increments in total Cr, some studies have reported increases in anaerobic and aerobic performance after Cr supplementation, although others have not found significant changes.

The primary aim of this study is to analyse the influence of creatine supplementation on the rate of oxygen consumption. It is thought that creatine supplementation will reduce oxygen consumption. Through creatine supplementation, creatinephosphate may be applied to ATP resynthesis in large amounts. As a result of which the necessity for oxygen consumption lessens.

16 people, the test group, at the age of 21.31 ± 1.99 on the average, and 14 students, the control group, at the age of 22.49 ± 1.52 on the average, have participated in the study. To those in the test group were first given powdered milk as placebo, then they were loaded with creatine (4x5g/day-5days). Before and after both applications (pre-test and final test), maximum oxygen consumption of the subjects during exercise, their baseline oxygen consumption and carbondioxide production and some of their parameters such as weight, body mass index, thigh circumference, fat percentage, body water, heart rate, blood lactate, blood creatinine and urine creatinine have been measured. Control group, without being given anything, was Bruce-tested twice within 5 days.

In the test group, as a result of creatine loading, it has been observed that body mass, body mass index, total body water, muscle mass, thigh circumference ($p < 0.01$) and fat mass ($p < 0.05$) have increased. Creatine loading has caused no change in the maximum oxygen consumption ($p > 0.05$). serum creatinine ($p < 0.01$) and post exercise 24 hour urine creatinine values have increased through creatine loading.

Key Words: Creatine, maximum oxygen consumption, weight, creatinine

TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışmanın gerçekleştirilmesine katkılarından dolayı, aşağıda adı geçen kişi ve kuruluşlara içtenlikle teşekkür eder.

Danışman hocam olarak tez konumun belirlenmesinden itibaren, büyük özveri ve titizlik göstererek çalışan Sayın Yrd. Doç. Dr. K. Alparslan ERMAN'a,

Her türlü desteklerinden dolayı, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Müdürü Sayın Prof. Dr. M. Kamil ÖZER ve Sayın Prof. Dr. Füsün TORAMAN'a,

Biyokimya alanında, her zaman kapısını açan, bu çalışmanın gerçekleşmesi için bizi yönlendiren Sayın Prof. Dr. Akın YEŞİLKAYA'ya, biyokimya ölçümlerinin yapılmasında her koşulda, bizi güler yüzü ve iyi niyeti ile karşılayan, yardımsever, Sayın Doç. Dr. Sebahat ÖZDEM'e,

Egzersiz testlerinin ölçümünde özveri ile çalışan Sayın Arş. Gör. Selma CİVAR'a,

Kan almak için tüm işini bırakıp, egzersiz sonrası ilk 3 dakika içinde koşarak yardımına yetişen Sayın Öğr. Gör. Nihat AYÇEMAN ve yardımsever arkadaşım Sayın Okt. Özgür ÖZDEMİR'e,

Çalışmaya katkılarından dolayı Sayın Öğr. Gör. Evren AĞYAR'a, Sayın Okt. Hüseyin Yiğit'e, öğrencimiz Şefika OKUTAN'a ve çalışmaya katılan tüm öğrencilerimize,

Her anlamda arkamda büyük desteğini hissettiğim, tez çalışmam boyunca bana hiçbir iş yaptırmayan, kendi işinden daha fazla özen göstererek benim tezimi kontrol eden oda arkadaşım Sayın Arş. Gör. Berna RAMANLI'ya,

Yorulduğumda, bunaldığımda, bana enerji veren canım arkadaşım Nafiye ALTAY'a ve biricik yeğenim Ekin Bade SADAK'a,

Hep yanımda olan ve yanımda olacağını bildiğim, her zaman, her koşulda beni hep destekleyen, varlık sebeplerim annem, ablam ve özellikle benden fazla beni düşünen babam Sayın Mehmet TOKTAŞ'a ve tüm aileme...

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	3
2.1. Egzersizde Enerji Sistemleri	3
2.1.1. ATP-PCr Sistem (Alaktik Anaerobik Metabolizma)	3
2.1.2. Laktik Asit Sistem (Anaerobik Glikoliz)	3
2.1.3. Aerobik Glikoliz Sistemi	4
2.2. Kreatin	4
2.2.1. Kasta PCr / Cr Sisteminin İşlevleri	6
2.2.2. Kreatinin Ergojenik Yardımcı Olarak Kullanımı	7
2.2.3. Egzersiz Tipi ve Kreatin	7
2.2.4. Kreatin Yorgunluğu Nasıl Engeller?	7
2.2.5. Yükleme Protokolü-Kreatin Dozu	7
2.2.6. Kronik Kreatin Yüklemesi	8
2.2.7. Kreatin, Kafein ve Karbonhidrat Yükleme	8
2.2.8. Beden Kütlesi, Glikojen Depoları ve Protein Sentezi Üzerine Kreatinin Etkisi	9
2.2.9. Kreatin Yüklemesi ve Cinsiyet	9
2.2.10. Kreatin Yüklemesi ve Yaş	9
2.2.11. Kreatin Yüklemesine Olumsuz Yanıt	10
2.2.12. Kreatin Yüklemesi ve Sağlık	10
2.3. Maksimal Oksijen Tüketimi	10
2.3.1. Aerobik Dayanıklılığın Değerlendirilmesi	11
2.3.2. Aerobik Uygunluğun Doğrudan Yöntemlerle Belirlenmesi	11
2.3.3. Yükleme Testlerinde Genel Prensipler	12
2.3.4. Maksimal Testler	12
GEREÇ VE YÖNTEM	13
3.1. Denekler	15
3.2. Kreatin ve Plasebo Uygulama Yöntemi	15
3.2.1. Cr ve Plasebo Yükleme Protokolü	15

3.3.	Kullanılan Ölçümler	16
3.3.1.	Test Öncesi Beslenme	16
3.3.2.	Antropometrik Ölçümler	16
3.3.3.	Egzersiz Protokolü	17
3.3.4.	Gaz Analizleri	18
3.3.5.	Kan ve İdrar Analizleri	18
3.4.	İstatistik Çözümleme	19
BULGULAR		20
4.1.	Sağlık Parametreleri	20
4.2.	Antropometrik Özelliklerin Bulguları	21
4.3.	Oksijen Tüketimi Ölçüm Sonuçları	23
4.4.	Biyokimya Parametreleri Ölçüm Sonuçları	26
TARTIŞMA		28
SONUÇ		46
ÖNERİLER		48
KAYNAKLAR		49
ÖZGEÇMİŞ		64
EKLER		65
EK 1. Denek Seçiminde Kullanılan Anket Formu		
EK 2. Denek İzlem Formu		

SİMGELER ve KISALTMALAR

ADP	: Adenozindifosfat
ALP	: Alkalen Fosfataz
ALT	: Alanin amino transferaz
AO	: Aritmetik Ortalama
AST	: Aspartat amino transferaz
AT	: Anaerobik Threshold (Anaerobik eşik)
atm	: Atım
ATP	: Adenozintrifosfat
AÜ	: Akdeniz Üniversitesi
BFT	: Böbrek Fonksiyon Testi
BIA	: Biyoelektrik İmpedans Analizi
BKI	: Beden Kütle İndeksi
BUN	: Kan Üre Azotu
CK	: Kreatin Kinaz
CO₂	: Karbondioksit
CrM	: Kreatin Monohidrat
dak	: Dakika
EKG	: Elektrokardiyogram
FCr	: Serbest Kreatin
FFM	: Yağsız Beden Kütlesi
FM	: Yağ Kütlesi
g	: Gram
GGT	: Gama-glutamil transaminaz
H	: Hidrojen
Hb	: Hemoglobin
Hct	: Hematokrit
HDL	: Yüksek Dansiteli Lipoprotein
IU	: İnternasyonal Ünite

K⁺	: Potasyum
KAS	: Kalp Atım Sayısı
KCFT	: Karaciğer Fonksiyon Testi
Kg	: Kilogram
kkk	: Kuru Kas Kütlesi
L	: Litre
LDL	: Düşük Dansiteli Lipoprotein
MET	: Metabolik Eşitlik
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
Na⁺	: Sodyum
O₂	: Oksijen
ÖT	: Ön test
PCr	: Fosfokreatin
PFK	: Fosfofrüktokinaz
RER	: Solunum Değişim Oranı
s	: Saat
SS	: Standart Sapma
ST	: Süt Tozu
ST	: Son Test
TBW	: Toplam Beden Suyu
TCr	: Toplam Kreatin
USA	: United States of America
VCO₂	: Karbondioksit hacmi
VLDL	: Çok Düşük Dansiteli Lipoprotein
VO₂	: Oksijen Tüketim Hacmi
VO₂ max	: Maksimal Oksijen Tüketim Hacmi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
2.1. Kreatin sentezi	5
3.1. Genel Uygulama Periyodu	14
3.2. Plasebo uygulaması	14
3.3. Kreatin uygulaması	14
4.1. Grupların ağırlık değişimleri	22
4.2. Grupların BKİ değişimleri	22
4.3. Grupların TBW değişimleri	23
4.4. Grupların vücut % yağ değişimleri	23
4.5. Grupların maksimal oksijen tüketimleri değişimleri	25
4.6. Grupların maksimal karbondioksit üretimleri değişimleri	25

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
2.1. Bazı yiyeceklerin kreatin miktarları	5
2.2. Yalnız kreatin ve kreatin-karbohidrat birlikte verilen bir araştırmanın karşılaştırması	8
2.3. Kalp solunum uygunluğunun değerlendirme standartları	11
2.4. Ölçülecek parametreler	15
3.1. Bruce testindeki etaplar	17
4.1. Denek grubundaki bireylerin Cr yüklemesi öncesi ve Cr yüklemeden bir ay sonra alınan kandaki, karaciğer, böbrek fonksiyon testleri ve kan glukozu parametreleri	20
4.2. Denek ve kontrol grubundaki bireylerin Bruce testi öncesi ve sonrasında ölçülen parametreleri	21
4.3. Bruce test bulguları	24
4.4. Biyokimya Bulguları	26

GİRİŞ

Spor yarışmalarının başladığı ilk dönemlerden bu yana sporcular doğal yetenek ve antrenmanın yanı sıra performans artırıcı madde ve yöntem arayışında olmuşlardır. Son yıllarda spor bilimleri araştırmalarındaki artışla birlikte performans artırıcı, dolayısı ile yorgunluğun başlamasını geciktirici “ergojenikler” gündeme gelmiştir. Performans artırıcı olduğu düşünülen besinsel ergojenik yardımcılarından en yaygın kullanılanı kreatin monohidrat (CrM) tır (1,2,3,4,5).

Kreatin, adenzin trifosfat (ATP)-fosfokreatin (PCr) enerji sistemi ile anaerobik ATP sentezi için fosfatın önemli bir kaynağıdır. Kreatin en fazla et ve balıkta bulunan, esansiyel olmayan bir besin ögesidir. Bazı bitkilerde eser miktarda bulunur. Vücutta ise birincil olarak karaciğerde, iki aminoasitten, iki basamaklı bir tepkime ile oluşur (1,2,3,6).

Kreatin monohidrat kullanımının sportif performansa olan etkisini ortaya koymak üzere özellikle son on yılda yoğun olarak yapılan çalışmalarda, farklı egzersiz tür, süre ve yoğunluklar kullanılmıştır (2). Sonuçlar ağırlıklı olarak, kreatin monohidrat kullanımının kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersiz performansını artırdığı şeklindedir (1-3,7-15). Dayanıklılık performansı ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıdadır. Kısa süreli (5-7 gün süreyle, 20 g/gün) kreatin yüklemesinin, dayanıklılık performansında gelişim sağlayabileceğini gösteren çalışmalar olduğu kadar (1,16-19) tersini gösteren çalışmalar da vardır (16,17,19,20).

Besinsel destek olarak kreatin kullanımının kas PCr içeriğini %20 oranında artırdığı gösterilmiştir (2). Yapılan araştırmalara göre beş gün süreyle günde 20 g (4x5 g'lık doz) kreatin alımının kas kreatinini %20-50 kadar artırdığı, bu artışta %20'sinin PCr formunda olduğu açıklık kazanmıştır (2,3,10). Bir çok çalışma, kısa süreli kreatin yüklemesinden sonra (5-7 gün), kaslara kreatin alımı ile ilişkili olarak, su tutulumundan dolayı ağırlıkta 1-3 kg lık bir artış olduğunu göstermiştir (1,11,21,22-26). Bazı çalışmalarda, erkeklerle karşılaştırıldığında, bayanların kas kütlelerinin daha az olması nedeniyle, kreatin yüklemesinin ağırlıkta daha az artışa neden olduğu saptanmıştır (1,4,7,8,27).

Bu çalışmanın amacı; kreatin yüklemesinin (maksimum oksijen tüketmeyi gerektiren test sırasındaki), oksijen tüketim miktarı üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Kreatin yüklemesinin oksijen tüketimini azaltacağı düşünülmektedir. Kreatin yüklemesi ile, ATP resentezine PCr'nin daha fazla katılımı sağlanıyor olabilir. Bu da oksijen tüketimine olan ihtiyacı azaltabilir.

Egzersiz süresince kreatin yükleyerek VO₂ ölçen çok az araştırma vardır (28). Douglas torbası kullanılarak yapılan bir araştırmada, kreatin yüklemesinden sonra, tekrarlı supramaksimal bisiklet egzersizinin 7. evresinde oksijen tüketiminde

bir azalma saptanmıştır (19). Diğer bir araştırmada, kreatin yüklemeden sonra %120 yoğunluklu maksimal oksijen tüketimi testinde (VO_2 max), test süresince performansta bir değişiklik saptanmamıştır (29). Stroud'a göre de Cr yüklemesinden sonra submaksimal koşu bandı testi süresince VO_2 'de bir değişiklik saptanmamıştır (30). Başka bir araştırmada ise, antrenmanlı (dayanıklılık özelliği antrene edilmiş) bireyler üzerinde çalışılmış; kreatin yüklemesinden sonra yoğun egzersiz süresince oksijen tüketiminde artış olduğu belirlenmiştir (18). Submaksimal bisiklet egzersizi süresince oksijen alım kinetikleri üzerine kreatin yüklemesinin etkisinin incelendiği diğer bir araştırmada ise, yüklemeden sonra yoğun egzersiz süresince VO_2 'de %4 lk bir azalma oluşurken, orta şiddetli egzersizde, VO_2 'de bir değişiklik olmamıştır (28). Belirtilen kaynaklardan da anlaşılacağı gibi kreatin yüklemesinin, O_2 kullanımını ve aerobik performansa etkisi ile ilgili çelişkili bilgiler bulunmaktadır.

Kaslar aerobik egzersiz sırasında, ATP'nin resentezi için PCr'i enerji kaynağı olarak kullanmaya devam etmeyi tercih edebilir. Bu da kreatin yüklemesi sonrasında yapılan egzersiz testindeki oksijen tüketimini ya da organizmanın oksijen talebini azaltabilir (28).

Sonuç olarak, çalışmalarda farklı bulgular elde edilmiştir. Aerobik egzersiz sırasında kreatinin kullanımı ile ilgili yeni çalışmalara ihtiyaç vardır. Yoğun maksimal egzersiz sırasında RER (VCO_2/VO_2) ve AT (Anaerobik Eşik) miktarının kreatinli ve kreatinsiz testlerde farklı düzeylerde olma olasılığı bu çalışmanın orijinal parametresidir.

GENEL BİLGİLER

2.1. Egzersizde Enerji Sistemleri

Kassal aktivite ATP molekülü şeklinde depolanmış olan kimyasal enerjinin myofilamentler tarafından mekanik enerjiye dönüştürülmesi ile gerçekleştirilir(2). ATP yıkımından açığa çıkan enerji kas kasılması için hazır enerji kaynağını oluşturur. Ancak kaslarda depolanmış olan ATP, maksimal kasılmayı 5-6 sn sürdürebilecek kadar sınırlı miktardadır. Bu nedenle egzersiz süresi birkaç saniyeyi aştığında ATP'nin sürekli olarak resentezi gereklidir. ATP'nin yeniden yapımından üç sistem sorumludur (2,31,32):

- 1.ATP-PCr Sistemi
- 2.Anaerobik Glikoliz, Laktik Asit Sistemi
- 3.Aerobik Glikoliz Sistemi.

2.1.1. ATP-PCr Sistemi (Alaktik Anaerobik Metabolizma)

Kreatin fosfat, ATP gibi kas hücresinde yer alır ve yüksek enerji bağlarına sahiptir. Bu bağların parçalanması sonucunda açığa çıkan enerji ATP yapımı için kullanılır. 10 saniyeden kısa süren çok yüksek şiddetteki aktivitelerde kas kasılması için gerekli olan enerjinin önemli bir kısmını bu yolla sağlanmaktadır (2,31,32).

Beden eğitimi ve spor aktivitelerinde ATP-PCr sistemi, kısa mesafe koşucularının koşuya güçlü ve hızlı başlamalarında, futbolcu, yüksek-uzun atlayıcı, atıcılarda ve sadece birkaç saniyede tamamlanan aktivitelerde bu sistemde oksijene ihtiyaç duyulmaz. Bu nedenle ATP-PCr sistemi kasların kullandığı ATP'nin en hızlı elde edildiği sistemdir (2,31,32).

2.1.2. Laktik Asit Sistem (Anaerobik Glikoliz)

Genel anlamda anaerobik glikoliz, glikojenin anaerobik yolla parçalanmasıdır. Bu yolla enerji üretilirken sadece glukoz kullanılır. Vücudumuzda bütün karbohidratlar ya hemen kullanılabilen basit bir şeker olan glukozla dönüştürülür ya da daha sonra kullanılmak üzere kaslarda ve karaciğerde glikojen olarak depolanır. Bu sistemde, glukozun hücrede (mitokondri dışında) oksijensiz ortamda yıkılması ile enerji ve sonuçta 2 mol pirüvik asit molekülü oluşur. Ortamda oksijen olmadığı için krebs dönüşümüne giremeyen pirüvik asit laktik asite dönüşür. Laktik asidin kaslarda ve kanda yoğunluğunun artması yorgunluğa neden olmaktadır. Glukoz yerine glikojenin yıkıma uğramasına “glikojenolizis” adı verilir. Anaerobik ortamda 1 mol glikojenden 3 mol ATP elde edilmektedir. Aerobik metabolizma ile karşılaştırıldığında, bu sistemde aerobik metabolizmadan daha az ATP üretilse de, aerobik metabolizmadan daha hızlı ATP üretilmektedir. En fazla 1-3 dakika süren egzersizlerde (400 m – 800 m yarışları...) ATP elde etmek için daha çok fosfojen sisteme ve anaerobik glikoliz sisteme gerek duyulur (2,31,32).

2.1.3. Aerobik Glikoliz Sistem

Aerobik sistem tepkimeleri mitokondride gerçekleşir. Tepkimeler sistemi aerobik glikoliz, krebs döngüsü ve elektron transferinden oluşur. Glikojen karbondioksit ve suya yıkılır. Bu sistemde karbohidratların yanı sıra yağlarda metabolize olur. Aerobik glikolizde laktik asit birikimi olmaz. Anaerobik glikolizde 1 mol glikojenden 3 mol ATP elde edilirken, aerobik glikolizde 39 mol ATP elde edilir. Yavaş ancak verimli bir sistemdir. Uzun süreli düşük şiddetli egzersizlerde ana enerji kaynağıdır (2,31,32).

2.2. Kreatin

Kreatin ilk kez 1832 yılında Fransız Chevreul tarafından et ekstresinde belirlenmiştir. 1847'de Liebig sürek avında yakalanan tilkilerde yaptığı çalışmada kreatin'in kaslarda bulunduğunu göstermiştir (2,19,33). 1880'lerin ortalarında, kreatinin idrarda keşfedilmiştir ve daha sonra 1900'lü yılların başlarında yazarlar kreatininin kreatinden ayrıldığını bildirmişlerdir (19). Macht, 1923'de labirent içinde koşan ratlarda, kreatin desteğinden sonra motor kontrolün iyileştiğini belirlemiştir (2). 1927'de Fiske ve Subbarow fosfokreatini keşfetmişlerdir. Kreatinin kas kasılmasında önemli işlevi olduğu geçtiğimiz yüzyıl başından beri bilinmektedir. Sipila ve arkadaşları 1981'de koroid ve retinanın gyrate atrofisini düşük doz kreatin ile tedavi ettikleri bir grup hastada birinci yıl sonunda kuvvet artışı olduğunu kaydetmişlerdir. Hastalar arasında bulunan bir atlet de en iyi 100 metre derecesini 2 saniye iyileştirmiştir (2,19).

Kreatin egzersiz performansını artırması umudu ile birçok sporcu tarafından kullanılmaktadır. 1996 Atlanta yaz olimpiyatlarında ki atletlerin %80'i kreatin kullanmıştır. Ayrıca 1992 Barselona yaz olimpiyat oyunlarının iki şampiyonu, Linford Christie ve Sally Gunnell'de kreatin kullandıklarını bildirmişlerdir (16,19,33).

1970'lerde Doğu Blok'u ülkeler ve Sovyet Ülkeleri Cr'i performans artırıcı olarak kullanmaya başlamışlardır. Fakat Cr yüklemesi ile ilgili bilimsel çalışmalar USA ve Büyük Britanya'da 1990'lara kadar olmamıştır. Bugün, 2.5 milyon kg'ın üzerinde Cr kullanımı olduğu tahmin edilmektedir (16).

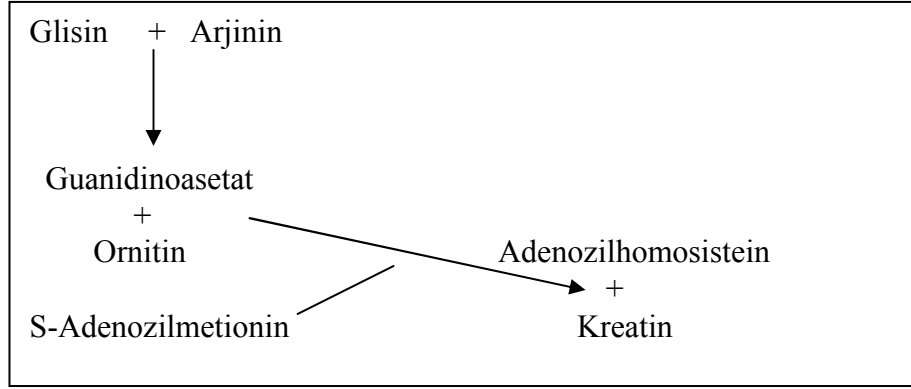
Kreatin en fazla kırmızı et ve balıkta bulunan esansiyel olmayan bir besin ögesidir (2,19). Balsom ve arkadaşları (1994) bitkilerde de eser miktarlarda bulunduğunu göstermişlerdir. Pişirme işlemi ile yiyeceklerde bulunan kreatin yıkıma uğrar ve miktarı azalır (19). Aşağıdaki tabloda bazı yiyeceklerin kreatin miktarları verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı yiyeceklerin kreatin miktarları (19)

<i>Yiyecek</i>	<i>Kreatin içeriği (g/kg)</i>
<i>Karides</i>	Eser
<i>Morina</i>	3
<i>Tuna</i>	4
<i>Som balığı</i>	4,5
<i>Ringa</i>	6,5–10
<i>Sığır eti</i>	4,5
<i>Domuz eti</i>	5
<i>Süt</i>	0,1

Kreatin, kasta, beyinde ve kanda hem fosfokreatin hem de serbest halde bulunur. İz miktarda kreatin normalde idrarda da vardır. Kreatin'in anhidriti olan kreatinin, büyük ölçüde kasta, kreatin fosfatın enzimatik olmayan dehidratasyonu ile oluşur. Belli bir bireyin idrarında, 24 saat içinde dışa atılan kreatinin miktarı, kas kütlesi ile orantılıdır ve birbirini izleyen günlerde dikkate değer şekilde sabit kalır (34).

Kreatin vücutta karaciğerde, iki basamaklı bir reaksiyon ile, iki aminoasitten meydana gelir (1,2,3,6,19,34). Kreatin sentezinde yer alan enzimler pankreas ve böbrekte de bulunur. Sentezin ilk basamağında arjininden glisine bir amid grubu aktarılarak ornitin ve guanidinoasetat oluşur. Bu tersinir tepkimeyi transamidinaz enzimi katalize eder. İkinci basamakta S-adenozilmetioninden bir metil grubunun irreversible olarak guanidinoasetata eklenmesiyle kreatin meydana gelir. Bu aşamayı bir metiltransferaz enzimi katalize eder (1,2,19).

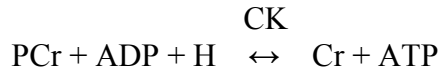


Şekil 2.1. Kreatin sentezi

Kas kreatini sentezlemez fakat kas membranındaki sodyuma bağlı taşıyıcılar ile kreatin alınır. Vücut kreatin havuzunun %95'i iskelet kasında, kalan %5'i kalp, beyin ve testislerde bulunur. İnsanda kreatin havuzu serbest ve fosforile kreatin toplamından oluşur. İskelet kasında kreatin %60 oranında fosforile formda bulunur. Dışarıdan kreatin verilmemesi durumunda insanda kreatinden yıkım ürünü olan kreatinine dönüşüm hızı günde %1,6 civarındadır (19). Daha sonra kreatinin böbrekten difüzyonla süzülür ve idrarla atılır. 70 kg ağırlığında ve vücut toplam kreatin miktarı 120 g olan bir kişide dönüşüm yaklaşık 2 g/gün'dür (2,19). Bu kreatin endojen ve eksojen kaynaklardan yerine konmalıdır. Karışık bir diyetle günde ortalama 1 g kreatin alınır. Kalan miktar endojen sentezle tamamlanır (2). Vejeteryenlerde olduğu gibi kreatin içermeyen diyet alanlarda günlük gereksinim tamamen endojen sentezden karşılanır (1,2,19). Plazma kreatin konsantrasyonu 50-100 mmol/L, iskelet kası kreatin konsantrasyonu ise ortalama yaklaşık 124 mmol/kg kuru kas kütlesi kadardır. Kas biyopsi çalışmalarında Tip II fibrillerde fosforile kreatin miktarı, Tip I fibrillerden %5-15 kadar yüksek bulunmuştur (1,2,19). Yükleme döneminden sonra kreatin alımı kesilirse kas kreatin depolarının bazal seviyeye inmesi yaklaşık dört haftayı almaktadır (1,2,19,35).

2.2.1. Kasta PCr / Cr Sisteminin İşlevleri

Fosfokreatin, iskelet kasında ve diğer dokularda ATP'nin kaynağı olarak görev yapar (1). Enerji gereksinimindeki hızlı artış sırasında ATP'nin devamlılığı PCr yıkımı ile sağlanır. Bu kreatin kinaz (CK)'ın kontrol ettiği tersinir bir reaksiyondur (2):



Reaksiyon enerji kullanımı sırasında sağa, mitokondride enerji üretimi sırasında sola doğru çalışır. PCr hidrolizi ile hidrojen iyonları tükeneceği için egzersiz süresince intraselüler asidoz engellenebilir. Diğer bir deyişle PCr, ATP hidroliz ürünü olan protonları tamponlayarak normal pH'nın sürdürülmesini sağlar (1,2).

Kreatinin diğerk bir işlevi de glikolizi düzenlemektir. Yüksek şiddetli aktivitede glikolitik akım binlerce kez artabilir. Yine bu sırada aktif kasın CK reaksiyonu ile hızlı ATP yenilenmesi için kullanılan PCr'in miktarı azalır. Bu noktada anahtar enzim olan fosfofruktokinaz (PFK)'ın PCr'in fizyolojik konsantrasyonları tarafından inhibe edildiğı, şiddetli aktivite sırasında PCr düzeyindeki azalmanın ise inhibisyonu kaldırarak glikolizi uyardığı düşünülmektedir (1,2,19).

PCr'in önemi egzersize bağlıdır. Oksidatif fosforilasyonun ATP gereksinimini karşılayamadığı durumlarda PCr hidrolizi ile glikoliz devreye girer. Kas kasılması sırasında PCr'nin enerji kaynağı olarak önemi kasılmanın şiddeti, süresi ve sıklığına bağlıdır. Şiddetli egzersizin süresi birkaç saniyenin üzerine çıktığında ATP sentezine PCr katkısı azalır. Bunun sebebi kaslarda depolanmış olan PCr miktarının (90-160 mmol/kg/kkk), artan tüketim hızına göre (10-15 mmol /kg/s) sınırlı olmasıdır (1,2,19).

2.2.2. Kreatinin Ergojenik Yardımcı Olarak Kullanımı

Ergojenik yardımcı olarak kreatin kullanımının kas PCr içeriğini %20 oranında artırdığı gösterilmiştir (2,17). Beş gün süreyle günde 20 g (4x5g'lık doz) kreatinin alımının kas kreatinini %20-50 kadar artırdığı, bu artışında %20'sinin PCr formunda olduğu açıklık kazanmıştır (2,3,10). Dokunun kreatin alımı ağırlıklı olarak desteğin ilk günlerinde gerçekleşmekte, dokuda tutulmayan kreatin böbreklerden atılmaktadır (1).

2.2.3. Egzersiz Tipi ve Kreatin

Sonuçlar ağırlıklı olarak, kreatin kullanımının kısa süreli, yüksek şiddetli egzersiz performansını artırdığı şeklindedir (1-3,7-9,10-16,33). Kısa süreli (5-7 gün süreyle, 20 g/gün) kreatin yüklemesinin performansta gelişim sağlayabileceğini gösteren çalışmalar olduğu kadar (1,2,11,16-18,33,36) tersini gösteren çalışmalar da vardır (1,2,16,17,33,36). ATP sağlamak için PCr'nin yıkımı anaerobik süreçte olmasına rağmen, bazı araştırmacılar artan PCr ile substrat kullanımının değiştirilebileceğini ve uzun süreli, submaksimal egzersizlerde de kreatin yüklemesinin performansı arttırabileceğini göstermişlerdir. Bir hayvan modeli kullanan bir başka araştırmacı da; antrenman ile birlikte kombine olarak yapılan kreatin yüklemesinde, oksidatif kapasitenin göstergesi olan sitrat sentaz aktivitesinin, hem hızlı hem de yavaş kasılan kaslarda arttığını göstermiştir (19).

2.2.4. Kreatin Yorgunluğu Nasıl Engeller? (1)

- PCr kullanımını arttırarak (daha yüksek ilk kas PCr konsantrasyonu, kas konsantrasyonuna destek olmaya yardımcı olabilir),
- PCr resentezini arttırarak (PCr'nin daha yüksek ilk seviyeleri, toparlanma süresince daha fazla PCr resentezine yardımcı olabilir),

- Kas asiditesini azaltarak (PCr, ADP'den ATP elde edilen süreçte, H⁺ tüketen temel metabolik tampon olarak hareket eder. Kas sınırlı pH değerine ulaşmadan önce, bu tampon değeri kasta daha fazla laktik asit birikimine izin verebilir. Böylece yüksek şiddetli egzersiz değeri uzar)
- Oksidatif metabolizmanın çeşitli yönlerini arttırarak (antrenmanla yapılan kreatin yüklemesi, oksidatif kapasitenin göstergesi olan sitrat sentaz aktivitesini arttırabilir)
- Beden kütlesini arttırarak (artmış yağsız beden kütlesi ya da kas kütlesi, bazı sporlarda avantaj olabilir)

2.2.5. Yükleme Protokolü-Kreatin Dozu

Bir çok çalışmada 4-6 günlük, günde 20 g'lık (4x5g'lık) dozlar kullanılmıştır (1,2,10,11,16,17,24,37). Genellikle uygulanan protokolle, 5g kreatin, 250ml'lik sıvı içinde çözülerek, sabah, öğle, öğleden sonra ve akşam olmak üzere günde 4 kez verilmiştir. Bazı araştırmacılar, ılık ya da sıcak sıvı içerisinde kreatinin daha iyi çözüldüğünü, bu nedenle sıcak ya da ılık sıvıda verilmesini tavsiye etmişlerdir. Bazı çalışmalarda da beden kütlesi baz alınmış ve 0,3 g/kg beden kütlesi şeklinde yükleme yapılmıştır. Araştırmacıardan biriside kas kütlesine göre yükleme yapmıştır (19). Bazı çalışmalara göre ise 3 g/gün gibi daha düşük dozlarda aynı etkiyi yaratacaktır, günde iki kez 2 g'lık dozlarla verilen kreatin, depoları korumak için yeterlidir (1,5,19).

2.2.6. Kronik Kreatin Yüklemesi

Erkek ve kadınlarda kreatin yüklemesinin uzun kullanımının riskleri ve yararları hakkında birkaç veri mevcuttur. Çalışmalara ihtiyaç vardır. Araştırmalar, ağır direnç antrenmanı ile birleştirilmiş 4-12 haftalık kreatin yüklemesinin ağırlık antrenman programına normal fizyolojik adaptasyonu artırdığını göstermektedir (1,4,11,27,22). Kreatin yüklemesi ile ilgili yapılan uzun süreli bir çalışmada da, günlük 5 g kreatininin sağlık üzerine etkilerine bakılmıştır. Uluslar arası düzeyde bir basketbol takımının 8 oyuncusuna 3 yıl süresince, sezon dışı dönemlerde ara vererek, düşük dozlarda kreatin yüklemesi yapılmış ve biyokimya parametrelerinde herhangi bir anormallikle karşılaşılması (38).

2.2.7. Kreatin, Kafein ve Karbohidrat Yükleme

Günde 5 mg/kg tek doz kafeinin kreatin ile birlikte alınması halinde kreatinin ergojenik etkisinin engellendiği bildirilmektedir (1,2,17,39,40). Kafein, direk olarak kas Na⁺, K⁺ pompa aktivitesini uyarmaktadır. Ek olarak plazma epinefrinini arttırmakta ve böylece Na⁺-K⁺-ATPaz enzim aktivitesi uyurulmaktadır (39). Kreatin sodyuma bağlı transport sistemi ile taşınmaktadır.

Her bir 5 g'lık doz kreatin ile birlikte alınan, 93 g/gün karbohidrat alımının ise kreatin yükleme sırasında tutulumu artırdığı bildirilmiştir (2,17,40). Yalnız kreatin yüklemesi yapılan çalışmalarda karşılaştırıldığında, kreatin-karbohidratın birlikte verildiği çalışmalarda kas toplam kreatin içeriği %60 ve kas PCr içeriğinin de %100 daha fazla arttığı bildirilmiştir ve beden ağırlığı kazancı yaklaşık %78 daha

fazla olmuştur (19,41). Karbohidratın bu etkisinin, insülinin kas kreatin transportunu uyarıcı etkisinin bir sonucu olarak meydana geldiği düşünülmektedir (2). Aşağıdaki tabloda bir çalışmanın sonuçları verilmiştir. (İnsülin sodyuma bağlı transport sistemini uyarır, kreatinde bu sistem ile taşınır). Bazı kaynaklara göre ise her bir kreatin yüklemesi ile birlikte karbohidratın çok büyük miktarlarının alımı kalori alımından ve fazla şeker alımının sağlık üzerine olumsuz etkilerinden dolayı nedensizdir (1).

Çizelge 2.2. Yalnız kreatin ve kreatin-karbohidrat birlikte verilen bir araştırmanın karşılaştırması (19)

mmol/kg/kkk	Kreatin		Kreatin+Karbohidrat	
	Önce	Sonra	Önce	Sonra
PCr	85,1	92,4	84,4	99,4
FCr*	36,4	49,8	39,0	57,1
TCr**	121,5	142,2	123,4	156,4

* FCr: serbest kreatin

** TCr: toplam kreatin

2.2.8. Beden Kütlesi, Glikojen Depoları ve Protein Sentezi Üzerine Kreatinin Etkisi

Bazı çalışmalarda anlamlı olarak Cr yüklemesinden sonra beden kütlesi artmıştır. 0,7 kg'dan 2 kg'a kadar beden ağırlığında artış olmuştur (1,2,4,10,11,13,14,16,17,19,21,22,24,26,33,36,37,42-49). Cr yüklemesi ile hücre içinde artan Cr konsantrasyonuna bağlı olarak osmotik yük artmaktadır ve intraselüler kompartmanda vücut suyunda artış gerçekleşmektedir. Ağırlık artışının bu sebepten olabileceği belirtilmektedir (1,16,19).

Hücre sel su içeriğindeki değişiklikler glikojen seviyelerini etkilemektedir. Böylece artan intramüsküler Cr, glikojen seviyelerini etkileyebilir. Altı çalışmada Cr yüklemesinden sonra glikojen seviyeleri ölçülmüş, bunlardan beşinde uyarıcı etki olduğu görülmüş, bir tanesinde ise etki gözlenmemiştir (12,36).

Glikojen depolarının artmasına ek olarak, hücre sel su içeriği protein metabolizmasını etkileyebilir. Hücrenin şişmesi protein sentezini artırır, hücrenin büzülmesi protein yıkımını artırır. Cr ve protein sentezi arasındaki pozitif ilişkiden bahseden çalışmalarda az sayıda denek kullanılmıştır. Son yapılan çalışmalara göre Cr'nin kas protein sentezi ya da yıkımı üzerine bir etkisi yoktur (36).

2.2.9. Kreatin Yüklemesi ve Cinsiyet

Kreatin yüklemesi ile ilgili yapılan araştırmaların çoğunda antrenmanlı, genç, yetişkin erkek bireyler yer almaktadır. Yaş ve cinsiyetle ilgili daha az araştırma vardır (1,19). Kreatin yüklemesine bayanların cevabı hakkında bilgi oldukça azdır (7,27). Cinsiyetler arasında kas kompozisyonu açısından farklılık vardır. Erkeklerle karşılaştırıldığında, bayanlarda toplam kas kreatini %10 daha fazladır (2,8,16). Bu

sebepten dolayı bayanların kreatin yüklemesine daha az yanıt verdiği düşünülmektedir (8,24).

2.2.10. Kreatin Yükleme ve Yaş

Araştırmalarda genellikle kullanılan yaş grubu 18-35 yaş grubudur. Bir araştırmada 18 yaş altı genç bireylerde yüzme branşında aralıklı sprint performansı üzerine kreatin yüklemesinin etkisi incelenmiştir (1). Genç yetişkin bireylerin kullanıldığı diğer çalışmalarda performansta gelişim rapor edilmiştir. Adölesan ve çocuklarda kreatin kullanımı ile ilgili oldukça sınırlı sayıda çalışma vardır (50,51). Diğer yandan kısa süreli kreatin yüklemesi ile yaşlılar üzerinde yapılan az sayıda çalışma vardır. İlk olarak; ortalama yaşları 58 olan dört bireyin, beş günlük (günde 0.3 g/kg) kreatin yüklemesinden sonra diz ekstansiyon egzersizi süresince PCr konsantrasyonunda artış ve buna bağlı olarak yorgunluğa karşı direnç oluştuğu gözlenmiştir. Rawson ve Clarkson 60-78 yaş arası sağlıklı yaşlı erkekler günde 20 g'dan beş gün süresince kreatin yüklemesi yapılmış ve egzersiz performansında büyük bir gelişim göstermişlerdir. Rawson aynı zamanda yaptığı diğer bir araştırmada 60-82 yaş arası bireylere 30 gün süresince kreatin yüklemesi ve performans üzerine minimal etkisi olduğunu bulmuştur (1). Başka bir çalışmada da 55-75 yaş arasındaki bireylere Cr yüklemesi yapılmış ve herhangi bir sonuç alınamamıştır (52). Bir çalışmada da ortalama yaşları 70 olan 16 bireyin Cr yüklemesi sonucunda kas kütleleri artmış, bacak kuvvetleri gelişim göstermiştir (53).

2.2.11. Kreatin Yükleme Olumsuz Yanıt

İnsan kasının kreatin deposunun üst sınırı 150-160 mmol/kg/kkk'dir. Bu düzeye ulaştıktan sonra verilecek yüksek doz kreatin ek bir yarar getirmeyecektir. Destek döneminde kasta kreatin tutulumu kişiler arasında büyük değişkenlik gösterir. Kas kreatin birikiminin miktarı 20 mmol/kg/kkk'den az ise, egzersiz sonrası PCr'nin yerine konmasında ölçülebilir bir etki meydana gelmez. Eğer kas kreatin konsantrasyonunda 20 mmol/kg kkk'ye yakın ya da üzerinde bir artış gerçekleşirse, egzersiz performansında da iyileşme beklenmelidir. Bu bulgular kreatin kullanımından açıklanamayan şekilde yararlanamayan kişilerin durumuna bir açıklama getirir. Yakın dönem çalışmalarında, bireylerin yaklaşık %20-30'unun kreatin desteğine yanıt vermediği gözlenmiş, bu kişilerde beş günlük yükleme dönemi sonunda kas toplam kreatin içeriğinin 10mmol/kg kuru kas kütlelerinden az arttığı belirlenmiştir. Kas kreatin düzeyi düşük kişiler kreatin alımından daha büyük yarar görür (2).

2.2.12. Kreatin Yükleme ve Sağlık

Gastrointestinal, kardiyovasküler ve kas problemlerine neden olması ile ilgili birkaç rapor bulunmaktadır. Buna karşın, genel kaynaklardaki bilgi eksikliğinden dolayı, Cr kullanımının, sağlık problemlerine olan etkisi açık değildir (1,54). Ancak böbrek işlevleri bozuk olan bireylerin ya da böbrek hastalık riski yüksek olan bireylerin (diyabet, ailesinde böbrek hastalığı olan) tıbbi gözlem altında olması tavsiye edilir. Kreatin, Uluslararası Olimpiyat Komitesi tarafından yasaklanmamıştır (doping maddeleri listesinde yer almamaktadır).

Bazı ön verilere göre, Cr yüklemesi hiperlipidemik hastalarda yararlar sağlayabilir. Serum kolesterol düzeyleri 200 mg/dl'nin üzerinde olan bireylere yapılan Cr yüklemesi ile bireylerin toplam kolesterol ve VLDL kolesterollerinin düştüğü, LDL ve HDL kolesterollerinin değişmediği bildirilmiştir (17). Araştırmacılar Cr yüklemesinin kolesterol üzerine etkisini gizemli, anlaşılmasız bulmaktadırlar. Cr aynı zamanda yüklemenin ilk haftasında kronik kalp rahatsızlığı olan hastalarda yarar sağlayabilir. Kalp üzerine Cr'nin doğrudan bir etkisi yoktur. Fakat iskelet kas kuvvetini arttırdığı bilinmektedir. Cr'in kalp kası üzerine etkisi ile ilgili çalışma sayısı oldukça azdır, konu ile ilgili detaylı araştırmalara ihtiyaç vardır.

2.3. Maksimal Oksijen Tüketimi

Dayanıklılık performansı için önemli ölçütlerden biri, çalışmakta olan kaslara gönderilen ve kullanılabilen en yüksek miktardaki oksijendir. Bu, maksimal oksijen tüketimi (VO_{2max}) olarak tanımlanmaktadır. Antrenmanlarla daha yüksek VO_{2max} düzeylerine ulaşmak mümkün olmakla birlikte, bu yükselmenin bir tavanı bulunmakta ve kalıtsal olarak antrenmanlarla belirlendiğinden daha yüksek değerlere yükseltilememektedir. Maksimal oksijen tüketimi dayanıklılık sporlarında enerji oluşumuna katılan aerobik yolun bir göstergesi olduğu için aerobik güç ile eş anlamlı kullanılmaktadır. Maksimal oksijen tüketimi birim zamanda bir kilogram vücut ağırlığı başına tüketilen oksijen miktarı ile ifade edilir (55).

2.3.1. Aerobik Dayanıklılığın Değerlendirilmesi

VO_{2max} sporcuların ve fitness programlarına katılan bireylerin fiziksel çalışma kapasitelerini belirlemek için kullanılır. Sporcular için kullanılan standartlar, sporcü olmayanlar için uygun değildir (56).

Yüksek düzey dayanıklılık sporcularının, kros kayakçıları ve uzun mesafe koşucularının VO_{2max} değerleri 70 ml/kg/dak.'nın üzerinde bulunmuştur (56).

Her bireyin sağlık ve uygunluk için yeterli düzeyde kalp solunum dayanıklılığına gereksinimi vardır. VO_{2max} , yaşla ilişkili olarak çocukluk döneminden başlayarak 20 yaşlarda zirveye ulaşır ve bu yaşlardan sonrada yavaş bir biçimde azalmaya başlar. Bayanların aerobik kapasitesi erkeklerden %10-20 daha düşüktür. Bu sebepten sağlıklı yetişkinlerin VO_{2max} değerlendirmeleri için yaş ve cinsiyet dikkate alınır (56).

Çizelge 2.3. Kalp solunum uygunluğunun değerlendirme standartları (56)

VO_{2max} (ml. kg ⁻¹ . dak ⁻¹)					
YAŞ	Düşük	Yeterli	Orta	İyi	Yüksek
BAYAN					
20-29	<24	24-30	31-37	38-48	≥49
30-39	<20	20-27	28-33	34-44	≥45
40-49	<17	17-23	24-30	31-41	≥42
50-59	<15	15-20	21-27	28-37	≥38
60-69	<13	13-17	18-23	24-34	≥35
ERKEK					
20-29	<25	25-33	34-42	43-52	≥53
30-39	<23	23-30	31-38	39-48	≥49
40-49	<20	20-26	27-35	36-44	≥45
50-59	<18	18-24	25-33	34-42	≥43
60-69	<16	16-22	23-30	31-40	≥41

2.3.2. Aerobik Uygunluğun Doğrudan Yöntemlerle Belirlenmesi

Maksimal egzersiz testi ile oksijen kullanımının doğrudan ölçümü en doğru sonuçları verir. Bununla birlikte doğrudan ölçme pahalı araç gereci ve deneyimli elemanları gerektirir. Maksimal egzersiz testi ile doğrudan ölçüm, parasal, zaman ve risk açısından büyük grupların ölçümü için pratik değildir. Buna karşılık aerobik gücü belirlemek üzere birçok dolaylı ölçüm yöntemi geliştirilmiştir. Bazıları maksimal bazıları da submaksimal yüklenmeye dayalıdır. Bazı testler de çoklu regresyon eşitlikleri ile VO_{2max} 'i belirlemek için submaksimal yükte kalp atım sayısını kullanmaktadır. Testler antrenman ve gelişimsel özelliklere bağlı olarak maksimal, submaksimal ve çocuklar olmak üzere düzenlenmektedir. Bir test seçilirken testin geçerliği, güvenilirliği ve hangi popülasyon üzerinde geliştirildiği dikkate alınmalıdır (56).

2.3.3. Yükleme Testlerinde Genel Prensipler (56)

- Koşu bandı ya da ergometrik bisikletin egzersiz öncesi kalibrasyonu mutlaka yapılmalıdır.
- Teste başlamadan önce 2-3 dakikalık ısınma yaptırılarak denek teste hazırlanırken araca da alışması sağlanmalıdır.
- Başlangıç egzersiz yoğunluğu tahmin edilen maksimal kapasiteden olabildiğince düşük olmalıdır.
- Egzersiz yoğunluğu test etapları süresince dereceli olarak arttırılmalıdır. İş yükü artışları sağlıklı bireylerde 2 MET (metabolik eşitlik) ve daha fazla, hasta bireylerde 0.5 MET kadar olmalıdır.
- Egzersiz testini sona erdirmek için ortaya çıkabilecek belirtiler dikkatli bir şekilde gözlenmelidir. Güvenlikle ilgili herhangi bir şüphe duyulduğunda test sona erdirilmelidir.
- Kalp atım sayısı her dakika kontrol edilmeli ve dakika sonlarında kaydedilmelidir. Eğer kalp atım sayısı steady state'e erişmediyse kalp atım sayısı stabilize oluncaya kadar yüklenme sürdürülmelidir.
- Her etabın sonlarında kan basıncı ölçülmelidir.

- Deneğin görünüşü ve belirtiler sürekli izlenmelidir.
- Denek rahatsızlık işaretleri verdiği ya da protokole uyum sağlayamadığında güvenlik önlemi olarak derhal test durdurulmalıdır.
- Test en az 4 dakikalık bir soğuma dönemi içermelidir. Eğer anormal kalp atım hızı ve kan basıncı gözlenirse daha uzun sürebilir. Toparlanma süresince kalp atım sayısı ve kan basıncı izlenmelidir. Aktif dinlenme için kullanılan yoğunluk başlangıç yoğunluğundan fazla olmamalıdır. Denek aktif toparlanma yapamayacak sinyaller verdiği ya da acil durumlar söz konusu olduğunda pasif toparlanma uygulanmalıdır.
- Test alanı sakin ve özel olmalıdır. Oda sıcaklığı 21-23 dereceler arasında ve nem oranı %60'ın altında olmalıdır.

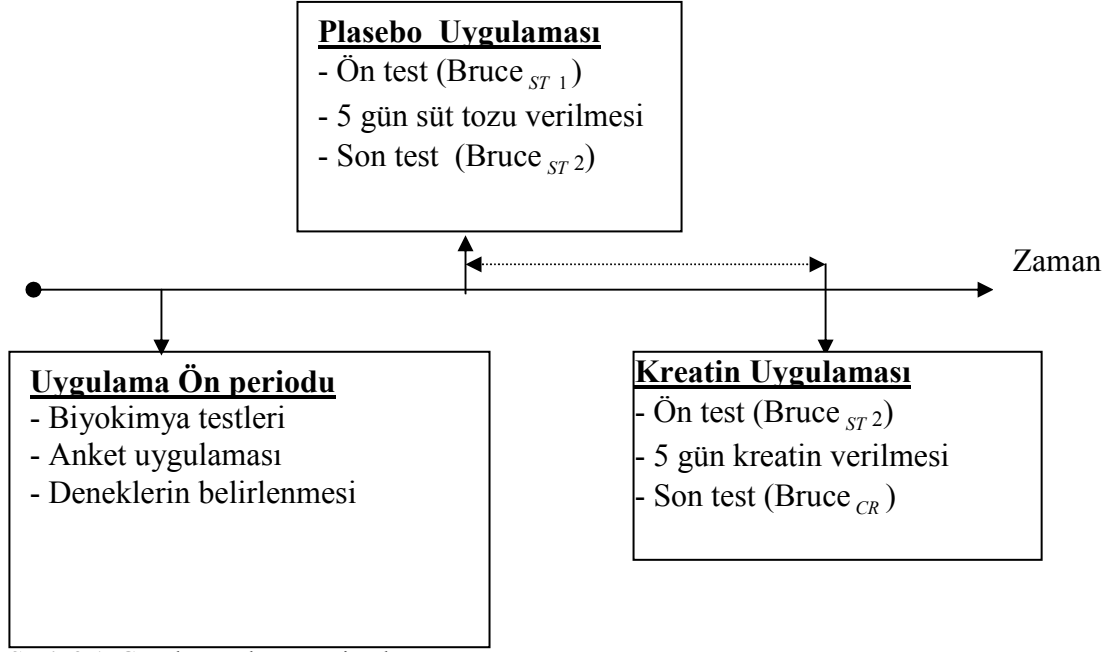
2.3.4. Maksimal Testler

Maksimum oksijen tüketimi koşu bandı, bisiklet ve kol ergometrelerinde standartlaştırılmış yöntemlerle belirlenebilir. Test yöntemi sıklıkla bulunabilen araç gerece, test edilen grubun özelliğine ve testin birincil amacına göre belirlenir. Test düşük iş yükü ile 1-3 dakikalık etaplarla başlar ve her etapta 3 MET'ten daha yüksek olmamak kaydıyla artış yapılır. Test 15-20 dakikadan daha uzun olmamalı, motivasyon kaybı ve sıkıntı vermekten kaçınılmalıdır (56).

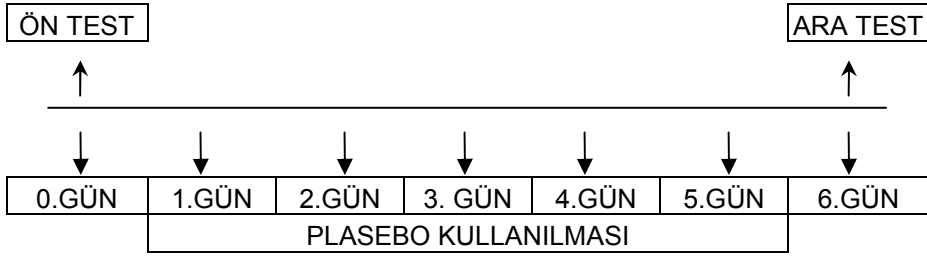
Bu araştırmada maksimal koşu bandı yöntemlerinden Bruce Yöntemi kullanılmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

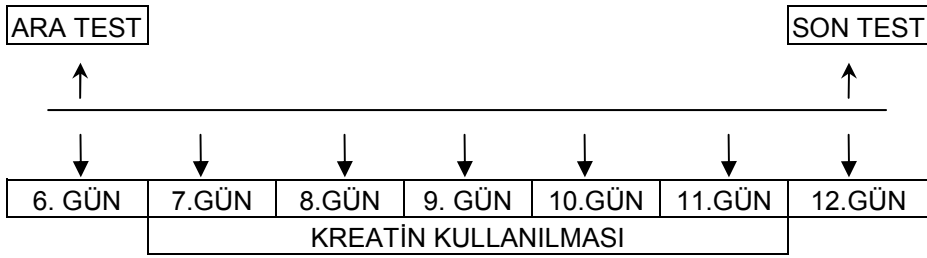
Çalışma, Akdeniz Üniversitesi (AÜ) Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda yapıldı. Çalışma için AÜ İlaç Araştırmaları Etik Kurulu'nun onayı alındı. Çalışmaya başlamadan önce denek grubundaki bireylerde karaciğer fonksiyon testi (KCFT), böbrek fonksiyon testi (BFT) ve kan glukoz ölçümü yapıldı, ayrıca bireyler kardiyak yönden değerlendirildi. Böbrek fonksiyon bozukluğu olan ya da böbrek hastalığı riski yüksek olan bireylerin (diyabet, ailesinden böbrek hastalığı olan) tıbbi gözlem altında olması önerilmektedir (1). Bu nedenden dolayı, tetkik sonuçları normal olmayan bireyler bu çalışmaya katılmadı. Kontrol grubundaki bireylere herhangi bir madde yüklemesi yapılmadığı için çalışmaya başlamadan önce kan parametreleri incelenmedi. Kontrol grubundaki bireyler çalışma öncesinde sadece kardiyak yönden değerlendirildi. Biyokimyasal ve kardiyak değerlendirme hekim kontrolünde yapıldı. Biyokimyasal tetkiklerden sonra deneklere kimlik bilgileri ve spor yaşamları ile ilgili bir anket formu (EK 1,2) uygulandı. Bu anket formuna göre, maksimal oksijen tüketimini azaltacağından dolayı sigara içen (57), vejetaryen olan, herhangi bir ilaç ya da performans arttırıcı madde kullanan bireyler bu çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya katılan 16 erkek bireyden oluşan denek grubuna, önce plasebo olarak süt tozu verildi (5 gün), ardından kreatin yüklemesi (5 gün) yapıldı. Her iki uygulamanın öncesinde ön test (Bruce ST₁), plasebo uygulamasının bitiminde ara test (Bruce ST₂) ve kreatin uygulaması sonrasında ise son test (Bruce Cr) yapıldı. Deneklerin egzersiz sırasındaki maksimal O₂ tüketimleri (MaxVO₂), bazal O₂ tüketimleri (VO₂) ve CO₂ üretimleri ile diğer parametreler (tablo 1) ölçüldü. 14 kişilik kontrol grubuna ise herhangi bir madde verilmedi, 5 gün ara ile aynı ölçümler yapıldı. Çalışma aşağıdaki şekilde belirtildiği gibi uygulandı.



Şekil 3.1. Genel Uygulama Periyodu



Şekil 3.2. Plasebo uygulaması



Şekil 3.3. Kreatin uygulaması

Çizelge 2.4. Ölçülecek parametreler

Plasebo Uygulaması		Cr Uygulaması
Bruce _{ST 1}	Bruce _{ST 2}	Bruce _{Cr}
Plazma laktat	Plazma laktat	Plazma laktat
Serum kreatinin	Serum kreatinin	Serum kreatinin
Ağırlık Ölçümü	Ağırlık Ölçümü	Ağırlık Ölçümü
BKI	BKI	BKI
Vücut Suyu	Vücut Suyu	Vücut Suyu
% Yağ (Tanita ile)	% Yağ (Tanita ile)	% Yağ (Tanita ile)
Uyluk çevresi	Uyluk çevresi	Uyluk çevresi
VO _{2max}	VO _{2max}	VO _{2max}
RER	RER	RER
VCO ₂	VCO ₂	VCO ₂
KAS	KAS	KAS
CK	CK	CK
İdrar kreatinin	İdrar kreatinin	İdrar kreatinin
İdrar protein	İdrar protein	İdrar protein
İdrar üre	İdrar üre	İdrar üre

Kısaltmalar: CK: Kreatin kinaz, BKI: Beden Kütle İndeksi, ST1: Plasebo Uygulaması Öncesindeki Bruce testi, ST2: Plasebo Uygulaması Sonrasındaki Bruce testi, Cr: Kreatin Uygulaması Sonrasındaki Bruce testi, RER: solunum değişim oranı, CO₂: karbondioksit, KAS: kalp atım sayısı.

Bu çalışmada aerobik gücü belirlemek için maksimal koşu bandı yöntemlerinden, Bruce yöntemi kullanıldı. Bireylerin oksijen tüketimleri breath by breath (her bir nefeste) ölçüldü. Yükleme döneminde, denekler normal beslenmeye devam etti, yoğun egzersizler yapmadı ve kafein kullanmadı (1,2,17,39).

3.1. Denekler

Çalışmaya 30 erkek, A.Ü. Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencisi gönüllü olarak katıldı. 16 kişilik bir grup kreatin ve plasebo alan grup (yaş ortalamaları, 21.31±1.99 yıl), 14 kişilik diğer grup ise kontrol grubudur (yaş ortalamaları, 22.49±1.52 yıl) (p>0,05).

3.2. Kreatin ve Plasebo Uygulama Yöntemi

3.2.1. Cr ve Plasebo Yükleme Protokolü

Araştırmacı tarafından, süt tozu ve kreatin, 5 g olarak paketlenildi. 16 kişilik denek grubuna hem plasebo hem de Cr verildi. Cr yüklemesinden sonra kreatin düzeylerinin bazal seviyeye inmesi 4 hafta olduğu için, ilk olarak bireyler süt tozu aldı. Psikolojik etkiyi ortadan kaldırmak için, paketlerin içeriğini bilmeyen bir kişi tarafından, paketler bireylere verildi. 5 gün süresince, günde 4 kez (sabah, öğle,

ikinci ve akşam) 250 ml'lik meyve suyuna karıştırarak bu maddeyi kullanması söylendi. Deneklere 6. gün tekrar gelmesi söylendi. 6. gün, ikinci Bruce Testi (Bruce_{ST2}) yapıldı. Bireylere bu kez aynı dozlarda ve aynı şekilde Cr verildi ve 5 günlük Cr yüklemesinin ardından (6. gün) son test (Bruce_{Cr}) yapıldı. Testler her deneye günün aynı saatinde uygulandı.

3.3. Kullanılan Ölçümler

3.3.1. Test öncesi beslenme

Araştırma süresince bireyler normal beslenme alışkanlıklarına devam ettiler. Yapılan araştırmalarda, günde 5 mg/kg tek doz kafeinin kreatin ile birlikte alınması halinde kreatinin ergojenik etkisinin engellendiği bildirilmektedir (1,2,17,39). Ayrıca kafein organizma üzerinde bazı değişikliklere neden olmaktadır (58):

- Kalp atım hızı, atım hacmi, kardiyak verim ve dinlenme kan basıncında artış,
- Kalp ritim bozuklukları,
- Oksijen tüketimi ve metabolik hızda artış,
- İdrar miktarında artış,
- Merkezi sinir sistemini uyararak, yağ metabolizmasında artış sağlayarak ve iskelet kasının kasılabilirliğini arttırarak dayanıklılık aktivitelerinde performansta artış.

Bu nedenlerden dolayı deneklerden çalışma süresince kafein tüketmemeleri istendi.

3.3.2. Antropometrik Ölçümler

Bireylerin boyları, topuklar bitişik, vücut dik, baş frankfort düzleminde, derin inspirasyonda olacak şekilde ve ayakkabısız olarak ölçüldü ve cm olarak kaydedildi (59).

Bireylerin hafif ağırlıkta giysili olarak ve ayakları çıplakken, 0,01 hassasiyette TANİTA beden kompozisyon analizörü (Model TBF-300) ile beden ağırlıkları, beden kütle indeksi (BKİ), yüzde yağ miktarı, yağsız beden kütlesi ve toplam beden suyu ölçüldü. Ölçümler sırasında kıyafet ağırlığı düşüldü ve ölçüm yapmadan önce ayakların konulduğu çelik skala nemli bir bezle silinerek iletkenliği arttırıldı. Ölçümden önce bireylerden 2 saat süreyle aç kalmaları ve boşaltım gereksinimlerini (idrar, dışkılama) karşılamaları, test öncesi çok su içmemeleri istendi (60).

Uyluk çevresi ölçülürken; birey sol bacağına 90 derece fleksiyona gelecek şekilde bir basamak üzerine basması istendi ve inguinal katlanma ile proksimal patella işaretlenerek iki nokta arasındaki orta nokta mezüre ile ölçüldü. Mezürâ işaretlenen orta noktadan yere paralel, ekstremiteye dik olarak uygulandı (59).

Boy ölçümü dışındaki ölçümler her Bruce Testi öncesinde olmak üzere toplam 3 kez yapıldı ve sonuçlar kaydedildi. Boy uzunluğu bir kez çalışma başlangıcında ölçüldü.

3.3.3. Egzersiz Protokolü

Bu çalışmada aerobik gücü belirlemek için maksimal yüklenmeli koşu bandı yöntemlerinden, Bruce kullanıldı. Bireylere testten 48 saat önce şiddetli bir egzersiz yapmamaları gerektiği söylendi. Deneklere, ısınmaları için kısa bir süre verildi. Bruce testi 7 etaptan oluşur. Etaplardaki süreler, koşu bandının hızı ve eğimi tablo 2 de belirtilmiştir. İş yükü artışı diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir (3-4 MET/etap) (MET = Metabolik Eşitlik =Dinlenme durumunda kullanılan yaklaşık $3,5 \text{ ml O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$) (56). Testten önce EKG ile dinlenme durumundaki EKG kaydedilerek denekte herhangi bir patoloji olup olmadığı bir doktor tarafından incelendi. Ayrıca, egzersiz sırasında da elektrofizyolojik parametreler monitorize edilerek etaplarda kalpteki EKG değişimleri ve kan basıncı gözlemlendi. Test sırasında denegin ekspire ettiği hava breath by breath (her nefeste ölçüm) yöntemi kullanılarak toplandı. Ekspirasyon havasındaki O_2 ve CO_2 ölçülerek kişinin O_2 tüketim ve CO_2 üretim miktarları belirlendi. Test sırasında sürekli kaydedilen EKG verilerinden denegin KAS monitorize edilerek maksimal KAS'nın % si kaydedildi. Böylece denegin maksimal KAS'ndaki O_2 tüketimi ve CO_2 üretimi belirlendi. Aynı O_2 ve CO_2 ölçümleri test başlamadan önce de yapılarak (dinlenme durumundaki) dinlenme VO_2 ve VCO_2 miktarları tespit edildi.

Çizelge 3.1. Bruce Testindeki Etaplar

ETAP	SÜRE(dakika)	HIZ(mil)	EĞİM(derece)
1	3	1,7	10
2	3	2,5	12
3	3	3,4	14
4	3	4,2	16
5	3	5,0	18
6	3	5,5	20
7	3	6,0	22

Tabloda görüldüğü gibi her 3 dakikada hız ve eğim denek yoruluncaya kadar arttırıldı. Denek devam edemediğinde test sona erdirilir. Ancak aşırı yorgunluk, göğüs ağrısı, ritim bozuklukları ve aşırı tansiyon değişimlerinde test erken sonlandırılır (61).

Bruce testinde kullanılan araçlar;

- Motorlu koşu bandı
- Kronometre
- EKG ya da KAS monitörü
- O_2 ve CO_2 Analizörü

3.3.4. Gaz Analizleri

Deneklerin egzersiz esnasındaki maksimal oksijen tüketimleri, Akdeniz Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Spor Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi, Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvarında, breath by breath yöntemi ile Vmax SPECTRA 229LV, (Sensormedics) marka, oksijen analizatörü ile ölçüldü.

3.3.5. Kan ve İdrar Analizleri

Çalışmaya başlamadan önce, deneklerden kan örnekleri alındı ve 24 saatlik idrar toplandı. 24 saatlik idrar toplanırken, deneklerden sabah ilk idrarlarını dışarı yapmaları, daha sonraki idrarını (ertesi günün sabahı da dahil olmak üzere) bir kaba toplamaları istendi (62). Herhangi bir sağlık problemi olan birey çalışmaya alınmayacağı için bireylerde ilk olarak aşağıdaki parametreler analiz edildi:

-GGT	-Hemogram
-AST	-Kan glukozu
-ALT	-Kreatinin
-ALP	-İdrar üre
-BUN	-İdrar protein

Böbrek fonksiyonlarının yüklemelerden etkilenmediğini göstermek amacıyla hem süt tozu kullanımından hem de kreatin kullanımından sonra idrar protein ve üre tekrar incelendi. Ayrıca çalışma bittikten bir ay sonra bireylerden tekrar kan alındı, 24 saatlik idrar toplandı ve aynı parametreler bir kez daha incelendi.

Biyokimya analizleri Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Merkez Laboratuvarında yapıldı. Laboratuvar sonuçları normal olan, çalışmaya katılan sağlıklı bireylerden her Bruce Testi sonrasında, denek koşu bandından indikten sonraki ilk 3.5 dakika içerisinde iki tüp (5+5=10 ml) kan alındı. Alınan kan örnekleri santrifüj edilerek plazma ile serumları ayrıştırıldı, daha sonra analiz edilmek üzere -40°C de donduruldu. *Bruce Testleri* sonrasında kanda incelenen parametreler aşağıdadır:

-Kreatinin
-Laktat
-Kreatin kinaz (CK)

Ayrıca test sonrası ilk idrar örnekleri alındı ve bireylere 24 saatlik idrar toplamaları ve ertesi gün getirmeleri söylendi. 24 saatlik idrar örneklerinin hacmi ml/gün olarak kaydedildi ve 5 ml idrar örnekleri alındı. İdrar örneklerinde analiz edilen parametreler aşağıdadır:

- İdrar kreatinin
- İdrar protein ve üre

Biyokimyasal testler; Roche Moduler PP otoanalizörü (Roche Diagnostics,. Mannheim, Germany) kullanılarak ölçüldü. Serum kolesterol; kolesterol estera (CHOD-PAP), glukoz; glukoz oksidaz (GOD-PAP) ile, serum ve idrar kreatinin; Modifiye Jaffe metodu ile, BUN düzeyleri; kinetik UV üreaz yöntemi ile, ALT; IFCC'nin önerdiği kinetik enzimatik yöntem ile (piridoksal fosfat aktivasyonu olmadan), AST; IFCC'nin önerdiği kinetik enzimatik yöntem ile (piridoksal fosfat aktivasyonu olmadan), GGT; enzimatik kolorimetrik metot ile, ALP; optimize kolorimetrik ölçüm ile, idrar protein düzeyi benzetonyum klorid kullanılarak türbidimetrik olarak ölçüldü. Hemogram; Coulter LH750 analizörü ile Kondiktivite/ elektroimpedans/ ışık saçılımı yöntemleriyle ile ölçüldü.

3.4. İstatistik Çözümleme

İstatistik çözümleme SPSS 10.0 programıyla yapıldı. Grupların tüm ölçümleri incelendiğinde, sürekli veri oldukları ve homojen dağılım gösterdikleri görülmektedir. Buna göre (63) ön test-son test arasındaki Max VO₂, KAS, RER, laktat ve kreatinin değerleri arasındaki farkın anlamlılık düzeyinin belirlenebilmesi için eşleştirilmiş t-testi (dependent t-test) yapıldı. İlgili parametrelerde, kontrol, plasebo ve kreatin uygulamaları sırasında yapılan ön test-son test farkları da karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma için varyans analizi kullanıldı. Kontrol grubunun da ön test-son test karşılaştırmaları eşleştirilmiş t testi ile yapıldı. Denek ve kontrol gruplarının, öntest ve sontest sonuçları arasındaki fark ise eşleştirilmemiş t testi ile yapıldı. $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyi göz önüne alındı.

BULGULAR

Çalışmaya denek grubundan 16, kontrol grubundan 14 erkek birey katılmıştır. Kreatin ve süt tozu verilen deneklerin, incelenen parametrelerdeki değişikliklerini gösteren şekil ve çizelgeler aşağıdadır.

4.1. Sağlık Parametreleri

Denek grubundaki her bir bireyden, Cr yüklemesi yapılmadan önce ve Cr yüklemesi bittikten bir ay sonra alınan kanda incelenen Hb, Hct, glukoz, üre, kreatinin, ALT, AST, GGT, ALP, CK, idrar üre, idrar kreatinin ve idrar protein değerleri normal değerler arasında olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubuna herhangi bir madde yüklemesi yapılmadığı için çalışma öncesinde ve sonrasında kan örneği alınmamış ve bu parametreler incelenmemiştir.

Çizelge 4.1. Denek grubundaki bireylerin Cr yüklemesi öncesi ve Cr yüklemesinden bir ay sonra alınan kandaki, karaciğer, böbrek fonksiyon testleri ve kan glukozu parametreleri

Parametreler (normal değer sınırları)	Cr Yüklemeden Önce (AO ± SS)	Cr Yüklemeden bir ay sonra (AO ± SS)	P=
Hb (12-16 g/L)	15.20 ± 1.8	15.30 ± 2.13	0.8
Hct (%35-52)	44.46 ± 4.04	42.49 ± 3.67	0.00**
Glukoz (tokluk) (70-110 mg/dl)	86.67 ± 16.17	82.00 ± 10.74	0.25
Üre (6-20 mg/dl)	13.93 ± 2.66	13.73 ± 2.15	0.72
Kreatinin (0.5-1.2 mg/dl)	0.93 ± 0.15	0.93 ± 0.14	0.89
ALT (0-41 IU/L)	13.93 ± 2.96	19.93 ± 11.76	0.05
AST (0-38 IU/L)	21.46 ± 3.31	21.87 ± 5.36	0.75
GGT (5-36 IU/L)	14.73 ± 5.57	20.20 ± 9.21	0.00**
ALP (0-270 IU/L)	222.07 ± 63.7	208.73 ± 49.38	0.06
CK (38-174 IU/L)	212.13 ± 112.45	158.27 ± 58.82	0.09
İdrar üre (800-1666 mg/dl)	542.25 ± 194.72	820.19 ± 390.83	0.04
İdrar kreatinin (28-259 mg/dl)	99.83 ± 38.75	170.80 ± 66.58	0.00**
İdrar protein (2-12 mg/dl)	5.55 ± 3.35	10.73 ± 8.30	0.02*

* P<0,05 ** P<0,01

Denek grubundan Cr ve plasebo yüklemesi yapmadan önce ve yükleme yaptıktan 1 ay sonra alınan kan ve idrar örneklerinde incelenen parametrelerde Hct, GGT, idrar kreatinin, (p<0.01) ve idrar proteinde (p<0.05) fark bulunmuştur. Fakat sağlık açısından değerlendirildiğinde, bu parametreler normal değerler arasındadır.

4.2. Antropometrik özelliklerin bulguları

Araştırmaya yaş ortalaması 21.31±1.99 yıl olan denek grubundaki bireylerden (plasebo ve Cr grubu) 16, yaş ortalaması 22.49±1.52 yıl olan kontrol grubundaki bireylerden de 14 erkek katıldı. Bireylerin boy ortalamaları; denek grubunda 172.45±4.36 cm, kontrol grubunda ise 178.07±6.59 cm'ydı. Testler ve plasebo-Cr yüklemeleri sırasında herhangi bir sağlık problemi ile karşılaşmadı.

Çizelge 4.2'de kontrol grubundaki bireylerin parametreleri ile denek grubundaki bireylerin plasebo kullandıktan sonra ve Cr kullandıktan sonra ölçülen parametreleri görülmektedir.

Çizelge 4.2. Denek ve kontrol grubundaki bireylerin Bruce testi öncesi ve sonrasında ölçülen parametreleri

Parametreler		Kontrol (AO ± SS) (n=14)	P=	Plasebo (AO ± SS) (n=16)	P=	Kreatin (AO ± SS) (n=16)	Kontrol ve kreatin grupları arasındaki farkın anlamlılığı (P=)
Ağırlık (kg)	ÖT	77.84 ± 7.94	0.00**	68.08 ± 8.35	1.00	68.15 ± 8.66	0.00**
	P	0.26		0.78		0.00**	
	ST	78.15 ± 7.71	0.00**	68.15 ± 8.66	0.93	69.19 ± 8.54	0.02*
BKI (kg/m ²)	ÖT	24.61 ± 3.15	0.18	22.86 ± 2.29	1.00	22.87 ± 2.47	0.18
	P	0.25		0.95		0.00**	
	ST	24.72 ± 3.10	0.15	22.87 ± 2.47	0.91	23.25 ± 2.45	0.3
TBW (kg)	ÖT	47.91 ± 4.01	0.00**	43.15 ± 3.94	0.10	43.24 ± 4.11	0.00**
	P	0.59		0.56		0.00**	
	ST	47.81 ± 3.81	0.00**	43.24 ± 4.11	0.95	43.68 ± 3.93	0.00**
FM (kg)	ÖT	12.40 ± 4.85	0.07	9.14 ± 3.56	0.10	9.048 ± 3.44	0.07
	P	0.04*		0.68		0.03*	
	ST	12.84 ± 5.14	0.05*	9.048 ± 3.44	0.95	9.53 ± 3.83	0.09
FFM (kg)	ÖT	65.44 ± 5.47	0.00**	58.93 ± 5.39	0.10	59.07 ± 5.62	0.00**
	P	0.60		0.54		0.00**	
	ST	65.31 ± 5.21	0.00**	59.07 ± 5.62	0.95	59.66 ± 5.36	0.02*
% yağ	ÖT	15.64 ± 5.18	0.21	13.06 ± 3.71	0.10	12.94 ± 3.49	0.19
	P	0.04*		0.54		0.06	
	ST	16.13 ± 5.45	0.12	12.94 ± 3.49	0.95	13.40 ± 3.97	0.21
Uyluk Çevresi (cm)	ÖT	57.54 ± 3.08	0.00**	51.11 ± 3.50	1.00	51.11 ± 3.46	0.00**
	P	0.21		1.00		0.00**	
	ST	57.69 ± 3.06	0.00**	51.11 ± 3.46	0.72	52.00 ± 3.27	0.00**

* P<0,05

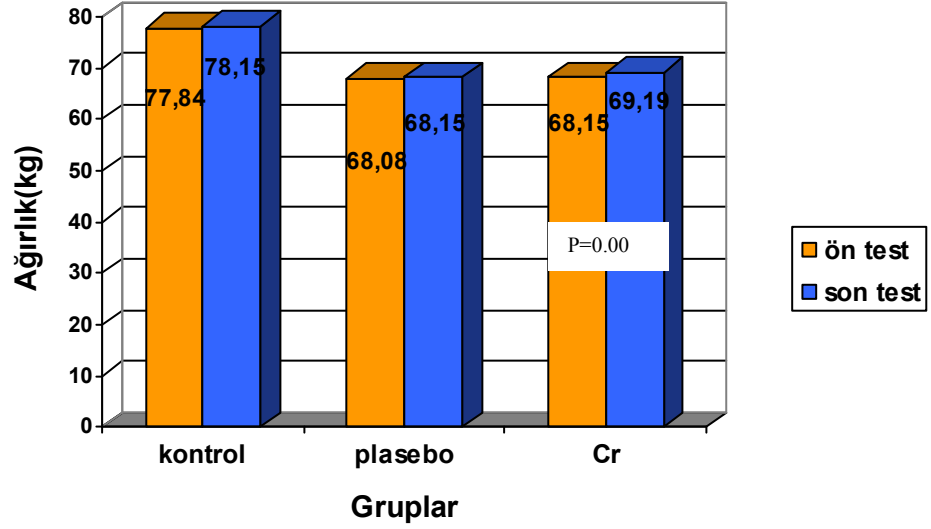
** P<0,01

ÖT: Ön Test

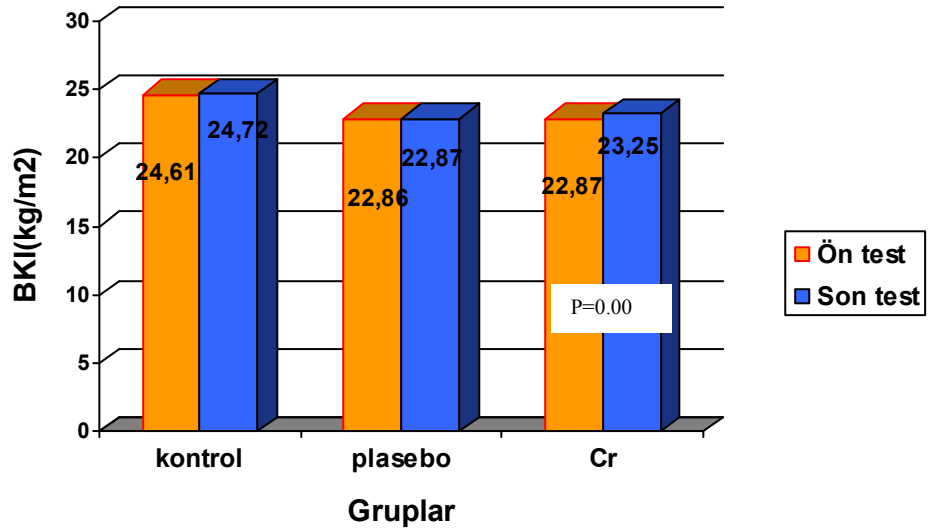
ST: Son Test

Cr grubunun Beden Ağırlığı (P<0.01), BKI (P<0.01), TBW (P<0.01), FM (P<0.05), FFM (p<0.01) ve Uyluk Çevresi (P<0.01) parametrelerinde ÖT ile ST arasında anlamlı farklar vardır. Plasebo grubunun ÖT-ST ölçümleri arasında anlamlı

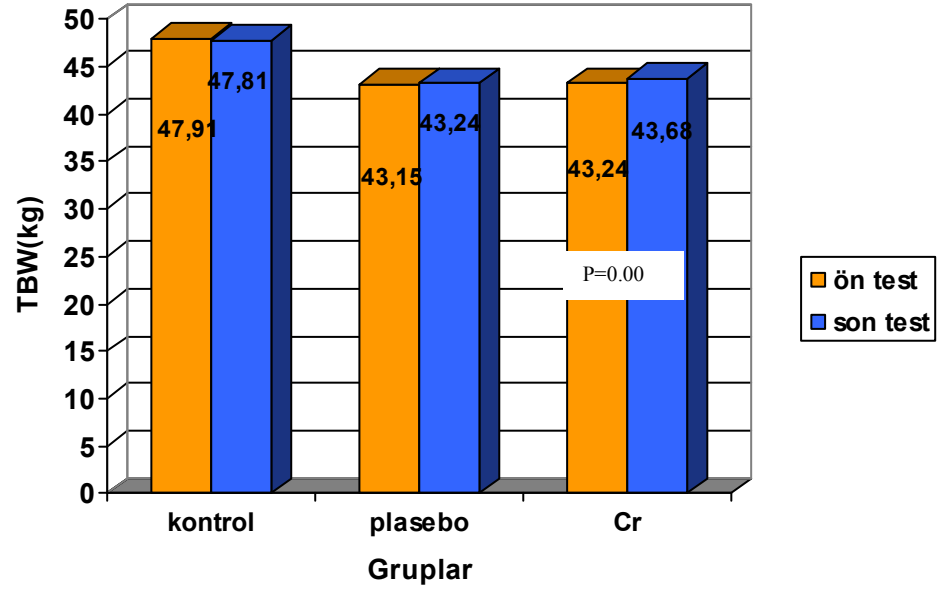
farka rastlanmamıştır ($P>0.05$). Ayrıca Plasebo ve Cr gruplarının tüm ölçümleri arasında da anlamlı farka rastlanmamıştır ($P>0.05$). Kontrol grubunun FM ($p<0.04$) ve %yağ ($p<0.04$) parametrelerinde ÖT ile ST arasında anlamlı farklar vardır.



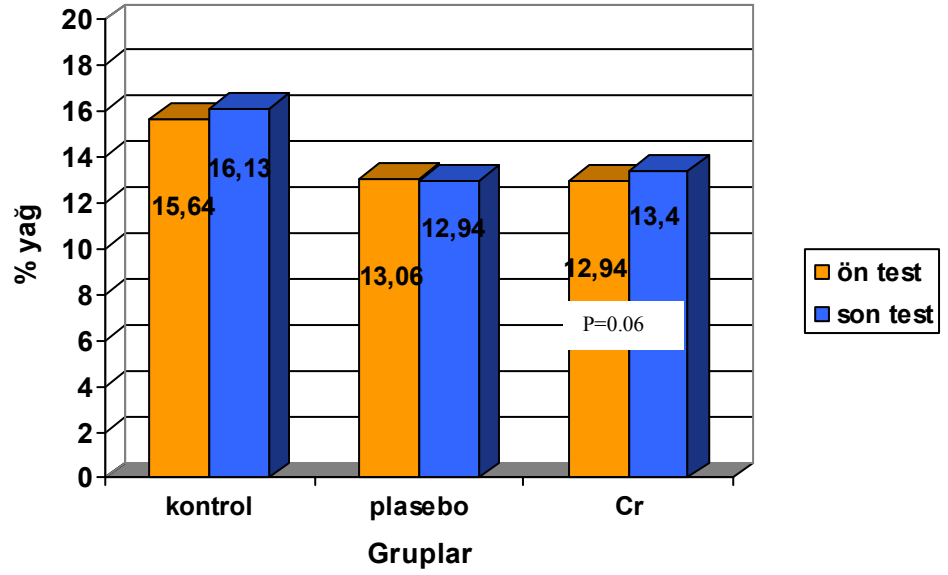
Şekil 4.1. Grupların ağırlık değişimleri



Şekil 4.2. Grupların BKI değişimleri



Şekil 4.3. Grupların TBW değişimleri



Şekil 4.4. Grupların vücut % yağ değişimleri

4.3. Oksijen tüketimi ölçüm sonuçları

Çizelge 4.3'te kontrol grubunun 1. ve 2. ölçümleri ile denek grubunun plasebo uygulamasından önce ve sonra, Cr uygulamasından sonra ölçülen Bruce testi sonuçları belirtilmektedir.

Çizelge 4.3. Bruce test bulguları

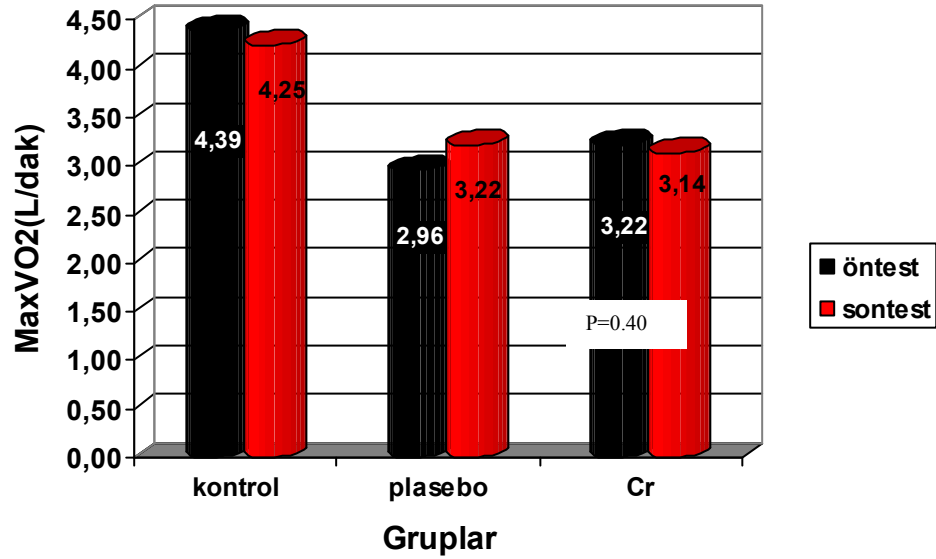
Parametreler		Kontrol (AO ± SS) (n=14)	P=	Plasebo (AO ± SS) (n=16)	P=	Kreatin (AO ± SS) (n=16)	Kontrol ve kreatin grupları arasındaki farkın anlamlılığı (P=)
MaxVO ₂ (L/dak)	ÖT	4.39±0.52(n=13)	0.00**	2.96±0.49	0.44	3.22±0.72	0.00**
		4.41±0.47(n=10)					
	P=	0.07	0.18	0.40			
	ST	4.25±0.48(n=10)	0.00**	3.22±0.72	0.95	3.14±0.74	0.00**
Max VO ₂ (ml/kg/dak)	ÖT	57.30±7.2(n=13)	0.00**	43.87±7.30	0.44	47.32±8.88	0.00**
		57.93±7.38(n=10)					
	P=	0.07	0.19	0.31			
	ST	55.77±7.03(n=10)	0.05*	47.38±9.15	0.89	46.01±8.50	0.02*
MaxVCO ₂ (L/dak)	ÖT	4.79±0.64(n=13)	0.00**	3.96±0.57	0.98	4.00±0.68	0.00**
		4.79±0.58(n=10)					
	P=	0.22	0.81	0.97			
	ST	5.00±0.56(n=10)	0.00**	4.00±0.68	1.00	4.01±0.57	0.00**
RER (VCO ₂ / VO ₂)	ÖT	1.09±0.00(n=13)	0.00**	1.35±0.16	0.35	1.27±0.21	0.01**
		1.09±0.07(n=10)					
	P=	0.00**	0.09	0.04*			
	ST	1.18±0.04(n=10)	0.45*	1.27±0.21	0.78	1.32±0.23	0.18
KAS (atm/dk)	ÖT	190.92±16.8(n=13)	0.68	186.69±10.46	0.69	182.69±13.45	0.25
		187.80±17.91(n=10)					
	P=	0.30	0.19	0.65			
	ST	192.60±13.87(n=10)	0.21	182.69±13.45	0.95	184.25±15.04	0.32
Bazal VO ₂ (L/dak)	ÖT	3.34±0.50(n=14)	0.02*	3.03±0.21	0.97	3.22±0.72	0.04*
	P=	0.00**	0.62	0.64			
	ST	2.96±0.3(n=14)	0.54	3.05±0.17	0.97	3.03±0.18	0.68
Bazal KAS (atm/dak)	ÖT	67.64±4.77(n=14)	0.74	69.56±8.7	0.69	67.50±7.05	0.1
	P=	0.04*	0.06	0.27			
	ST	65.07±6.89(n=14)	0.58	67.5±7.05	0.88	68.63±6.05	0.32

* P<0,05

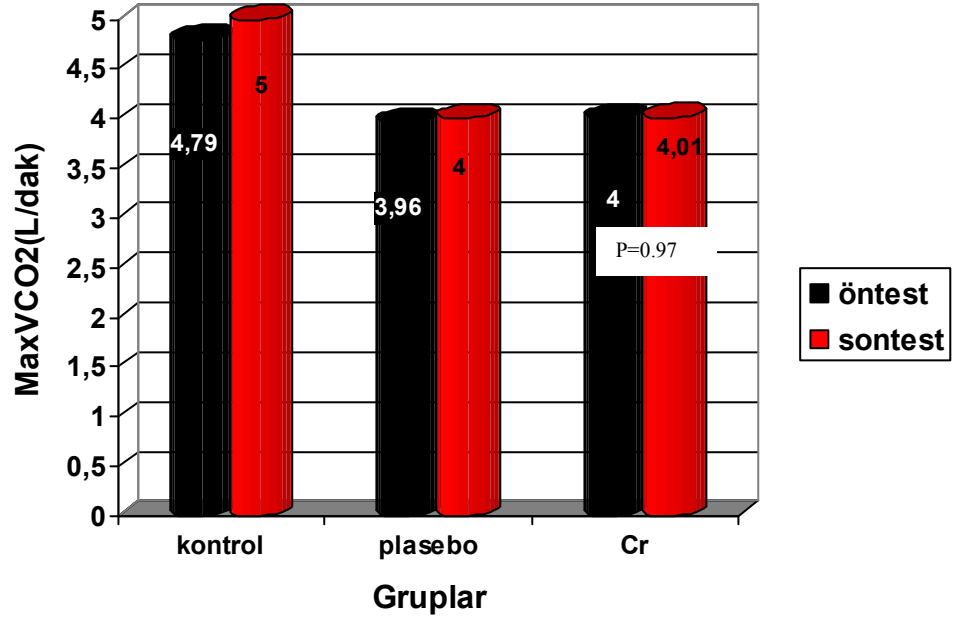
** P<0,01

VO₂max (lt/dk) parametresi incelendiğinde, ÖT ve ST sonuçlarına göre plasebo ve Cr değerleri arasında anlamlı farka rastlanmamıştır (P>0,05). Plasebo ve Cr grubunda ise ÖT ile ST arasında da anlamlı farka rastlanmamıştır (P>0,05). Benzer sonuçlar VO₂max (ml/kg/dk) parametresinde de gözlenmiştir (P>0,05). Kontrol grubunda en az 10, en fazla 14 birey değerlendirilmiştir.

RER parametresinde, (Cr grubunda) ÖT ile ST arasında ST lehine anlamlı fark vardır ($P<0.05$). RER ile ilgili diğer ölçümler arasında anlamlı fark yoktur ($P>0.05$). Kontrol grubu RER ($p<0.01$), bazal VO_2 ($p<0.01$) ve bazal KAS ($p<0.05$) parametrelerinde ÖT ile ST arasında anlamlı farklar vardır. Maksimum kalp atım sayısı denek grubundaki bireyler için plasebo vermeden önce yapılan Bruce testinde (Plasebo Grubunun ÖT'i) 186.69 ± 10.46 atm/dk'dır. Denek grubundaki bireylerin yaş ortalaması 21.31 ± 1.99 yıl'dır. 220-yaş formülüne göre, %93.96 bir yüklenme yapılmıştır. Plasebo yüklemesinden sonra yapılan Bruce testinde (Plasebo Grubunun ST'si), maksimal kalp atım sayısının %91.95'ine; Cr yüklemesinden sonra yapılan testte (Cr Grubunun ST'si) ise maksimal kalp atım sayısının %92.73'üne ulaşılmıştır. Denekler maksimal yüklenmeye maruz kalmışlardır. RER değeri 1.1'in üzerine çıkmıştır. Kontrol grubunun ÖT ölçümünde %97.6 ST ölçümünde ise %98.5'lik bir yüklenme yapılmıştır.



Şekil 4.5. Grupların maksimal oksijen tüketimleri değişimleri



Şekil 4.6. Grupların maksimal karbondioksit üretimleri değişimleri

4.4. Biyokimya parametreleri ölçüm sonuçları

Çizelge 4.4'te kontrol grubunun 1 ve 2. ölçümlerinden sonra alınan kan ve idrar örnekleri ile plasebo ve Cr uygulamasından sonra alınan kan ve idrar örneklerinin biyokimyasal sonuçları belirtilmektedir. Denek grubundaki bireylerin bazal laktat düzeyleri 1.75 ± 0.52 , kontrol grubundaki bireylerin bazal laktat düzeyleri ise 1.65 ± 0.93 mmol/L'dir.

Çizelge 4.4. Biyokimya Bulguları

Parametreler		Kontrol (AO ± SS)	P=	Plasebo (AO ± SS)	P=	Kreatin (AO ± SS) (n=16)	Kontrol ve kreatin grupları arasındaki farkın anlamlılığı (P=)
Laktat (mmol / L)	ÖT	10.91±3.46(n=14)	0.98	10.65±3.95(n=16)	1.00	10.65±4.61(n=16)	0.98
	P=	0.74		0.99		0.55	
	ST	10.64±3.38(n=14)	1.00	10.65±4.61(n=16)	0.92	10.07±4.16(n=16)	0.93
Kreatinin (mg/dl)	ÖT	1.17±0.16(n=14)	0.05*	1.03±0.15(n=16)	0.94	1.01±0.16(n=16)	0.21
		1.17±0.16(n=13)					
	P=	0.03*		0.52		0.00**	
	ST	1.07±0.15(n=13)	0.68	1.01±0.16(n=16)	0.14	1.14±0.21(n=16)	0.58
CK (IU / L)	ÖT	198.36±148.40(n=14)	1.00	198.00±100.96(n=16)	0.93	220.63±241.89(n=16)	0.94
		205.46±151.96(n=13)					
	P=	0.35		0.66		0.81	
	ST	170.92±94.14(n=13)	0.73	220.63±241.89(n=16)	0.97	236.06±145.83(n=16)	0.73
Egz. sonrası ilk idrar protein (mg/dl)	ÖT	14.41 ± 8.93(n=14)	0.45	20.88±15.86(n=16)	0.68	25.23±16.81(n=16)	0.12
	P=	0.66		0.18		0.21	
	ST	15.43±9.61(n=14)	0.20	25.23±16.81(n=16)	0.46	18.74±17.36(n=16)	0.82
Egz. sonrası ilk idrar kreatinin (mg/dl)	ÖT	149.79 ± 85.01(n=14)	0.57	179.96±74.23(n=16)	0.83	196.59±83.57(n=16)	0.27
	P=	0.17		0.57		0.86	
	ST	177.01±82.10(n=14)	0.83	196.59±83.57(n=16)	0.98	202.11±105.45(n=16)	0.74
Egz. sonrası ilk idrar üre (mg/dl)	ÖT	756.29 ± 279.74(n=14)	0.75	832.56±313.62(n=16)	0.95	800.25±261.28(n=16)	0.91
	P=	0.20		0.75		0.99	
	ST	854.57±319.41(n=14)	0.89	800.25±261.28(n=16)	1.00	801.75±370.38(n=16)	0.89
Egz sonrası 24 saatlik idrar protein (mg/dl)	ÖT	7.47±2.61(n=14)	0.99	7.66±4.23(n=16)	0.99	7.47±2.61(n=13)	0.96
		7.61±2.67(n=13)		7.90±4.57(n=13)		7.58±3.46(n=12)	
	P=	0.31		0.97		0.24	
	ST	6.54±2.90(n=13)	0.54	7.85±3.46(n=13)	0.42	9.44±2.95(n=12)	0.07
Egz sonrası 24 saatlik idrar kreatinin (mg/dl)	ÖT	164.49±72.36(n=14)	0.18	120.58±68.91(n=16)	0.49	148.99±54.62(n=13)	0.82
		163.12±75.12(n=13)		123.73±74.14(n=13)		143.87±53.68(n=12)	
	P=	0.72		0.29		0.05*	
	ST	172.96±101.33(n=13)	0.69	148.99±54.62(n=13)	0.64	175.64±54.01(n=12)	0.99
Egz sonrası 24 saatlik idrar üre (mg/dl)	ÖT	943.36±445.91(n=14)	0.03*	599.94±278.09(n=16)	0.52	742.08±302.26(n=13)	0.30
		928.54±460.52(n=13)		588.31±279.74(n=13)		756.75±310.83(n=12)	
	P=	0.95		0.17		0.92	
	ST	916.46±437.93(n=13)	0.47	742.08±302.26(n=13)	0.99	767.25±372.96(n=12)	0.59

* P<0,05

** P<0,01

Serum kreatinin ($P<0.01$) ve 24 saatlik idrar kreatinin ($P<0.05$) parametrelerinde Cr grubunun ÖT 'si ile ST'si arasında ST lehine anlamlı fark bulunmuştur. Diğer parametrelerde ise anlamlı bir değişiklik olmamıştır ($p>0.05$). Kontrol grubunda ise serum kreatinin ($p<0.05$) parametresinde ÖT ile ST arasında anlamlı fark vardır.

TARTIŞMA

Kreatin, performansı geliştirmek için sporcular tarafından en çok tercih edilen ergojenik yardımcıdır (1,16). Araştırmacılar farklı dozlardaki kreatin yüklemelerinin performans üzerindeki etkilerini detaylı olarak incelemişlerdir. Bu çalışmalar sonucunda en çok kullanılan dozun, 20 g/gün, 5-7 gün olduğu belirlenmiştir (16).

Sonuçlar ağırlıklı olarak, kreatin kullanımının kısa süreli, yüksek şiddetli egzersiz performansını artırdığı şeklindedir (1-3,7-18,28,36,64). Kısa süreli kreatin yüklemesinin performansta gelişim sağlayabileceğini gösteren çalışmalar olduğu kadar, tersini gösteren çalışmalar da vardır (1,2,16,17,28,36). ATP sağlamak için PCr'nin yıkımı anaerobik süreçte olmasına rağmen, bazı araştırmacılar artan PCr ile substrat kullanımının değiştirilebileceğini ve uzun süreli, submaksimal egzersizlerde de kreatin yüklemesinin performansı artırabileceğini göstermişlerdir (19). Dayanıklılık performansı ve Cr yüklemesi ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıdadır ve birbiri ile çelişmektedir. Oksidatif fosforilasyon enerji sistemini içeren, uzun süreli (>150 sn) egzersizler süresince, Cr yüklemesinin performansı geliştirdiğini gösteren çalışmalar olduğu kadar (10,18,49,65-70), performans üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır (19,28-30,48,71-76). Bu araştırmada; kreatin yüklemesinin, oksijen tüketimi üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Cr Yüklemesinin Aerobik Performans Üzerine Etkisinin İncelendiği İndirekt Araştırmalar

1. Cr yüklemesinin aerobik performans üzerine ergojenik etkisinin olduğunu gösteren araştırmalar: Engelhardt ve arkadaşları 12 erkek triatloncuya (rasgele tek grup), 5 gün süresince, günde 6 g, toplam 30 g Cr yüklemişlerdir. Oksidatif fosforilasyon enerji sistemini içeren, yüksek şiddetli, 150 sn'den büyük bisiklet ergometresi testi süresince, Cr yüklemesinin, performans üzerinde etkisi olduğunu belirlemişlerdir (49).

Smith ve arkadaşları, 15 aktif antrenmansız bireye, çift kör, rasgele plasebo kontrollü gruplar oluşturarak, 6 gün süresince 20'şer g Cr yüklemesi yapmış ve bisiklet ergometresindeki performanslarını ölçmüşlerdir. Cr yüklemesinin yorgunluk zamanını %7.2 oranında arttırdığını ve sonuç olarak Cr'nin kısa süreli, yüksek şiddetli, aerobik egzersizlerde performansı geliştirdiğini bulmuşlardır (65).

McNaughton ve arkadaşları 300 sn süren kayak ergometri performansı üzerine Cr yüklemesinin etkilerini incelemişler ve yükleme sonrasında yapılan işte %6.6'lık bir artış olduğunu bulmuşlardır (69).

Tarnopolsky, Roy ve Macdonald, mitokondrial hastalıklı 7 bireye, 7 gün süresince günde 5 g ve etkiyi sürdürme dozu (preservative dossage) olarak da 7 gün, günde 2 g Cr yüklemiştir. Çalışma rasgele, çift kör, plasebo kontrollü gruplar halinde düzenlenmiştir. Sonuçta, Cr yüklemesinin, mitokondrial hastalıklı bireylerde, yüksek yoğunluklu, izometrik, anaerobik ve aerobik gücü arttırdığı belirtilmiştir (66).

Bosco ve arkadaşları, 12 dakikalık Cooper koşu performansı üzerine Cr yüklemesinin etkilerini incelemişlerdir. Yüklemeden sonra 12 dakikada koşulan mesafe artmıştır. Sonuç olarak; oksidatif fosforilasyon enerji sistemini içeren, 150 sn'den uzun süren koşu egzersizi süresince, Cr yüklemesinin ergojenik etkisinin olduğu bulunmuştur (67).

Orta mesafe koşucuları üzerine yapılan diğer bir çalışmada, Viru ve arkadaşları, 6 gün süresince, günde 5 g verilen Cr'nin en iyi 1000 m koşu süresini 2.1 sn azalttığını bulmuşlardır(68).

Rossiter, Cannell ve Jakeman, 38 erkek-bayan koşucu üzerinde yaptıkları, rasgele, plasebo kontrollü çalışmada, 5 günlük (0.25 g/kg/gün) Cr yüklemesinin ergojenik etkisinin olduğunu belirlemişlerdir (70).

2. Cr'in Aerobik performans üzerine ergojenik etkisinin olmadığını gösteren araştırmalar: Barnett, Hinds ve Jenkins, 17 rekreasyonel olarak aktif bireye 6 gün süresince günde 20 g Cr yüklemesi yapmışlardır. Yüklemeden önce ve sonra yapılan bisiklet ergometresi testi sonuçlarına göre, Cr'nin dayanıklılık performansı üzerine ergojenik etkisinin olmadığını bulmuşlardır (71).

Bisiklet ergometresi ile yapılan diğer bir çalışmada da Cr yüklemesinin aerobik güç üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (19). Godly ve Yates'in 16 erkek ve bayan bireyle yaptığı rasgele, plasebo kontrollü çalışmada

ergojenik etkinin olmadığı belirtilmiştir (19). Myburgh ve arkadaşları, 13 erkek bireye 7 gün süresince 20 g/gün Cr yüklemiş, ergojenik etki bulamamışlardır (19).

Vanokoski ve arkadaşları'nın yaptığı bir çalışmada ise 3 gün süresince bireylere 300 mg/kg Cr verilmiş ve 45 dakikalık aerobik egzersiz yaptırılmıştır. Yükleme sonucunda ergojenik etkinin olmadığı belirtilmiştir (72).

Oksidatif fosforilasyon enerji sistemini içeren, uzun süreli (>150 sn), yüksek şiddetli koşu performansı üzerine Cr yüklemesinin etkilerinin incelendiği iki araştırmada da yükleme sonucunda performansta bir gelişme olmadığı belirlenmiştir (19,30).

Thompson ve arkadaşları, 10 bayan yüzücü ile çalışmış, bireylere 42 gün, 2 g/gün şeklinde Cr yüklemişlerdir (rasgele, plasebo kontrollü). Çalışma sonucunda ergojenik etkinin olmadığını belirtmişlerdir (73).

Yapılan çalışmalara göre, dayanıklılık ve Cr yüklemesi ile ilgili farklı sonuçlar bulunmaktadır.

Cr Yüklemesinin VO_{2max} Üzerine Etkisinin İncelendiği Araştırmalar

Bazı araştırmalarda, Cr yüklemesi ile kasların daha fazla aerobik yolla elde edilen (mitokondrial enerji) enerjiye ihtiyaç duyacağı belirtilmiştir (10). Böylece, ATP'nin mitokondrial üretimi ve VO_{2max} artacaktır (30). Ya da egzersiz sırasında VO_{2max}'taki artış, fosfor ve kreatini birleştiriyor olabilir ve Cr yüklemesinden sonra PCr hidrolizinin VO_{2max}'ı arttırması beklenebilir (18,28). Bu nedenden dolayı, bu araştırmalarda Cr kullanımının VO_{2max}'ı arttıracağı belirtilmektedir

Araştırmalara dayalı diğer bir teorik yargıda ise, Cr kullanımının VO_{2max}'ı azaltacağını iddia etmektedirler. Buna göre, kaslar aerobik egzersiz sırasında, ATP'nin resentezi için PCr'i enerji kaynağı olarak kullanmaya devam etmeyi tercih edebilir. Bu da kreatin yüklemesi sonrasında yapılan egzersizdeki oksijen tüketimini ya da organizmanın oksijen talebini azaltabilir (28). Bir başka deyişle; Cr yüklemesinden sonra ATP dönüşümüne, PCr hidrolizinin anlamlı olarak daha fazla yardımı, oksijeni daha idareli olarak kullanabilir, VO_{2max} azalabilir (19,28).

Genel literatürde görüldüğü gibi Cr yüklemesi teorik olarak da çelişkili bilgiler içermektedir. Bu çalışmanın hipotezi, Cr yüklemesinin VO_{2max} 'ı azaltacağı yönündedir. Ancak, yapılan çalışmada, Cr yüklemesinin VO_{2max} 'ı etkilemediği (değiştirmedeği) belirlenmiştir.

Elde edilen VO_{2max} bulgusu aşağıda açıklanmış olan araştırmalar ile benzer sonuçlar göstermekte ve literatürü desteklemektedir. Egzersiz süresince kreatin yükleyerek VO_2 ölçen çok az araştırma vardır (28). Bazı araştırmalarda, VO_{2max} artmış (18), bazılarında azalmış (19,28), bazılarında ise değişmemiştir (10,29,30,49,74).

Preen ve arkadaşları, 14 aktif, antrenmansız erkek bireyde, Cr yüklemesinin, 80 dakikalık, uzun süreli, tekrarlı sprint egzersizi süresince performans üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, Cr yüklemesinin VO_{2max} üzerinde bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır (10).

Balsom ve arkadaşları, plasebo kontrollü, çift kör olarak yaptıkları çalışmada, 18 aktif erkek bireye (9 birey plasebo, 9 birey kontrol grubu) 6 gün süresince, 5 g Cr + 1 g glukoz şeklinde (6g/gün), günde 4 kez toplam 24 g madde vermişlerdir. Araştırmada, 6 km koşu ve yoruluncaya kadar, koşu bandı üzerinde supramaksimal koşu süresince Cr yüklemesinin etkileri araştırılmıştır. Treadmill koşusu süresince 30 sn aralıklarla ve öncesinde direkt olarak douglas torbası tekniği ile oksijen tüketimi ölçülmüştür. Sonucunda; kreatin yüklemesinden sonra, %120 yüklenmeli maksimal oksijen tüketimi testinde (VO_{2max}), sürekli koşu süresince performansta bir değişiklik saptanmamıştır. Cr yüklemesi ile VO_{2max} değişmemiştir. 6km koşu süresince performansta azalma meydana gelmiştir. Beden ağırlığındaki artışın buna neden olmuş olabileceği düşünülmektedir (29).

Stroud ve arkadaşları, Cr yüklemesinden sonra submaksimal artan koşu bandı egzersizi süresince VO_{2max} 'ta bir değişiklik saptamamışlardır (30).

Engelhardt ve arkadaşları, 12 erkek triatloncu ile yaptıkları çalışmada, Cr yüklemesinin oksijen tüketimini değiştirmedeğini bildirmişlerdir (49).

Loon ve arkadaşları, 20 erkek (sağlıklı, genç, vejetaryen olmayan, düzenli egzersiz yapmayan) bireyle çalışmışlardır. Bireylere 6 hafta süresince Cr ya da plasebo vermişlerdir (ilk 5 gün, 4x5 g şeklinde, diğer günler 2 g/gün şeklinde). 0. gün, 6-10. gün arasında ve 6 haftanın sonunda bisiklet ergometresinde dayanıklılık testi yapmışlardır. Çalışma sonucunda VO_{2max} 'ta herhangi bir artış gözlenmemiştir(74).

Bu bölümdeki araştırmalar ise yapılan çalışmadaki sonuçlar ile çelişir niteliktedir. Rico Sanz ve Mendez Marco, 14 antrenmanlı bisikletçi ile çalışmışlardır. Bireylerin maksimal oksijen tüketimlerini saptamak için, bisiklet ergometresinde aşamalı olarak artan test kullanmışlardır. Oksijen tüketimlerini breath by breath olarak ölçmüşlerdir. Plasebo kontrollü, çift kör bir çalışmadır. Bireylere 5 gün süresince, 20 g/gün Cr ya da laktoz vermişlerdir. Bir ve ikinci %90'lık iş devreleri süresince, Cr yüklemesinden sonra, oksijen tüketimi ve performans anlamlı olarak artmıştır. Çalışmanın sonucunda; bisiklet ve triatlon gibi dayanıklılık sporları ile uğraşan bireylerin, Cr yüklemesinden yararlanabileceği belirtilmiştir (18).

Jones ve arkadaşları, submaksimal bisiklet egzersizi süresince oksijen alım kinetikleri üzerine kreatin yüklemesinin etkisini incelemişlerdir. 9 rekreasyonel aktif, antrenmansız bireye günde 4 kez, 5 g (20 g/gün), 5 gün süresince Cr vermişler ve oksijen tüketimlerini breath by breath olarak ölçmüşlerdir. Yüklemeden sonra egzersiz süresince VO_{2max} 'ta %4 lük bir azalma oluştuğunu, orta şiddetli egzersizde ise VO_{2max} 'ta bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Egzersiz süresince, VO_{2max} 'ta oluşan azalmanın, vastus lateralis kasındaki tip 2 fiberlerin yüzdeleri ile korelasyonlu olduğunu bildirmişlerdir. Bu alışmada RER değişmemiştir (28).

Douglas torbası kullanılarak yapılan bir araştırmada, kreatin yüklemesinden sonra, tekrarlı supramaksimal bisiklet egzersizinin 7. devresinde oksijen tüketiminde bir azalma saptanmıştır (19).

Genel olarak literatür incelendiğinde yapılan çalışmada elde edilen VO_{2max} bulguları literatür ile uyumaktadır.

Yapılan alışmada RER'in Cr yüklemesi ile arttığı belirlenmiştir. Mcconell ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, dayanıklılık egzersizi süresince Cr yüklemesinin kas inosin monofosfat üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, Cr yüklemesinin, oksijen tüketimi ve RER'de herhangi bir değişikliğe neden olmadığını belirtmişlerdir (131). Jones ve arkadaşları yaptıkları çalışmada da RER değerinin Cr yüklemesinden etkilenmediğini belirlemişlerdir (28). Elde edilen sonuç, Mcconell (131), Jones (28) ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma ile çelişir niteliktedir.

Beden ağırlığı ile ilgili alışmalar

Cr yüklemesinin en önemli yan etkilerinden biri beden ağırlığının artmasıdır. Kısa süreli yükleme protokolü süresince, yaklaşık olarak 30-40 g Cr

vücutta tutulur. Cr'nin her bir gramı yaklaşık olarak 15 ml ya da gram su tutacaktır. Kas Cr alımı sodyuma bağlıdır, eğer sodyum konsantrasyonu intraselüler olarak artarsa, ozmotik özellikten dolayı su retansiyonu artacaktır (19,77). Cr ozmotik olarak aktif bir maddedir. Böylece, intraselüler toplam Cr konsantrasyonu (serbest Cr ve PCr olarak), suyun hücre içine geçmesine neden olur. İntraselüler su içeriği ve buna bağlı olarak, beden ağırlığı, Cr yüklemesi ile artar. Cr yüklemesinin ilk günlerinde idrar volümünde azalmanın olması su tutulumunun olduğunu gösterir (19,40,74,78,79,80).

Kas kreatin konsantrasyonu ile artan toplam beden suyu içeriği arasında lineer bir ilişki vardır (30). Bazı araştırmalara göre ise, artan hücresel hidrasyon ya da artan PCr, protein sentezini uyarabilir ya da protein yıkımını azaltabilir ve yağsız beden kütlesi artar (19,40,74,78,79,81-85).

Yapılan çalışmada, Cr kullanımının beden ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir.

1. Beden ağırlığında artış olan çalışmalar: Konu ile ilgili araştırmaların büyük bir çoğunluğunda, Cr yüklemesinden sonra beden kütlesinde artış gözlenmiştir. 0,7 kg'dan 2.8 kg'a kadar beden ağırlığında artışlar saptanmıştır (1,2,4,10,11,13-17,19,21,22,24,26-30,36,37,39,42-49,68,69,75,78-80,86-108). Bu çalışma, Cr yüklemesi ile beden ağırlığında artış olduğu savını desteklemektedir.

Peeters, Lantz ve Mayhev, kuvvet antrenmanı yapan 35 erkek bireye, 20 g/gün-3 gün, devamında 10 g/gün-39 gün Cr yüklemesi yapmışlardır. 6 haftada bireylerin kas kütlelerinde 3.2 kg'lık bir artış meydana geldiğini bulmuşlardır (4).

Vandenbergh ve arkadaşları, sağlıklı, sedanter, 19 bayan bireye 70 gün, 5 g/gün (toplam 350 g Cr) Cr vererek yaptıkları araştırmada kas kütlesinin yükleme sonucunda arttığını bildirmişlerdir (27).

Kamber ve arkadaşları, 10 beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencisi üzerinde yaptığı çalışmada, bisiklet ergometresi kullanarak, Cr yüklemesinin yüksek şiddetli, kısa süreli iş yükü üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bireyler 5 gün süresince 4x5 g Cr almışlardır. Cr yükleme süresince bireylerin beden ağırlığı 76.5 ± 1.7 kg'dan, 77.9 ± 1.7 kg'a çıkmıştır. Beden ağırlığındaki artış toplam kas kütlesinde anlamlı bir artışla sonuçlanmamıştır (37).

Mihic ve arkadaşları, 15 erkek ve 15 bayan üzerinde yaptıkları çalışmada, 5 gün, 20 g/gün Cr vererek; Cr yüklemesinin, kas kütlesi, kan basıncı, plazma kreatinin ve kreatin kinaz aktivitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, beden ağırlığının ve yağsız kütlenin arttığını, beden yağında bir

değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Toplam beden suyundaki artışın, bunun nedeni olabileceği belirlenmiştir (24).

Powers ve arkadaşları, yaptıkları araştırmada, Cr yüklemesinin kas Cr konsantrasyonu, beden kütlesi, toplam vücut suyu, ekstraselüler ve intraselüler sıvı hacimleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Cr, 7 gün süresince 25 g/gün, daha sonraki 21 gün süresince 5 g/gün şeklinde verilmiştir. 7 gün sonucunda, beden kütlesinde, yükleme öncesine göre 0.75 kg'lık bir artış kaydedilmiştir. Fakat bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir. 7. ve 28. günlerin sonunda ise TBW'de anlamlı bir artış gözlenmiştir. Fakat ekstraselüler ve intraselüler sıvı volümleri değişmemiştir (26).

Stroud ve arkadaşları, 5 gün, 20 g/gün Cr yüklemesinden sonra fiziksel aktif erkek bireylerin beden ağırlığında 1 kg'lık bir artış kaydetmişlerdir (22).

Warber ve arkadaşları, askerler üzerinde çalışmış ve askerlere 5 gün, 24 g/gün Cr yüklemesi yapmışlardır. Yüklemeden sonra vücut yağında %2.3 azalma, beden ağırlığında ise %2 (1.4 kg) artış olduğunu belirtmişlerdir (15).

Ziegenfuss ve arkadaşları, 5 günlük, 0.35 g/kg/gün şeklinde bireylere Cr yüklemişler ve beden ağırlığında %1.8'lik bir artış bulmuşlardır. İlginç olarak, bu etki Cr'nin kesilmesinden sonra 28 gün süresince devam etmiştir (19).

Ziegenfuss, Lowery ve Lemon, çalışmalarında 10 erkek atletle çalışmış ve bireylere 3 gün, 21 g/gün (toplam 62 g) Cr yüklemişlerdir. Çalışma sonucunda, beden ağırlığında 0.86kg artış olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Cr yüklemesi ile ekstraselüler sıvıda bir değişiklik olmadığını, intraselüler sıvıda %3'lük, toplam beden suyunda ise %2'lik bir artış olduğunu bildirmişlerdir (80).

Ziegenfuss ve arkadaşlarının bir başka çalışmasında, kısa süreli Cr yüklemesinden sonra, aerobik antrenmanlı erkeklerde, BIA ile ölçülen toplam vücut ve intraselüler sıvı volümünde %2-3'lük bir artış olduğu belirtilmiştir (19).

Engelhardt ve arkadaşları, triatletlere 5 gün süresince, günde 6 g Cr vermişlerdir. Cr yüklenmesinden sonra beden ağırlığında 0.6 kg'lık artış olduğunu belirtmişlerdir (49).

Mihic ve arkadaşları, çalışmalarında sağlıklı bayan ve erkeklere 5 gün, 20 g/gün şeklinde Cr vermişler ve Cr yüklemesinden sonra, kas kütlesinde ve toplam

beden ağırlığında anlamlı artışlar olduğunu bulmuşlardır. Fakat ağırlık değişiklikleri bayanlara göre erkeklerde daha fazladır (19).

Viru ve arkadaşları, antrenmanlı, üniversite orta mesafe koşucularına 6 gün süresince, 30 g/gün Cr vermişler ve plasebo grubu ile karşılaştırıldığında, Cr verilen grupta beden ağırlığının 1.8 kg arttığını bildirmişlerdir (68).

McNaughton, Dalton ve Tarr, 16 elit su kayağı ve sörf oyuncularına 5 gün, 20 g/gün Cr yüklenmesinden sonra beden ağırlıklarının yaklaşık 2 kg kadar arttığını bildirmişlerdir (69).

Izquierdo ve arkadaşları, 5 gün süresince, 20 g/gün olarak, futbol oyuncularına Cr yüklemişler ve beden ağırlığının 79,4±8 kg'dan, 80±8 kg'a arttığını bildirmişlerdir. Fakat Cr yüklemesi sonucunda beden % yağ'da herhangi bir değişiklik olmamıştır (75).

Knehans ve arkadaşları, 25 erkek futbol oyuncusu üzerinde çalışmışlardır. Rasgele, çift kör, plasebo kontrollü bir çalışmadır. 5 gün, 20 g/gün, daha sonrasında, 60 gün, 3 g/gün verilen Cr'nin beden ağırlığını, toplam beden suyunu ve kas kütlesini arttırdığını bulmuşlardır (19).

Balsom ve arkadaşları, üç çalışmada da (19,29,86) benzer protokol uygulamışlar (6 gün, 20 g/gün Cr), beden ağırlığında sırasıyla 0.9, 1.1, 1.1 kg'lık artışlar olduğunu, plasebo grubunda ise herhangi bir değişiklik olmadığını bildirmişlerdir.

Cooke ve Barnes, yaptıkları çalışmada, kısa süreli Cr yüklemesinden sonra, Cr grubunda 1 kg'lık bir artış olduğunu, plasebo grubunda anlamlı bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir (87).

Dawson ve arkadaşları, sağlıklı, 22 aktif erkek bireyde, 5 gün, 20g/gün Cr yüklemesi ile beden ağırlığında 0.7 kg'lık anlamlı bir artış gözlemlemişlerdir. Plasebo grubunda ise 0.1 kg'lık bir azalma olmuştur (88).

Francaux ve Poortmans, sağlıklı, 25 erkek bireye 21 g/gün-5 gün ve daha sonra 3 g/gün - 58 gün süresince Cr vermişler ve beden ağırlığının 2 kg arttığını bulmuşlardır. Aynı zamanda kas kütlesinde de bir artış olduğunu belirtmişlerdir (89).

Green ve arkadaşları, 21 erkek bireye, 5 gün, 20 g/gün şeklinde Cr vermişler ve beden ağırlığında 0.9 kg'lık bir artış bulmuşlardır. Cr'nin 500 ml'lik

karbohidrat solüsyonu ile birlikte verilmesi durumunda ise, beden ağırlığındaki artışın 1.6 kg'a çıktığını belirtmişlerdir (90). Green ve arkadaşları, yaptıkları başka bir çalışmada ise, 22 erkek bireye aynı dozlarda Cr yüklemişler ve beden ağırlığındaki artışın 0.6 kg olduğunu belirtmişlerdir. Cr ile birlikte 500 ml karbohidrat alanlarda ise beden ağırlığındaki artış 2.1 kg olmuştur (91).

Greenhaff ve arkadaşları, 5 gün, 20 g/gün Cr yüklemesi ile rekreasyonel aktif bireylerde 1.6 kg'lık bir artış gerçekleştiğini, fakat antrenmanlı genç erkek bireylerde herhangi bir değişiklik olmadığını bulmuşlardır. Bu çalışmada kontrol grubu bulunmamaktadır (92).

Kelly ve Jenkins, 18 antrenmanlı, erkek halterci ile yaptığı çalışmada, 5 gün, 20 g/gün Cr yüklemiş ve beden ağırlığında 2.8 kg'lık bir artış olduğunu belirtmişlerdir (93).

Kreider ve arkadaşları, 25 erkek futbol oyuncusuna, 28 gün süresince, 15.75 g/gün Cr yüklemesi yapmış ve beden ağırlığının 2.42 kg arttığını bulmuşlardır (22). Kreider ve arkadaşları diğer çalışmalarında, antrenmanlı ve antrenmansız koşucu ve bisikletçilerle çalışmışlar ve bireylere 14 gün, 16.5 g/gün (toplam 231 g Cr) daha sonraki 14 gün, 15.75 g/gün (toplam 220 g Cr) Cr vermişlerdir. Erkeklerin beden ağırlığının ve kas kütlelerinin arttığını, bayanlarda ise herhangi bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir (19). Kreider ve arkadaşları yaptıkları başka bir çalışmada, dayanıklılık antrenmanlı, 28 erkek bireyle çalışmışlardır. 28 gün, 20 g/gün Cr verilmesi ile bireylerin beden ağırlıklarında 1.9 kg'lık bir artış gerçekleştiğini belirtmişlerdir (94).

Maganaris ve Maughan, kuvvet antrenmanı yapan sağlıklı 10 erkek bireye 5 gün süresince, 10 g/gün, toplam 50 g Cr yüklemiş ve bireylerin beden ağırlığının 1.75 kg arttığını bulmuşlardır (95).

Noonon ve arkadaşları, 39 erkek kolejli atlet üzerinde çalışmış ve 5gün, 20 g/gün Cr yüklemesi ile bireylerin beden ağırlığının 2.7 kg arttığını bildirmişlerdir (97).

Ööpik ve arkadaşları, 6 erkek karateciye, 5gün 20 g/gün Cr yüklemesi yapmışlardır. Yükleme sonucunda, beden ağırlığındaki kaybın, plasebo grubu ile karşılaştırıldığında Cr grubunda daha az olduğunu bulmuşlardır (98).

Snow ve arkadaşları, yaptıkları plasebo-kontrollü, çift kör çalışmada, 5 gün, 30 g/gün Cr yüklemesi ile antrenmansız, aktif erkeklerde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yaklaşık 1 kg'lık artış gözlemlemişlerdir (99).

Jacobs, Bleue ve Goodman, bir kısmı rekreasyonel fitness aktiviteleri yapan, bir kısmı yarışma sporcusu olan bireylere (14 kişi Cr grubu, 12 kişi plasebo grubu), 5 gün süresince 20 g/gün Cr vermişlerdir. Plasebo grubunda beden ağırlığında herhangi bir değişiklik yokken, Cr grubunun beden ağırlığında 0.7 kg'lık bir artış bulmuşlardır. Cr yüklemesi kesildikten 7 gün sonra artan ağırlık korunmuştur (100).

Theodoru ve arkadaşları, 20 erkek beden eğitimi ve spor öğretmeni ile yaptığı çalışmada, 4 gün, 25 g/gün verilen Cr'nin beden ağırlığını arttırdığını belirtmişlerdir (19).

Volek ve arkadaşları, sağlıklı, dayanıklılık antrenmanlı, 19 erkek bireyle yaptıkları çalışmada 7 gün, 25 g/gün Cr, daha sonraki 77 gün, 5 g/gün Cr vererek, 1 haftada beden ağırlığının 1.7 kg arttığını, 12 haftada ise beden ağırlığında 5.2 kg'lık bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda 1 haftalık sürede, kas kütlelerinde 1.5 kg'lık, 12 haftada ise 4.3 kg'lık bir artış bulunmaktadır (11). Volek ve arkadaşları diğer çalışmalarında, 14 sağlıklı aktif bireye, 7 gün süresince 25 g/gün Cr yüklemesi yapmışlar ve beden ağırlığının 1.4 kg arttığını belirtmişlerdir (78). Bir başka çalışmada ise normal, aktif, 13 ağırlık antrenmanlı erkek bireye 7 gün, 25 g/gün Cr yüklemesi yapmışlar ve beden ağırlığının arttığını bulmuşlardır. Beden ağırlığındaki artışın, anabolizmanın uyarılmasından ve hücre hidrasyonundan kaynaklandığını düşünmektedirler (79).

Vukovich ve Michaelis, 48 erkek bireye 5 gün, 20 g/gün; daha sonraki 16 gün, 10 g/gün Cr vererek yaptıkları çalışmada, beden ağırlığının 5 günde 1.5 kg, kas kütlelerinin ise diğer 16 gün sonrasında 2.3 kg arttığını belirtmişlerdir (19).

Pearson ve arkadaşları, 16 erkek kolejli futbol oyuncusuna, 70 gün, 5 g/gün Cr yüklemiş ve sonucunda beden ağırlığının 1.4 kg arttığını, skinfold tekniği ile ölçülen beden yağında ise bir değişiklik olmadığını bulmuşlardır (39).

Hultman ve arkadaşları, Cr yüklenmesinin ilk günlerinde yaklaşık 0.6 L idrar volümünün azaldığını, böylece artan beden ağırlığının su tutulumu ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (101).

Stone ve arkadaşları, 9 erkek kolejli futbol oyuncusu ile yaptıkları çalışmada 35 gün süresince 20 g/gün verilen Cr'nin beden ağırlığını 2.3 kg arttırdığını bulmuşlardır (19).

Mujika ve arkadaşları, 11 erkek, 9 bayan ulusal ve uluslar arası seviyede yüzücü olan bireylerde 5 günlük, 20 g/gün olarak verilen Cr'nin etkilerini incelemiştir. Plasebo grubunun beden ağırlığında, anlamlı olmayan 0.3 kg'lık bir artış olurken, Cr grubunun beden ağırlığında 0.7 kg'lık anlamlı bir artış olduğunu bulmuşlardır (96). Mujika ve arkadaşları yaptıkları diğer bir çalışmada, 17 antrenmanlı futbol oyuncusuna, 6 gün, 4x5 g şeklinde Cr yüklemiş ve beden ağırlığında 1.4 kg'lık artış olduğunu bulmuşlardır. Çalışmalarında, idrar volümünde anlamlı bir azalma gözlemlenmemişler ve beden ağırlığındaki artışın su tutulumundan kaynaklanmayabileceğini belirtmişlerdir (48).

Lim, 36 bayan (18 kişi plasebo, 18 kişi Cr grubu) voleybol oyuncusuna, 10 haftalık antrenman süresince Cr yüklemesi yapmıştır (5 gün, 4x5g/gün, daha sonraki günler 5g/gün). Cr yüklemesi sonucunda, plasebo grubu ile karşılaştırıldığında, beden ağırlığı ve kas kütlelerinin, daha fazla arttığını belirtmiştir. Bireylerin vücut % yağ değeri ise değişmemiştir (102).

Kinugasa ve arkadaşları, 12 erkek bireyle yaptıkları çalışmada, bireylere 4x5 g Cr + 2.5g maltodekstrin/gün ya da 4x7.5 g maltodekstrin/gün (plasebo grubu) vermişler ve Cr alan grubun beden ağırlığının arttığını bulmuşlardır. Beden ağırlığındaki bu artışın toplam vücut suyunun artmasından ya da miyofibril protein sentezindeki artıştan kaynaklandığını belirtmişlerdir (103).

Kutz ve Gunter, 17 aktif bireyde, 2 hafta 30 g/gün ve sonraki 2 hafta 15 g/gün olmak üzere, 4 haftalık Cr yüklemesinin beden ağırlığı, toplam beden suyu, beden % yağ değeri ve kalori alımı üzerine etkilerini incelemiştir. Cr yüklemesi beden ağırlığında 1.7 kg'lık bir artışa neden olurken, toplam beden suyu da artmıştır, beden % yağ değeri ve toplam kalori alımında herhangi bir değişiklik olmamıştır (104).

Crowder ve arkadaşları, yarışma sezonu süresince 31 düşük ağırlıklı, erkek futbolculara, 3 gün, 5 g/gün Cr yüklemesi ile birlikte direnç antrenmanı yaptırmış ve sonuçta beden ağırlığının 2.5 kg kadar arttığını, skinfold ölçümlerinin azaldığını belirtmişlerdir (19).

Becque, Lochmann ve Melrose, 23 erkek halterciye 7 gün, 20 g/gün (toplam 140 g) Cr yüklemişler ve yükleme sonrasında beden ağırlığında 2 kg, yağsız beden kütlelerinde 1.6 kg'lık artış olduğunu belirtmişlerdir (19).

Smart ve arkadaşları, 11 ulusal futbol oyuncusuna 24 g/gün Cr ve 30 g/gün glukoz vermişler ve Cr grubunda 1.9 kg'lık bir artış olduğunu belirtmişlerdir (19).

Goldberg ve Bechtel, 34 erkek bireyle, rasgele, çift kör, plasebo kontrollü yaptıkları çalışmada, 14 gün (3 g/gün) süresince Cr yüklenmesiyle beden ağırlığında 0.9 kg'lık bir artış olduğunu bildirmişlerdir (19).

Rawson ve arkadaşları, 16 erkek yaşlı bireye, 20 g/gün, 5 gün Cr yüklemesi yapmış ve yaşlı bireylerin beden ağırlıklarının 0.5 kg arttığını belirtmişlerdir (19).

Kirksey ve arkadaşları, 36 erkek ve bayandan oluşan grup üzerinde çalışmışlar ve 42 gün süresince bireylere 20 g/gün şeklinde Cr vermişlerdir. Kas kütlesinin 4.8 kg kadar arttığını belirtmişlerdir (19).

Dawson ve arkadaşları, 5 gün, 20 g/gün Cr yüklemesi ile hem plasebo hemde Cr grubunun beden ağırlığında 0.5 kg'lık bir artış olduğunu belirtmişlerdir (88).

Terrillion ve arkadaşları, 5 gün, 20 g/gün Cr yüklemesi sonrasında, hem plasebo hemde Cr grubunun beden ağırlıklarında bir artış belirtmişlerdir (108).

2. Beden Ağırlığında Değişiklik Olmayan Çalışmalar: Aşağıda belirtilen çalışmalar yapılan araştırma ile çelişir niteliktedir.

Bazı çalışmalarda Cr yüklemesinin, beden ağırlığı ya da beden kompozisyonu üzerine anlamlı bir etkisi olmamıştır (7,41,71,109-117).

Brenner, Rankin ve Sebolt, 16 bayana, 5 hafta Cr yüklemesi yapmıştır (1. hafta 20 g/gün, sonraki 4 hafta 2 g/gün Cr). Çalışma sonucunda, bayanların %85.7'sinin skinfold ölçümlerine göre, vücut yağı yüzdesinde azalma olduğunu bulmuştur. Bayanların beden ağırlıkları üzerine, Cr yüklemesinin herhangi bir etkisi olmamıştır (7).

Öpik ve arkadaşları, bir ayda ağırlıklarının %4.5-5.3'ünü kaybetmiş olan 5 sağlıklı erkek güreşçide, 17 saatlik toparlanma süreci içerisinde, Cr + glukoz yüklemesi ya da glukoz yüklemesinin, güreşçilerin kaybettikleri ağırlıkların geri kazanımı üzerine etkilerini incelemişlerdir. 17 saatlik süreçte, beden ağırlığının restorasyonunu hızlandırma üzerine Cr + glukoz yüklemesinin herhangi bir etkisi olmamıştır. Fakat antrenmanlı güreşçilerde, maksimal şiddetli eforlarda fiziksel performansın yeniden kazanılmasını uyarmıştır (41).

Barnett, Hinds, Jenkins, rekreasyonel olarak aktif olan 17 erkek bireyde beden ağırlığının, Cr yüklemesi ile (4 gün-20 g/gün) artma eğiliminde olduğunu, fakat plasebo grubunda da beden ağırlığında bir artışın gerçekleştiğini, Cr grubundaki bu ağırlık artışının istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir (71).

Prevost, Nelson ve Morris, 5 gün süresince, 18.75 g/gün Cr yüklemesinin sonrasında, fiziksel aktif erkek ve bayanların beden ağırlıklarında bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir (109).

Redondo ve arkadaşları, antrenmanlı erkek futbol oyuncularını ve bayan hokey oyuncularına, 7 gün, 25 g/gün şeklinde Cr yüklemesi yapmışlardır. Plasebo grubunun beden ağırlığında bir değişiklik olmazken, Cr grubunun beden ağırlığında 0.8 kg'lık bir kayıp olmuştur. Cr yüklemesi sonrasında beden ağırlığının azaldığı tek çalışmadır (110).

Bermon ve arkadaşları, yaşlı sedanter, dayanıklılık antrenmanlı 32 bireyde (16 erkek, 16 bayan) 5 gün, 20 g/gün ve sonraki 47 gün 3 g/gün Cr yüklemesinin beden ağırlığı ve beden kompozisyonu üzerinde bir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir (111).

Grindstaff ve arkadaşları, 7 erkek 11 bayandan oluşan çocuk amatör yüzücüler üzerinde yaptıkları çalışmada, 9 gün, 21 g/gün Cr yüklemesinin beden ağırlığını değiştirmediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, BIA ile değerlendirilen toplam beden suyu ve 7 bölgeden alınan skinfold sonuçları ile değerlendirilen yağ kütlesi, kas kütlesi, Cr yüklemesi sonucunda değişmemiştir (112).

Stout ve arkadaşları, 24 erkek futbol oyuncusu üzerinde yaptıkları çalışmada, 5 gün süresince, 21 g/gün olarak verilen Cr'nin beden ağırlığı üzerinde bir değişikliğe neden olmadığını belirtmişlerdir (113).

Larson-Meyer ve arkadaşları, bayan futbol oyuncularında, 13 haftalık antrenman süresince, beden kompozisyonu ve kas kuvveti üzerine, Cr yüklemesinin etkilerini araştırmışlardır. 14 bayana, 1 hafta süresince günde 2 kez, 7.5 g/gün Cr, daha sonraki günlerde 5 g/gün Cr vermişlerdir. Cr yüklemesi sonucunda, bayanların beden kompozisyonlarında anlamlı bir değişiklik olmamıştır, fakat kas kuvvetleri artmıştır (114).

Waldron ve arkadaşları, güreşçiler üzerinde yaptıkları çalışmada, 5 gün 0.3 g/kg Cr, sonraki 5 hafta süresince 0.03 g/kg Cr yüklemişlerdir. 5 haftanın sonunda

beden ağırlığının arttığını, fakat bu artışın anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Aynı zamanda, beden yüzde yağ değeri de değişmemiştir (115).

Francaux ve arkadaşları, 14 sağlıklı erkek bireye, 21 g/gün olarak, 2 hafta Cr yüklemesi yapmışlardır. Cr yüklemesi ile dinlenme kas PCr içeriği artmıştır, fakat beden ağırlığında ya da beden suyu kompartımanlarında herhangi bir değişiklik olmamıştır (116).

Hamilton-Word ve arkadaşları, 7 gün, 25 g/gün Cr ya da plasebo yüklemesinin, 20 bayan atlette beden ağırlığı, kas kütlesi ve vücut %yağ değeri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Cr grubunun beden ağırlığında 0.7 kg'lık bir artış bulmuşlardır. Fakat plasebo grubunda da 0.4 kg'lık bir artış vardır. Cr grubunun beden ağırlığındaki artışın, istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir (19).

Godly ve Yates, 5 gün, 20 g/gün Cr yüklemesi sonrasında, iyi antrenmanlı bisikletçilerde, beden ağırlığının değişmediğini bulmuşlardır (19).

Ensign ve arkadaşları, 24 erkek bireye, 5 gün, 20 g/gün Cr yükleyerek yaptıkları çalışmada BIA ile değerlendirdikleri vücut yağı ve toplam beden suyu ile ağırlığın, Cr yüklemesi ile değişmediğini belirtmişlerdir (19).

Larson ve arkadaşları, 14 bayan futbol oyuncusu ile çalışmış ve bireylere 7 gün süresince, 15 g/gün Cr yüklemişlerdir. Yükleme sonucunda, beden ağırlığı değişmemiştir (19).

Miszko ve arkadaşları, 14 bayan futbolcuda yaptıkları çalışmada, 6 gün, 25 g/gün Cr vermişler ve beden ağırlığının değişmediğini bulmuşlardır. Ayrıca BIA (biyoelektrik impedans analizi) ve skinfold teknikleri ile ölçülen beden kompozisyonu üzerine Cr'nin etkileri incelenmiş ve Cr yüklemesi öncesinde ve sonrasında bir fark bulunamamıştır (19).

Wood ve arkadaşları, 44 ağırlık antrenmanı yapan erkek bireylerde yaptıkları çalışmada, 5 gün, 20 g/gün, sonraki 37 gün 2 g/gün Cr yüklemişlerdir. Çalışma sonucunda, beden ağırlıklarında ve beden kompozisyonlarında herhangi bir değişiklik olmamıştır (19).

Biyokimya sonuçları

Cr kullanımı ile idrar ve serum kreatinin düzeyindeki değişim: Çalışmalara göre, Cr yüklemesi yapıldığı zaman, serum Cr seviyeleri birkaç saat içinde artmaktadır. Cr yüklemesinin ilk birkaç günü süresince kas içinde Cr depolanır. Daha sonra emilen Cr'nin fazlası idrarda Cr olarak atılmaktadır. Cr'nin küçük bir miktarı kreatinine (CrN) dönüşerek atılır (27,49,118). İdrar ve serum CrN'deki büyük artışlar (10 kattan fazla) klinik olarak böbrek stresi ya da doku yıkımının temel bir göstergesi olarak kullanılır. Bununla birlikte aşırı egzersiz ve dehidrasyon serum ve idrar CrN atımına neden olabilir (119,120). Serum ve idrar CrN seviyelerinin, Cr yüklemesi ile etkilenmediği ya da az miktarda arttığı belirtilmiştir (27,54,85,118,121,122). Cr yüklemesine yanıt olarak artan serum ve idrar CrN seviyeleri, artan antrenman volümü ya da artan kas protein dönüşümünün sonucu olarak, intramüsküler Cr'nin dönüşümü ve artan salınımını düşündürmektedir. Bu patolojik değildir (27,85,118,122,123,124). Cr yüklemesi yapılan bireylerin, yapılan çalışmalarda üre nitrojen/CrN oranı daha düşük bulunmuştur (22). Üre nitrojeni protein yıkımının bir göstergesidir. Şiddetli egzersiz, serum CrN ve idrar CrN seviyelerini arttırmasına rağmen, bu artış çok küçük miktarlardadır. Sonuç olarak üre nitrojeni ve CrN oranı katabolizmanın genel bir göstergesidir (85).

1. Cr kullanımı ile idrar ve serum kreatinin düzeyinde artış olan çalışmalar:

Bu çalışmada Cr yüklemesi ile, hem serum kreatinin değerleri, hem de egzersiz sonrası 24 saatlik idrar kreatinin değerleri artmıştır. Bu sonuç literatürü destekler niteliktedir.

Vandenberghe ve arkadaşları, 20 g/gün-5 gün(akut) ve 5 g/gün-66 gün (kronik) Cr yüklemesinin, renal stres üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Cr yüklemesinin 0., 1. ve 3. gününde, 5. haftasında ve 10. haftasında 24 saatlik idrar toplamışlardır. Akut yükleme fazında idrar CrN seviyelerinin sırasıyla 1.19 g'dan, 1.44 g'a ve 1.56 g'a (0.,1. ve 3. gün) yükseldiğini bulmuşlardır. Düşük doz yüklemenin 10. haftasından sonra idrar CrN seviyelerinin artışı durmuş ve Cr'nin kesilmesinden sonra, idrar CrN seviyeleri başlangıçtaki değerlerine geri dönmüştür (27).

Kamber ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, 10 beden eğitimi öğrencisine 5 gün, 4x5 g şeklinde Cr yüklemiş ve yükleme öncesinde ve sonrasında kan ve idrar örnekleri almışlardır. Yükleme öncesi ve sonrasındaki değerler karşılaştırıldığında,

idrar kreatininin çok az, serum kreatininin anlamlı bir şekilde arttığını belirtmişlerdir (37).

Mujika ve arkadaşları, futbolcular üzerinde yaptıkları çalışmada, 6 gün, 4x5 g Cr yüklemesinin, toplanan 12 saatlik idrarda incelenen CrN seviyelerini arttırdığını belirtmişlerdir (48).

Engelhardt ve arkadaşları, Cr yüklemesinin etkilerini değerlendirirken (6 g/gün-5 gün Cr), egzersiz öncesi ve sonrası kan ve idrarda Cr ve CrN konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Cr yüklemesinin serum Cr (74.3 $\mu\text{mol/l}$ 'den 111.7 $\mu\text{mol/l}$ 'ye) ve CrN seviyelerini (62.7 $\mu\text{mol/l}$ 'den 79 $\mu\text{mol/l}$ 'ye) arttırdığını bulmuşlardır. Ayrıca idrar CrN seviyeleri %66 artmıştır (9.2 mmol/l'den 15.3 mmol/l'ye). Bu bulgulara göre, aşırı Cr'nin idrar Cr olarak atıldığını, idrar ve serum CrN seviyelerinin Cr yüklemesi ile artabileceğini belirtmişlerdir (49).

Izquierdo ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, 5 günlük, 20 g/gün Cr yüklemesinin, plasebo grubu ile karşılaştırıldığında, Cr grubunda idrar CrN seviyelerini arttırdığını belirtmişlerdir (75).

Robinson ve arkadaşları, 48 erkek bireye, 5 gün, 20 g/gün, daha sonraki 9 hafta süresince, 3 g/gün Cr vermişlerdir. Cr yüklemesinden sonraki gün, serum CrN konsantrasyonunun artma eğilimi gösterdiğini belirtmişlerdir. Yüklemenin kesilmesinden 6 hafta sonra, değerler normale dönmüştür. Serum CrN konsantrasyonundaki artışın, kas CrN oranına da yansıtacağı ve buna paralel olarak idrar CrN atımının artacağı belirtilmiştir (125).

2. Cr kullanımı ile idrar ve serum kreatinin düzeyi değişmeyen çalışmalar:

Yapılan çalışmada egzersiz sonrası 24 saatlik idrarda kreatinin ve serum kreatinin düzeylerinde artış olduğu belirtilmiştir. Sonuç, araştırma kaynakları ile çelişir niteliktedir.

Burke ve arkadaşları, 20 hokey ve 20 futbol oyuncusu üzerine, 14 günlük 0.1 g/kg/kas kütlesi Cr vererek yaptıkları çalışmada, Cr yüklemesinden önce ve yükleme bittikten sonraki gün 24 saatlik idrar örnekleri toplamışlardır. Verilen Cr'nin yaklaşık olarak %50'sinin idrarla dışarı atıldığını, idrarla atılan CrN miktarının değişmediğini bildirmişlerdir (5).

Mihic ve arkadaşları, 15 erkek ve 15 bayan üzerinde çalışmış, bireylere 5 gün süresince 20 g/gün dozunda Cr vermişlerdir. Cr yüklemesi ile serum CrN'in değerinin değişmediğini bildirmişlerdir (24).

Powers ve arkadaşları, 7 gün süresince 25 g/gün, daha sonraki 21 gün süresince 5 g/gün olarak verilen Cr'nin serum ve idrar CrN seviyelerinde, bir değişikliğe neden olmadığını bildirmişlerdir (26).

Kreider ve arkadaşları, 34 futbol oyuncusuna, 5 gün süre ile 15.75 g/gün şeklinde Cr yüklemesi yapmışlardır. Daha sonraki 20 gün, bireyler, 5.25 g/gün şeklinde Cr almaya devam etmişlerdir. Cr yüklemesinin, idrar ve serum Cr, CrN seviyeleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. İdrar CrN atımının, Cr kullanan ve kullanmayan grupta aynı olduğunu belirtmişlerdir. Bulgulara göre, Cr yüklemesinin, renal yanıt üzerine bir etkisi bulunmamaktadır (19).

Poortmans ve arkadaşları, 5 gün süresince, 20 g/gün Cr vererek, sağlıklı erkekler üzerinde Cr yüklemesinin renal yanıtlarını incelemişlerdir. Cr yüklemesinden sonra, serum Cr ve idrar Cr'nin arttığını, serum ve idrar CrN değerlerinin ve idrar protein atımının Cr yüklemesi ile değişmediğini ve normal değerler arasında olduğunu bulmuşlardır. Sonuç olarak Cr yüklemesinin, sağlıklı erkeklerde, renal yanıt üzerine zararlı bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir (118).

Poortmans ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada 20 genç erkek bireye, 14 gün süresince 21 g/gün Cr vermişlerdir. 14 gün öncesinde ve sonrasında kan örnekleri ve 24 saatlik idrar örnekleri almışlardır. Cr yüklemesinin bitmesinden sonraki akşam, dinlendikten sonra, bireylerin venöz plazma Cr seviyeleri 7.2 kat artarken, serum CrN seviyeleri değişmemiştir. İdrarda Cr atım oranı 141 kat artarken, idrar CrN'de bir fark bulunmamıştır. Verilen Cr'nin %77'sinin idrarla atıldığını belirtmişlerdir (126).

Poortmans ve Francaux, sağlıklı bireylerde Cr yüklemesinin böbrek fonksiyonları üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, idrar üre, idrar kreatinin değerlerinin Cr yüklemesi ile değişmediğini belirtmişlerdir (127).

Cr yüklemesi ile serum kreatin kinaz ve laktat değerlerindeki değişim: Çeşitli çalışmalar, sedanter ve fiziksel olarak aktif bireylerde, kas ve karaciğer enzimleri üzerine Cr yüklemesinin etkilerini değerlendirmiştir. Birçok çalışmaya göre, Cr yüklemesinin, kreatin kinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH), aspartat amino transferaz (AST), alanin amino transferaz (ALT) ve gama-glutamil transaminaz (GGT) seviyeleri üzerine bir etkisi yoktur (7,19,24,49,128).

Yapılan çalışmada, serum CK ve plazma laktat değerlerinde Cr yüklemesi ile değişim olmamıştır. Aşağıdaki literatür bilgisi araştırmadaki sonucu destekler niteliktedir.

Mihic ve arkadaşları, 15 erkek ve 15 bayan üzerinde yaptıkları çalışmada, 5 gün, 20 g/gün Cr yüklemesinin, CK aktivitesini ve hematokrit (Hct) değerini değiştirmedini bildirmişlerdir (24).

Brenner ve arkadaşları, 16 bayan futbol oyuncusuna, 5 hafta süresince uyguladıkları Cr yüklemesi ile plasebo ve Cr grupları arasında plazma laktat yığılımı açısından bir fark olmadığını, fakat plasebo grubunda daha az laktat yığılımına yönelik bir eğilim olduğunu belirtmişlerdir. BUN ve GGT açısından da gruplar arasında bir fark olmadığını bildirmişlerdir (7).

Ehgelhardt ve arkadaşları, yaptıkları Cr yüklemesi çalışmasında, yükleme sonucunda, serum CK aktivitesinin ve laktatın değişmediğini gözlemlemişlerdir (49).

Preen ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, 14 aktif, antrene olmayan bireylere, 5 gün, 20 g/gün şeklinde Cr vermiş ve Cr yüklemesi sonucunda laktat değerinin değişmediğini bildirmişlerdir (10). Bazı çalışmalara göre; şiddetli antrenman yapılmadığında, serum kas enzim salınımları, Cr yüklemesinden etkilenmemiştir (19,49). Bu çalışmalara göre, Cr yüklemesi kas ve karaciğer enzim salınımını etkilemez, kas ve karaciğer enzimlerindeki artış, Cr yüklemesinden dolayı artan antrenmanın sonucudur.

Barnett ve arkadaşları, 17 rekreasyonel atlete, 20 g/gün-6 gün şeklinde Cr yüklemişler ve plazma laktat değerlerinin yükleme ile değişmediğini bildirmişlerdir (71).

Izquierdo ve arkadaşları, 5 gün süresince, 20 g/gün olarak yaptıkları Cr yüklemesi sonucunda plazma laktatının Cr grubunda değişmediğini, plasebo grubunda ise azaldığını bildirmişlerdir (74).

Engelhardt ve arkadaşları, 5 gün, 6 g/gün Cr yüklemesi ile plazma laktat değerinin etkilenmediğini bildirmişlerdir (49).

Vanakoski ve arkadaşları, kafein ve Cr ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada 4 grup oluşturmuşlardır (yalnızca kafein alanlar, yalnızca Cr alanlar, plasebo grubu, Cr + kafein alanlar). Plazma laktatı açısından incelendiğinde, 4 grupta da bir değişiklik bulamamışlardır (72).

Stroud ve arkadaşları, 8 erkek bireye, maksimal oksijen tüketiminin %50'sinden % 90'na koşu bandı egzersizi yaptırmışlar ve plazma laktatı üzerine, Cr yüklemesinin bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir (30).

Peyrebrune ve arkadaşları, 20 elit yüzücü ile çalışmış ve bireylere 5 gün, 20 g/gün Cr yüklemiştir. Cr yüklemesi sonucunda plazma laktat değerleri değişmemiştir (129).

Mujika ve arkadaşları, futbolcular üzerinde yaptıkları çalışmada, Cr yüklemesinin, plazma laktat değerlerini değiştirmediğini belirtmişlerdir (48).

Kinugasa ve arkadaşları, 12 erkek üzerinde yaptıkları kısa süreli Cr yüklemesi ile plazma laktatının değişmediğini bildirmişlerdir (103).

Rico Sanz ve Mendez Marco, 14 antrenmanlı bisikletçi ile çalışmışlardır. Bireylere 5 gün süresince, 20 g/gün Cr ya da laktoz vermişlerdir. Cr yüklemesi sonucunda, laktat değerinin değişmediğini bildirmişlerdir (18).

Finn ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, 16 triatloncuya 5 gün, 4x5 g/gün Cr yüklemiştir ve laktat değerinin yüklenmeden etkilenmediğini bildirmişlerdir (130). Yapılan çalışmada da laktat düzeyinde bir değişim kaydedilmemiştir. Bu sonuçlar literatür bilgilerini desteklemektedir.

Bazı kaynaklarda egzersiz sonrasında CK ve laktat parametrelerinde azalma ya da artış olduğunu belirtmektedirler. Bu sonuç yapılan çalışma ile çelişkilidir.

Almada ve arkadaşları, 8 haftalık Cr yüklemesi süresince (20 g/gün-5 gün / 10 g/gün-51 gün) aktif orta yaşlı erkeklerin CK değerlerinde hafif bir artış olduğunu gözlemlemiştir (19). Benzer bulgular, Kreider ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada da gözlenmiştir. Bu çalışmada futbol oyuncularına, 15.75 g/gün, 28 gün şeklinde Cr yüklemesi yapmışlar ve plasebo ile karşılaştırıldığında, CK, LDH ve ALT değerlerinde daha fazla artış olduğunu bulmuşlardır (122).

Robinson ve arkadaşları, 48 erkek bireye, 5 gün, 20 g/gün, daha sonraki 9 hafta, 3 g/gün olarak verdikleri Cr'nin ALT'de küçük bir azalma, ALP'de ise küçük bir artışa neden olduğunu, fakat bu artışların, sağlık açısından normal değerler arasında bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, hematolojik bulgular ve serum CK aktivitesi değişmemiştir (125).

Waldron ve arkadaşları, güreşçiler üzerinde yaptıkları çalışmada, 5 gün 0.3 g/kg Cr, sonraki 5 hafta süresince 0.03 g/kg Cr yüklemişlerdir. Yükleme sonrasında kan üre azotu (BUN), alkalen fosfataz (ALP) üzerine Cr'nin bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Çalışma süresince, ALT normal seviyesinden %45 daha fazla, AST ise normal seviyesinden %40 daha fazla artış göstermiştir. Fakat bu seviyelerin, herhangi bir karaciğer ya da kas hastalığı belirtisi anlamına gelmediği, normal değerler olduğu bildirilmiştir (115).

Kamber ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada, 10 beden eğitimi öğrencisine Cr yüklemiş ve yükleme sonrasında incelenen plazma laktatının azaldığını belirtmişlerdir (37).

Nelson ve arkadaşları, çalışmalarında, 20g/gün-7 günlük Cr yüklemesi sonrasında daha düşük plazma laktatı bulmuşlardır (19).

Tarnopolsky ve arkadaşları, çalışmalarında, Cr yüklemesi sonrasında plazma laktatının arttığını belirtmişlerdir (66).

Balsom ve arkadaşları, 18 erkek bireyin, Cr yüklemesi ile yorulma zamanlarını değerlendirmek için, plazma laktat düzeylerini incelemiş ve Cr grubunda, koşu bandında yapılan koşu testi süresince plazma laktatının bazal değer ile karşılaştırıldığında yükseldiğini bulmuşlardır (29).

McNaughton ve arkadaşları, 16 elit erkek birey üzerinde çalışmış, 300 sn'lik kayak ergometresinde, Cr yüklemesinin, plazma laktatı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Plasebo ile karşılaştırıldığında, plazma laktatının Cr grubunda daha fazla olduğu bildirilmiştir (69).

Prevost, Nelson ve Morris, 5 gün süresince, 18.75 g/gün Cr yüklemesi ile plazma laktat düzeylerinin plasebo ile karşılaştırıldığında daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (109).

SONUÇ

Kreatin yüklemesinin, maksimum oksijen tüketim miktarı üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla, Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencilerinin katıldığı (n=30) çalışmada; Cr yüklemesinin VO_{2max} 'ı etkilemediği belirlenmiştir. Kasların aerobik egzersiz sırasında, ATP'nin resentezi için, PCr'i enerji kaynağı olarak kullanmaya devam edebileceği ve kreatin yüklemesi sonrasında yapılan egzersiz testindeki oksijen tüketiminin ya da organizmanın oksijen talebinin azalabileceği hipotezinden yola çıkılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalardan bazıları, Cr yüklemesi ile, VO_{2max} 'ın değişmediğini, bir kaynak arttığını ve bir kaynak da azaldığını belirtmiştir. Çalışmanın sonucu literatürü destekler niteliktedir. Fakat kurgulanan hipotez gerçekleşmemiştir. Çalışma sonucunda Cr yüklemesi yapılan grubun, ön ve son test RER değerleri karşılaştırıldığında, son test lehine bir artış olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). RER değerinin 1.1'in üzerinde olması, bireylerin maksimal yoğunlukta yüklenmeye maruz kaldıklarının ve anaerobik eşiğin aşıldığının bir göstergesidir.

Cr yüklemesi ile beden ağırlığının artmasının su tutulumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Toplam beden suyu, Cr yüklemesi öncesinde ve sonrasında yapılan ölçümlere göre; ön test ve son test arasında 0.44 kg artmıştır. Plasebo grubunda ise anlamlı bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, bireylerin sıvı alımları, idrar volümleri ve diyet özellikleri, bireylerden kaynaklanan sebeplerden dolayı kaydedilmemiştir. 10 günlük Cr-Plasebo yüklemesi dönemi süresince artan sıvı alımı ya da azalan sıvı kaybı, vücut suyu değişikliklerine neden olabilir. Ayrıca günlük tüketilen enerji alımının artması da ağırlıkta değişikliklere neden olabilir. Genel literatüre göre Cr yüklemesi ile kas kütlesinde artış olmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda da kas kütlesi, Cr yüklemesi ile artmıştır. Ağırlık artışı literatür ile paraleldir. Ancak yağ kütlesindeki artış literatürle çelişmektedir.

Serum ve 24 saatlik idrar kreatinin değerleri, plasebo ile karşılaştırıldığında, Cr yüklemesi ile artmıştır. Bu bulgu genel literatür tarafından da desteklenmektedir. Aşırı egzersiz ve dehidrasyona bağlı olarak serum ve idrar kreatinin değerleri artabilir. Serum ve idrar Cr değerleri, rutinde incelenen bir parametre olmamasından dolayı, analiz edilememiştir.

Plazma laktat birikimi, Cr yüklemesinden etkilenmemiştir. Laktat değerinin tüm ölçümlerde 4 mmol/L üzerine çıkması anaerobik eşiğin aşıldığını göstermektedir. Cr yüklemesi ile, aynı laktat düzeyinde daha fazla miktarda iş yapılmış olabilir. Glikolizde, anahtar enzim olan fosfofruktokinaz (PFK)'in PCr'in fizyolojik konsantrasyonları tarafından inhibe edildiği, şiddetli aktivite sırasında PCr düzeyindeki azalmanın inhibisyonu kaldırarak glikolizi uyardığı düşünülmektedir. Bu durumda, Cr yüklemesine bağlı olarak, kas PCr konsantrasyonu artacak,

fosfofruktokinaz inhibe edilecek ve glikoliz daha az gerekleŒecektir, dolayısıyla daha az laktat üretimi olabilecektir. Fakat genel literatür incelendiğinde, laktat seviyesinin değişmediği görölmektedir..

ÖNERİLER

Cr yüklemesinin, maksimal oksijen tüketimi üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada, VO_{2max} 'ın, Cr yüklemesi ile değişmediği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu sonuç doğrultusunda, antrenörlere, dayanıklılık sporlarında, maksimal oksijen tüketimini arttırmak için Cr kullanmalarını önerilmektedir. Anaerobik eşiğin aşıldığı, 150 sn'den az süreli spor dallarında, Cr kullanılabilir.

Cr yüklemesinin tek yan etkisi beden ağırlığındaki artış olmuştur. Özellikle ağırlığın önemli olduğu spor dallarında (siklet sporları: güreş, box gibi) Cr yüklemesi yapılmamalıdır.

Cr yüklemesi yapılmadan önce, mutlaka karaciğer, böbrek fonksiyon testleri, tam kan sayımı yapılmalıdır. Herhangi bir problem çıkması durumunda, kesinlikle Cr yüklemesi yapılmamalıdır. Uzun süreli kullanımı ile ilgili net bilgiler bulunmamasından dolayı, yükleme dozu ve süresine dikkat edilmelidir.

Cr yükleme döneminde, bireylere kafein tüketmemeleri gerektiği belirtilmelidir.

Kreatin kullanımının, oksijen ve karbonhidrat sisteminden enerji elde edilme sürecini destekleyerek, ATP'yi tekrar oluşturabileceği ve böylece glikolizden tasarruf edilebileceği genel literatürde belirtilmektedir. Bu çalışmanın sonucunda, Cr yüklemesinin, VO_{2max} 'ta artışa sebep olmadığı bulunmuştur. Ancak RER değerindeki artış Anaerobik Threshold'un geciktiğini bildirmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda Bruce testi sırasında her etapta VO_{2max} , RER ve plazma laktat değerleri belirlenirse, Cr'in etkisi daha belirgin ortaya çıkabilir.

KAYNAKLAR

1. The American College of Sports Medicine. Physiological and Health Effects of Oral Creatine Supplementation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32: 706-717, 2000.
2. Aksu Çeçen A. Kreatin Yükleme Uygulamasının Futbol Performansı Parametreleri Üzerine Olan Etkisi. Ege Üniversitesi. 2001 (yayınlanmamış doktora tezi).
3. Koçak S, Karlı Ü. Effects of High Dose Oral Creatine Supplementation on Anaerobic Capacity of Elite Wrestlers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43 (4): 488–492, 2003.
4. Peeters BM, Lantz CD, Mayhew JL. Effect of Oral Creatine Monohydrate and Creatine Phosphate Supplementation on Maximal Strength Indices, Body Composition, and Blood Pressure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13 (1) : 3-9, 1999.
5. Burke DG, Smith-Palmer T, Holt LE, Head B, Chilibeck PD. The Effect of 7 Days of Creatine Supplementation on 24 Hour Urinary Creatine Excretion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (1): 59- 62, 2001.
6. Harris RC, Nevill M, Haris DB, Fallowfield JL, Bogdanis GC, Wise JA. Absorption of Creatine Supplied as a Drink, in Meat or in Solid Form. *Journal of Sports Science*, 20: 147-151, 2002.
7. Brenner MJ, Rankin W, Sebolt D. The Effect of Creatine Supplementation during Resistance Training in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (2): 207-213, 2000.
8. Ledford A, Branch JD. Creatine Supplementation does not Increase Peak Power Production and Work Capacity during Repetitive Wingate Testing in Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13 (4) : 394-399, 1999.

9. Stout JR, Eckerson JM, Housh TJ, Ebersole KT. The Effects of Creatine Supplementation on Anaerobic Working Capacity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13 (2): 135-138, 1999.
10. Preen D, Dawson B, Goodman C, Lawrence S, Beilby J, Ching S. Effect of Creatine Loading on Long-Term Sprint Exercise Performance and Metabolism. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33: 814-821, 2001.
11. Volek JS, Duncan ND, Mazzetti SA, Staron RS, Putukian M, Gomez AL, Pearson DR, Fink WJ, Kraemer WJ. Performance and Muscle Fiber Adaptations to Creatine Supplementation and Heavy Resistance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31: 1147-1156, 1999.
12. Nelson AG, Arnall DA, Kokkonen J, Day R, Evans J. Muscle Glycogen Supercompensation is Enhanced by Prior Creatine Supplementation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33: 1096-1100, 2001.
13. Edwards MR, Rhodes EC, McKenzie DC, Belcastro AN. The Effect of Creatine Supplementation on Anaerobic Performance in Moderately Active Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (1): 75-79, 2000.
14. Volek JS, Mazetti SA, Farquhar WB, Barnes BR, Gomez AL, Kraemer WJ. Physiological Responses to Short-Term Exercise in the Heat after Creatine Loading. *Medicine Science & Sports in Exercise*, 33: 1101-1108, 2001.
15. Warber, JP, Tharion WJ, Patton BJ, Champagne MC, Mitotti P, Lieberman HR. The Effect of Creatine Monohydrate Supplementation on Obstacle Course and Multiple Bench Press Performance. *Journal of Strength Conditioning Research*, 16 (4): 500-508, 2002.
16. Michael G, Hugh S. Creatine Supplementation and Exercise Performance. *Sports Medicine*, 35 (2): 107-125, 2005.
17. Williams MH, Branch DB. Creatine Supplementation and Exercise Performance. *Journal of the American College of Nutrition*, 17 (3): 216-234, 1998.

18. Rico-Sanz J, Mendez Marco MT. Creatine Enhances Oxygen Uptake and Performance during Alternating Intensity Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* , 32: 379-385, 2000.
19. Williams Melvin H., Richard B. and David Branch., *Creatine The Power Supplement*, Human Kinetics, p. 154-217, 1999.
20. Odland ML, Macdougall JD, Tarnopolsky MA, Elorriaga A, Borgmann A. Effect of Oral Creatine Supplementation on Muscle (PCr) and Short Term Maximum Power Output. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29: 216-219, 1997.
21. Pearson DR, Hamby DG, Russel W, Harris T. Long-Term Effects of Creatine Monohydrate on Strength and Power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13: 187-192, 1999.
22. Kreider RB, Ferreira M, Wilson M, Grindstaff P, Plisk S, Reinardy J, Cantler E, Almada AL. Effect of Creatine Supplementation on Body Composition, Strength, and Sprint Performance.. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30: 73-82, 1998.
23. Syrotuik DG, Bell GJ, Burnham R, Sim LL, Calvert RA, Maclean IM. Absolute and Relative Strength Performance Following Creatine Monohydrate Supplementation Combined with Periodized Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (2): 182-190, 2000.
24. Mihic S, Macdonald JR, Mckenzie S, Tarnopolsky MA. Acute Creatine Loading Increases Fat-free mass, but does not Affect Blood Pressure, Plasma Creatinine, or CK Activity in Men and Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32: 291-296, 2000.
25. Havenetidis K, Matsouka O, Cooke CB, Theodorou A. The Use of Varying Creatine Regimes on Sprint Cycling. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2: 88-97, 2003.
26. Powers ME, Arnold BL, Weltman AL, Perin DH, Mistry D, Kahler DM, Kraemer W, Volek J. Creatine Supplementation Increases Total Body Water

without Altering Fluid Distribution. *Journal of Athletic Training*, 38 (1): 44-50, 2003.

27. Vandenberghe K, Goris M, Van Hecke P, Van Leemputte M, Vangerven L, Hespel P. Long-term Creatine Intake is Beneficial to Muscle Performance during Resistance Training. *Journal of Applied Physiology*, 83: 2055-2063, 1997.
28. Jones AM, Carter H, Pringle JSM, Campbell T. Effect of Creatine Supplementation on Oxygen Uptake Kinetics during Submaximal Cycle Exercise. *Journal of Applied Physiology*, 92: 2571-2577, 2002.
29. Balsom PD, Harridge SDR, Soderlund K, Sjodin B, Ekblom B. Creatine Supplementation Per se does not Enhance Endurance Exercise Performance. *Acta Physiologica Scandinavica*, 49: 521-523, 1993.
30. Stroud MA, Holliman D, Bell D, Green AL, MacDonald IA, Greenhaff PL. Effect of Oral Creatine Supplementation on Respiratory Gas Exchange and Blood Lactate Accumulation During Incremental Treadmill Exercise and Recovery in Man. *Clinical Science*, 87: 707-710, 1994.(abstract)
31. Pehlivan A. Sporda Beslenme, Morpa Kültür Yayınları, s.16-18, İstanbul, 2005.
32. Fox, B. Foss the Physiological Basis of Physical Education and Athletics, Çeviri: Mesut Cerit, Bağırhan Yayınevi, 4. baskı, p.9-33, 1999.
33. Bird SP, Creatine Supplementation and Exercise Performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2: 123-132, 2003.
34. Murray RK, Mayes PA, Granner DK, Rodwell VW. Harper'in Biyokimyası, Çeviri: Menteş G, Ersöz B, Barış Kitabevi, s.391, 394-395, İstanbul, 1993.
35. Green JM, Mclester JR, Smith JF, Mansfield ER. The Effects of Creatine Supplementation on Repeated Upper and Lower Body Wingate Performance. *Journal of Strength Conditioning Research*, 15(1):36-41, 2001.

36. Volek JS, Rawson E. Scientific Basis and Practical Aspects of Creatine Supplementation for Athletes. *Nutrition*, 20: 609-614, 2004.
37. Kamber M, Koster M, Kreis R, Walker G, Boesch C, Hoppeler H. Creatine Supplementation – Part I: Performance, Clinical Chemistry, and Muscle Volume. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31 (12): 1763-1769, 1999.
38. Schröder H, Terrados N, Tramullas A. Risk Assessment of The Potential Side Effects of Long Term Creatine Supplementation in Team Sport Athletes. *European Journal of Nutrition*, 44: 255-261, 2005.
39. Vandenberghe K, Goris M, Van Hecke P, Van Leemputte M, Vangerven L, Hespel P. Caffeine Counteracts The Ergogenic Action of Muscle Creatine Loading. *Journal of Applied Physiology*, 80 (2): 452-457, 1996.
40. Bizzarini E, De Angelis L. Is the Use of Oral Creatine Supplementation Safe? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44 (4): 411, 2004.
41. Ööpik V, Paasuke M, Timpmann S, Medijainen L. Effects of Creatine Supplementation during Recovery from Rapid Body Mass Reduction on Metabolism and Muscle Performance Capacity in Well-trained Wrestlers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42 (3): 330-340, 2002.
42. Bemben MG, Bemben DA, Loftiss DD, Knehans AW. Creatine Supplementation during Resistance Training in College Football Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (10): 1667-1673, 2001.
43. Rockwell JA, Rankin JW, Toderico B. Creatine Supplementation Affects Muscle Creatine during Energy Restriction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (1): 61-68, 2001.
44. Brannon TA, Adams GR, Conniff CL, Baldwin KM. Effects of Creatine Loading and Training on Running Performance and Biochemical Properties of Rat Skeletal Muscle. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29 (4): 489-495, 1997.

45. Preen D, Dawson B, Goodman C, Lawrence S, Beilby J, Ching S. Effects of Creatine Loading on Long Term Sprint Exercise Performance and Metabolism. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (5): 814-821, 2001.
46. Kirksey B, Stone MH, Warren BJ, Johnson RL, Stone M, Haff GG, Williams FE, Proulx C. The Effects of 6 Weeks of Creatine Monohydrate Supplementation on Performance Measures and Body Composition in Collegiate Track and Field Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research.*, 13 (2): 148-156, 1999.
47. Powers ME, Arnold BL, Weltman AL, Perin DH. Creatine Supplementation Increases Total Body Water without Altering Fluid Distribution. *Journal of Athletic Training*, 38 (1): 44, 2003.
48. Mujika I, Padilla S, Ibanez J, Izquierdo M, Gorostiaga E. Creatine Supplementation and Sprint Performance in Soccer Players. *Medicine Science & Sports and Exercise*, 32 (2): 518-525, 2000.
49. Engelhardt M, Neumann G, Berbalk A, Reuter I. Creatine Supplementation in Endurance Sports. *Medicine Science & Sports and Exercise*, 30 (7): 1123-1129, 1998.
50. Unnithan VB, Veehof SHE, Vella CA, Kern M. Is There a Physiologic Basis for Creatine Use in Children and Adolescents? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15 (4): 524-528, 2001.
51. Dawson B, Vladich T, Blanksby BA. Effects of 4 Weeks of Creatine Supplementation in Junior Swimmers on Freestyle Sprint and Swim Bench Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16 (4): 485-490, 2002.
52. Eijnde BO, Leemputte MV, Goris M, Labarque V, Taes Y, Verbessem P, Vanhess L, Ramaekers M, Eynde BV, Schuylenbergh RV, Dom R, Richter EA, Hepsel P. Effects of Creatine Supplementation and Exercise Training on Fitness in Men 55-75 yr Old. *Journal of Applied Physiology*, 95: 818-828, 2003.

53. Chrusch MJ, Chilibeck PD, Chad KE, Davison KS, Burke DG. Creatine Supplementation Combined with Resistance Training in Older Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (12): 2111-2117, 2001.
54. Schilling BK, Stone MH, Utter A, Kearney JT, Johnson M, Coglianese R, Smith L, O'bryant HS, Fry AC, Starks M, Keith R, Stone ME. Creatine Supplementation and Health Variables: a Retrospective Study, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (2): 183-188, 2001.
55. Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zergeroğlu MA, Ülkar B, *Egzersiz Fizyolojisi*, Nobel Yayın Dağıtım, s. 79-81, Ankara, 2002.
56. Özer MK, *Fiziksel Uygunluk*, Nobel Yayın Dağıtım, s.68-69, Ankara, 2001.
57. Lakka AT, Laukkanen JA, Rauramaa R, Salonen R, Lakka H, Kaplan GA, Salonen JT. Cardiorespiratory Fitness and Progression of Carotid Atherosclerosis in Middle-Aged Men. *Annals of Internal Medicine*, 34: 12-20, 2001.
58. Ersoy G, *Egzersiz ve Spor Yapanlar İçin Beslenme*, Nobel Yayın Dağıtım, s.148, Ankara, 2004.
59. Özer MK. *Antropometri, Sporda Morfolojik Planlama*, Kazancı Matbaacılık, s.41, 46, 58, 64, İstanbul, 1983.
60. Baysal A, Bozkurt N, Pekcan G, Besler TH, Aksoy M, Merdol Kutluay T, Keçecioglu S, Mercanlıgil SM. *Diyet El Kitabı*, Hatipoğlu Yayınevi, s.102, Ankara, 1999.
61. Skinner JS. *Exercise Testing and Exercise Prescription for Special Cases. Theoretical Basis and Clinical Application*, Lippincott Williams&Wilkins, p. 6-7, USA, 2005.
62. Carl AB, Edward RA. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry (Third edition)*, W. B. Saunders Company, A division of harcourt brace & company, 1204-1270, United States of America, 1999.
63. Alpar R. *Spor Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik*, Nobel Yayın Dağıtım, s.116-117, Ankara, 2001.

- 64.** Rawson ES, Volek JS. Effects of Creatine Supplementation and Resistance Training on Muscle Strength and Weightlifting Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4): 822-831, 2003.
- 65.** Smith JC, Stephens DP, Hall EL, Jackson AW, Earnest CP. Effect of Oral Creatine Ingestion on Parameters of The Work Rate-Time Relationship and Time to Exhaustion in High Intensity Cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 77: 360-365, 1998.
- 66.** Tarnopolsky MA, Roy BD, MacDonald JR.. A Randomized, Controlled Trial of Creatine Monohydrate In Patients with Mitochondrial Cytopathies. *Muscle and Nerve*, 20: 1502-1509, 1997.
- 67.** Bosco C, Tranquilli C, Tihanyi J, Colli R, D'Ottavio S, Viru A. Influence of Oral Supplementation with Creatine Monohydrate on Physical Capacity Evaluated In Laboratory and Field Tests. *Medicina dello Sport*, 48: 391-397, 1995.(abstract).
- 68.** Viru M, Ööpik V, Nurmekivi A, Medijainen L, Timpmann S, Viru A. Effect of Creatine Intake on the Performance Capacity in Middle-distance Runners. *Coaching and Sport Science Journal*, 1: 31-36, 1994. (abstract).
- 69.** McNaughton LR, Dalton B, Tarr J. The Effects of Creatine Supplementation on High-Intensity Exercise Performance in Elite Performers. *European Journal of Applied Physiology*, 78: 236-240, 1998.
- 70.** Rossiter HB, Cannell ER, Jakeman PM. The Effect of Oral Creatine Supplementation on the 1000-M Performance of Competitive Rowers. *Journal of Sport Sciences*, 14: 175-179, 1996. (abstract).
- 71.** Barnett C, Hinds M, Jenkins DG. Effects of Oral Creatine Supplementation on Multiple Sprint Cycle Performance. *Australian Journal of Science and Medicine in Sports*, 28: 35-39, 1996.(abstract).

72. Vanakoski J, Kosunen V, Meririnne E, Seppala T. Creatine and Caffeine in Anaerobic and Aerobic Exercise: Effects on Physical Performance and Pharmacokinetic Considerations. *International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 36: 258-262, 1998. (abstract).
73. Thompson CH, Kemp GJ, Sanderson AL, Dixon RM, Styles P, Taylor, D. J., and Radda, G. K. Effect of creatine on aerobic and anaerobic metabolism in skeletal muscle in swimmers. *British Journal of Sports Medicine*. 30:222-225. 1996. (abstract).
74. Loon JC, Oosterlaar MA, Hartgens F, Hesselink MK C, Snooks RJ, Wagenmakers AJM. Effects of Creatine Loading and Prolonged Creatine Supplementation on Body Composition, Fuel Selection, Sprint and Endurance Performance in Humans. *Clinical Science*, 104: 153-162, 2003.
75. Izquierdo, MJ, Ibanez JJ, Gonzalez-Badillo, Gorostiaga EM. Effects of Creatine Supplementation on Muscle Power, Endurance and Sprint Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (2): 332-343, 2002.
76. Vandenberghe K, Hecke V, Van Leemputte M, Vanstapel F, Hespel P. Phosphocreatine Resynthesis is not Affected by Creatine Loading. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31 (2): 236-242, 1999.
77. Willott CA, Young ME, Leighton B, Kemp GJ, Boehm EA, Radda GK, Clarke K. Creatine Uptake in Isolated Soleus Muscle: Kinetics and Dependence on Sodium, but not Insulin. *Acta Physiologica Scandinavica*, 166: 99-104, 1999.
78. Volek JS, Boetes M, Bush JA, Putukian M, Sebastianelli WJ, Kraemer WJ. Response of Testosterone and Cortisol Concentrations to High-Intensity Resistance Exercise Following Creatine Supplementation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11:182-187, 1997.(abstract).
79. Volek JS, Kraemer WJ, Bush JA, Boetes M, Incledon T, Clark KL, Lynch JM. Creatine Supplementation Enhances Muscular Performance during High-

- Intensity Resistance Exercise. *Journal of American Dietetic Association*, 97 (7): 765-770,1997. (abstract)
80. Ziegenfuss TN, Lowery LM, Lemon PWR. Acute Fluid Volume Changes in Men during Three Days of Creatine Supplementation. *Journal of Exercise Physiology*, 1(3): 1-9, 1998.
 81. Clark JF. Creatine and Phosphocreatine: A Review of Their Use in Exercise and Sport. *Journal of Athletic Training*, 32: 45-50, 1997.
 82. Volek JS, Kraemer WJ. Creatine Supplementation: Its Effect on Human Muscular Performance and Body Composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10: 200-210, 1996.(abstract).
 83. Parise G, Mihic S, MacLennan D, Yarasheski KE, Tarnopolsky MA. Effects of Acute Creatine Monohydrate Supplementation on Leucine Kinetics and Mixed-Muscle Protein Synthesis. *Journal of Applied Physiology*, 91: 1041-1047, 2001.
 84. Hespel P, Eijnd BO, Leemputte VM, Ursq B, Greenhaff PL, Labarque V, Dymarkowski S, Hecke PV, Richer EA. Oral Creatine Supplementation Facilitates the Rehabilitation of Disuse Atrophy and Alters the Expression of Muscle Myogenic Factors in Humans. *Journal of Physiology*, 536 (2): 625-633, 2001.
 85. Kreider RB. Creatine Supplementation: Analysis of Ergogenic Value, Medical Safety, and Concerns. *Journal of Exercise Physiology*, 1 (1): 1998.
 86. Balsom P, Söderlund K, Sjödin B, Ekblom B. Skeletal Muscle Metabolism during Short Duration High-Intensity Exercise: Influence of Creatine Supplementation. *Acta Physiologica Scandinavica*, 154: 303-310, 1995.(abstract).
 87. Cooke WH, Barnes WS. The Influence of Recovery Duration on High-Intensity Exercise Performance After Oral Creatine Supplementation. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 22: 454-467, 1997.
 88. Dawson B, Cutler M, Moody A, Lawrence S, Goodman C, Randall N. Effects Of Oral Creatine Loading on Single and Repeated Maximal Short Sprints.

- Australian Journal of Science and Medicine in Sports, 27: 56-61, 1995.(abstract).
89. Francaux M, Poortmans JR. Effects of Training and Creatine Supplement on Muscle Strength and Body Mass. European Journal of Applied Physiology, 80: 165-168, 1999.
 90. Green AL, Hultman E, MacDonald IA, Sewell DA, Greenhaff PL. Carbohydrate Feeding Augments Skeletal Muscle Creatine Accumulation during Creatine Supplementation in Humans. American Journal of Physiology, 71: 821-826, 1996.(abstract).
 91. Green AL, Simpson EJ, Littlewood JJ, MacDonald IA, Greenhaff PL. Carbohydrate Ingestion Augments Creatine Retention during Creatine Feeding in Humans. Acta Physiologica Scandinavica, 158: 195-202, 1996.(abstract).
 92. Greenhaff PL, Bodin K, Söderlund K, Hultman E. Effect of Oral Creatine Supplementation on Skeletal Muscle Phosphocreatine Resynthesis. American Journal of Physiology, 266: 725-730, 1994.(abstract).
 93. Kelly VG, Jenkins DG. Effect of Oral Creatine Supplementation on Near Maximal Strength and Repeated Sets of High-Intensity Bench Press Exercise. Journal of Strength and Conditioning Research, 12: 109-115, 1998.(abstract).
 94. Kreider RB, Klesges R, Harmon K, Grindstaff P, Ramsey L, Bullen D, Wood L, Li Y, Almada A. Effects of Ingesting Supplements Designed to Promote Lean Tissue Accretion on Body Composition during Resistance Training. International journal of Sport Nutrition, 6: 234-246, 1996.(abstract).
 95. Maganaris CN, Maughan RJ. Creatine Supplementation Enhances Maximum Voluntary Isometric Force and Endurance Capacity in Resistance Trained Men. Acta Physiologica Scandinavica, 163: 279-287, 1998.
 96. Mujika I, Chatard JC, Lacoste L, Barale F, Geysant A. Creatine Supplementation does not Improve Sprint Performance in Competitive Swimmers. Medicine & Science in Sports & Exercise, 28: 1435-1441, 1996.

97. Noonan D, Berg K, Latin RW, Wagner JC, Reimers K. Effects of Varying Dosages of Oral Creatine Relative to Fat Free Body Mass on Strength and Body Composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12: 104-108, 1998.(abstract).
98. Oöpik V, Paasuke M, Timpmann S, Medijainen L, Ereline J, Smirnova T. Effect of Creatine Supplementation during Rapid Body Mass Reduction on Metabolism and Isokinetic Muscle Performance Capacity. *European Journal of Applied Physiology*, 78: 83-92, 1998.(abstract).
99. Snow RJ, McKenna MJ, Selig SE, Kemp J, Stathis CG, Zhao S. Effect of Creatine Supplementation on Sprint Exercise Performance and Muscle Metabolism. *Journal of Applied Physiology*, 84 (5): 1667-1673, 1998.
100. Jacobs I, Bleue S, Goodman J. Creatine Ingestion Increases Anaerobic Capacity and Maximal Accumulated Oxygen Deficit. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 22: 231-243, 1997.
101. Hultman E, Söderland K, Timmons JA, Cederblad G, Greenhaff PL. Muscle Creatine Loading in Men. *Journal of Applied Physiology*, 81: 232-237, 1996.(abstract).
102. Lim JY. The Effects of Creatine Supplementation on Body Composition, Muscular Strength and Power. *Sport Journal*, 6 (1): 2003.
103. Kinugasa R, Akima H, Ota A, Ohta A, Sugiura K, Kuno S. Short Term Creatine Supplementation does not Improve Muscle Activation or Sprint Performance in Humans, *European Journal of Applied Physiology*. 91 (2-3): 230-237, 2004.
104. Kutz MR, Gunter MJ. Creatine Monohydrate Supplementation on Body Weight and Percent Body Fat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (4): 817-821, 2003.
105. Poortmans JR, Francaux M. Adverse Effect of Creatine Supplementation. *Sports Medicine*. 30 (3): 155-170, 2000.

106. Haff GG, Kirksey BK, Stone MH, Warren BJ, Johnson RL, Stone M, O'Bryant H, Proulx C. The Effect of 6 Weeks of Creatine Monohydrate Supplementation on Dynamic Rate of Force Development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4): 426-433, 2000.
107. Grande BM, Graves BS. Creatine Supplementation: Forms, Function, and Effects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1): 62-68, 2005.
108. Terrillion KA, Kolkhorst FW, Dolgener FA, Joslyn SJ. The Effect of Creatine Supplementation on Two 700m Maximal Running Bouts. *International Journal of Sport Nutrition*, 7: 138-143, 1997.
109. Prevost MC, Nelson AG, Morris GS. Creatine Supplementation Enhances Intermittent Work Performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68: 233-240, 1997.
110. Redondo DR, Dowling EA, Graham BL, Almada AL, Williams MH. The Effect of Oral Creatine Monohydrate Supplementation on Running Velocity. *International Journal of Sport Nutrition*, 6: 213-221, 1996.(abstract).
111. Bermon S, Venembre P, Sachet C, Valour S, Dolisi C. Effects of Creatine Monohydrate Ingestion in Sedentary and Weight-Trained Older Adults. *Acta Physiologica Scandinavica*, 164: 146-155, 1998.
112. Grindstaff PD, Kreider R, Bishop R, Wilson M, Wood L, Alexander C, Almada A. Effects of Creatine Supplementation on Repetitive Sprint Performance and Body Composition in Competitive Swimmers. *International Journal of Sport Nutrition*, 7: 330-346, 1997.
113. Stout JR, Echerson J, Noonan D, Moore G, Cullen D. Effects of Creatine Supplementation on Exercise Performance and Fat-Free Weight in Football Players during Training, *Nutrition Research*, 19: 217-225, 1999.(abstract).
114. Larson-Meyer DE, Hunter GR, Trowbridge CA, Turk JC, Ernest JM, Torman SL, Paul Harbin. The Effect of Creatine Supplementation on Muscle Strength and Body Composition during Off-Season Training in Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14 (4): 434-442, 2000.

115. Waldron JE, Pendlay GW, Kilgore TG, Haff GG, Reeves JS, Kilgore JL. Concurrent Creatine Monohydrate Supplementation and Resistance Training does not Affect Markers of Hepatic Function in Trained Weightlifters. *Journal of Exercise Physiology*, 5 (1): 2002.
116. Francaux M, Demeure R, Goudemant F, Poortmans JR. Effect of Exogenous Creatine Supplementation on Muscle PCr Metabolism. *International Journal of Sports Medicine*, 21: 139-145, 2000.
117. Earnest CP, Almada AL, Mitchell TL. Effect of Creatine Monohydrate Ingestion on Intermediate Duration Anaerobic Treadmill Running to Exhaustion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(4): 234-238, 1997.
118. Poortmans JR, Auquier H, Renaut V, Durussel A, Saugy M, Brisson GR. Effect of Short Term Creatine Supplementation on Renal Responses in men. *European Journal of Applied Physiology*, 76: 566-567, 1997.
119. Kargotich S, Goodman C, Keast D, Fry RW, Garcia-Webb P, Crawford PM, Morton AR. Influence of Exercise-Induced Plasma Volume Changes on the Interpretation of Biochemical Data Following High-Intensity Exercise. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 7: 185-191, 1997.(abstract).
120. Long D, Blake M, McNaughton L, Angle B. Hematological and Biochemical Changes during a Short Triathlon Competition in Novice Triathletes. *European Journal of Applied Physiology*, 61: 93-99, 1990.
121. Earnest CP, Almada AL, Mitchell TL. High-Performance Capillary Electrophoresis-Pure Creatine Monohydrate Reduced Blood Lipids in Men and Women. *Clinical Science*, 91: 113-118, 1996.(abstract).
122. Kreider RB. Creatine, the Next Ergogenic Supplement? In *Sport Science Training and Technology*, Internet Society for Sport Science. <http://www.sportsci.org/traintech/creatine/rbk.html>.1998.
123. Balsom P, Söderlund K, Ekblom B. Creatine in Humans With Special Reference to Creatine Supplementation. *Sports Medicine*, 18: 268-280, 1994.(abstract).

124. Haris RC, Söderlund K, Hultman E. Elevation of Creatine in Resting and Exercised Muscle of Normal Subjects by Creatine Supplementation. *Clinical Science*, 83: 367-374, 1992.(abstract).
125. Robinson TM, Sewell DA, Casey A, Steenge G, Greenhaff PL. Dietary Creatine Supplementation does not Affect Some Haematological Indices, or Indices of Muscle Damage and Hepatic and Renal Function. *British Journal of Sport Medicine*, 34: 284-288, 2000.
126. Poortmans JR, Jacques R, Kumps A, Duez P, Fofonka A, Carpentier A, Francaux M. Effect of Oral Creatine Supplementation on Urinary Methylamine, Formaldehyde, and Formate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37 (10): 1717-1720, 2005.
127. Poortmans JR, Francaux M. Long Term Oral Creatine Supplementation does not Impair Renal Function in Healthy Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31 (8): 1108-1110, 1999.
128. Rawson ES, Gunn B, Clarkson PM. The Effects of Creatine Supplementation on Exercise-Induced Muscle Damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(2): 178-184, 2001.
129. Peyrebrune MC, Stokes K, Hall GM, Nevill ME. Effect of Creatine Supplementation on Training for Competition in Elite Swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37 (12): 2140-2147, 2005.
130. Finn JP, Ebert TR, Withers RT, Carey MF, Mackay M, Philips JW, Febbraio MA. Effect of Creatine Supplementation on metabolism and Performance in Humans During Intermittent Sprint Cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 84: 238-243, 2001.
131. Mcconell GK, Shinewell J, Stephens TJ, Stathis CG, Canny BJ, Snow RJ. Creatine Supplementation Reduces Muscle Inosine Monophosphate during Endurance Exercise in Humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(12): 2054-2061, 2005.

ÖZGEÇMİŞ

Neşe Toktaş, 02.10.1980'de Antalya'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini 1986-1997 yılları arasında, sırasıyla General Şadi Çetinkaya İlkokulu, Merkez Orta Okulu ve Karatay Lisesi'nde tamamladı.

1997-2002 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümünden, diyet uzmanı olarak mezun oldu.

2003 yılında Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak yüksek lisans öğrenimine başladı.

Mart 2004-Eylül 2005 yılları arasında özel bir üniversite hastanesinde diyet uzmanı olarak çalıştı.

Neşe Toktaş, Ekim 2005 tarihinden itibaren Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde araştırma görevlisi olarak görevini sürdürmektedir.

DENEK İZLEM FORMU

Tarih:
Denek No:
Ad-Soyad:
Öğrenci No/Bölüm:
KCFT:
BFT:
AKŞ:
KARDİYAK MUAYENE:
İDRAR PROTEİN-ÜRE:
ÜÇ GÜNLÜK BESİN TÜKETİM KAYDI:
ENERJİ(kkal):
PROTEİN(gr)-(%):
CHO(gr)-(%):
YAĞ(gr)-(%):
Yaş(yıl):
Boy(cm):
Ağırlık(kg):
BKI(kg/m²):
%yağ:
Vücut suyu(kg):
Bacak kas kütlesi(kg):
Bruce testi ST1 yapılış tarihi:
Plasebo verilmiş tarihi:
Bruce testi ST2 yapılış tarihi:
Kreatin verilmiş tarihi:
Bruce testi CR yapılış tarihi:

SÜT TOZU UYGULAMASI		CR UYGULAMASI
BRUCE ST 1	BRUCE ST 2	BRUCE CR
La:	La:	La:
Kan Kreatinin:	Kan Kreatinin:	Kan Kreatinin:
Ağırlık ölçümü(kg)(ö):	Ağırlık ölçümü(ö):	Ağırlık ölçümü(ö):
BKI (kg/m ²)(ö):	BKI (kg/m ²)(ö):	BKI(kg/m ²)(ö):
Vücut suyu(kg)(ö):	Vücut suyu(kg)(ö):	Vücut suyu(kg)(ö):
Bacak kas kütlesi(kg):	Bacak kas kütlesi(kg):	Bacak kas kütlesi(kg):
%yağ(ö):	%yağ(ö):	%yağ(ö):
Oksijen Tüketimi:	Oksijen Tüketimi:	Oksijen Tüketimi:
RER:	RER:	RER:
CO2	CO2:	CO2:
KAS:	KAS:	KAS:
CK:	CK:	CK:
İdrar kreatinin:	İdrar kreatinin:	İdrar kreatinin:
İdrar protein:	İdrar protein:	İdrar protein:
İdrar üre:	İdrar üre:	İdrar üre:

DENEK SEÇİMİNDE KULLANILAN ANKET FORMU

*****Bu anket Yrd. Doç. Dr. Alparslan Erman ve Arş. Grv. Neşe Toktaş tarafından yürütülen bir araştırma için hazırlanmıştır. Araştırma da kreatin monohidrat adlı maddenin sportif performans üzerindeki etkileri incelenecektir.***

Kreatin yüklemesi, egzersiz performansını artırması umudu ile elit, amatör, profesyonel ve rekreasyonel atletler arasında çok yaygın bir uygulamadır. Kreatin yüklemesinin gastrointestinal (sindirim sistemi ile ilgili), renal (böbreklerle ilgili) ve/veya kas krampları gibi komplikasyonlara neden olduğuna dair bir kanıt yoktur.

GENEL BİLGİLER

1. Ad-Soyad:
2. Doğum Tarihi (ay/gün/yıl):
3. Boy (cm):
4. Ağırlık (kg):
5. BKİ (kg/m^2):
6. Bölüm/sınıf:
7. Öğrenci No:
8. Aile bireylerinden herhangi birinde sağlık problemi var mı?
 - a) Hayır
 - b) Şişmanlık
 - c) Kalp-damar hastalıkları
 - d) Diyabet
 - e) Hipertansiyon
 - f) Böbrek hastalıkları
 - g) Karaciğer hastalıkları
 - h) Diğer (açıklayınız)
9. İlaç kullanmanızı gerektiren herhangi bir sorunuz var mı?
 - a) Hayır
 - b) Şişmanlık
 - c) Kalp-damar hastalıkları
 - d) Diyabet
 - e) Hipertansiyon
 - f) Böbrek hastalıkları
 - g) Karaciğer hastalıkları
 - h) Diğer (açıklayınız).....
10. Alkol kullanıyor musunuz?
 - a) Evet (evet ise ne kadar?).....
 - b) Hayır
11. Sigara kullanıyor musunuz?
 - a) Evet
 - b) Hayır

11. Herhangi bir suplement kullanıyor musunuz? (vitamin, mineral, protein tozları, enerji

veren maddeler vs.....)

- a) Evet (belirtiniz..).....
b) Hayır

12. Vejetaryen misiniz? (Hayvansal kaynaklı gıdaları tüketmeyen)

- a) Evet b) Hayır

SPOR BİLGİLERİ:

Bu bölümdeki sorular şu anda yapmakta olduğunuz spor aktiviteleri ile ilgilidir.

1. Şu anda aktif spor ile uğraşıyor musunuz?

- a) evet b) hayır

Cevabınız evet ise aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

2. Şu anda uğraştığınız spor branşı nedir?.....

3. Şu anda haftada kaç gün düzenli antrenman yapıyorsunuz?

- a) 3 gün veya daha az b) 4 gün c) 5 gün d)6 gün e) 7 gün

4. Şu anda haftada yaptığınız antrenman sayısı (saat olarak)?

- a) 6 saat veya daha az b)7-10 saat c) 11-14 saat
d) 15-18 saat e) 19 saat veya daha fazla

5. Bu çalışmaya gönüllü olarak katılmak ister misiniz?

- a) evet b) hayır

İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER