

**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANABİLİM DALI**

**ALP DİSİPLİNİ KAYAKÇILARDA KARBONHİDRAT VE
PROTEİN KARIŞIMI ENERJİ SUPLEMENTİNİN KAS HASARI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Cemil Tuğrulhan ŞAM

**Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. İlhan ŞEN**

**Yüksek Lisans Tezi
ERZURUM 2007**

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	II
ÖZET	III
SUMMARY	V
1-GİRİŞ VE AMAÇ	1
2-GENEL BİLGİLER	3
Egzersize Bağlı Kas Hasarı	3
Kas Hasarının Değerlendirilmesi	4
Kasta Güç Kaybı	6
Kandaki Kas Proteinlerinin Değerlendirilmesi ve Kreatin Kinaz	8
Karbonhidrat Metabolizması	9
Kas ve Kasılma Türleri	11
İzometrik Kasılma	12
İzotonik Kasılma	12
Konsantrik Kasılma	12
Eksantrik Kasılma	13
İzokinetik Kasılma	13
3-MATERYAL VE METOD	14
Deney Grubunun Özellikleri	14
Biyokimyasal Analiz	14
Analiz Yöntemi	15
İstatistiksel Analiz	15
4-BULGULAR	16
5-TARTIŞMA	22
6-KAYNAKLAR	27

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca çalışmalarımın planlanması, koordinasyonu, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde her zaman yanımda ve yardımcı olan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. İlhan ŞEN'e sabrı ve hoşgörüsü için teşekkür ederim. Ayrıca Biyokimyasal testlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Biyokimya ABD Öğretim üyelerinden Hamdullah Turhan ve İbrahim Kaplan hocalarıma da teşekkürü bir borç bilirim.

Cemil Tuğrulhan ŞAM

ÖZET

Bu çalışmanın amacı alp disiplini kayak antrenmanı sırasında alınan karbonhidrat protein karışımı (CHO-P) bir içeceğin egzersize bağlı oluşan kas hasarı üzerine etkisini araştırmaktı.

Denekler 20 – 22 yaşları arasında Erzurum Kayak Kulübü'nün de lisanslı kayak yapan 12 erkek sporcudan oluştu. Denekler rasgele iki eşit guruba ayrıldı. CHO-P gurubuna (CP) kayak süresince 6 eşit miktarda toplam 1,5 lt sıvı ile birlikte 108 gr karbonhidrat, 24 gr protein verildi. Kontrol grubuna (PL) aynı miktarda hiç karbonhidrat ve protein içermeyen bir sıvı verildi. Çalışma 510 m uzunluğunda ve 30 kapıdan oluşan bir piste 6 tekrardan oluştu. Her kayakçı pisti bitirdikten sonra telesiyeye binmek için 1200m serbest kaydı. Deneklerin çalışmadan 10 dakika önce, çalışma bittikten hemen sonra, 1 saat sonra ve 4 saat sonra kan örnekleri alınarak A.Ü. Biyokimya ABD laboratuvarında analiz edildi. İstatistiki analiz için SPSS 10.0 paket programda Wilcoxon Signed Ranks Test ile Mann-Whitney Test kullanıldı.

Gurupların Kreatin Kinaz (CK) değerlerindeki artışlar karşılaştırıldığında, egzersiz öncesi değerler Kontrol grubunda $180,0 \pm 80,1$ U/L iken egzersizden hemen sonra $277,1 \pm 112,5$ U/L, 1 saat sonra $342,6 \pm 126,5$ U/L ve 4 saat sonra $495,0 \pm 96,3$ U/L olarak belirlendi. CP grubunda egzersiz öncesi CK değerleri $225,0 \pm 88,5$ U/L iken egzersizden hemen sonra $284,8 \pm 111,1$ U/L 1 saat sonra $316,8 \pm 111,2$ U/L ve 4 saat sonra $333,3 \pm 104,8$ U/L idi. Kontrol grubunda 4. saatteki artış CP grubundaki artıştan istatistiki açıdan anlamlı düzeyde fazlaydı ($P<0.05$).

Grupların Laktik Asit (LA) değerlerine bakıldığında egzersiz öncesi değerler Kontrol grubunun $3,36 \pm 0,87$ mmol.L iken CHO-P grubunun $3,11 \pm 0,93$ mmol.L dir. Grupların egzersizden hemen sonra ölçülen LA değerleri sırasıyla Kontrol grubunda

5,83 $\pm$ 3,00 mmol.L, CHO-P grubunda ise 7,35 $\pm$ 4,25 mmol.L dir. Grupların egzersizden 1 saat sonraki ölçümleri sırasıyla Kontrol grubunda 2,08 $\pm$ 0,26 mmol.L, CHO-P grubunda ise 2,31 $\pm$ 0,51 mmol.L dir. Gruplar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir fark yoktur. (P>0,05)

Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları, alp disiplini kayak sırasında karbonhidrat-protein karışımı bir enerji supplementi alınmasının kas hasarın güçlü belirleyicilerinden olan kandaki CK artışını Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında minimuma indirdiğini ortaya koymuştur.

SUMMARY

EFFECTS of A DRINK INCLUDING CARBOHYDRATE PROTEIN MIXTURE on THE MUSCLE TISSUE in ALPINE STYLE SKIERS

In this study, it has been aimed to investigate effects of a drink including carbohydrate protein mixture (CHO-P) which obtained during the Alpine Style skiing trainings on the muscle tissue damages occurred because of exercises.

Subjects have consisted of 12 male skiers whose ages ranged from 20 to 22 and did ski in Erzurum Ski Club as licensed skiers. Subjects have been separated into two groups. These groups were CHO-P and placebo groups. CHO- P group were given 108 g carbohydrate and 24 g protein within 1.5 l drink in six equal portions. On the other hand placebo group were given drink which included no protein and carbohydrate in equal portion. This experiment, took place in a course which had 30 gates and a length of 510 m, was repeated 6 times. Each skier freely skied for 1200 m to get on the lift after completing the course. Blood samples of subjects were taken 4 times; 10 minutes before the training, soon after the training, 1 and 4 hours after the training. Blood samples were analyzed at Ataturk University Biochemistry laboratory. Wilcoxon Signed Ranks test of SPSS 10.0 programme and Mann-Whitney Test were used for statistical analysis.

When increases in Kreatin Kinaz (CK) values were compared mutually, it has been found that, in placebo group; values just after the training were $277,1 \pm 112,5$ U/L just after the training, $342,6 \pm 126,5$ U/L one hour after the training and $495,0 \pm 96,3$ U/L four hours after the training while they were $180,0 \pm 80,1$ U/L before the training. In CP group; values just after the training were $284,8 \pm 111,1$ U/L just after the training,

$316,8 \pm 111,2$ U/L one hour after the training and $333,3 \pm 104,8$ U/L four hours after the training while they were $225,0 \pm 88,5$ U/L before the training. Increase in placebo group four hours after the training was statistically significant than CP group.

When Laktik Asit (LA) values before the training were taken into consideration, it was $3,11 \pm 0,93$ at CHO-P group while it was $3,36 \pm 0,87$ at control group. LA values just after the training were $5,83 \pm 3,00$ mmol.L at control group and $7,35 \pm 4,25$ mmol.L at CHO-P group. LA values one hour after the training were $2,08 \pm 0,26$ mmol.L at PL group and $2,31 \pm 0,51$ mmol.L at CHO-P group. There was no statistically significance between groups ($P>0,05$).

As a result, findings of this study made clear that taking an energy supplement mixture includes protein and carbohydrate during Alpine Style skiing minimizes CK increases in blood which is a strong marker of muscle-damages.

GİRİŞ VE AMAÇ

Egzersize bağı kas hasarından mekaniksel ve metabolik mekanizmalar sorumludur. Mekaniksel mekanizmalar kasılma türüne bağı gelişirken, metabolik mekanizmalar kas iskemisi, hipoksi, demir konsantrasyonundaki değişiklikler ve madde varlığına bağı olarak ortaya çıkar ¹. Özellikle büyük oranda eksantrik kasılma gerektiren aktivitelerde belirgin bir biçimde görülür. Eksantrik kasılmaların miyozin çapraz köprüleri aktin miyoflamentlerinden çekilip koparıldıkları için konsantrik kasılmalardan daha fazla kas hasarına neden oldukları kabul edilir ².

Alp disiplini kayak özellikle dönüşler sırasında çok düşük ve çok yüksek yoğunlukta kasılma gerektiren bir aktivitedir. Özellikle diz ve dirsek fleksiyonundaki değişikliklerden dolayı kayak süresince öncelikli gerçekleşen kasılma türü eksantriktir³. Birçok araştırmadan elde edilen elektromyografik (EMG) bilgiler kayak süresince maksimal ve submaksimal güç gerektiren birçok eksantrik kasılmanın gerçekleştiğini göstermektedir ³⁻⁵. Hintermeister ve arkadaşları, büyük slalom dönüşlerinde elde ettikleri (EMG) ölçümlerinde maksimal izometrik istemli kasılmaların % 40 ile % 150 arasında değiştiğini bildirdiler ⁴. Diğer bir çalışmada slalom dönüşlerinde standart izometrik kasılma gücünün % 48 ile % 72 arasında olduğu bildirildi ⁵.

Kas hasarının metabolik mekanizması hipoksi, iskemi, konsantrasyon değişikliği ve madde varlığından kaynaklanır¹. Slalom antrenmanları süresince yarışmacı kayakçıların vastus lateralis kaslarında önemli oranda iskemi ve hipoksi tespit edildi ⁶. İskemi ve hipoksi glikojen kullanımındaki artıştan kaynaklanabilir^{7,8}. Özellikle dönüşlerde gerekli olan kasılmaların sürekli değişmesinden dolayı kas glikojeni öncelikli kullanılan enerji kaynağını oluşturmaktadır. Kayak süresince başlangıç kas glikojen depolarının % 50 nin üzerinde tükendiğini bildiren çalışmalar mevcuttur ⁹.

Dolayısıyla sabah saatlerinde başlayıp gün ortasına kadar devam eden bir kayak aktivitesi sırasında bir enerji suplementine olan ihtiyaç artmaktadır. Yapılan çalışmalarda bisiklet ve koşu egzersizlerinde karbonhidrat ve protein karışımı bir enerji içeceğinin kas hasarının belirtilerini minimuma indirdiği ispatlanmıştır ^{10,11}.

Yinede kayak gibi soğuk bir ortamda aralıklarla yapılan bir aktivite süresince alınacak bir enerji suplementinin kas hasarı üzerine etkileri bilinmiyor. Bu nedenle bu çalışmanın amacı alp disiplini kayak sırasında kas hasarının belirtileri üzerine karbonhidrat ve protein karışımı bir suplamentin etkisini araştırmaktır.

GENEL BİLGİLER

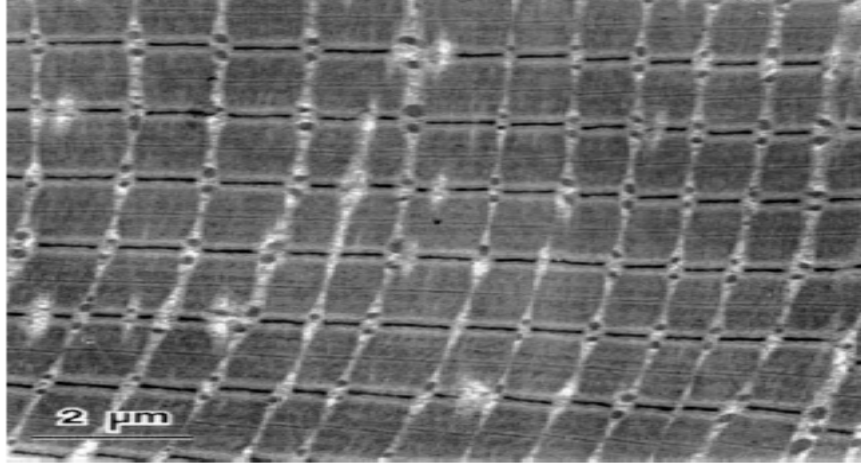
Egzersize Bağlı Kas Hasarı

Egzersiz sırasında normal yumuşak doku zedelenmeleri dışında hücresel düzeyde de bir hasar söz konusu olabilir. Bu kassal termolojide mikro travma, mikro yaralanma ve kas hasarı terimiyle ifade edilir ¹². Bu tür kas hasarlarının boyutu birinci derecede yapılan egzersizin yoğunluğuna ve kasılma türüne göre değişiklik gösterir. Özellikle eksantrik kasılmaların yoğun olduğu egzersizlerde kasın yapısal bütünlüğünde önemli oranlarda değişiklikler görülür. Bu yapısal değişiklikler Z diski kopmaları, ince filamentlerdeki kayıp, anormallik gösteren bölgede mitokondri kaybı ve A bandındaki filamentlerin diziliminde bozulma olarak ortaya çıkmaktadır ¹³.

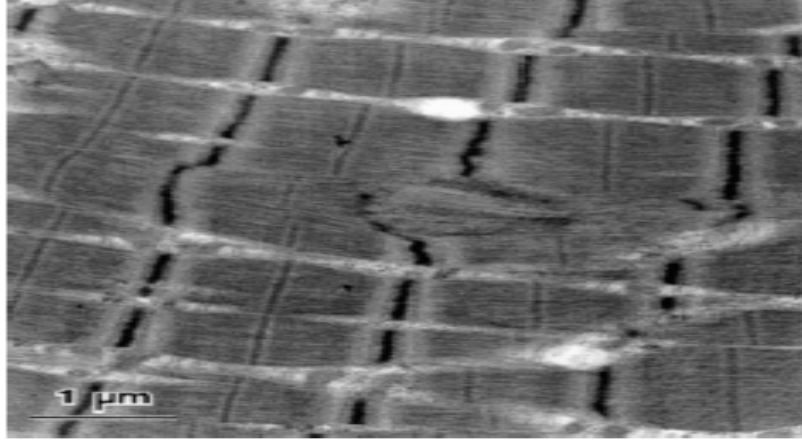
Diğer kasılma türlerine göre eksantrik kasılmada hasarın daha fazla olması iki teori ile açıklanmaktadır. İlki motor ünite aktivasyonundaki azalmadır. Yani aynı iş yükünde diğer kasılmalarla karşılaştırıldığında aktif motor ünite miktarı 5/1 oranında azalmaktadır. Bu durum fibril başına düşen yükü artırarak mekanik kopmalara neden olur. İkinci teori ise baskı altındaki kasın başlangıçtaki boyunun çok üzerinde uzamasından kaynaklanan kopmalardan kaynaklandığıdır ¹². Fiden ve arkadaşları, egzersizden sonra insanlardaki kas lifi hasarının ilk delillerini ortaya koydu. Tekrarlamalı yaptırılan yokuş aşağı inme aktivitesinden 2 ve 7 gün sonraki soleus kas biopsilerini aldı. Biyopsi analizlerinde miyofibrillerde bir dağınıklık ve Z disklerinde bir dalgalanma belirledi ¹⁴. Yine aynı araştırmacı, geri pedal çevirme egzersizinden 1 saat, 3 gün ve 6 gün sonra aldığı biyopsilerde gözlenen fibrillerde sırasıyla %32, %50 ve %12 sinde odaksal bir dağınıklık buldu. Bu yüzdeler tüm fibril alanlarının sırasıyla %1,6, %2,4 ve %0,6 sına denk gelmekteydi ¹⁵.

Kas Hasarının Değerlendirilmesi

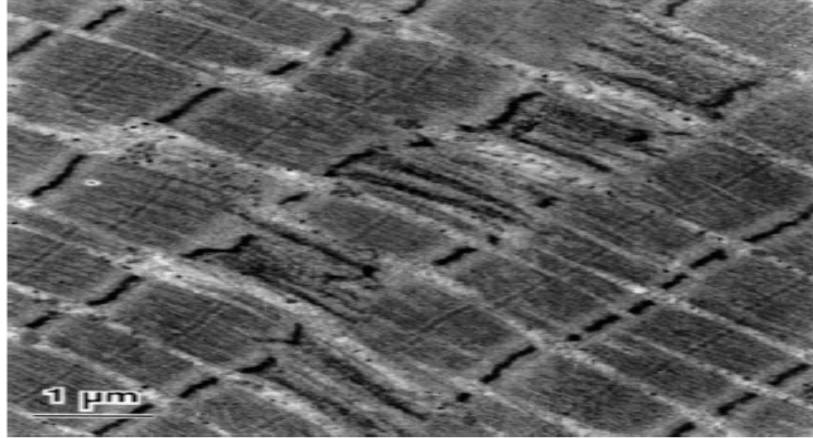
İnsan kasındaki hasarın direkt değerlendirilmesi sadece biyopsi analizleriyle ve ya manyetik rezonans imaging (MRI) ile mümkün olduğu için zordur. Biyopsi analizindeki temel problem ise çok küçük bir parçanın analiziyle tüm kas hakkında tam bir değerlendirmenin yapılmasıdır. MRI teknikleri tüm kastaki hasarı tespit etmek için kullanılsa da teknikler arasındaki görüntü farklılıkların sebebi henüz açık değildir. Bütün bu nedenlerden dolayı bazı araştırmacılar kas hasarını tespit etmek için indirekt ölçümler kullandılar. Bu ölçümler genelde istemli maksimum kasıma gücündeki kayıp ve kandaki kas proteinlerinin değerlendirmesi olarak iki gruba ayrılır ¹⁶.



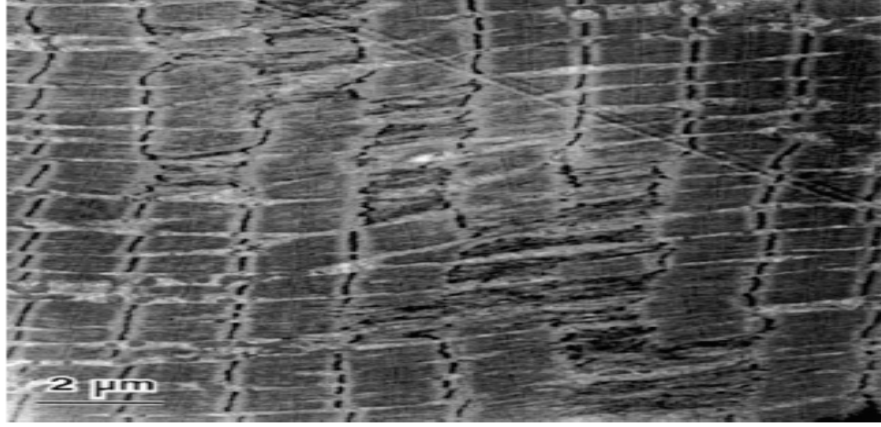
Şekil 1. Normal İskelet Kas Fibrillerinin Elektron Mikroskopundaki Görünümü ¹⁷.



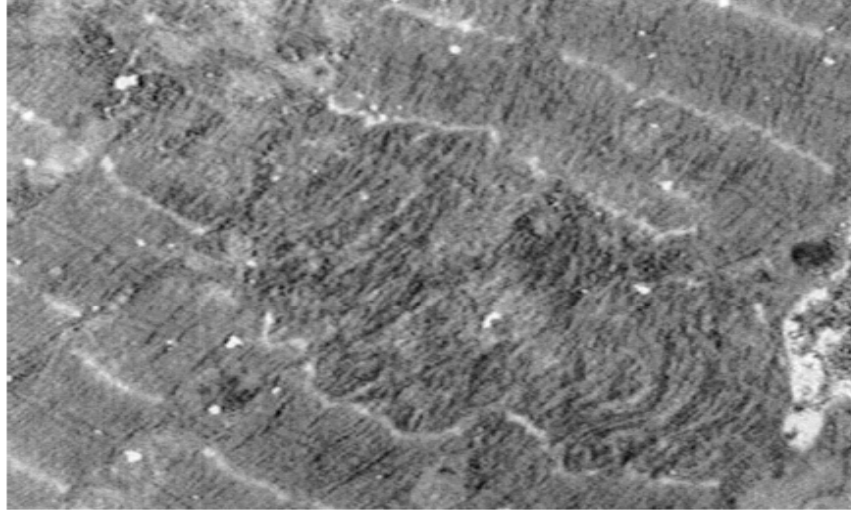
Şekil 2. Micrografide İki Sarkomerin Z Bandında Meydana Gelen Hasar ¹⁷



Şekil 3. Micrografide Bazı Sarkomer Ve İlgili Z Disklerinde Orta Düzeyde Meydana Gelen Kas Hasarı ¹⁷



Şekil 4. Micrografide Kas Fibrillerinde Z Bandı Hasarı ¹⁷



Şekil 5. Micrografide 300 Eksantrik Kasılmadan 48 Saat Sonra Vastus Lateralis Kas Örneği ¹⁶

Kasta Güç Kaybı

Eksantrik kasılma gerektiren egzersizlerden sonraki güç kaybının insanlardaki kas hasarının en geçerli ve kabul edilebilir endirekt ölçümü olduğu düşünülür¹⁶. Konsantrik kasılmalardan kaynaklanan kas gücündeki düşüş %10 ile %30 arasında

değişir ve birkaç saat içinde tekrar normal seviyesine ulaşır ^{18,19}. Eksantrik kasılmalara bağlı güç kaybı da benzer oranlarda olmasına rağmen konsantrik kasılmalarla karşılaştırıldığında toparlanma süresi çok daha uzun sürmektedir ^{20,21}. Yüksek oranda güç gerektiren eksantrik kasılmalarda daha büyük oranda güç kaybı ve daha uzun bir toparlanma süresi gözlenmiştir ²². Maksimal eksantrik kasılmalarından oluşan bir egzersizden sonraki kayıp egzersiz öncesi değerlerle karşılaştırıldığında %50 - %65 'e kadar ulaşabilmektedir ^{23,24}. Böyle bir egzersizden sonraki güç kaybı 1 – 2 hafta sürebilir ²³.

Deneyisel çalışmalarda, egzersizden kaynaklanan güç kaybının öncelikli sebeplerinden birinin kas üzerindeki mekaniksel zorlamalar olduğu ispatlanmıştır. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda eksantrik kasılma sırasında kasın kendi optimal boyunun %140'nın üzerine çıkması kas üzerinde aşırı bir gerilim doğurur. Bu durumun hem kas hasarına, hem de güç üretiminde bir düşüşe neden olduğu gözlenmiştir ²⁵. Hayvansal çalışmalarda eksantrik egzersizlerden sonra güç kaybının uzun süre devam etmesi kasın egzersize başladığı ilk uzunluğu ile ilişkilidir. Daha uzun kas boyu ile gerçekleşen kasılmalarda kas yorgunluğunun artışı görülmüştür ^{26,27}.

Benzer bulgular insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda da görülmüştür ^{19, 28, 29}. Newhom ve arkadaşları, uzun ve kısa kas boyuyla yaptıkları eksantrik kasılmalarından oluşan dirsek flexsiyonundan sonra, kas boyunun kısa olduğu egzersiz sonrası güç kaybının %10, kas boyunun uzun olduğu egzersizden sonraki güç kaybının %30 olduğunu gözlemişlerdir. Bu sonuçlar, egzersiz başlangıcındaki kas boyunun uzun olmasının kas fibrilleri üzerine daha büyük bir gerilmeye neden olduğunu, bu durumunda bazı sarkomerlerde linear bir deformasyonla sonuçlandığı biçiminde açıklamaktadırlar ²⁸. Morgan ve arkadaşları, kas yavaş yavaş gerildiğinde sarkomer

boylarının artan baskıyla paralel uzayacağını, fakat ani ve yüksek yoğunlukta uygulanan gerilimin sarkomer boyunda büyük oranda uzamaya neden olacağı ve bazı sarkomerlerin zarar görebileceği noktaya ulaşabileceklerini bildirdiler³⁰.

Egzersizden sonra kassal güç kaybının diğer bir göstergesi düşük frekans yorgunluğu olayıdır. Kas hasarına neden olan bir egzersizden sonra daha düşük frekanslardaki uyarıların kasların güç üretme kapasitesinde bir düşüşe neden olduğu, bu durumun egzersizden sonra bir hafta devam ettiği ileri sürüldü^{19, 23, 31-33}. Edward ve arkadaşları daha düşük uyarı frekanslarına da insan kasının güç üretme kapasitesinin orantısız bir şekilde azaldığını bildirdiler³⁴. Yapılan hayvansal çalışmalarda bu durumun en önemli sebeplerinden birinin sarkoplazmik retikülümdeki kalsiyum salınım miktarındaki düşüş olduğu yönündedir^{33, 35}.

Kandaki Kas Proteinlerinin Değerlendirilmesi ve Kreatin Kinaz

İskelet kas hasarı kasa özel bileşenlerin membrandan kan dolaşımına sızmasına sebep olur. Çoğu çalışmalarda egzersizlerden sonra kandaki kas proteinlerinin miktarı kas hasarının indirekt kanıtı olarak değerlendirilir. Kas enzimleri laktat dehidrogenaz, aspartat aminotransferaz, karbonik anhidroz izoenzim II, ve CK olarak bilinir. Diğer kas proteinleri olan miyogloblin, troponin ve miozin ağır zinciri’de kas zararının değerlendirilmesinde kullanılsa da CK’daki artışın diğerlerine göre daha belirgin olması ve analiz maliyetinin diğerlerine göre düşük olması daha çok tercih edilme sebebidir¹⁶.

Kas hasarının belirlenmesinde kas proteinlerinin kullanılmasının en sakıncalı yanı egzersiz sonrası bu proteinlerin kandan temizlenme hızını etkileyen bazı faktörlerin olmasıdır. Saxton ve arkadaşları, yüksek güç gerektiren bir ekzantirik egzersizden sonraki günlerde düşük yoğunluklu egzersiz yapanların yapmayanlara göre serum CK aktivitesinin daha az olduğunu gözlemledi³⁶. Havas ve arkadaşları, egzersiz sonrası CK

aktivitesindeki artışın lenf akımındaki değişikliklerden etkilenip etkilenmediğini araştırdı. Uzun mesafe koşu sonrası (18 km) sporcular yatakta dinlenme (lenf akımını düşürmek için) ve normal aktivite gurubu olarak ikiye ayrıldı. Normal aktivite gurubunda -CK aktivitesindeki artışın yatakta dinlenen gruptan önemli düzeyde düşük olduğunu belirlediler ³⁷.

CK dominant bir enzimdir ve çizgili kas kalp kası ve beyinde bulunur. Bu enzim ve kasılma sistemlerinde ATP yenilenmesini sağlayarak ATP düzeyinin sabit tutulmasında katalizör görevi görür. İnsan dokularında CK nın üç farklı izoenzimi bulunmaktadır. CK-MM, CK-MB ve CK-BB. Kalp dokusunda CK aktivitesinin % 75-85 ini CK-MM, %35- 30 nu CK-MB oluşturur. İskelet kasındaki CK aktivitesinin %99'unu CK-MM izoenzimi oluşturur. CK-MB nin nerdeyse tamamı miokartta üretilir. Buna rağmen çok küçük miktarlarda ince bağırsakta, dilde, diyafragmada, uterus ve prostatta bulunur. CK-MB miokardiuma özel bir enzim yapısı olmasına rağmen miokardın toplam CK aktivitesinin % 15 – 30 unu oluşturur. CK-BB esasen beyin dokusuna özgü formdur. CK-BB nin yüksekliği beyin dokusundaki hasrı tanımlar. CK-MB akut kardio doku hasarını ve miokart enfarktüsün tanımlanmasında ilk ve önemli göstergedir ¹².

Karbonhidrat Metabolizması

Karbonhidrat sindiriminin son üniteleri hemen tümü ile glikoz, froktoz ve galaktozdan ibarettir. Bunların ortalama % 80 kadarını glikoz oluşturur. Barsak kanalından absorbe edilen fruktozun çoğu ve galaktozun hemen hepsi karaciğerde derhal glikoza çevrilir. Bu nedenle dolaşım kanında çok az miktarda fruktoz ve galaktoz bulunur. Glikoz hemen hemen tüm karbonhidratların doku hücrelerine taşınmasında son ortak yolu oluşturmaktadır ³⁸.

Glikoz hücre membranından parçacıkların molekül ağırlıkları 100'ün üzerinde olduğu için kolaylaştırılmış difüzyon mekanizmasıyla geçer. Bu nedenle eğer glikoz konsantrasyonu membranın bir tarafında diğer tarafa göre fazla ise yüksek konsantrasyonlu taraftan karşı tarafa doğru daha fazla glikoz taşınacaktır³⁸.

İnsülin glikoz ve diğer monosakkaritlerin transportunu büyük ölçüde artırır. Pankreas büyük miktarda insülin salgıladığı zaman hücrelerin çoğunda glikoz transport hızı insülin salgılamadığı zamana göre 10 kez yada daha fazla artar. İnsülin yokluğunda, karaciğer ve beyin hücreleri dışında, hemen hemen bütün vücut hücrelerine taşınan glikoz miktarı, normal enerji metabolizması için gereken miktarın çok uzağındadır. Bu nedenle, bu hücrelerin çoğunda karbonhidratların kullanım hızı gerçekte pankreastan insülin sekresyon hızıyla kontrol edilir³⁸.

Glikoz hücrelere absorbe edildikten sonra, derhal ya hücrelere enerji sağlamak için kullanılır yada glikozun büyük bir polimeri olan glikojen halinde depo edilir. Glikozun glikojene döndürülme sürecine glikojenez denir. Bu süreçte glikoz 6 fosfat ilk olarak glikoz 1 fosfat'a; glikoz 1 fosfat daha sonra üridin difosfat glikoza, o da glikojene çevrilir. Bu dönüşümler için birçok özgül enzimler gerekir ve glikoza çevrilebilen monosakkarid bu reaksiyonlara girebilir³⁸.

Hücrede depolanan glikojenin tekrar glikoz oluşturmak üzere hücrede yıkılmasına glikojenoliz denir. Daha sonra glikoz enerji sağlamada kullanılabilir. Glikojenoliz, glikoz oluşumundaki kimyasal reaksiyonların tersine dönüşümü ile gerçekleşmez. Glikojenolizde, glikojen polimerinin her bir dalındaki glikoz molekülleri dizisinden fosforilaz enzimiyle katalize edilen fosforilasyonla glikozlar ayrılır. İstirahat halinde, fosforilaz inaktif şekildedir. Ve böylece glikojen glikoza çevrilmeyip depo edilebilir. Glikojenden glikoz elde edilmesi gerektiğinde, önce fosforilaz aktive

edilmelidir. Bu aktiviteyi epinefrin glukagon hormonları sağlar. Bu hormonların her birinin ilk etkisi hücrelerde siklik AMP oluşumunu sağlamaktır. Bu madde daha sonra fosforilazı aktive eden kimyasal reaksiyonlar çağlayanını başlatır³⁸.

Kas ve Kasılma Türleri

İnsan vücut ağırlığının %40-%50'si kas dokusundan oluşur. Kas, uyarıldığında kasılır ve normal uzunluğunun ötesinde gerilebilir ve gerilme fonksiyonu ortadan kalkınca yeniden normal uzunluğuna döner. Bir hareketin oluşumu iskelet kaslarının kasılmasına bağlı olduğundan, iskelet kasları egzersiz fizyolojisi içerisinde ayrı bir öneme sahiptir³⁹.

Kasların kasılması ile iskelet sisteminin hareketleri, kanın kalpten pompalanmasını, solunum ve sindirim gibi organik faaliyetleri gerçekleştirir. İskelet kasları özellikle egzersiz açısından ayrı bir önem taşır. Çünkü her türlü fiziksel iş ve spor aktiviteleri bu kaslar tarafından oluşturulur. Hemen hemen organik faaliyetlerin tamamı kas kasılmaları ile gerçekleştirilir⁴⁰.

Kas kuvveti, bir kas grubunun bir dirence karşı oluşturduğu güç veya gerilim olarak tanımlanır. Kas kasılma türleri üzerine yazarların yaklaşımları farklıdır. Günay ve arkadaşlarına göre bazı yazarlar statik kasılma olarak izometrik, dinamik kasılmalar olarak da izotonik ve izokinetik kasılmadan söz edip, her üç tip kasılmanında özellik olarak konsantrik ya da eksantrik şekilde olabileceğini söylerken, bazı yazarlar yalnızca dinamik kasılmaların eksantrik ve konsantrik şeklinde sınıflandırılabilceğini iddia etmektedirler. Bu teknik tartışmaların tamamını kapsayan bir sınıflandırma yapmak istersek; statik kasılmaları izometrik, dinamik kasılmaları da izokinetik ve izotonik kasılmalar olarak kabul etmek gerekir⁴⁰.

İzometrik Kasılma

Statik bir kasılmadır. İzo (iso): eşit veya aynı, metrik ise uzunluk birimini ifade eder. Tanımı ise kasta herhangi bir uzunluk değişikliği olmaksızın, kasın geriliminde artış meydana gelen kasılmalar şeklinde yapılabilir. Yani kasın uzunluğu sabit kalırken gerilimi artmaktadır. Ayakta dik durmamızı sağlayan antigravite kasları izometrik olarak kasılmaktadırlar. En çok güreş sporunda görülür. Elimize aldığımız bir pazar filesini dirsek eklemide hareket ettirmeden taşırsak, fileyi tutarak taşımamızı sağlayan kaslar izometrik olarak kasılırlar ⁴⁰. İzometrik kasılma, uzunluğu sabit kalan fakat tonusu artan, statik bir kasılma şeklindedir. İzometrik kasılmada yine de kaslar arası (intramüsküler) esnetmeler görülür ⁴¹. İzometrik çalışmada fizik kanunlarına göre mekanik bir iş yapılmış olmaz ⁴².

İzotonik Kasılma

İzo, sabit, tonik ise gerilim anlamını taşıdığı için bu tip kasılmaya kasın uzunluğunda bir değişimin olduğu fakat geriliminin sabit kaldığı dinamik kasılmalara izotonik kasılma denir. İzotonik kasılmalar çoğu kez konsantrik kasılmalarla eş anlamlı kullanılsa dahi, konsantrik ve eksantrik kasılmalar şeklinde de sınıflandırılmaktadır. Kasılma ile bir hareket oluşur ve mekanik bir iş yapılır ³⁹.

Konsantrik Kasılma

Kas kasılması sırasında kasın gerilimi (tonusu) sabit kalırken kasın boyu kısalmır. Kasılma ile hareket gerçekleşir ve mekanik bir iş yapılır. Bir ağırlığın yerden bir yere kaldırılması bununla sağlanır ³⁹. Konsantrik kasılma türünde kontraktıl element kısalmır, elastiki element bir düzen içerisinde belli bir gerilimi ve uzunluğu korur ⁴¹. Konsantrik kasılmada pozitif mekanik bir iş yapılır. Bir dambılı kaldırırken kol kaslarının kasılması örnek olabilir ⁴².

Elimize aldığımız bir ağırlıkla dirsek eklemine fleksiyon yaptırırsak, biceps brachii kası konsantrik olarak kasılır. Kas boyu kısalır, ön kol üst kola doğru mekanik bir hareket (iş) yapmıştır ⁴⁰.

Eksantrik Kasılma

Eksantrik kasılma; dinamik bir kasılma şeklidir. Kasın tonusu (gerilimi) artarken boyu uzar. Eksantrik kasımlarda yapılan iş negatif karakterdedir, merdiven inme veya ağırlığı indirme gibi hareketler örnek olabilir ⁴². Eksantrik kasılma sırasında kasın gerilimi sabit kalırken, konsantrik kasılmasının aksine kasta uzama meydana gelir. Negatif bir mekanik iş yapılır. Dik duruştan vücudu yere doğru yavaş yavaş eğme esnasında soleus ve gastrocnemius kasları eksantrik kasılır. Bir ağırlıkla dirsek fleksiyon sonrası ekstansiyon yaparsa biceps brachii kasının eksantrik olarak boyunda uzama görülmektedir ⁴⁰.

İzokinetik Kasılma

Hareket, sabit hızda yapılırken direnç ya da yük kasın o açıda üreteceği güce göre farklılık gösterir ⁴³. İzokinetik kasılma; kas kasılma süratinin sabit tutulduğu maksimal bir kasılma şeklidir. Kas sabit bir süratle kasılırken kasta oluşan tansiyon bütün hareket boyunca eklem bütünü açılarında maksimal tutulur. Örneğin; serbest stil yüzmede kol kulaçları ⁴².

Fiziksel aktivitelerde kas kasılmaları izometrik ve izotonik kasılmaların beraber olması, yani kasılma esnasında kasın hem uzunluğunun hem de geriliminin değişmesi ile sağlanır. Yani izometrik ve izotonik kasılmalar birbirinin ardı sıra gerçekleşir. Bu tür kasımlara oksotonik kasılmalar adı verilir. Örneğin koşma sırasında bacak kaslarında oksotonik kasılma görülür. Bacağın yere basma fazında izometrik, ekstremite hareketi sırasında izotonik kasılma görülür ⁴⁰.

MATERYAL VE METOD

Deney Gurubunun Özellikleri

Yapılan çalışmaya Erzurum Kayak Kulübünde lisanslı 12 sağlıklı erkek kayakçı gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar daha sonra rasgele eşit iki farklı gruba ayrıldı. Kontrol grubuna ait yaş ortalamaları $21,00 \pm 1,41$ yıl, boy ortalamaları $174,00 \pm 5,03$ cm ve ağırlık ortalamaları $73,50 \pm 4,41$ kg'dı. Karbonhidrat-Protein (CHO-P) alan gruba ait yaş ortalamaları $20,66 \pm 1,21$ yıl, boy ortalamaları $176,00 \pm 3,82$ cm ve ağırlık ortalamaları $73,33 \pm 3,07$ kg olarak belirlendi. Grubun yaş, boy ve ağırlık ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi ($P>0,05$).

Öncelikle deneklere çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi verilerek deneklere Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi okunmuştur. Gönüllü olduklarına dair belge imzalatılmıştır.

Biyokimyasal Analiz

Tüm denekler çalışmadan önceki 3 gün hiçbir fiziksel egzersiz programına katılmadılar. Deneklerin ilk kan örnekleri Atatürk Üniversitesi Biokimya ABD öğretim elemanları tarafından sabah saat 9'da kulüp tesislerinde alındı. Telesiyeje binmeden 5 dakika önce CHO-P gurubuna içerisinde 18 gr karbonhidrat, 4 gr protein, 170 mgr sodyum ve 65 mgr potasyum bulunan 250 ml'lik sıvı bir karışım verilirken, Kontrol grubuna benzer elektrolit konsantrasyonuna sahip ama hiç karbonhidrat ve protein içermeyen aynı miktarda bir içecek verildi. Sporcuların tamamı 3100 m rakımdaki pist başlangıç yerine çıkarıldı. Pistin uzunluğu 510 m ve 30 kapıdan oluşmaktaydı. Pisti bitiren sporcular tekrar lifte binmek için 2025 m rakımda bulunan lift biniş merkezine kadar 1200 m serbest kaydılar. Pist başlangıcına dönmek 9 dakikalık bir süre alıyordu. Testin tamamı 6 tekrardan oluştu ve her tekrardan sonra deneklere 250 ml'lik

içeceklerden verildi. Toplam verilen sıvı miktarı 1500 ml, karbonhidrat miktarı 108 gr ve protein miktarı 24 gr'dı. Deneklerden her tekrarı yarışma seviyesinde yapmaları ve pist bitiş yeriyle lifte binecekleri mesafeyi kısa sürede almaları istendi. Her iki rakımdaki ortalama sıcaklık – 17 °C olarak ölçüldü.

Son tekrar yapıldıktan sonra tüm denekler kulüp tesislerinde toplandı. Deneklerin kan örnekleri 5 dakikalık bir dinlenmeden hemen sonra, 1 saat sonra ve 4 saat sonra aynı öğretim elamanları tarafından tekrar alındı. Bu süre içinde denekler pasif olarak dinlendiler ve hiç sıvı ve besin almadılar. Alınan kan örnekleri Atatürk Üniversitesi Biyokimya ABD laboratuvarında analiz edilerek Kreatin Kinaz (CK) ve Laktik Asit (LA) seviyeleri belirlendi.

Analiz Yöntemi

Serumda Kreatin Kinaz (CK) Olympus 2700 marka Biyokimya otoanalizöründe çalışıldı.

Serumda Laktik Asit (LA) düzeyi Roche firmasına ait Neva marka kan gazı analizöründe çalışıldı.

İstatistiksel Analiz

Elde edilen değerlerin istatistiki değerlendirmesi SPSS 10,0 paket programında kişisel bilgisayarda analiz edilmiştir. Denek sayısı az olduğundan farka bakmak için nonparametrik testler kullanıldı. Bağımlı gruptaki farklara Wilcoxon Signed Ranks Test ile bağımsız gruptaki farklara Mann-Whitney Test ile bakıldı. Sonuçlar $P < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

Tablo 1. Deneklerin Özellikleri

DEĞİŞKENLER	KONTROL	CHO-P	Z	P
Yaş (Yıl)	21,00 ± 1,41	20,66 ± 1,21	-0,410	0,682
Boy (cm)	174,00±5,03	176,00 ± 3,82	-0,724	0,469
Kilo (kg)	73,50 ± 4,41	73,33 ± 3,07	-0,162	0,871

Kontrol grubunun yaş ortalaması 21,00 ± 1.41 yıl, boy ortalaması 174,00 ± 5,03 cm, ağırlık ortalaması 73,50 ± 4,41 kg dır. CHO- P alan grubun yaş ortalaması 20,66± 1,21 yıl, boy ortalaması 176,00 ± 3,82 cm, ağırlık ortalaması 73,33 ± 3,07 kg dır. Grupların yaş, boy ve ağırlık indeks ortalamalarında anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. (P>0,05)

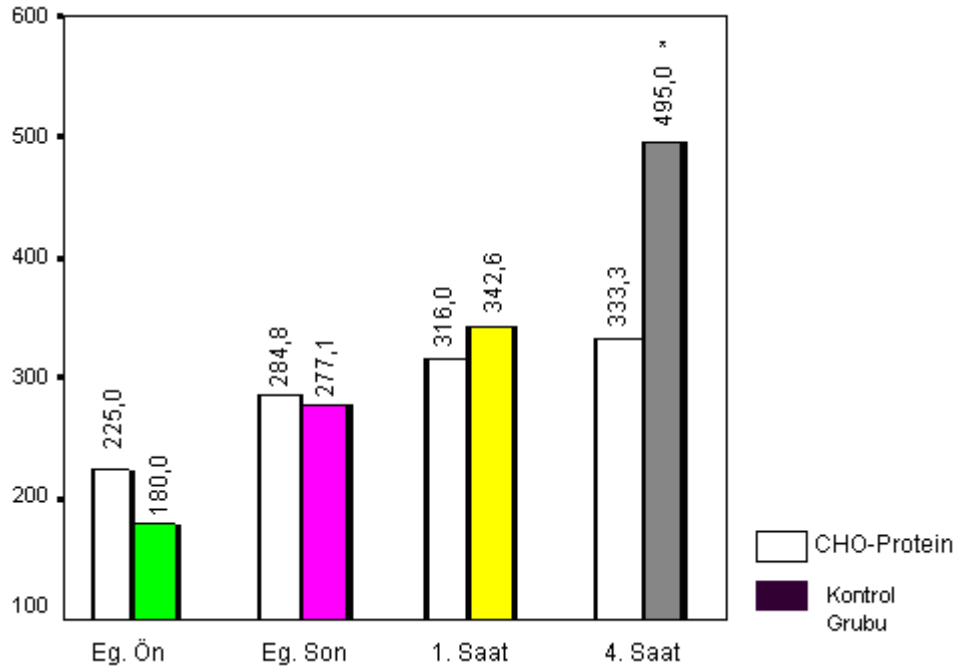
Tablo 2. Gruplar Arası CK Değerlerinin Karşılaştırılması

CK (U/L)	Kontrol	CHO-P	Z	P
Egzersiz Öncesi.	180,0 ± 80,1	225,0 ± 88,5	-1,043	0,310
Egzersiz Sonrası.	277,1 ± 112,5	284,8 ± 111,1	0,000	1,000
1 saat sonra	342,6 ± 126,5	316,8 ±111,2	-0,882	0,394
4 saat sonra	495,0 ± 96,3	333,3 ± 104,8	-2,082	0,041*

* P<0.05

Grupların CK değerlerine bakıldığında egzersiz öncesi değerler Kontrol grubunun ortalama ve standart sapması 180,0 ± 80,1 U/L iken CHO-P grubunun ortalama ve standart sapası 225,0 ± 88,5 U/L dir. Grupların egzersizden hemen sonra ölçülen CK değerleri sırasıyla Kontrol grubunda 277,1 ± 112,5 U/L, CHO-P gurubunda ise 284,8 ± 111,1 U/L dir. Grupların egzersizden 1 saat sonraki ölçümleri sırasıyla Kontrol grubunda 342,6 ± 126,5 U/L, CHO-P grubunda ise 316,8 ±111,2 U/L dir.

Egzersizden 4 saat sonra alınan ölçümler Kontrol grubunda $495,0 \pm 96,3$ U/L iken CHO-P grubunda $333,3 \pm 104,8$ U/L olarak tespit edildi. Gruplar arasında sadece 4 saat sonraki ölçümlerde istatistiksel açıdan anlamlı farklılık varken ($P<0,05$) diğer ölçümlerde istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yoktur.



Grafik 1. Gruplar Arasındaki CK Değerleri

Tablo 3. Kontrol Grubunun CK Değerlerinin Ölçüm Zamanları Arasındaki Farka Ait Z Değerleri

DEĞİŞKENLER	Egzersiz Son	1 Saat	4 Saat
Egzersiz Öncesi	-2,201*	-2,201*	-2,201*
Egzersiz Sonrası	-	-2,201*	-2,201*
1 saat sonra	-	-	-2,201*
*P<0,05			

Kontrol grubunun CK değerleri ölçüm zamanlarına göre karşılaştırıldığında egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, egzersizden 1 saat sonra ve egzersizden 4 saat sonraki değerler arasındaki farkın istatistiksel bakımdan anlamlı olduğu görülmektedir. (P<0,05)

Tablo 4. CHO-P Alan Grubunun CK Değerlerinin Ölçüm Zamanları Arasındaki Farka Ait Z Değerleri

DEĞİŞKENLER	Eg. Son	1 Saat	4 Saat
Egzersiz Öncesi	-1,363	-1,997*	-2,201*
Egzersiz Sonrası	-	-2,201*	-2,207*
1 saat sonra	-	-	-2,201*
* P<0.05			

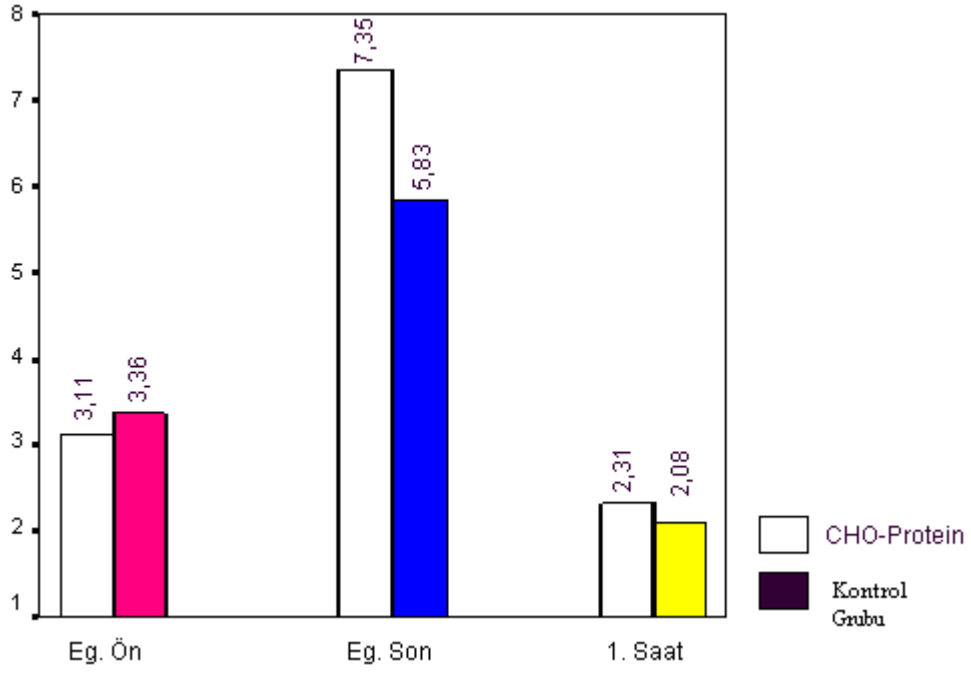
CHO-P alan grubun CK değerleri ölçüm zamanlarına göre karşılaştırıldığında egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası farkın istatistiksel bakımdan anlamlı olmadığı,

($P>0,05$) egzersizden 1 saat sonra ve egzersizden 4 saat sonraki değerler arasındaki farkın istatistiksel bakımdan anlamlı olduğu görülmektedir. ($P<0,05$)

Tablo 5. Gruplar Arası LA Değerlerinin Karşılaştırılması

LA (mmol.L)	Kontrol	CHO-P	Z	P
Egzersiz Öncesi	3,36 ± 0,87	3,11± 0,93	0-,561	0,589
Egzersiz Sonrası	5,83 ± 3,00	7,35 ± 4,25	-0,801	0,485
1 saat sonra	2,08 ± 0,26	2,31 ± 0,51	-0,736	0,485

Grupların LA değerlerine bakıldığında egzersiz öncesi değerler Kontrol grubunun ortalama ve standart sapması $3,36 \pm 0,87$ (mmol.L) iken CHO-P grubunun ortalama ve standart sapası $3,11 \pm 0,93$ (mmol.L) dir. Grupların egzersizden hemen sonra ölçülen LA değerleri sırasıyla Kontrol grubunda $5,83 \pm 3,00$ (mmol.L), CHO-P grubunda ise $7,35 \pm 4,25$ (mmol.L) dir. Grupların egzersizden 1 saat sonraki ölçümleri sırasıyla Kontrol grubunda $2,08 \pm 0,26$ (mmol.L), CHO-P grubunda ise $2,31 \pm 0,51$ (mmol.L) dir. Gruplar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir fark yoktur. ($P>0,05$)



Grafik 2. Gruplar Arası LA Değerleri

Tablo 6. CHO-P Alan Grubun LA Değerlerinin Ölçüm Zamanları Arasındaki Farka Ait Z Değerleri.

DEĞİŞKENLER	Egzersiz Son	1 Saat
Egzersiz Öncesi	-2,201*	-1,992*
Egzersiz Sonrası	-	-2,201*

* P<0.05

CHO-P alan grubun LA değerlerinin ölçüm zamanlarına göre karşılaştırılmasına bakıldığında egzersiz öncesi değerle egzersizden hemen sonra ve egzersizden 1 saat sonraki değerler arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. (P<0,05)

Tablo 7. Kontrol Grubunun LA Değerlerinin Ölçüm Zamanları Arasındaki Farka Ait Z Değerleri.

DEĞİŞKENLER	Egzersiz Son	1 Saat
Egzersiz Öncesi	-2,201*	-2,201*
Egzersiz Sonrası	-	-2,201*

Kontrol grubunun LA değerlerinin ölçüm zamanlarına göre karşılaştırılmasına bakıldığında egzersiz öncesi değerle egzersizden hemen sonra ve egzersizden 1 saat sonraki değerler arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonuçları, alp disiplini kayak aktivitesinden sonra kandaki Kreatin Kinaz (CK) enzim seviyesinin artırdığını göstermiştir. CK'daki bu artış, kontrol alan grupta egzersizden sonraki tüm ölçüm zamanlarında istatistiksel bakımdan anlamlıyken, Karbonhidrat-Protein (CHO-P) alan grupta egzersizden hemen sonraki ilk ölçümde anlamsız, diğer ölçüm zamanlarında anlamlıydı. Gruplar arası farka baktığımızda, sadece egzersizden sonraki 4. saatteki ölçümde CHO-P grubundaki CK enzim seviyesinin istatistiksel açıdan anlamlı bir oranda Kontrol grubundan daha düşük olduğu tespit edildi.

Literatürde kandaki CK enzim düzeyi kas hasarının bir belirleyicisi olarak kullanılır ^{44-46,23}. Amstrong, artmış hücre membran geçirgenliğinin sitozol'dan CK sızmasını artırdığını bildirmektedir ⁴⁴. Normalde enzim molekülleri büyük olduğundan plazma membranından çok sınırlı miktarda geçebilir. Ancak her hangi bir nedenle (hipoksi, viral, bakteriyel) hücre zarı hasar görürse seçici geçirgenlik özelliği bozulur ve hasarın derecesine göre önce membran yüzeyinde bulunan enzimler seruma karışır. Sonra sitozolik miktar ve molekül büyüklüklerine göre seruma sızarlar. Eğer hücre hasarı çok büyükse mitokondri de etkileneceğinden mitokondrial enzimlerde seruma çıkarlar ¹².

Bu çalışmamızdan farklı olarak, literatürdeki enerji suplamentlerinin CK enzim seviyesi üzerine etkisini araştıran çalışmalar sadece CHO ile CHO-P suplamanti arasındaki farkı ortaya çıkarmayı amaçlamaktadırlar. Ayrıca bu çalışmalar, hem yapılan egzersiz türü ve süresi hem de egzersizden sonraki CK'nın değerlendirildiği süreler bakımından bizim çalışmamızdan farklıydı. Saunders ve arkadaşları, yorucu bir bisiklet

egzersizi süresince CHO-P karışımı bir suplament alan sporcuların egzersizden 15 saat sonraki CK enzim değerlerinin sadece karbonhidrat alanlardan % 83 daha düşük çıktığını bildirdi ¹¹. Ready ve arkadaşları, 45 dakika'lık bir koşu ve 90 dakikalık bisiklet egzersizinden 24 saat sonra karbonhidrat protein karışımı bir suplament alan gurubun CK enzim düzeylerinin yalnız karbonhidrat alanlardan %38 daha düşük olduğunu bildirdiler ⁴⁷. Bu araştırmacıların bulguları bütün farklılıklara rağmen bizim bulgularımızı desteklemektedir. Bizim çalışmamızda, CHO-P alan grubun 4 saat sonraki CK enzim seviyeleri kontrol gruptan %33 oranında daha düşüktü. Literatürdeki çalışmalarla karşılaştırdığımızda, bizim elde ettiğimiz bu farkın literatürdeki çalışmalardan daha kısa bir sürede gerçekleştiğini görüyoruz. CK'daki bu hızlı yükseliş muhtemelen kayaktaki eksantrik kasılma türünün daha yoğun olmasından ve bu çalışmada kontrol gurubunun CHO içeren bir suplament almamasından kaynaklanabilir.

Kayak fizyolojik bakımdan çevresel şartlardan çok fazla etkilenen bir aktivitedir. Soğuk ortamda yapılan egzersizlerde insan organizması çok sayıda metabolik, termoregulator ve kardiovasküler değişikliklere baş etmek zorundadır. Soğuk ortam glikolitik oranı artırdığı için glikojenoliz artar ^{48, 49}. Kayakçı antrenmanlarda pisti tamamlayışının hemen ardından tekrar pistin başlangıç noktasına gitmek için soğuk bir ortamda 10 – 15 dakika hareketsiz bir şekilde oturmak zorundadır. Soğuk ortamda üretilen vücut ısısının % 60'ı karbonhidratlardan sağlanır. Isı üretimi için gerekli karbonhidratların kaynağı kas glikojeni ve plazma glikozudur. Soğukta okside olan karbonhidratların % 75'i kas glikojeninden karşılanır buda toplam üretilen ısının % 40'nı oluşturur ⁴⁸. Kayak her dönüşten sonra kısmi bir rahatlama periyodunun olduğu ve

antrenmanların birçok tekrarlar yapıldığı bir aktivitedir. Bu tekrarlamalı uyarılar glikolitik enerji sistemini, dolayısıyla kas glikojen depolarını etkiler^{9, 50}.

Bütün bu çevresel faktörler ve fizyolojik zorlamalar önemli seviyede iskemi ve hipoksiya neden olabilir. İskemi kasın glikoz alımını düşürerek veya kas glikojen kullanımını artırarak metabolizmayı negatif etkiler^{7,8,51}. Alp disiplini kayak esnasında kas glikojeninin yüksek oranda kullanılması ve glikoz alımının azalmasından dolayı, aktif kaslarda madde varlığını korumak kas hasarını minimuma indirmekte önemli bir rol oynayabilir. Tesch ve arkadaşları, kayakçıların kas glikojen depolarının %50'nden daha fazlasının tüketildiğini, fibrillerin %20'sinin boşaldığını rapor ettiler⁵⁰. Kayak süresince bir enerji supplementinin alınması acil bir enerji kaynağı sağlayarak telesiyede geçen süredeki glikojen yenilenmesine ilave bir katkıda bulunabilir.

Literatürde yapılan birçok çalışmada, bir karbonhidrat içeceğine küçük miktarlarda protein ilave etmenin kas glikojen sentezine sadece karbonattan oluşan içeceklerden daha yararlı olacağını bildirmektedir^{11,47,52-54}. Ivy ve arkadaşları, karbonhidrat ve protein karışımı bir içecek alan sporcuların yorucu bir egzersizden 40 dakika sonra kas glikojeninin %22 oranında yenilendiğini, egzersizden sonraki 2 saat içerisinde kas glikojen yenilenmesinin sadece karbonhidrat alanlarla karşılaştırıldığında 4 kat daha hızlı gerçekleştiğini gözlemlediler⁵². Diğer bir çalışmada Zawadzki ve arkadaşları, kilogram başına verilen 1,6 gr karbonhidrata 0,6 gr protein ilave ettiklerinde, 4 saat süresince kas glikojen depolarındaki artışın sadece karbonhidrat alanlardan %38 oranında daha yüksek olduğunu bildirdiler⁵⁵.

Birkaç çalışmadan elde edilen sonuçlar, karbonhidrat suplamentinden sonraki kas glikojen depolarındaki değişikliğin kısmen plazma insülindeki değişikliklerle ilişkili olduğu ve karbonhidrata protein ilave edilmesinin plazma insülin etkinliğini daha da

artıracağı yönündedir ⁵⁵⁻⁵⁷. Ancak birçok çalışmada da bir karbonhidrat suplamentine protein ilave edilmesinin plazma insülin konsantrasyonuna, plazma katekolaminlerine ve dolaşımdaki serbest yağ asidi oranına hiçbir katkı sağlamadığı bildirilmiştir ^{58, 59}.

Goodman ve arkadaşları, kas hasarının mekaniksel ve metabolik faktörlerden kaynaklandığını rapor ettiler ¹. Bizim çalışmamızda mekaniksel stres gruplar arasında benzerdi. Her iki grupta da sporcular aynı sayıda dönüşlerin olduğu altı tekrar yaptılar. Suplement alan grup'un son iki tekrardaki süreleri kontrol gruptan daha kısaydı. Bu fark yorgunluktan dolayı güç kaybına bağlı gelişen daha uzun dönüşlerden kaynaklanabilir. Saunders ve arkadaşları, bisiklet ergometrisi üzerinde % 75 maxVO₂ ile yapılan ve iki setten oluşan bir egzersiz süresince karbonhidrat ve protein karışımı bir içecek alan sporcuların yorgunluk zamanlarının ilk sette % 29 ikinci sette % 40 oranında geliştiğini bildirdiler ⁶⁰.

CHO-P suplamentinin egzersize bağlı kas hasarına olan olumlu etkisinin özel mekanizmaları şimdiye kadar yapılan çalışmalarda tam olarak açıklanamadı. Yinede bazı araştırmacılar, hücre dışında artan protein konsantrasyonunun protein sentezini hızlandırdığını ve dolayısıyla hasar gören hücrenin daha kısa sürede tamir edildiği görüşündedirler ⁶¹.

Bu çalışmada egzersiz sonrası her iki grubunda kan Laktik Asit (LA) seviyelerinde istatistiksel açıdan anlamlı oranda artış görüldü. Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamsız olmasına rağmen egzersizden hemen sonra CHO-P alan grupta LA artışı Kontrol grubundan daha fazlaydı. Bunun muhtemel nedeni artan madde varlığının glikolizi uyarması ve buna bağlı olarak laktat konsantrasyonunun artması olabilir. Literatürde bizim bulgularımızı destekleyen çalışmalar mevcuttur ^{52, 62, 63}.

Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları, alp disiplini kayak sırasında karbonhidrat-protein karışımı bir enerji suplementi alınmasının kas hasarın güçlü belirleyicilerinden olan kandaki CK artışını Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında minimuma indirdiğini ortaya koymuştur. Kayak gibi soğuk bir ortamda ve uzun bir zaman diliminde gerçekleşen ayrıca eksantrik kasılma türünün yoğun olduğu bir aktivite süresince alınacak CHO-P karışımı bir enerji suplementi egzersizden kaynaklanan kas hasarını minimize edebilir. Bu durum toparlanma sürecini olumlu etkileyerek sporcunun sonraki yüklenmelere daha kısa sürede hazır hale gelmesini sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- 1- Goodman C, Henry B, Davson I Gillam J. Biochemical and ultrastructural indices of muscle damage after a twenty-one kilometer run. *Aust. J. Sci. Med. Sport* 1997; 29: 95-98
- 2- Brown S, Day S, Donnelly A. Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle actions. *J Sports Sci.* 1999; 17:397-402.
- 3- Berg HE, Eiken O. Muscle control in elite alpine skiing. *Med Sci Sport Exerc.* 1999; 31: 1065-7.
- 4- Hintermeister RA, O'Connor DD, Dillman CJ, Suplizio CL, Muscle activity in slalom and giant slalom skiing. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27: 315-22.
- 5- Zeglinksi CM, Swanson SC, Self BP, Greenwald RM. Muscle activity in the slalom turn of alpine skiing and in-line skating. *Int J Sports Med.* 1998; 19: 447-54.
- 6- Szmedra L, Im J, Nioka S, Chance B, Rundell KW. Hemoglobin/myoglobin oxygen desaturation during Alpine skiing. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33: 232-6
- 7- Kemp GJ, Roussel M, Bendahan D, Le Fur Y, Cozzone PJ. Interrelations of ATP synthesis and proton handling in ischaemically exercising human forearm muscle studied by ³¹P magnetic resonance spectroscopy. *J Physiol.* 2001; 15: 901-28.
- 8- Parolin ML, Spriet LL, Hultman E, Matsos MP, Effects of PDH activation by dichloroacetate in human skeletal muscle during exercise in hypoxia. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000; 279: 752-61
- 9- Tesch PA. Aspects on muscle properties and use in competitive Alpine skiing. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27: 310-4.

- 10- Ready S, Seifert JG, Burke ER. The effects of two sports drink formulations on muscle stress and performance. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 1999; 31: 119
- 11- Saunders MJ, Kane MD, Todd MK. Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36: 1233-8.
- 12- Serkan Hazar. Farklı Türdeki Kuvvet Antrenmanlarının İskelet ve Kalp Kası enzim Aktivitelerine Akut Etkisi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Doktora Tezi, 2004.
- 13- Clarkson PM, Hubal MJ Exercise- induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: 52-69
- 14- Friden J, Sjostrom M, Ekblom B. A morphological study of delayed muscle soreness. *Experientia.* 1981; 37: 506-7.
- 15- Friden J, Sjostrom M, Ekblom B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int J Sports Med.* 1983; 4: 170-6.
- 16- Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002; 81: 52-69
- 17- Roth SM, Martel GF, Ivey FM, Lemmer JT, High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. *J Appl Physiol.* 2000; 88: 1112-8.
- 18- Newham DJ, Mills KR, Quigley BM, Edwards RH. Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clin Sci* 1983; 64: 55-62.
- 19- Jones DA, Newham DJ, Torgan C. Mechanical influences on long-lasting human muscle fatigue and delayed-onset pain. *J Physiol.* 1989; 412: 415-27.

- 20- Eston RG, Finney S, Baker S, Baltzopoulos V. Muscle tenderness and peak torque changes after downhill running following a prior bout of isokinetic eccentric exercise. *J Sports Sci.* 1996; 14: 291-9.
- 21- Mizrahi J, Verbitsky O, Isakov E. Fatigue-induced changes in decline running. *Clin Biomech.* 2001;16: 207-12.
- 22- Clarkson PM, Newham DJ. Associations between muscle soreness, damage, and fatigue. *Adv Exp Med Biol.* 1995; 384: 457-69.
- 23- Newham DJ, Jones DA, Clarkson PM. Repeated high-force eccentric exercise: effects on muscle pain and damage. *J Appl Physiol.* 1987; 63: 1381-6.
- 24- Saxton JM, Clarkson PM, James R. Neuromuscular dysfunction following eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27:1185-93.
- 25- Faulkner JA, Brooks SV, Opitck JA. Injury to skeletal muscle fibers during contractions: conditions of occurrence and prevention. *Phys Ther.* 1993; 73: 911-21.
- 26- Talbot JA, Morgan DL. The effects of stretch parameters on eccentric exercise-induced damage to toad skeletal muscle. *J Muscle Res Cell Motil.* 1998;19: 237-45.
- 27- Wood SA, Morgan DL, Proske U. Effects of repeated eccentric contractions on structure and mechanical properties of toad sartorius muscle. *Am J Physiol.* 1993; 265: 792-800.
- 28- Newham DJ, Jones DA, Ghosh G, Aurora P Muscle fatigue and pain after eccentric contractions at long and short length. *Clin Sci.* 1988; 74: 553-7.
- 29- Nosaka K, Sakamoto K. Effect of elbow joint angle on the magnitude of muscle damage to the elbow flexors. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Jan; 33: 22-9.
- 30- Morgan DL. New insights into the behavior of muscle during active lengthening. *Biophys J.* 1990; 57: 209-21.

- 31- Edwards RH. Human muscle function and fatigue. Ciba Found Symp 1981; 82: 1-18.
- 32- Jones DA. High-and low-frequency fatigue revisited. Acta Physiol Scand. 1996; 156: 265-70.
- 33- Hill CA, Thompson MW, Ruell PA, Thom JM, Sarcoplasmic reticulum function and muscle contractile character following fatiguing exercise in humans. J Physiol. 2001; 53: 871-8.
- 34- Edwards RH, Hill DK, Jones DA, Merton PA. Fatigue of long duration in human skeletal muscle after exercise. J Physiol. 1977; 272: 769-78.
- 35- Westerblad H, Duty S, Allen DG. Intracellular calcium concentration during low-frequency fatigue in isolated single fibers of mouse skeletal muscle. J Appl Physiol. 1993; 75: 382-8.
- 36- Saxton JM, Donnelly AE. Light concentric exercise during recovery from exercise-induced muscle damage. Int J Sports Med. 1995; 16: 347-51.
- 37- Havas E, Komulainen J, Vihko V. Exercise-induced increase in serum creatine kinase is modified by subsequent bed rest. Int J Sports Med. 1997; 18: 578-82.
- 38- Guyton AC, Hall JE. Textbook of medical physiology, çeviri Ed: Çakar L. Tıbbi fizyoloji. Tavaslı Matbaacılık İstanbul, Nobel tıp kitapevleri, 1996: 856-858.
- 39- Murat Akyüz. Müsabaka Süresince Erkek Futbolcularda Oluşan Kas Hasarı. Yüksek Lisans Tezi Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü 2007.
- 40- Günay M, Tamer K, Cicioğlu, İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü, Gazi Kitapevi, Ankara, (2006).
- 41- Sevim Y. Antrenman Bilgisi, Tutibay Ltd, Ankara, (1997).
- 42- Akgün N: Egzersiz Fizyolojisi, Gökçe Ofset Matbaacılık, Ankara, (1989).

- 43- Ergen E, Demirel H, Güner R, Turnalıoğlu, H. Egzersiz Fizyolojisi, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, (2002).
- 44- Armstrong RB. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16: 529-38.
- 45- Clarkson PM, Byrnes WC, McCormick KM. Muscle soreness and serum creatine kinase activity following isometric, eccentric, and concentric exercise. *Int J Sports Med.* 1986; 7: 152-5.
- 46- Newham DJ, Jones DA, Edwards RH. Large delayed plasma creatine kinase changes after stepping exercise. *Muscle Nerve.* 1983; 6: 380-5.
- 47- Ready S, JG Seifert, ER Burke. The effects of two sports drink formulations on muscle stress and performance. *Med. Sci. Sport Exerc.* 1999; 31: 119.
- 48- Haman F, Peronnet F, Kenny GP, Massicotte D, Effect of cold exposure on fuel utilization in humans: plasma glucose, muscle glycogen, and lipids. *J Appl Physiol.* 2002; 93: 77-84.
- 49- Jacobs I, Romet TT, Kerrigan-Brown D. Muscle glycogen depletion during exercise at 9 degrees C and 21 degrees C. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1985; 54: 35-9.
- 50- Tesch PA, Larson L, Eriksson A. Muscle glycogen depletion and lactate concentration during downhill skiing. *Med. Sci Sports.* 1978; 10: 85-90
- 51- Roy BD, HJ Gren, M Burnett. Prolonged exercise after diuretic-induced hypohydration: effects on substrate turnover and oxidation. *Am. J. Physiol. endocrinology.Metab.* 2000; 279: 1383-1390.
- 52- Ivy JL, Goforth HW Jr, Damon BM, McCauley TR. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J Appl Physiol.* 2002; 93: 1337-1344.

- 53- Williams MB, Raven PB, Fogt DL, Ivy JL. Effects of recovery beverages on glycogen restoration and endurance exercise performance. *J Strength Cond Res.* 2003; 17: 12-19.
- 54- Miller SL, Tipton KD, Chinkes DL, Wolf SE, Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35: 449-55.
- 55- Zawadzki KM, Yaspelkis BB 3rd, Ivy JL Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *J Appl Physiol.* 1992; 72: 1854-9.
- 56- Reed MJ, Brozinick JT Jr, Lee MC, Ivy JL. Muscle glycogen storage postexercise: effect of mode of carbohydrate administration. *J Appl Physiol.* 1989; 66: 720-6.
- 57- Ivy JL, Katz AL, Cutler CL, Sherman WM. Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion. *J Appl Physiol.* 1988; 64: 1480-5
- 58- Boden G, Jadali F, White J, Liang Y, Mozzoli M. Effects of fat on insulin-stimulated carbohydrate metabolism in normal men. *J Clin Invest.* 1991; 88: 960-6.
- 59- Piatti PM, Monti LD, Pacchioni M. Forearm insulin- and non-insulin-mediated glucose uptake and muscle metabolism in man: role of free fatty acids and blood glucose levels. *Metabolism.* 1991; 40: 926-33.
- 60- Saunders MJ, Kane MD, Todd MK. Effects of a carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36: 1233-8.
- 61- Bloomer RJ, Goldfarb AH. Can Nutritional supplements reduce exercise – induced skeletal damage? *Strength Cond.* 2003; 25: 30-37.
- 62- Haff GG, Koch AJ, Potteiger JA, Kuphal KE. Carbohydrate supplementation attenuates muscle glycogen loss during acute bouts of resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2000; 10 : 326-39.

63- de Sousa MV, Simões HG, Oshiiwa M,. Effects of acute carbohydrate supplementation during sessions of high-intensity intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol* 2007; 99: 57–63.