T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAYAN SPORCULARDA 20 METRE MEKİK KOŞU TESTİNİN OKSİDATİF STRES VE ANTİOKSİDAN DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Emre Özgür BULDUK

DOKTORA TEZİ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. Neyhan ERGENE

KONYA – 2010

ii. ÖNSÖZ

Doktora tez çalışmalarımın uygulamaları süresince her türlü yardımı ve desteği esirgemeyen, doktora eğitimimi tamamlamamda azami gayret sarfeden, tez çalışmasının uygulanmasında desteklerini esirgemeyen Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Müdürü Sayın Prof. Dr. Mehmet Günay'a ve Yüksekokul Müdür Yardımcısı Sayın Yrd. Doç. Dr. İbrahim Cicioğlu'na ve Selçuk Üniversitesi Selçuklu Tıp Fakültesi'nden Prof. Dr. Abdülkerim Kasım Baltacı'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora eğitimim boyunca bana her konuda göstermiş oldukları destekten ötürü, Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi'den Prof. Dr. Ali Muhtar Tiftik'e, Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi'den Prof. Dr. Yusuf Kalender'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Deneysel çalışmaların önemli bir bölümünün gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen, Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'dan Yrd. Doç. Dr. Ulviye Ateşoğlu'na ve Uzm. Cengiz Akarçeşme'ye, Gazi Üniversitesi doktorlarından Dr. Abbas Akgün'e ve Hemşire Nurten Hiçcan'a çalışmaya gönüllü katılan voleybolculara ve beden eğitimi bölümü öğrencilerine en içten duygularımla teşekkür ederim.

iii. İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMALAR V

1. GİRİŞ 1
1.1. Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres 3
1.1.1. Süperoksit Dismutaz 6
1.1.2. Katalaz 6
1.1.3. Glutatyon 6
1.1.4. Malondialdehit 7
1.1.5.Nitrik Oksit 8
1.1.6. Maksimal Aerobik Güç 9
1.1.7. 20 Metre Mekik Testi 10
1.1.8. Akut Egzersizde Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma Sistemi 10
1.1.9. Akut Egzersiz ve Oksidatif Stres 11
1.1.10. Akut Egzersiz ve Antioksidan Savunma 12
1.1.11. Düzenli Egzersiz Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma 12
1.1.12. Endojen Antioksidanlar 13
2. GEREÇ VE YÖNTEM 15
2. 1. Çalışma Gruplarının Oluşturulması 15
2.2. 20 Metre Mekik Koşu Testi Protokolü 15
2.3. Ölçüm Araçları 16
2.4.Verilerin Toplanması 17
2.5.MDA Düzeyi Tayini 18
2.6. GSH Düzeyi Tayini 18
2.7. CAT Düzeyi Tayini 19
2.8. Verilerin Analizi 19
3. BULGULAR 20
4.TARTIŞMA 25
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 29

6.ÖZET 30
7. SUMMARY 31
8.KAYNAKLAR 32
9. EKLER 37
9.A. Bilgilendirilmiş onay formu 37
9.B. Etik kurul komite onayı 38
10.ÖZGEÇMİŞ 40

v. SİMGELER VE KISALTMALAR

Ach: Asetilkolin

CAT: Katalaz

SOD: Superoksit dismutaz

$VO_{2\ max}$: Maksimum oksijen tüketimi

Scavenger: Serbest radikal temizleyicisi

ROS: Reaktif oksijen türleri

RNS: Reaktif nitrojen türleri

$O_2^{\cdot -}$: Süperoksit anyon radikali

H_2O_2: Hidrojen peroksit

GPx: Glutatyon peroksidaz

ATP: Adenozin trifosfat

$HO_2^{\cdot}$: perhidroksil radikali

GSH: Glutatyon

$OH^{\cdot}$: Hidroksil radikali

Cu: Bakır

Zn: Çinko

Mn: manganez

GSSG: Glutatyon disülfid

GR: Glutatyon redüktaz

NADPH: Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat

–SH: sülfidril

MDA: Malondialdehit

$L^{\cdot}$: Lipid radikali

TBARS: Tiyobarbitürik asit reaktif madde

EDRF: (Endothelial derived relaxing factor)

NO: Nitrik oksit

NO_2: nitrojen dioksid

BH_4:Tetrahidrobiyopterin

FMN: flavin mononükleotid

FAD: flavin adenin dinükleotid

TBA: tiyobarbitürik asit

DTNB: 5,5'ditiyobis 2-nitrobenzoik asit

NOS: Nitrik oksit sentaz

IL-1: İnterlökin

Tumor nekrosis factor alfa: TNF-α

$ONOO^-$: Peroksinitrit

Hb:Hemoglobin

a-v O_2: Arteriyovenöz oksijen farkı

LDL : Düşük dansiteli lipoprotein

NO: Nitrik oksit

1. GİRİŞ

Voleybol, file ile ikiye bölünen 18×9 metrelik bir saha üzerinde iki takım tarafından oynanan kısa süreli maksimal yüklenme ve uygun dinlenme periyotlarının ardışık biçimde uygulandığı 'interval özellikli' bir spordur. Temel motorik ve zeka isteyen bu spor dalında amaç; topa en çok üç kez vurarak topu filenin üstünden diğer alana göndermek ve rakip takımın ise aynı amacı gerçekleştirmesini önlemektir. Hata yapan takım sayı ve servis kaybetmekte ve ilk dört sette en az iki fark olması şartıyla setler 25. sayıda sonlanmaktadır (Ergun ve ark 1994, Korkmaz 2003a)

Voleybol yarışmalarında, teknik ve taktiksel yeteneğin yanı sıra kas kuvvveti ve gücü de başarılı olma yolunda önemli bir avantaj sağlamaktadır. Literatür taramalarında, bayan voleybolcularla ilgili bilimsel araştırmaların az sayıda olduğu gözlenmiştir (Marques ve ark 2008).

Aerobik güç veya maksimum oksijen tüketimi ($VO_{2\ max}$), aerobik dayanıklılığın altın standartı olarak görülen, kardiyorespiratuvar dayanıklılık için önemli bir belirleyicidir. Birim zamanda tüketilen oksijen miktarı ne kadar yüksek olursa aerobik kapasite de o oranda yüksek olmaktadır. $VO_{2\ max}$'ın direkt ölçümü yüksek maliyet ve uzun zaman aldığından indirekt olarak ölçümü için bazı testler geliştirilmiştir (Grant ve ark 1995, Kara ve Gökbel 1997, Sınırkavak ve ark 2004).

$VO_{2\ max}$'ın indirekt ölçümünde kullanılan testlerden birisi olan 20 metre mekik testi (shuttle run test) deneklerin, kardiyorespiratuar verimliliğini ve aerobik kapasitelerini gösteren ve ilk aşaması ısınma temposunda olan çok aşamalı bir testtir (Paliczka ve ark 1987, Baydil 2005).

Oksijenin, bir yandan yaşamsal öneme sahip olurken diğer yandan reaktif oksijen türlerinin oluşumunda rol almasına "oksijen paradoksu" denilmektedir (Kanter 1998).

Reaktif oksijen türlerinin çoğunu serbest oksijen radikalleri (serbest radikaller) oluşturmaktadır. Stabil olmayan serbest radikaller, diğer moleküllerle reaksiyona girerek onların yapılarını değiştirmektedir (Ersoy ve Hasbay 1998).

Serbest radikaller, aerobik metabolizmanın fizyolojik ürünleridir ve sürekli olarak oluşmaktadır. Serbest radikaller, ateroskleroz, kanser, inflamasyon ve nörodejeneratif hastalıkların patolojisinde önemli bir rol oynamaktadırlar. Egzersiz esnasında artan kas kontraksiyonları metabolik aktiviteyi arttırmakta, artan metabolik

aktivite ile kullanılan oksijen ve mitokondriyel transport zincirinden elektron sızıntısı artmaktadır. Bunun sonucunda süperoksit, hidrojen peroksit ve hidroksil radikali gibi serbest radikallerin oluşumunda artış olmaktadır. Oluşan serbest radikaller lipidleri, proteinleri ve DNA'yı tahrip etmektedir (Aslan ve Şekeroğlu 1996, Radak ve ark 2008).

Aerobik canlılar, serbest radikalleri etkisiz hale getirmek ve normal seviyede tutmak için antioksidan savunma sistemine sahiptirler. Bu sistemler serbest radikalleri etkileyerek organizmayı korumaktadır. Bunlara serbest radikal temizleyicileri (scavenger) denilmektedir. Bu serbest radikal temizleyicileri enzimatik ve non-enzimatik olarak iki kısma ayrılmaktadır (Düzova ve ark 2006, Mignini ve ark 2008).

Serbest radikal oluşumu, egzersizin tipine, şiddetine ve süresine göre değişmektedir. Tüketilen oksijen miktarı ve dokularda oluşan mekanik hasar oranı serbest radikal oluşumuna katkıda bulunan unsurlardır. Egzersizle birlikte oluşan serbest radikallere karşı antioksidan savunma sistemi devreye girerek ve vücudu oluşacak hasarlara karşı korumaya çalışmaktadır (Wellman ve Bloomer 2009).

Bu veriler ışığında planlanan tez çalışmasında; bayan sporcularda oksidatif stres ve antioksidan düzeylerinin bir maksimal aerobik yüklenme testi olan 20 metre mekik koşu testi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bayanların çeşitli spor branşlarına katılımları son yirmi yılda belirgin bir biçimde artmıştır. Bir takım sporu olan voleybol tüm seviyelerde (örneğin; genç, olimpik, profesyonel) oynanmakta olup zıplama, vurma ve blok gibi patlayıcı tarzda hareketler voleybolda önemli bir yer teşkil etmektedir (Marques ve ark 2008).

Voleybol, tüm dünyada futboldan sonra yer yer ikinci veya üçüncü sırada gelen en popüler spor dalları arasındadır. Dünyada yaklaşık olarak 200 milyon kişi tarafından oynanmaktadır. Bu spor dalının en büyük özelliği, hem kapalı hem de açık sahalarda, bayanlar, erkekler, gençler, yaşlılar ve fiziksel bir yetersizliği olmayan herkes tarafından rahatça oynanabilmesidir (Verhagen 2004, Reeser ve ark 2006).

Voleybol, ilk olarak 1895 yılında Amerikalı beden eğitimi öğretmeni olan William G. Morgan tarafından Kuzey Amerika'nın Holyoke kentinde bulunmuştur. Morgan tenis oynanan alanda, tenis filesini yerden 1.90 metreye kaldırmış ve basketbol topunun iç lastiğini de top olarak kullanmıştır. İkiye bölünen alanda oyuncular topu kendi sahalarına düşürmeden filenin diğer tarafına atmaya çalışmışlardır.

Daha sonraları dışı deri, içi lastik keseli olan hafif ve küçük bir topla oynanmaya başlanmış, ve son derece eğlenceli olan bu oyuna "Mintonette"ismi verilmiştir. Mintonette oyunu "topu yere düşürmeden, topa havada iken vurarak karşı alana atmak" diye tanımlanabilir. Profesör Albert T. Halstead daha sonra bu oyuna "Volley Ball" adını önermiştir. Voleybol "uçan top" anlamına gelmektedir. Voleybol Amerika'da doğmuş, gelişmiş ve bazı gençlik dernekleri aracılığıyla tüm dünyaya yayılmaya başlamıştır. 1913 yılında Manila Uzak Asya Oyunları'nda file önüne geçen Filipinli sporcunun topu tokatlaması sonucu ilk smaç hareketi uygulanmıştır. Smaç hareketinin ortaya çıkmasıyla daha sonraları smaçın savunması olan blok hareketi ortaya çıkmış ve voleybol gelişimine devam etmiştir. Voleybolla ilgili ilk kurallar kitabı 1916 yılında Amerika'da yayımlanmıştır. Daha sonraları oyuncu sayısı altı kişi ile sınırlandırılmıştır. 1928'de A.B.D Voleybol Birliği kurulmuş, bir yıl sonra topu kullanma sayısı 3 vuruş ile sınırlandırılmıştır. İkinci Dünya Savaşı'nın başlaması ile birlikte voleybol Amerikan askerleri ile birlikte tüm dünyaya yayılmıştır. İlk Voleybol Dünya Şampiyonası 1949 yılında Prag'da düzenlenmiştir. Voleybol, olimpiyatlarda ise ilk kez 1964 yılında yer almıştır (Korkmaz 2003b).

Türkiye'ye voleybol Birinci Dünya Savaşı'nı izleyen mütareke günlerinde gelmiştir. İstanbul'da Amerikalı Dr. Deaver spor salonunda voleybol oynatmaya başlamış ve kısa zaman sonra bu yeni spor oyunu Türk öğretmenlerin de ilgisini çekmiştir. İstanbul Erkek Muallim Mektebi beden eğitimi öğretmeni olan Selim Sırrı Tarcan bu sporu benimsemiş ve öğrencilerine de öğretmeye başlamıştır. Kısa sürede voleybol okullarımıza yayılmıştır. Ankara Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi voleybolu ilk benimseyen üniversiteler olmuşlardır. 1949 yılında Türkiye'de ilk Voleybol Şampiyonası yapılmış ve 1958 yılında ise Türkiye Voleybol Federasyonu kurulmuştur (Vurat 2000).

1.1 Serbest Radikaller ve Oksidatif Stres

Atomik veya moleküler orbitallerinde bir veya birden çok eşleşmemiş elektron bulunan kısa ömürlü atom ve moleküllere serbest radikaller, enzimatik veya enzimsel olmayan yapıda olan ve serbest radikalleri ve meydana getirdikleri reaksiyonları önleyen maddeler ise antioksidanlar olarak tanımlanır. Eşleşmemiş elektron veya elektronlar

serbest radikallerin reaktivite derecesini belirlemektedirler. Aerobik organizmalar için en önemli serbest radikaller veya daha genel olarak reaktif oksijen türleri (ROS), moleküler oksijenden kaynaklanan radikallerdir.

ROS hem endojen hem de ekzojen kaynaklıdır. Endojen kaynaklara örnek olarak; mitokondri, inflamasyon aktivasyonu, sitokrom P450 metabolizması, mikrozomlar, peroksizomlar verilebilirken, ekzojen kaynaklar için ise; ksenobiyotikler, klorlu bileşikler, iyonize edici radyasyon, ağır metaller, barbituratlar, aromatik hidrokarbonlar, hava kirliliği, pestisitler, sigara dumanı ve organik yanık ve yanmış gıdalar örnek olarak verilebilir.

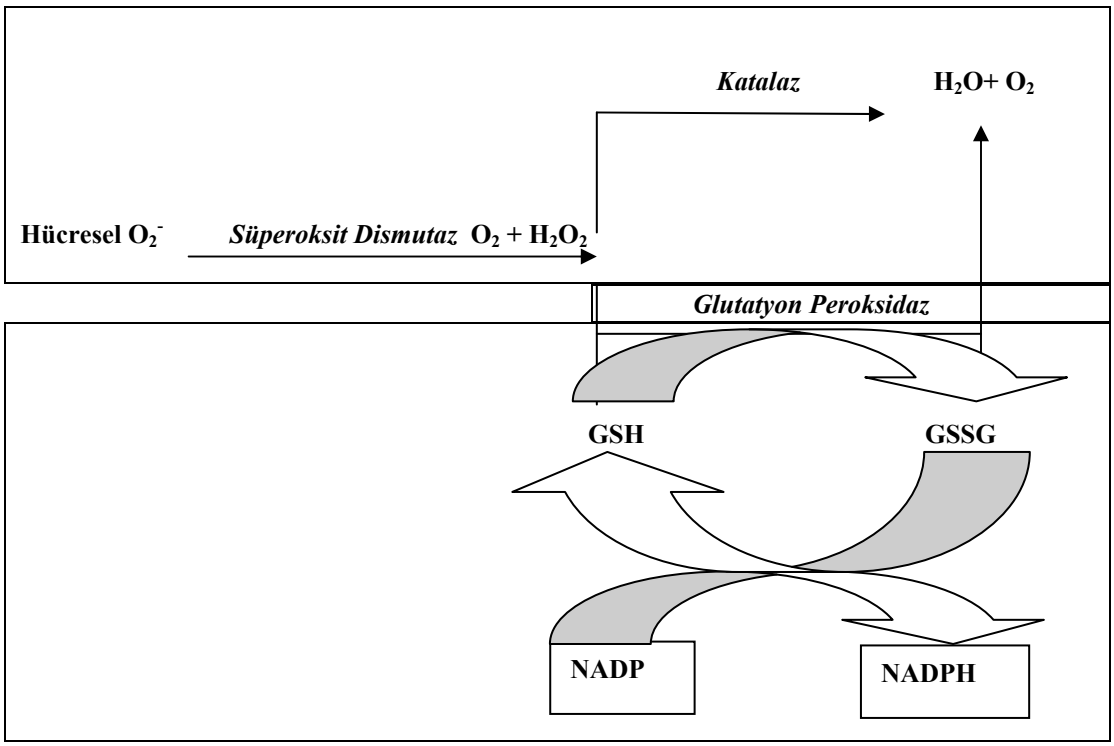
Serbest radikaller ve reaktif nitrojen türleri (RNS) hücresel metabolizmanın ürünleri olmakla beraber organizmaya hem yararlı hem de zararlı etkileri (dual etki) bulunmaktadır. Fizyolojik açıdan ROS, enfeksiyon ajanlarından korunmada etkili olduğu ve düşük dozlarda bulunduğunda ise mitojenik cevabı arttırdığı belirtilmiştir. Buna karşın, yüksek dozlarda ROS, hücresel yapıları tahrip ederek özellikle lipidlerin, membranların, proteinlerin ve nükleik asitlerin yapısını bozmakta, doku yıkımına ve yaşlanmaya neden olmaktadırlar. Serbest radikallerin biyolojik hasara neden olan zararlı etkileri oksidatif stres, RNS'nin fazla üretimi ve toksik etkileri ise nitrozatif stres olarak adlandırılmıştır.

Moleküler oksijenin kendisi de bir radikaldir ve oksijenin redüksiyonu ve enzimatik oksidasyon sırasında süperoksit anyon radikali (O_2^-) oluşmaktadır. Hücre mitokondrisi, süperoksit radikali üretiminde önemli bir yere sahiptir. Mitokondride adenozin trifosfat (ATP) üretimi için gerekli olan elektron taşıma zincirinde Kompleks I ve III yoluyla süperoksit üretilmektedir (Dündar ve Aslan 1999, Valko ve ark 2007).

Başlıca kaynağı moleküler oksijen olan ve ilk akla gelen serbest radikal, süperoksit radikalidir. Süperoksit radikaline proton eklenmesi ile ondan daha güçlü bir radikal olan perhidroksil radikali (HO_2^-) oluşmaktadır. Mitokondri serbest radikallerin oluşumunda önemli rol oynadığından membranlarının her iki tarafı Süperoksit dismutaz (SOD), Glutatyon (GSH), Glutatyon Peroksidaz (GPx) gibi bazı antioksidanlarla desteklenmiştir (Limón-Pacheco ve Gonsebatt 2009).

Süperoksit dismutaz süperoksit radikalinin dismutasyonunu katalize ederek ikinci bir ara ürün olan hidrojen peroksit (H_2O_2) oluşumuna katkıda bulunan

metalloprotein yapısında bir enzimdir. Hidrojen peroksit önemli bir oksidan olup hidrofobik membranlardan kolaylıkla geçmekte ve hücre düzeyinde hasarlara neden olmaktadır. Süperoksit radikali de membranları geçip transmembran anyon kanalları yoluyla hücreye ulaşmaktadır. Fagositoz esnasında oksijenden süperoksit ve daha sonra hidrojen peroksit yapımı da artar. Sadece hidrojen peroksit redüksiyonu ile değil, süperoksitin hidrojen peroksit ile ve ayrıca hidrojen peroksitin metal iyonlarının redükte formları ile etkileşimi sonucu oldukça toksik hidroksil radikali (OH^-) meydana gelmektedir. Hidroksil radikali organik moleküller ile hızlı bir şekilde reaksiyona girmektedir. Hidroksil radikalinin, lipidlerin doymamış hidrojen bağlarına hidrojen molekülü eklemesi veya ayırması onu son derece reaktif bir oksidan haline getirmektedir (Clarkson ve Thompson 2000, Valko ve ark 2006).



Şekil 1.1. Serbest radikaller ve savunma mekanizmaları (Kavas 1989).

1.1.1. Süperoksit Dismutaz

Süperoksit Dismutaz (SOD), 1968 yılında keşfedilmiştir. Üç türü vardır. Mitokondride bulunan Mn-SOD, sitozolde bulunan Cu-ZnSOD ve vasküler endotele bağlı Cu-SOD'dur (Memişoğulları 2005). Süperoksit dismutazlar, süperoksit radikalini hidrojen peroksite dönüştüren dismutasyon reaksiyonunda etkili enzimlerdir. Yüksek oksijen kullanımı olan dokularda fazladır. Ekstraselüler aktivitesi çok düşüktür. Organizmayı serbest radikal harabiyetine karşı korurlar (Akkuş 1995a).

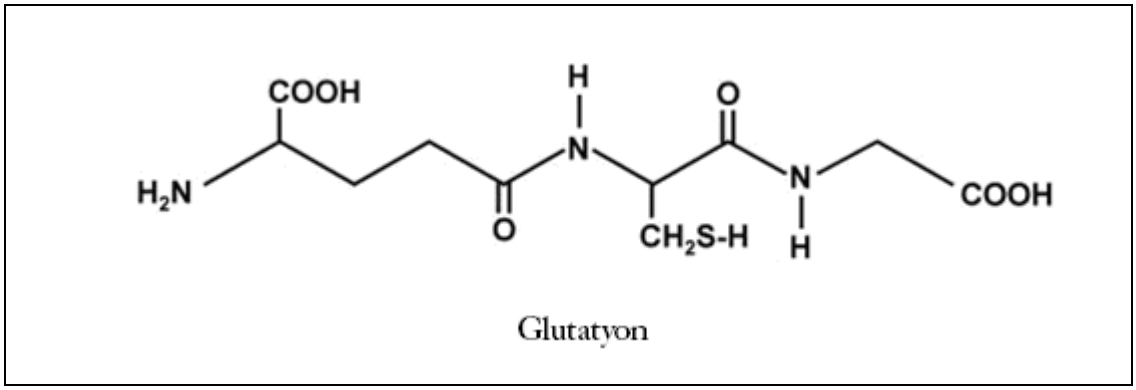
1.1.2. Katalaz

Enzimatik serbest radikal temizleyicilerinden olan katalaz (CAT), yapısında Fe^{+3} bulunduran 4 tane hem grubundan oluşmuş bir hemoproteindir. Glutatyon peroksidaz ile birlikte hidrojen peroksit detoksifikasyonunda rol oynayan en önemli antioksidanlardır. Katalaz ve peroksidazlar hem kan hücrelerinde hem de plazmada bulunmaktadırlar. Aktivitesi eritrosit, böbrek ve karaciğerde yoğundur. Katalaz daha çok peroksizomlarda ve mitokondride, glutatyon peroksidaz ise sitozol ve mitokondride lokalizedir. Her iki enzim de hidrojen peroksiti detoksifiye ederek hücre içi hidrojen peroksit konsantrasyonunu düzenler. Katalaz, hidrojen peroksiti su ve oksijene dönüştürerek ortadan kaldırmaktadır. Oksidatif stresin azaltılmasında önemli bir rol oynar (Urso ve Clarkson 2003, Memişoğulları 2005, Sureda ve ark 2005).

1.1.3. Glutatyon

Glutatyon (γ-glutamilsisteinilglisin), sitozol ve mitokondride bol miktarda bulunan, non-enzimatik, tripeptid yapısında bir tiyol antioksidandır. Redükte formu GSH, okside formu ise glutatyon disülfid (GSSG)'dir. Intraselüler glutatyon, hidrojen peroksit ve hidroperoksit varlığında glutatyon peroksidaz enziminin katalizlediği bir reaksiyon ile hızlı bir şekilde glutatyon disülfid formuna dönüşmektedir. Eğer oksidatif stress düzeyi yüksek değilse GSSG, glutatyon redüktaz (GR) enziminin yardımıyla ve Nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NADPH)'ın kullanılması ile tekrar GSH formuna dönmektedir. GSH, egzersizde dokuları oksidatif hasara karşı korumaktadır. Proteinlerdeki sülfidril (–SH) gruplarını redükte halde tutar. Ayrıca GSH, tokoferol radikallerinin sayısını azaltarak lipid peroksidasyonuna karşı korumaktadır.

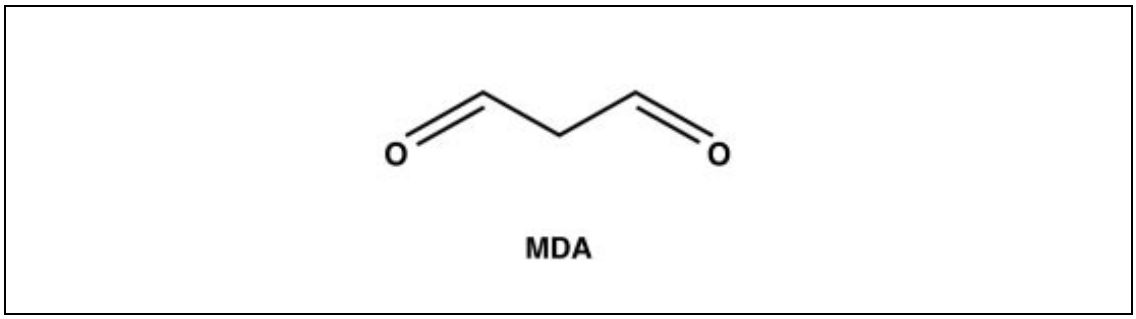
Okside glutatyonun tekrar redükte hale gelmesi NADPH'ın kullanılması ile mümkündür. Glutatyon, eritrositleri, lökositleri ve göz lenslerini oksidatif strese karşı korur. Egzersiz çalışmalarında GSH seviyeleri genelde kan, karaciğer ve kas dokusunda ölçülmektedir (Akkuş 1995c, Clarkson ve Thompson 2000, Banerjee ve ark 2003, Urso ve Clarkson 2003, Valko ve ark 2006, Sachdev ve Davies 2008).



Şekil 1.2. Glutatyon (Dalle-Donne 2006).

1.1.4. Malondialdehit

Serbest radikaller, oldukça reaktif ve kısa ömürlü olduklarından dolayı saptanmaları güçtür. Aldehitler, özellikle malondialdehit (MDA), lipid peroksidasyon tayininde oksidatif stres göstergesi olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Lipid peroksidasyon doymamış yağ asidinden bir hidrojen kopmasıyla başlamakta ve daha sonrasında lipid radikali (L^-) oluşmakta ve oluşan lipid radikali oksijenle birleşerek peroksil radikali (LOO^-) meydana gelmektedir. Kararsız olan bu yapı komşu yağ asitleri ile reaksiyona girmekte ve hücre membranında hasara neden olmaktadır. MDA tayininde kullanılan en iyi yöntem, tiyobarbitürik asit reaktif madde (TBARS) yöntemidir (Sachdev ve Davies 2008).



Şekil 1.3. MDA (Dalle-Donne 2006).

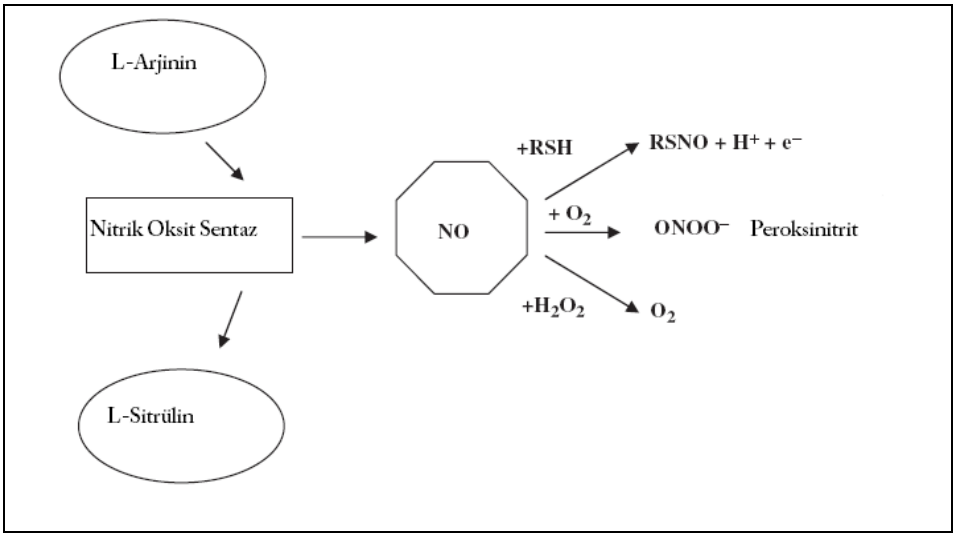
1.1.5. Nitrik Oksit

1980 yılında iki araştırmacı, Furchgott ve Zawadski in vitro ortamda asetilkolin (Ach) etkisi ile damar endotel hücrelerinden salınan ve damarları gevşeten bir maddenin varlığını bildirmişlerdir. Bu maddeye EDRF (Endothelial derived relaxing factor) adı verildi. Daha sonra yapılan ayrıntılı çalışmalar sonucunda EDRF'nin nitrik oksit (NO) olduğu gösterilmiştir. NO, küçük molekül ağırlıklı, hetrodiatomik moleküllü, lipofilik, serbest radikal bir gazdır. Ortamdaki oksijen ile hızlı bir biçimde reaksiyona girerek toksik olan nitrojen diokside (NO_2) dönüşebilmektedir. 1988 yılında nitrik oksit sentaz (NOS) enzimi keşfedilmiştir. NOS enzimi ile bir aminoasit olan L-arjininden nitrik oksit ve L-sitrülin oluşmaktadır. Bu oluşum esnasında oksijen ve kofaktörler olarak nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH), tetrahidrobiyopterin (BH_4), flavin mononükleotid (FMN) ve flavin adenin dinükleotid (FAD) gereklidir (Güray ve ark 1997, Aladağ ve ark 2000, Bülbül ve Soylu 2008, Tschakovsky ve Joyner 2008).

NOS'un, yapısal (cNOS) ve uyarılabilir (iNOS) olmak üzere iki izoformu bulunmaktadır. Yapısal izoformlarda endotelde (eNOS) ve nöronlarda (nNOS) bulunmaktadır. nNOS izoformu aynı zamanda NOS I olarak adlandırılmakta ve beyin, spinal kord, adrenal glandlar, uterus, mide ve iskelet kası hücrelerinde bulunmakta, sinir sisteminde nörotransmitter ve nöromodulatör olarak görev yapmaktadır. eNOS izoformu ise NOS III olarak adlandırılmakta, damar endotelinde bulunmakta, vasküler düz kasların tonusu, platelet adezyonu ve agregasyonunun düzenlenmesinde rol oynamaktadır. Hem nNOS hem de eNOS kalsiyum bağımlı iken, iNOS ise kalsiyum bağımsız NOS izoformudur. iNOS, lipopolisakkarit (LPS), Tümör nekrozis faktör alfa (TNF-α), endotoksin, interlökin (IL-1), sitokinler gibi patolojik uyarılar ile aktive olmaktadır. Bu izoform daha çok makrofajlarda,

eozinofillerde, hepatositlerde, nötrofillerde bulunmaktadır (Zago ve Zanesco 2006, Bülbül ve Soylu 2008, Suhr ve ark 2009).

NO'un, süperoksit ile reaksiyona girmesi sonucu reaktif bir oksidan olan peroksinitrit ($ONOO^-$) oluşmakta, peroksinitritin tirozin ile reaksiyona girmesiyle ise 3-nitrotirozin oluşmaktadır (Drew ve Leeuwenburgh 2002).



Şekil 1.4. Nitrik oksit sentezi (Tripathi ve ark 2007).

1.1.6. Maksimal Aerobik Güç

Maksimal aerobik güç ($VO_{2\ max}$), kişinin normal şartlarda, deniz seviyesinde yaptığı dinamik bir egzersiz esnasında ulaşmış olduğu en yüksek oksijen (O_2) tüketimidir ve aerobik kapasitenin tayininde kullanılır. Birim zamanda kullanılan O_2 miktarındaki artış, yüksek bir aerobik kapasitenin göstergesidir ve dayanıklılık sporlarında performansa etki eden çok önemli bir faktördür. Maksimal aerobik gücün tayininde en güvenilir test, maksimal VO_2 testidir. Bu test, kardiyorespiratuvar uygunluğun belirlenmesinde etkilidir. Yaş, cinsiyet, kalp debisi, arteriyovenöz oksijen farkı (a-v O_2), kan volümü, total hemoglobin (Hb) miktarı ve dayanıklılık antremanları maksimal aerobik gücü etkileyen faktörlerdir (Kara ve Gökbel 1997, Sınırkavak ve ark 2004).

1.1.7. 20 Metre Mekik Koşu Testi

Kardiyorespiratuvar veya aerobik uygunluğu değerlendirmede $VO_{2\ max}$ değeri sıklıkla kullanılmaktadır. $VO_{2\ max}$'ın direkt ölçümü için gelişmiş cihazlara ihtiyaç duyulduğundan oldukça maliyetli olması, laboratuvar koşullarında yapılması ve bu konuda yetişmiş personele ihtiyaç duyulması sebebiyle, daha pratik olan ve $VO_{2\ max}$'ı indirekt olarak saha şartlarında ölçebilen 20 metre mekik testi geliştirilmiştir (Ramsbottom 1988, Grant ve ark 1995).

20 Metre Mekik Koşu Testi çok aşamalı bir test olup ilk aşamaları ısınma temposunda olduğundan bu teste başlamadan önce ısınma egzersizi yapmaya gerek yoktur. Denekler 20 metrelik mesafeyi gidiş – dönüş olarak koşmaktadırlar. Koşu hızı sinyal veren bir teyp yardımıyla belirli aralıklarla denetlenmektedir. Denekler birinci sinyal sesini duyduğunda koşuya başlarlar ve ikinci sinyal sesine kadar diğer çizgiye ulaşmaları (bir ayak çizgiyi geçmelidir) gerekmektedir. İkinci sinyal sesini duyunca geri dönerek başlangıç çizgisine gelirler. Başlangıçta yavaş olan hız, her 10 saniyede bir giderek artar. Denek, ikinci sinyalde diğer çizgide olacak şekilde temposunu kendisi ayarlar. Denek bir sinyali kaçırır ve ikinci sinyale yetişirse test devam eder. Eğer denek üst üste iki sinyali de kaçırır ve diğer sinyalde çizgiye yetişemezse test sonlandırılır. Test sonunda koşulan mekik sayısına göre aerobik güç değerleri $VO_{2\ max}$ tahmin tablosundan, ml/kg/dk cinsinden hesaplanır (Günay ve ark 2006).

1.1.8. Akut Egzersizde Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma Sistemi

Serbest radikallerin üretimindeki artış egzersizin şiddeti, süresi ve egzersiz esnasında artan oksijen tüketimi ile paraleldir (Ji 1996).

Yapılan çalışmalara göre, yüksek şiddet düzeyinde yapılan akut aerobik egzersizin oksidatif stres ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Akut aerobik egzersiz ve oksidatif stres ile bağlantılı iki mekanizma bulunmaktadır.

a) VO_2 dinlenme seviyesinin 10-15 katına kadar çıkınca kütle olayının etkisiyle pro-oksidan aktivite artar.
b) Pro-oksidanlara oranla antioksidan aktivite yetersizdir (Alessio 2000).

1.1.9. Akut Egzersiz ve Oksidatif Stres

Fiziksel aktivite esnasında kaslarda artan oksijen tüketiminin bir sonucu olarak ROS oluşmaktadır (Özçelik ve Karataş 2008).

Egzersiz ile birlikte aktif kasların oksijen alımı onlarca kat artmaktadır. Fiziksel aktivite sırasında artan serbest radikal üretiminin ana kaynağı mitokondridir. Egzersizde, mitokondrideki oksijenin % 2-5 kadarı reaktif oksijen türlerine dönüşmektedir. Egzersiz esnasında ksantin oksidazın katalizlediği reaksiyonlar, prostanoidler, nötrofil aktivasyonu, kaslarda meydana gelen hipoksi, reoksijenasyon, kas içinde bozulan kalsiyum homeostazı ve demir içeren proteinler sayesinde de ROS oluşmaktadır. Yüksek şiddette egzersizde (maksimum oksijen tüketimi % 60'dan fazla) doku hasarı ve lokal inflamasyonlar olmaktadır. Özellikle kas boyunun uzadığı egzersizler sonrası nötrofilik aktivasyonda artış görülmektedir.

Yorucu egzersiz sonrası kas hücrelerinde lokal asidoz görülmektedir. Asidik ortam hemoglobinden oksijenin ayrışmasını sağlar. Ayrıca asidoza bağlı olarak transferrinden demir ayrılır. Egzersiz ile oluşan hipertermi oksidatif hasara yol açar. Serumda lipid peroksidasyon sonucu MDA, karbonil bileşikleri ve LDL (düşük dansiteli lipoprotein) artışı görülür. Oluşan süperoksit radikali serumda, nitrik oksit ile reaksiyona girerek peroksinitriti oluşturur. Proteinlerin tirozin kalıntıları ile peroksinitrit reaksiyona girerek 3-nitrotirozin meydana gelir. Bazı proteinlerin oksidasyonu sonucu, ditrozin, 3-klorotirozin, oksohistidin oluşmaktadır. Egzersiz ile birlikte plazmada kortizol ve katekolamin düzeyleri artmaktadır. Yorucu egzersize bağlı olarak plazmadaki katekolaminler otooksidasyona uğramaktadırlar. Yüksek şiddetli dinamik egzersizler sonrasında endotelyal hiposiye bağlı olarak hücresel ATP havuzu tükenmekte, ATP'ye bağımlı kalsiyum iyon pompası bozulmakta ve hücre içinde artan kalsiyum konsantrasyonu kalsiyum bağımlı proteazları aktive etmektedir. Aktive proteazlar süperoksit ve hidrojen peroksit oluşumunu hızlandırmaktadırlar.

Egzersiz yaparken çalışan kaslara gelen kan akımı 40 kata kadar artabilmektedir. Buna karşın karaciğer ve böbrek gibi iç organlara gelen oksijen miktarı azalmaktadır. Egzersiz sonrası bu organların reperfüzyonu sonucunda da serbest radikallerin yapımında artış olmaktadır (Sacheck ve Blumberg 2001, Banerjee ve ark 2003, Deaton ve ark 2003, Lamprecht ve ark 2004).

1.1.10. Akut Egzersiz ve Antioksidan Savunma

Akut egzersiz sonrası kas, karaciğer ve kalp dokularında SOD ve katalaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerinde artış görülmüştür (Banerjee ve ark 2003).

Akut egzersizde iskelet kası, kalp, karaciğer ve eritrositlerde SOD aktivitesi artar. Akut tüketici treadmill egzersizi sonrası CuZnSOD ve MnSOD enzim içerik ve aktivitelerinde 1 – 3 gün boyunca artış görülmüştür. Bu bulgu, egzersizin SOD gen ekspresyonunu uyarıcı bir etkisinin olduğunu göstermektedir (Dinçer 2001).

Antioksidan düzeyleri yapılan egzersizin şiddetine, tipine ve süresine göre farklılıklar göstermektedir. Sıçanlarda yapılan bir çalışmada plazmada total antioksidan kapasite düzeyleri akut egzersiz sonrası azalmıştır. Bu azalma, egzersizin yol açtığı serbest radikal oluşumundaki artışın büyük miktarlarda olduğunun ve antioksidan sistemin serbest radikal üretimi ile başa çıkmak için yetersiz kaldığının kanıtıdır (Fıçıcılar ve ark 2003).

Araştırmacılar, düzenli antreman yapmayan sağlıklı kişilerde yapılan treadmill efor testinin sonunda plazmada total antioksidan kapasite ve vitamin C düzeylerinin düştüğünü saptamışlardır. Antioksidan kapasitedeki bu düşüş oksidan / antioksidan dengesinin artmış olan oksidanlar neticesinde oksidatif stres lehine kaydığını göstermektedir (Demirbağ ve ark 2006).

1.1.11. Düzenli Egzersiz Oksidatif Stres ve Antioksidan Savunma

Yapılan çalışmalarda, akut aerobik egzersizin oksidatif stresi arttırdığı, kronik aerobik egzersizde ise endojen antioksidan üretiminde artış olduğu ve oksidatif stresin azaldığı gözlenmiştir (Alessio ve ark 2000).

Kronik egzersiz antioksidan savunmayı arttırmaktadır. Yapılan çalışmalarda kronik egzersiz sonrası eritrosit GSH, katalaz ve glutatyon redüktaz aktivitelerinde artış saptanmıştır. (Clarkson ve Thompson 2000).

Egzersiz ile birlikte antioksidan enzimlerde de bir artışın olduğu belirlenmiştir. Düzenli yapılan egzersiz, akut egzersiz sonrası artan oksidatif stresin azaltılmasında önemli bir adaptasyona neden olabilir. Düzenli antreman yapan sporcuların vücutlarında, reaktif oksijen ve nitrojen türlerinin oluşumunda azalma saptanmıştır. (Brites ve ark 1999). Bu durum sporcuların antioksidan savunma sistemlerinin iyi adapte olmasıyla açıklanabilir. Düzenli antreman yapan elit bayan futbolcuların 40 dakikalık bir futbol maçı sonrası plazma askorbik asit, alfa-tokoferol, ürik asit ve total GSH düzeylerinin maçtan hemen sonra arttığı

saptanmıştır. Antioksidan savunmadaki bu artış, endojen antioksidanların ve / veya dokularda biriken antioksidanların egzersizle birlikte dolaşıma geçişi ile açıklanabilir (Andersson ve ark 2009).

Düzenli yapılan egzersiz ve antremanlar, serbest radikallerin vücuda olan zararlı etkilerini azaltmakta ve antioksidan enzimlerin biyosentezini uyarmaktadır (Vina ve ark 2000).

Düzenli aerobik egzersiz yaptırılan sıçanların soleus kasında CAT, GPX ve Mn-SOD düzeyleri egzersiz yapmayan sıçanlarınkine oranla yüksek bulunurken Cu,Zn-SOD düzeylerinde ise bir değişiklik saptanmamıştır (Lumbertucci ve ark 2006).

Kılıç ve ark. (2006) elit atletlerde tüketici egzersizin tiroid hormonları ve testosteron seviyeleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Tüketici egzersizin sonunda atletlerin serum tiroid hormonlarının ve testosteron düzeylerinde belirgin bir inhibisyon saptanırken 4 haftalık çinko yüklemesinin bu inhibisyonu ortadan kaldırdığı görülmüştür (Kılıç ve ark 2006).

1.1.12. Endojen Antioksidanlar

Enzimler

- Mitokondrial sitokrom oksidaz sistemi
- Süperoksid dismutaz
- Katalaz
- Glutatyon Peroksidaz
- Glutatyon-S-transferaz
- Hidroperoksidaz

Enzim Olmayanlar

1- Lipid fazda bulunanlar

- Alfa tokoferol
- Beta karoten

2- Hücre sitozolünde veya kan plazmasında bulunanlar

- Askorbik asit
- Melatonin

- Ürat
- Sistein
- Serüloplazmin
- Transferrin
- Laktoferrin
- Miyoglobin
- Hemoglobin
- Ferritin
- Metionin
- Albumin
- Bilirubin
- Glutatyon

(Akkuş, 1995b)

2. GEREÇ ve YÖNTEM

2. 1. Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Bu araştırmaya Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi Bölümü'nde okuyan 18-24 yaş aralığına sahip 10 sedanter ve aynı takımda oynayan, düzenli olarak aynı antremanı yapan 10 voleybolcu olmak üzere toplam 20 bayan gönüllü alınmıştır. Çalışmaya gönüllü olarak katılan tüm bireyler çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve kendi istekleri ile çalışmaya katıldıklarını belirten onay formunu imzalamışlardır (Bkz. Ek A). Çalışma protokolü Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Etik Kurul Komitesi tarafından onaylanmıştır (Bkz. Ek B).

Çalışma öncesinde, denekler sağlık kontrolünden geçirilmiş, metabolik cevapların değişmemesi için 24 saat öncesi herhangi bir antreman yapılmaması, ilaç alınmaması, alkol ve kafein tüketilmemesi istenmiştir.

Çalışmada denekler eşit sayıda iki gruba ayrıldı:

Grup 1 (Voleybol Sporcu Grubu) (n=10): Aynı takımda oynayan, düzenli olarak aynı antremanı yapan bayan voleybolcuların oluşturduğu grup.

Grup 2 (Kontrol Grubu) (n=10): Sedanter Grup, düzenli antreman yapmayan bayan gönüllülerin oluşturduğu grup.

2.2. 20 Metre Mekik Koşu Testi Protokolü

Denekler koşu testine beşer kişilik gruplar halinde alınırlar. Birbirine 20 metre uzaklıkla çizilmiş iki çizgi arasında, daha önceden belirli bir protokole göre kasete kaydedilmiş düdük sesiyle koşmaya başlarlar. Deneklerden bir sonraki düdük sesinden önce diğer çizgiye ulaşmaları istenir (bir ayak çizgiyi geçmelidir). Düdük seslerinin araları başlangıçta uzun tutulur ve bunlar ısınma turları olduğu için deneklerin teste başlamadan önce ısınmalarına gerek yoktur. Zaman geçtikçe düdük seslerinin arasındaki süre kademeli olarak kısalır ve denekler giderek daha hızlı koşmak zorunda kalırlar. iki kez üst üste düdük sesinden önce karşı çizgiye ulaşamayan denek testi tamamlamış sayılır. Daha sonra bu test için özel hazırlanmış bir tablo yardımıyla, her deneğin testi bırakmak zorunda kaldığı seviyeye karşılık gelen $VO_{2\ max}$ değerleri (ml/kg/dk), indirekt olarak hesaplanır. Elde edilen indirekt $VO_{2\ max}$ değerleri fiziksel performansların kıyaslanmasında kullanılır.

2.3. Ölçüm Araçları

- 20 m uzunlukta kulvar oluşturabilecek bir spor salonu.
- Kulvar ve dönüş çizgileri için yapışkan şerit.
- Kaset çalar
- Protokolün önceden kaydedildiği bir kaset.
- Kademe ve tekrar için takip tablosu.

Testte deneklerin değerlendirilmesi için seviye formu bulunmalıdır. Her 20 m'lik çizgi geçildiğinde, form üzerine işaret konulur. Testin sonunda sporcunun aldığı işaretler hesaplanır ve değerlendirme tablosundan deneğin $VO_{2\ max}$ değeri ml/kg/dk cinsinden hesaplanır (Günay 2006).



Resim 2.1. 20 Metre mekik koşu testi

2.4. Verilerin Toplanması

Denekler sıra ile hazırlanan istasyonlarda teste alınmışlardır. Antropometrik ölçümlerde; boy uzunlukları, denek anatomik duruşta iken inspirasyon aşamasında, baş frontal düzlemde ve baş üstü tablası verteks noktasına değecek şekilde yerleştirilmiş ve cm cinsinden ölçülmüştür. Vücut ağırlıkları, denekler spor kıyafetleriyle ve ayakkabısız olarak elektronik tartı üzerinde anatomik duruşta iken kg cinsinden hesaplanmıştır. Deneklerin dinlenim kalp atım sayıları, egzersize başlamadan hemen önce oturur pozisyonda ve egzersiz bitiminde ölçülmüş ve değerler kaydedilmiştir.

Deneklerden Gazi Üniversitesi Mediko Sosyal biriminde görevli Doktor Abbas AKGÜN gözetiminde, görevli bir hemşire tarafından test öncesi ve testin hemen sonrasında her denekten 10 cc kan örnekleri sitratlı tüplere alınmıştır. Alınan kan örnekleri + 4^0C'de 3000 devirde 10 dakika santrifüj edildikten sonra eppendorf tüplere aktarılan plazma örnekleri analiz zamanına kadar - 80° C'de muhafaza edilmiştir. MDA, GSH ve CAT tayini için kullanılacak kitler, bir ticari firmadan (Onur Medikal) temin edilmiştir.



Resim 2.2. Kan örneklerinin alındığı tüpler

2.5. MDA Düzeyi Tayini

MDA analizleri Cayman marka (katalog no: 705002) ticari kitler kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi.

Vorteksle karıştırıldıktan sonra, tüpün ağzı kapatılıp 90 ^{o}C' deki su banyosunda 15 dakika bekletildi. Su banyosundan alınan tüpler, buz içerisinde 15 dakika bekletildikten sonra, oda sıcaklığına gelmesi sağlandı. 3000 rpm' de 10 dakika santrifüj edilerek süpernatant elde edildi.

2 ml süpernatant alınarak başka tüpe aktarıldı ve üzerine % 0,675'lik tiyobarbitürik asid (TBA)'dan 1 ml ilave edilerek, 90 ^{o}C' deki su banyosunda 15 dakika bekletildi. Örnekler tekrar buz dolu kap içerisinde 15 dakika bekletildikten sonra, oda sıcaklığına gelmesinin ardından spektofotometrede 532 nm' de kör tüpüne karşı absorbansları okundu (nmol/ ml).

Kör tüpü hazırlanırken, deney başlangıcındaki serum yerine 0,5 ml distile su alınıp diğer işlemlerin aynısı uygulandı.

2.6. GSH Düzeyi Tayini

GSH analizleri Cayman marka (katalog no: 7003002) ticari kitler kullanılarak ELİSA Kolorimetrik yöntemle tayin edildi.

Eritrositlerin tüm non-sülfidril grupları indirgenmiş GSH formundadır. 5,5'ditiyobis 2-nitrobenzoik asit (DNTB) disülfid kromojen yapısındadır ve sülfidril bileşikler tarafından indirgenerek sarı bileşik oluşturur. Bu indirgenmiş kromojenin 412 nm' de okunan absorbansı GSH konsantrasyonu ile doğru orantılıdır.

Tüm kandan 0,2 ml alınarak 10 ml'lik test tüpüne konuldu ve üzerine 1,8 ml distile su ilave edilerek hemoliz olabilmesi için iyice karıştırıldı. Presipitasyon solüsyonunun 3 ml' si hızlıca eklenip karıştırıldı. 5 dakika oda ısısında bekletildikten sonra kalın dereceli filtre kâğıtlarından filtre edildi.

Küvetler hazırlandıktan sonra, kapak ile kapatılarak karışması için 3 kere ters çevrildi ve 4 dakika içerisinde spektofotometrede 412 nm'de ölçüm yapıldı (µ mol/ ml).

2.7. CAT Düzeyi Tayini

CAT düzeyi tayini Cayman marka (katalog no: 707002) ticari kit kullanılmıştır. İncelenecek kuyucuklara 20 µl hidrojen peroksit eklendi, 20 dakika oda ısısında inkübe edildikten sonra 30µl potasyum hidroksit ve 30µl kromojen eklendi. 10 dakika oda ısısında inkübe edildikten sonra 10 µl potasyum periodate eklendi ve 5 dakika beklendikten sonra her bir numunenin absorbansları kuyucuklarda 540 nm'de okundu (nmol/min/ml).

2.8. Verilerin Analizi

Verilerin hesaplanmasında SPSS 13.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Grup içi değerlendirmede Paired Samples-t testi, gruplar arası değerlendirmede ise Student t testi uygulanmıştır (Özdemir 2005).

3. BULGULAR

Düzenli spor yapan ve kontrol grubu olarak alınan bayan deneklerin fiziksel özellikleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırma Kapsamına Alınan Grupların Ortalama Fiziksel Özellikleri

Değişkenler	Gruplar n=10		t	p*
	Kontrol (sedanterler)	Düzenli Spor Yapanlar		
Yaş (yıl)	19±1.78	20±1.18	0.734	0.631
Boy uzunluğu (cm)	167±2.38	1.81±4.67	2.931	0.084*
Vücut ağırlığı (kg)	66±6.14	67±5.73	0.974	0.749
Beden Kitle İndeksi (BKİ) [(Ağırlık/boy^2)]	22±3.2	20±4.6	2.697	0.081*

*p<0.05 düzeyine göre anlamlıdır.

Tablo 3.1'de görüldüğü gibi kontrol grubu ve düzenli spor yapan deneklerin yaşları birbirine çok yakındır. Boy uzunluğu ve Beden Kitle İndeksleri incelendiğinde kontrol grubu ile düzenli spor yapan grubun istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır (p<0.05).

Araştırma kapsamına alınan grupların egzersiz öncesi ve sonrası nabız sayılarını gösteren dağılım Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Araştırma Kapsamına Alınan Grupların Egzersiz Öncesi ve Sonrası Nabız Sayısı

Gruplar n=10	Egzersiz öncesi (atım/dk)	Egzersiz sonrası (atım/dk)	t	p*
Kontrol (sedanter)	83.00±3.34	181.60±4.22	-34.28	0.000
Düzenli spor yapanlar	79.00±4.13	196.40±3.35	-54.28	0.000

*p<0.001 düzeyinde anlamlıdır.

Araştırmaya alınan kontrol ve düzenli spor yapan grubun egzersiz öncesi ve sonrası nabız atım/dk sayıları p<0.001 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

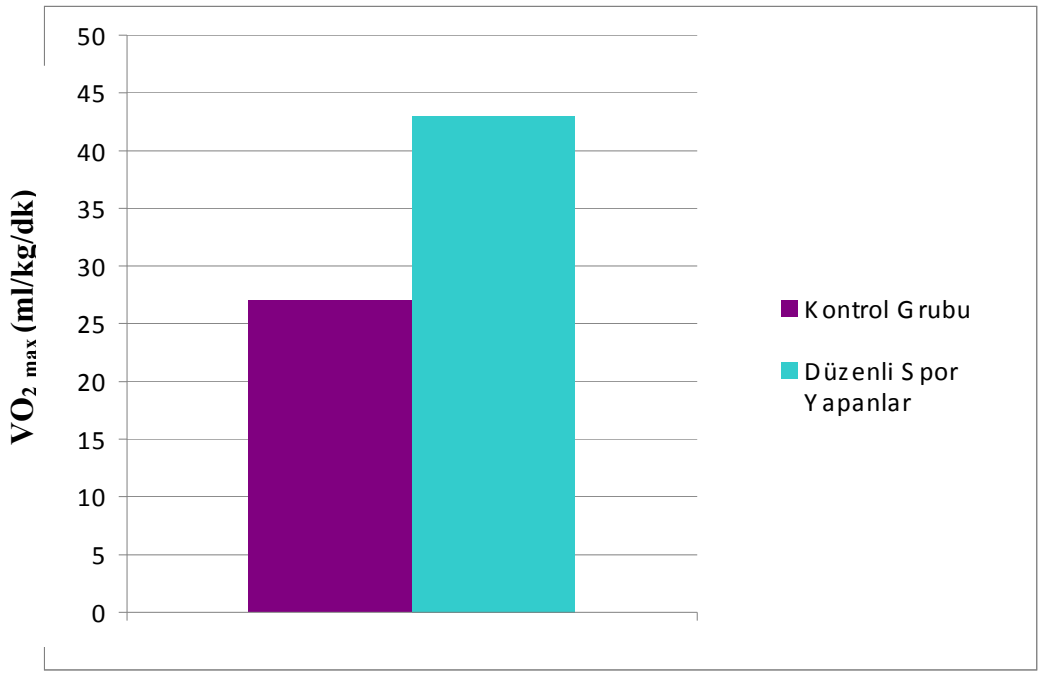
Düzenli spor yapan ve kontrol grubunun aerobik kapasitesi ($VO_{2\ max}$) sonuçları Tablo 3.3 ve Grafik 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Araştırma Kapsamına Alınan Grupların Aerobik Kapasitesi

$VO_{2\ max}$ (ml/kg/dk)	Kontrol (sedanter) n=10	Düzenli Spor Yapanlar n=10	t	p*
	26.91±3.67	41.78±4.91	13.99	0.000

*p<0.001 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3.3'te görüldüğü gibi kontrol sedanter grubu ile düzenli spor yapan deneklerin $VO_{2\ max}$ değişkenliği arasında p<0.001 düzeyinde anlamlı bir fark bulunmuştur.



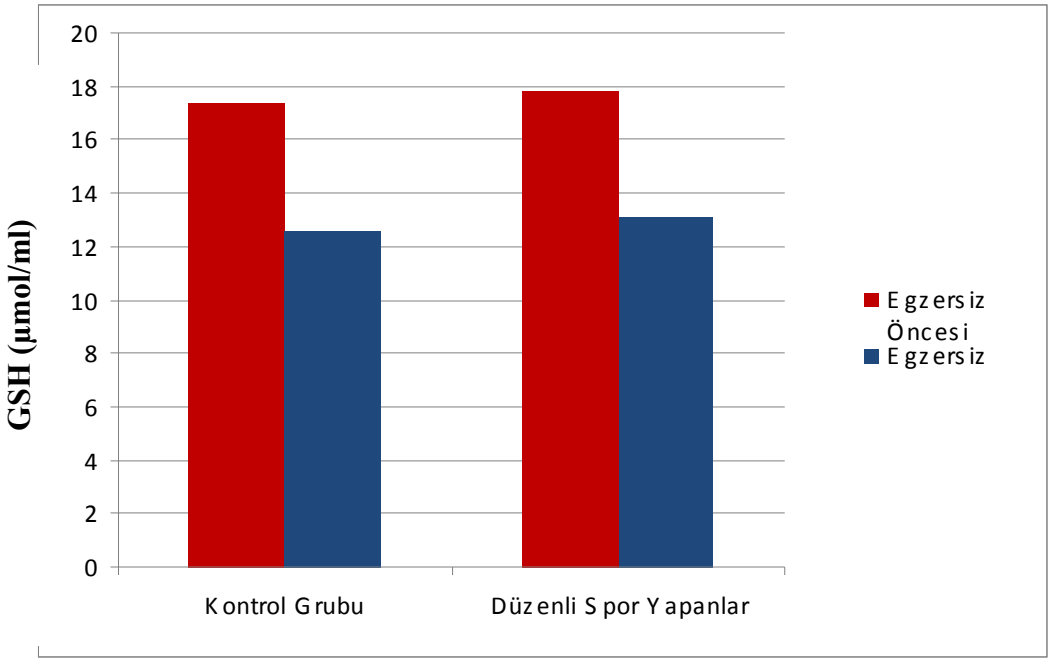
Grafik 3.1. Düzenli spor yapan ve kontrol gruplarının ($VO_{2\ max}$) aerobik kapasitesi

Düzenli spor yapan deneklerin ve sedanter grubun egzersiz öncesi ve sonrası plazmadaki Glutatyon (GSH) düzeylerini gösteren dağılım Tablo 3.4 ve Grafik 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Araştırma Kapsamına Alınan Grupların Egzersiz Öncesi ve Sonrası Plazmadaki Glutatyon (GSH) Düzeyleri

Gruplar n=10	Egzersiz Öncesi GSH (µmol/ml)	Egzersiz Sonrası GSH (µmol/ml)	t	p*
Kontrol (sedanter)	17.40±1.25	12.62±1.49	-2.94	0.003
Düzenli Spor Yapanlar	17.79±2.12	13.17±1.67	-3.90	0.002

*p<0.05 Paired-Samples T testi sonuçlarına göre anlamlılık düzeylerini göstermektedir.



Grafik 3.2. Kontrol grubu ve düzenli spor yapanların egzersiz öncesi ve sonrası plazma glutatyon (GSH) düzeyleri

Tablo 3.4 ve Grafik 3.2'de görüldüğü gibi düzenli spor yapan grup ile kontrol grubunda egzersiz öncesi ve sonrası plazmadaki glutatyon (GSH) düzeylerinde düşme görülmüştür. Plazma GSH düzeyindeki bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bir fark (p<0.05) olduğunu göstermektedir.

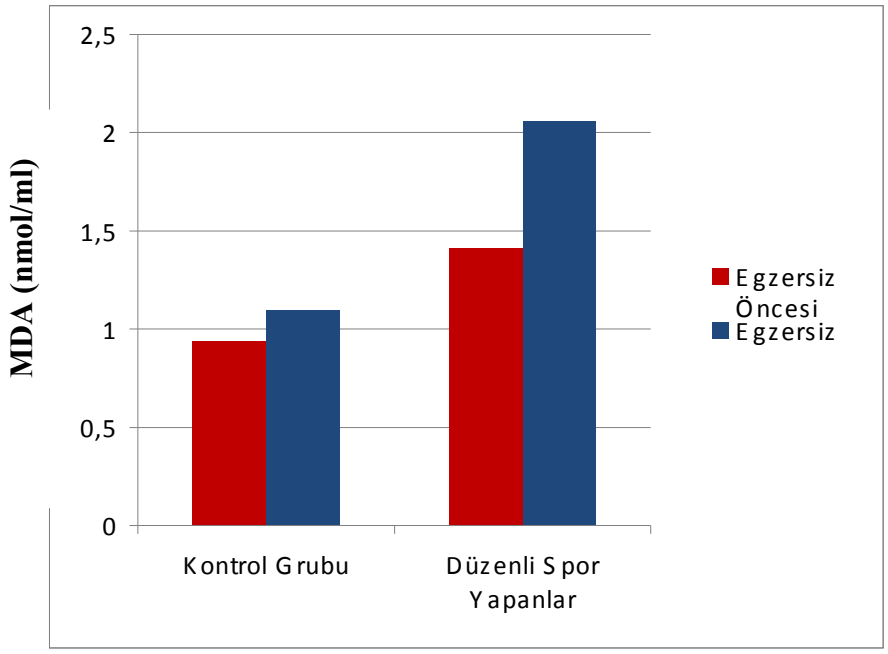
Araştırma kapsamına alınan, düzenli spor yapan denekler ile sedanterlerin egzersiz öncesi ve sonrası plazmadaki MDA (nmol/ml) düzeylerinin karşılaştırılması Tablo 3.5 ve Grafik 3.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.5. Araştırma Kapsamına Alınan Grupların Egzersiz Öncesi ve Sonrası Plazmadaki Malondialdehit (MDA) Düzeyleri

Gruplar n=10	Egzersiz Öncesi MDA (nmol/ml)	Egzersiz Sonrası MDA(nmol/ml)	t	p*
Kontrol (sedanter)	0.94±0.24	1.10±0.21	-4.59	0.001
Düzenli Spor Yapanlar	1.41±0.30	2.06±0.08	-7.47	0.000

*p<0.001 düzeyinde anlamlıdır.

Yukarıdaki Tablo 3.5'te ve Grafik 3.3'te görüldüğü gibi egzersiz öncesi ve sonrası düzenli spor yapan grup ile kontrol grubunun plazmadaki MDA düzeylerinde artış meydana gelmiştir. Bu artış p<0.001 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.



Grafik 3.3. Kontrol grubu ile düzenli spor yapanların egzersiz öncesi ve sonrası plazma malondialdehit (MDA) düzeyleri

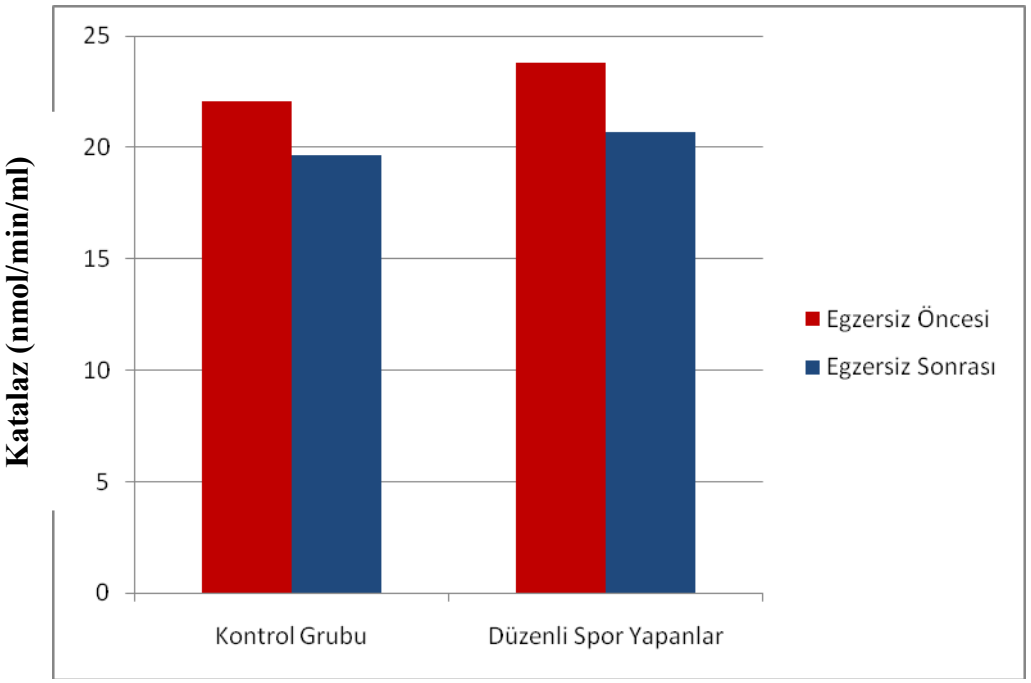
Araştırma kapsamına alınan kontrol grubunu oluşturan ve düzenli spor yapan deneklerin egzersiz öncesi ve sonrası plazma katalaz düzeyleri Tablo 3.6 ve Grafik 3.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.6. Araştırma Kapsamına Alınan Grupların Egzersiz Öncesi ve Sonrası Plazma Katalaz (CAT) Düzeyleri

Gruplar n=10	Egzersiz Öncesi Katalaz (nmol/min/ml)	Egzersiz Sonrası Katalaz (nmol/min/ml)	t	p*
Kontrol (sedanter)	22.09±2.15	19.64±1.79	5.12	0.001
Düzenli Spor Yapanlar	23.80±2.95	20.69±3.42	5.84	0.000

*p<0.001 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 3.6'da egzersiz öncesine göre egzersiz sonrasında plazma katalaz düzeylerinin düştüğü görülmektedir. Bu düşüş p<0.001 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.



Grafik 3.4. Grupların egzersiz öncesi ve sonrası plazma katalaz (CAT) düzeyleri

Grafik 3.4'te görüldüğü gibi kontrol grubu ve düzenli spor yapan grubun plazma katalaz düzeyleri egzersizden sonra düşmüştür. Bu düşüş p<0.001 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

4. TARTIŞMA

Egzersiz sırasında artan metabolik gereksinmeler kalp atım sayısı, atım volümü ve kan akımının artışı ile sağlanabilmektedir. Kalbin atım hacmi ne kadar fazla olursa $VO_{2\ max}$ de o derece yüksek olur. Düzenli spor yapanlarda $VO_{2\ max}$ 'ın daha yüksek olması beklenir (Yaprak ve Aslan 2008). Çalışmamızda deneklerin egzersiz testi sonrası $VO_{2\ max}$ değerleri karşılaştırılmış ve voleybol oynayan bayanların $VO_{2\ max}$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı şekilde sedanter gruptan yüksek bulunmuştur.

Serbest radikaller, hücredeki makromoleküller olan lipidler, proteinler ve DNA ile reaksiyona girmekte ve sıklıkla hücre membranının yapısında bulunan poliansatüre yağ asitlerini hedef almaktadırlar. Poliansatüre yağ asitlerinin sistematik oksidasyonuna lipid peroksidasyon denilmektedir. Lipid peroksidasyon sonucu hücre membranının yapısal bütünlüğünde bozulmalar meydana gelmektedir. Özellikle, hücre içine glukoz alımı azalmakta, hücresel ve immün fonksiyonlardaki cevaplarda değişiklikler gözlenmektedir.

GSH, başta karaciğerde olmak üzere pek çok dokuda yüksek düzeylerde bulunan glutamat, sistein ve glisinden sentezlenebilen bir tripeptiddir. GSH, serbest radikaller ve peroksitlerle reaksiyona girerek hücreleri oksidatif hasara karşı korumaktadır (Öztürk ve ark 2001).

GSH, serbest sülfidril grubu içermesi nedeniyle nükleofilik bir bileşiktir ve redükleyici özellikler göstermektedir. Reaktif bileşiklerin detoksifikasyonunda önemli bir rol oynamaktadır. GSH, egzersiz esnasında dokuları oskidatif hasardan korumaktadır. Hidrojen peroksit ve organik peroksitleri azaltmaktadır. Ayrıca GSH, semihidroaskorbat radikalini azaltmak suretiyle tokoferol radikallerini azaltmaktadır. Böylece lipid peroksidasyona karşı koruyucu bir etki oluşturmaktadır. Egzersiz esnasında plazmadan iskelet kaslarına GSH geçişi olmaktadır (Kurutaş 2001).

Serbest radikallerin artışına cevap olarak GSH, GSSG'ye okside olmaktadır. Egzersiz sonrası glutatyon düzeylerindeki değişikliği araştırmak amacıyla antremanlı deneklere koşu bandında tüketici bir egzersiz uygulanmış ve egzersiz sonrası kanda GSSG miktarının arttığı ve 1 saat içinde eski düzeyine geri döndüğü saptanmıştır. Kandaki GSH seviyesinde ise belirgin bir değişiklik olmamıştır (Sastre ve ark 1992).

Tessier ve ark (1995) ise maksimal aerobik kapasite testi sonrası kanda GSSG'nin arttığını ve GSH/GSSG oranının ise azaldığını saptamışlardır.

Gohil ve ark (1988) ise uzamış submaksimal egzersize bağlı olarak kanda GSSG'de artma meydana geldiğini ve GSH düzeylerinin ise düştüğünü belirtmişlerdir.

Bu çalışmalara karşın Camus ve ark (1994) ile Marin ve ark (1990) yaptıkları çalışmalarda kanda egzersiz sonrası GSH ve GSSG düzeylerinde herhangi bir değişiklik saptamamışlardır. Bu durum yapılan egzersizin süresinin, şiddetinin ve tipinin değişik sonuçlara yol açtığını göstermektedir.

Andersson ve ark (2009) elit bayan futbolcularda 90 dakikalık bir maç sonunda oksidatif stresin bir göstergesi olarak plazma GSH/GSSG oranının azaldığını ve GSSG oranının ise artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu durum, uzun süreli yorucu bir aktivitenin oksidatif stres üretimini arttırdığının bir kanıtıdır.

Çalışmamızın başlangıcında her iki grupta ölçülen plazma GSH düzeyleri egzersiz testi sonunda anlamlı derecede düşük bulunmuştur. ($p<0.05$)

Yapılan çalışmaların bulguları ile sunulan çalışmanın verileri arasında uyumluluk bulunmaktadır.

MDA, lipid peroksidasyonun dolayısıyla oksidatif stresin en önemli göstergelerinden biridir. MDA miktarı egzersiz ile birlikte çeşitli dokularda artış göstermektedir. Lipid peroksidasyonun büyüklüğü egzersizin şiddeti ve tipine bağlıdır (Banerjee 2003, Kerksick ve Willoughby 2005).

Lekhi ve ark (2008) yaptıkları bir çalışmada elit bisikletçiler ve sedanter olmak üzere 2 gruba tüketici egzersiz testi uygulamışlardır. Test sonrası elit bisikletçilerde serum MDA ve SOD oranlarının sedanter gruba oranla daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Fakat elit bisikletçilerde test sonunda serum katalaz düzeyleri sedanter gruba oranla düşük bulunmuştur. Katalaz aktivitesindeki bu düşüş hidrojen peroksit oluşumundaki azalmayı işaret etmektedir. Bu durum düzenli egzersiz yapan bireyler için adaptif bir değişikliktir.

Öztaşan ve ark (2004) sıçanlara 8 hafta boyunca uygulanan dayanıklılık antremanı sonrası uygulanan akut tükenme egzersizinin, hem kontrol grubunda hem de antremanlı grupta eritrosit MDA düzeylerinde artışa yol açtığını belirtmişlerdir.

Metin ve ark (2003) futbolcular üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, maksimal eforun sarfedildiği Bruce protokol testi sonrası futbolcuların plazma MDA düzeylerinin kontrol grubuna oranla önemli düzeyde düşük olduğunu saptamışlardır.

Bryant ve ark (2003) bisikletçilerde gerçekleştirdikleri çalışmada, vitamin C ve E alımının egzersize bağlı lipid peroksidasyon üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Sadece vitamin C takviyesi alan deneklerin hem dinlenim hem de egzersiz sonrası plazma MDA düzeylerinde artış saptanmıştır. Vitamin E takviyesi alan grupta ise egzersiz sonrası MDA düzeyleri plasebo kullananlara oranla oldukça düşüktür. Çalışmanın sonunda vitamin E'nin lipid peroksidasyona karşı vitamin C'ye oranla daha etkili olduğu saptanmıştır.

Marini ve ark (2007) 14 hafta boyunca antreman yaptırılan sıçanların plazma MDA düzeylerinin kontrol grubuna oranla yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Çalışmamızda, her iki grupta da egzersiz testi öncesi ölçülen plazma MDA düzeyleri egzersiz sonrası anlamlı bir şekilde artmıştır ($p< 0.001$). Elde ettiğimiz artmış MDA düzeyleri literatür ile paralellik göstermektedir.

Düzova ve ark (2006) sıçanlarda 13 hafta boyunca koşu bandında orta ve yüksek şiddette antremanların etkisini araştırmışlardır. Orta düzeyde antreman yaptırılan sıçanların CAT aktivitesi kontrol grubuna göre yüksek çıkmıştır. Yüksek şiddette egzersiz yaptırılan grupta ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada antioksidan sistemin bir göstergesi olarak egzersiz testi öncesi ölçülen plazma katalaz düzeyleri test sonrası ölçülen düzeylerden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p< 0.001$).

Mignini ve ark (2008) Sporcularda gerçekleştirdikleri stres testinin sonunda plazma MDA konsantrasyonlarında test sonrası belirgin bir değişiklik saptamamış, eritrosit CAT aktivitesi ise % 33 oranında arttığını artmıştır. 24 saat sonra ise eritrosit CAT aktivitesi test öncesi düzeyine indiğini belirlemişlerdir.

Cholewa ve ark (2008) Vitamin C alımının maksimal egzersiz testinin sonrası basketbol oyuncularının kan antioksidan parametrelerine olan etkilerini araştırmışlardır. Egzersiz sonrası 21 gün boyunca vitamin takviyesi alan gruptaki ve kontrol grubundaki deneklerin eritrosit SOD, CAT, GPx ve GSH aktivitelerinde herhangi bir değişiklik saptamamış, plazma MDA düzeylerinde ise düşük düzeyde bir artış olduğunu saptamışlardır.

Marzatico ve ark (1997) atletler üzerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, atletlerde kısa mesafe koşusunun eritrosit CAT aktivitesinde bir değişikliğe yol açmadığını fakat uzun mesafe koşularına katılan atletlerde 24 ve 48 saat sonrasında CAT aktivitelerinde yükselme olduğunu bildirmişlerdir.

Rokitzki ve ark (1994) maraton koşusuna katılan atletlerin eritrosit CAT aktivitelerinde bir değişiklik olmadığını, Aguilo ve ark (2000) ise antremanlı bisikletçilerde gerçekleştirdikleri submaksimal egzersiz sonunda eritrosit CAT aktivitelerinde % 20 oranında bir düşüş olduğunu belirtmişlerdir.

Her iki grupta da egzersiz testi öncesi ölçülen plazma CAT düzeyleri egzersiz sonrası anlamlı bir şekilde düşmüştür ($p< 0.001$). Aguilo ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışma bizim çalışmamızdaki CAT düzeyleri ile paralellik göstermektedir.

Egzersize bağlı olarak lipid peroksidasyon ve antioksidan enzimlerin etkisi üzerine yapılan çalışmalarda birbiriyle çelişen farklı veriler bulunmaktadır. bazı araştırmacıların çalışmalarında antioksidan enzim düzeyleri egzersiz ile birlikte artarken, bazılarında değişmemekte, bazılarında ise düşmektedir. Çelişkili görünen bu tip sonuçların alınmasına neden olarak; araştırmanın deney hayvanı veya insanlarda yapılmış olması, uygulanan egzersizin tipi, yoğunluğu, süresi, ölçümlerin yapılış şekli, süresi ve tercih edilen yöntemlerdeki farklılıklar sayılabilir.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada, elde edilen bulgular değerlendirildiğinde hem spor yapan bayanlarda hem de sedanterlerde mekik koşu testi gibi aşırı yoğun bir egzersizin serbest radikal üretimini uyardığını ve aynı zamanda antioksidan aktiviteyi ise baskıladığını göstermektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada sonuç olarak;

1) Spor yapan bayanlarda ve sedanterlerde maksimal bir aerobik bir test olan mekik koşu testinin serbest radikal üretiminde dolayısıyla lipid peroksidasyonda artış ile sonuçlanmıştır.
2) Her iki grupta da antioksidan enzim aktivitelerinin dinlenik durumdaki düzeylere oranla belirgin bir biçimde düşük çıkmıştır. Muhtemelen bu olay iki faktörden kaynaklanabilir.

a) Serbest radikaller lipid peroksidasyona yol açarak membran yük dengesi, yapısı ve akışkanlığını değiştirmekte bu durumda antioksidan statünün değişmesine neden olabilmektedir.
b) Yüksek yoğunluklu egzersiz ile indüklenen oksidatif strese bağlı olarak serbest radikallerin oluşumundaki artışa karşın antioksidan kapasite bu artışa cevap vermekte yetersiz kalabilmektedir.

Dolayısıyla akut tüketici egzersizlerin oksidatif stresi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan serbest radikal hasarını arttırması nedeniyle beden sağlığı açısından yüksek yoğunluklu olmayan düzenli egzersizler yapılması ve egzersiz yükünün uzman kişilerin tavsiyesi ile düzenlenmesi önerilmektedir.

6. ÖZET

T.C

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bayan Sporcularda 20 metre Mekik Koşu Testinin Oksidatif Stres ve Antioksidan Düzeyleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Emre Özgür Bulduk

Fizyoloji Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA-2010

Bu çalışma, maksimal bir aerobik test olan 20 metre mekik koşu testinin bayan sporcularda oksidatif stres ve antioksidan düzeyleri üzerine etkilerinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Çalışmamıza Beden Eğitimi Bölümü'nde okuyan 18-24 yaş aralığına sahip 10 sedanter ve aynı takımda oynayan, düzenli olarak aynı antremanı yapan 10 voleybolcu olmak üzere toplam 20 bayan gönüllü katılmış, sporcu ve kontrol grubu olmak üzere 2 gruba ayrılmışlardır.

Bu çalışmada, sporcu ve kontrol grubuna bir defa olmak üzere kardiyorespiratuar verimliliği ve aerobik kapasiteleri gösteren testlerden biri olan 20 metre mekik koşu testi uygulanmıştır. Test öncesi ve testten hemen sonra deneklerden kan örnekleri alınmış ve alınan kan örneklerinde oksidatif stres göstergesi olarak Malondialdehit (MDA) ve antioksidan gösterge olarak Glutatyon (GSH) ve Katalaz (CAT) düzeyleri incelenmiştir.

Elde edilen veriler ışığında, her iki grupta test sonrası MDA düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. ($p<0.001$) GSH ve CAT düzeyleri ise her iki grupta da test sonrası sırasıyla ($p<0.05$) ve ($p<0.001$) anlamlı derecede düşüktür.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada, elde edilen bulgular değerlendirildiğinde hem spor yapan genç bayanlarda hem de sedanterlerde mekik koşu testinin serbest radikal üretimini uyardığını ve aynı zamanda antioksidan aktiviteyi ise baskıladığını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: Bayan, 20 metre mekik koşu testi, MDA, GSH, CAT.

7. SUMMARY

Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a 20 meter shuttle run test in female volleyball players

The aim of this study is to evaluate the effects of oxidative stress and levels of plasma antioxidants in female volleyball players in response to 20 meter shuttle run test.

The study included 10 female volleyball players and 10 sedentary subjects, in the range of 18-24 years of age. Blood samples were taken before and immediately after the test. We have investigated the changes in the activities of antioxidant enzymes - reduced glutathione (GSH), catalase (CAT) – and malondialdehyde (MDA) as a lipid peroxidation marker in plasma of all subjects.

After the test, plasma levels of MDA were increased ($p<0.001$) in all subjects and plasma GSH and CAT enzymes levels were found significantly lower than the resting values in both groups ($p<0.05$) and ($p<0.001$) respectively.

Findings of our study demonstrate that in both female groups 20 meter shuttle run test leads to production of more reactive oxygen species than the antioxidant systems can scavenge, it seems that the vulnerability of the body to oxidative stress is significantly enhanced after strenuous exercise test.

Key Words: Female, 20 meter shuttle run test, MDA, GSH, CAT.

8. KAYNAKLAR

1.Aguiló A, Tauler P, Gimeno I, Fuentespina E, Pons A. Changes in erythrocyte antioxidant enzymes during prolonged submaximal exercise. Biofactors. 2000;11(1-2):27-30.

2.Akkuş İ. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri. 1. Baskı. Konya, Mimoza Basım – Yayım ve Dağıtım A.Ş, 1995a. 49-50.

3.Akkuş İ. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri. 1. Baskı. Konya, Mimoza Basım – Yayım ve Dağıtım A.Ş, 1995b. 42-43.

4.Akkuş İ. Serbest Radikaller ve Fizyopatolojik Etkileri. 1. Baskı. Konya, Mimoza Basım – Yayım ve Dağıtım A.Ş, 1995c. 76-77.

5.Aladağ MA, Türköz Y, Özerol İH. Nitrik oksit ve nörofizyopatolojik etkileri. T Klin Tıp Bilimleri 2000; 20:107-111.

6.Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, Wiley RL. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. Med Sci Sports Exerc. 2000 Sep;32(9):1576-81.

7.Andersson H, Karlsen A, Blomhoff R, Raastad T, Kadi F. Plasma antioxidant responses and oxidative stress following a soccer game in elite female players. Scand J Med Sci Sports. 2009. 35-42.

8.Aslan R, Şekeroğlu MR. Egzersize bağlı lipid peroksidasyonu ve antioksidan statüsü çalışmalarında sonuçlara etkili faktörler. Spor Hekimliği Dergisi, 1996; 31: 145-152.

9.Banerjee AK, Mandal A, Chanda D, Chakraborti S. Oxidant, antioxidant and physical exercise. Mol Cell Biochem. 2003 Nov;253(1-2):307-12.

10.Baydil B. Sedanter Erkeklerde Yüksek İrtifada Uygulanan Yoğun İnterval Antreman Programının Aerobik ve Anaerobik Kapasiteye Etkisi. Kastamonu Eğitim Dergisi. 2005; Cilt 13: 655-652.

11.Brites FD, Evelson PA, Christiansen MG, Nicol MF , Basilico MJ, Wikinski RW, Llesuy SF. Soccer players under regular training show oxidative stress but an improve plasma antioxidant status. Clinical Science (1999) 96, 381–385.

12.Bryant RJ, Ryder J, Martino P, Kim J, Craig BW. Effects of vitamin E and C supplementation either alone or in combination on exercise-induced lipid peroxidation in trained cyclists. J Strength Cond Res. 2003 Nov;17(4):792-800.

13.Bülbül A, Soylu MS. Nitrik oksitin kalp damar sistemi üzerine etkileri. Vet Hekim Der Derg. 2008; 79(2): 49-54.

14.Camus G, Felekidis A, Pincemail J, Deby-Dupont G, Deby C, Juchmes-Ferir A, Lejeune R, Lamy M. Blood levels of reduced/oxidized glutathione and plasma concentration of ascorbic acid during eccentric and concentric exercises of similar energy cost. Arch Int Physiol Biochim Biophys. 1994 Jan-Feb;102(1):67-70.

15.Cholewa J, Poprzęcki S, Zajac A, Waskiewicz Z. The influence of vitamin C on blood oxidative stress parameters in basketball players in response to maximal exercise. Science & Sports. 2008;23 (3-4):176-82.

16.Clarkson PM, Thompson HS. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health?. Am J Clin Nutr. 2000 Aug;72(2 Suppl):637S-46S.

17.Dalle-Donne I, Rossi R, Colombo R, Giustarini D, Milzani A. Biomarkers of oxidative damage in human disease. Clin Chem. 2006 Apr;52(4):601-623.

18.Deaton CM, Marlin DJ. Exercise-associated oxidative stress. Clin Tech Equine Prac. 2003; 2(3):278-291.

19.Demirbağ R, Yilmaz R, Güzel S, Celik H, Koçyigit A, Ozcan E. Effects of treadmill exercise test on oxidative/antioxidative parameters and DNA damage. Anadolu Kardiyol Derg. 2006 Jun;6(2):135-40.

20.Dinçer C, Egzersizle oluşan kas hasarında serbest radikal mekanizmalar. Spor ve Tıp. 2001;9(7-8):11-14.

21.Drew B, Leeuwenburgh C. Aging and the role of reactive nitrogen species. Ann N Y Acad Sci. 2002 Apr;959:66-81.

22.Dündar Y, Aslan R. Hücre moleküler statüsünün anlaşılması ve fizyolojik önem açısından radikaller-antioksidanlar. Cerrahi Tıp Bilim. Derg. 1999;2(2):134-142.

23.Düzova, H, Emre MH, Karakoç Y, Karabulut AB, Yılmaz, Z, Gürsul C, Yoloğlu S. Orta ve yüksek düzeyde treadmill egzersizinin sıçanların kas ve eritrosit oksidan ve antioksidan sistemine etkisi. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2006; 13(1): 1-5.

24.Ergun N, Baltacı G, Yılmaz. Elit bir voleybol takımının fiziksel yapı, uygunluk ve performans düzeyinin analizi. Voleybol Bilim ve Teknoloji Dergisi. 1994; Ekim 2:26-27.

25.Ersoy G, Hasbay A. Egzersize bağlı serbest radikal oluşumu ve serbest radikal temizleyicisi besin ögeleri. Spor ve Tıp. Kasım – Aralık 1998; Yıl 6: 11-12.

26.Fıçıcılar H, Zergeroglu AM, Tekin D, Ersoz G. The effects of acute exercise on plasma antioxidant status and platelet response. Thromb Res. 2003;111(4-5):267-71.

27.Gohil K, Viguie C, Stanley WC, Brooks GA, Packer L. Blood glutathione oxidation during human exercise. J Appl Physiol. 1988 Jan;64(1):115-9.

28.Grant S, Corbett K, Amjad AM, Wilson J, Aitchison T. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. Br J Sports Med. 1995; Sep 29(3):147-52.

29.Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. 1.Baskı. Ankara, Gazi Kitabevi, 2006; 538.

30.Güray A, Samanci N, Ovalı F, Dağoğlu T. Nitrik oksit: fizyolojisi ve klinik önemi. Turkiye Klinikleri J Med Sci. 1997;17:115-119.

31.Ji LL. Exercise, oxidative stress, and antioxidants. Am J Sports Med. 1996;24(6 Suppl):S20-4.

32.Kanter M. Free radicals, exercise and antioxidant supplementation. Proc Nutr Soc. 1998; Feb 57(1): 9-13.

33.Kara M, Gökbel H. Maksimal aerobik gücü etkileyen faktörler. Genel Tıp Dergisi. 1997; 7(1):39-42.

34.Kavas G. Serbest radikaller ve organizma üzerine etkileri, Türkiye Klinikleri. 1989; 9(1):1-8.

35.Kerksick C, Willoughby D. The antioxidant role of glutathione and N-acetyl-cysteine supplements and exercise-induced oxidative stress. J Int Soc Sports Nutr. 2005 Dec 9;2:38-44.

36.Kılıç M, Baltacı AK, Gunay M, Gökbel H, Okudan N, Cicioglu I. The effect of exhaustion exercise on thyroid hormones and testosterone levels of elite athletes receiving oral zinc. Neuro Endocrinol Lett. 2006 Feb-Apr;27(1-2):247-52.

37.Korkmaz F. Voleybol teknik-taktik. 1. Baskı. İstanbul, Ekin Kitabevi, 2003a; 3.

38.Korkmaz F. Voleybol teknik-taktik. 1. Baskı. İstanbul, Ekin Kitabevi, 2003b; 4 -21.

39.Kurutaş E. Endosülfanın fare eritrosit antioksidan sistemleri ve malondialdehit düzeyleri üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 2001,26(1):14-19.

40.Lambertucci RH, Levada-Pires AC, Rossoni LV, Curi R, Pithon-Curi TC. Effects of aerobic exercise training on antioxidant enzyme activities and mRNA levels in soleus muscle from young and aged rats. Mech Ageing Dev. 2007 Mar;128(3):267-75. Epub 2006 Dec 23.

41.Lamprecht M, Greilberger J, Oettl K. Analytical aspects of oxidatively modified substances in sports and exercises. Nutrition. 2004 Jul-Aug;20(7-8):728-30.

42.Lekhi C, Gupta PH, Singh B. Influence of exercise on oxidant stress products in elite Indian cyclists. Br J Sports Med. 2008 Oct;41(10):691-3.

43.Limón-Pacheco J, Gonsebatt ME. The role of antioxidants and antioxidant-related enzymes in protective responses to environmentally induced oxidative stress. Mutat Res. 2009 Mar 31;674(1-2):137-47.

44.Marin E, Hänninen O, Müller D, Klinger W. Influence of acute physical exercise on glutathione and lipid peroxides in blood of rat and man. Acta Physiol Hung. 1990;76(1):71-6.

45.Marini M, Lapalombella R, Margonato V, Ronchi R, Samaja M, Scapin C, Gorza L, Maraldi T, Carinci P, Ventura C, Veicsteinas A. Mild exercise training, cardioprotection and stress genes profile. Eur J Appl Physiol. 2007 Mar;99(5):503-10.

46.Marques MC, Tillaar R, Vescovi JD, González-Badillo JJ. Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: a case study. J Strength Cond Res. 2008; Jul 22(4):1147-55.

47.Marzatico F, Pansarasa O, Bertorelli L, Somenzini L, Della Valle G. Blood free radical antioxidant enzymes and lipid peroxides following long-distance and lactacidemic performances in highly trained aerobic and sprint athletes. J Sports Med Phys Fitness. 1997 Dec;37(4):235-9.

48.Memişoğulları R. Diyabette serbest radikallerin rolü ve antioksidanların etkisi. Düzce Tıp Fakültesi Dergisi 2005;3:30-39.

49.Metin G, Gümüştaş MK, Uslu E, Belce A, Kayserilioglu A. Effect of regular training on plasma thiols, malondialdehyde and carnitine concentrations in young soccer players. Chin J Physiol. 2003 Mar 31;46(1):35-9.

50.Mignini F, Tomassoni D, Traini E, Streccioni V. Antioxidant endogenous defense in a human model of physical stress. Clin Exp Hypertens. 2008 Nov;30(8):776-84.

51.Özçelik O, Karataş F. Şiddeti düzenli olarak artan işe karşı yapılan egzersizin obezlerde serum malondialdehid ve vitamin a, e, c düzeyleri üzerine olan etkisi. F.Ü. Sağ. Bil. Derg. 2008: 22 (6): 337–341.

52.Özdemir O. Medikal İstatistik. 1.Baskı. İstanbul, istanbul Medikal Yayıncılık, 2005; 130-138.

53.Öztaşan N, Taysi S, Gumustekin K, Altinkaynak K, Aktas O, Timur H, Siktar E, Keles S, Akar S, Akcay F, Dane S, Gul M. Endurance training attenuates exercise-induced oxidative stress in erythrocytes in rat. Eur J Appl Physiol. 2004 May;91(5-6):622-7.

54.Öztürk M, Güzelhan Y, Sayar K, Tüzün Ü. Yaygın Gelişimsel Bozukluğu olan Çocuklarda Plazma Malondialdehit ve Glutatyon Düzeylerinin Araştırılması. Bull Clin Psychopharmacol 2001;11:155-159.

55.Paliczka VJ, Nichols AK, Boreham CA. A multi-stage shuttle run as a predictor of running performance and maximal oxygen uptake in adults. Br J Sports Med. 1987; Dec 21(4):163-5.

56.Radak Z, Chung HY, Goto S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. Free Radic Biol Med. 2008; 44(2):153-9.

57.Ramsbottom R, Brewer J, Williams C. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. Br J Sports Med. 1988 Dec;22(4):141-4.

58.Reeser JC, Verhagen E, Briner WW, Askeland TI, Bahr R. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. Br J Sports Med. 2006; Jul 40(7):594-600.

59.Rokitzki L, Logemann E, Sagredos AN, Murphy M, Wetzel-Roth W, Keul J. Lipid peroxidation and antioxidative vitamins under extreme endurance stress. Acta Physiol Scand. 1994 Jun;151(2):149-58.

60.Sachdev S, Davies KJ. Production, detection, and adaptive responses to free radicals in exercise. Free Radic Biol Med. 2008 Jan 15;44(2):215-23.

61.Sacheck JM, Blumberg JB. Role of vitamin E and oxidative stress in exercise. Nutrition. 2001 Oct;17(10):809-14.

62.Sastre J, Asensi M, Gascó E, Pallardó FV, Ferrero JA, Furukawa T, Viña J. Exhaustive physical exercise causes oxidation of glutathione status in blood: prevention by antioxidant administration. Am J Physiol. 1992 Nov;263(5 Pt 2):R992-5.

63.Sınırkavak G, Dal U, Çetinkaya Ö. Elit sporcularda vücut kompozisyonu ile maksimal oksijen kapasitesi arasındaki ilişki. C.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi. 2004;26 (4): 171-176.

64.Suhr F, Porten S, Hertrich T, Brixius K, Schmidt A, Platen P, Bloch W. Intensive exercise induces changes of endothelial nitric oxide synthase pattern in human erythrocytes. Nitric Oxide. 2009 Mar;20(2):95-103.

65.Sureda A, Tauler P, Aguiló A, Cases N, Fuentespina E, Córdova A, Tur JA, Pons A. Relation between oxidative stress markers and antioxidant endogenous defences during exhaustive exercise. Free Radic Res. 2005 Dec;39(12):1317-24.

66.Tessier F, Margaritis I, Richard MJ, Moynot C, Marconnet P. Selenium and training effects on the glutathione system and aerobic performance. Med Sci Sports Exerc. 1995 Mar;27(3):390-6.

67.Tripathi P, Tripathi P, Kashyap L, Singh V. The role of nitric oxide in inflammatory reactions. FEMS Immunol Med Microbiol. 2007 Dec;51(3):443-52.

68.Tschakovsky ME, Joyner MJ. Nitric oxide and muscle blood flow in exercise. Appl Physiol Nutr Metab. 2008 Feb;33(1):151-61.

69.Urso ML, Clarkson PM. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. Toxicology. 2003 Jul 15;189(1-2):41-54.

70.Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol. 2007;39(1):44-84.

71.Valko M, Rhodes CJ, Moncol J, Izakovic M, Mazur M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. Chem Biol Interact. 2006 Mar 10;160(1):1-40.

72.Verhagen EA, Van der Beek AJ, Bouter LM, Bahr RM, Van Mechelen W. A one season prospective cohort study of volleyball injuries. Br J Sports Med. 2004 Aug;38(4):477-81.

73.Viña J, Gomez-Cabrera MC, Lloret A, Marquez R, Miñana JB, Pallardó FV, Sastre J. Free radicals in exhaustive physical exercise: mechanism of production, and protection by antioxidants. IUBMB Life. 2000 Oct-Nov;50(4-5):271-7.

74.Vurat M. Voleybol teknik. 1.Baskı. Ankara, Bağırgan Yayımevi, 2000; 21.

75.Wellman KF, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. Dynamic Medicine. 2009 Jan 13;8:1, 1-5.

76.Yaprak Y, Aslan A. Üniversite badminton takımı oyuncularının kalp debisi, VO_2max ve solunum fonksiyon testlerinin karşılaştırılması. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2008; VI (2): 69-74.

77.Zago AS, Zanesco A. Nitric oxide, cardiovascular disease and physical exercise. Arq Bras Cardiol. 2006 Dec;87(6):e264-70.

9.EKLER

EK-A

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAY FORMU

Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Ana Bilim Dalında tez çalışması yapılacağı belirtilerek "Bayan Sporcularda 20 metre Mekik Koşu Testinin Oksidatif Stres ve Antioksidan Düzeyleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi" adlı bu araştırmayla ilgili bana Sayın Prof. Dr. Neyhan Ergene ve Emre Özgür Bulduk tarafından ayrıntılı bilgi aktarıldı. Bu bilgilerden sonra araştırmaya "gönüllü" olarak davet edildim.

Araştırmanın amacının aktif olarak spor yapan ve yapmayan 18-24 yaş aralığındaki bayanlarda oksidatif stres ve antioksidan düzeylerinin bir maksimal aerobik yüklenme testi olan 20 metre mekik testi ile belirlenmesi olduğu tarafıma anlatıldı. Uygulanacak yöntemlerin tarafıma zarar vermeyeceği ve kan örneklerinin uygun şartlarda alınacağı izah edildi. Dolayısıyla araştırmayla ilgili her türlü bilgi bana sunuldu.

Öngörülen toplam araştırma süresinin 4-6 ay olduğu ancak tarafımdan 2 kez kan örneği alınacağı; araştırmada yer alacak gönüllü 18-24 yaş ortalamasına sahip, düzenli olarak spor yapan 10 bayan sporcu ve sedanter yaşam tarzlarına devam eden düzenli olarak spor yapmayan, 18-24 yaş ortalamasına sahip 10 bayan öğrenci olmak üzere toplam 20 kişi olduğu; çalışma süreci içinde herhangi bir durumda başvurulacak kişinin Prof. Dr. Neyhan Ergene (05324040425) ve doktora öğrencisi Emre Özgür Bulduk (05324781762) olduğu; araştırıcının hangi koşullarda beni araştırma dışı bırakabileceği bana anlatıldı.

Hekim ile aramda kalması gereken bana ait kişisel bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında büyük özen ve saygıyla yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı, sadece tıbbi bilgi ve bulguların kullanılacağı konusunda bana yeterli güvence verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında araştırmadan çekilme hakkımın olduğunu biliyorum *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının bilincindeyim).* Ayrıca, araştırmacılar tarafından da araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunuyla karşılaşırsam herhangi bir saatte, hangi araştırıcıyı, hangi telefon ve adresten arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri gösteren metni okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda, adı geçen bu araştırma projesinde "gönüllü" olarak yer alma kararını aldım. Bu koşullarda söz konusu İlaç dışı Klinik Araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum. …../…../……..

Gönüllü
Adı Soyadı :
İmza :
Tel :
Adresi :

Araştırıcı
Adı Soyadı :
İmza :

EK-B

ETİK KURUL KOMİTE ONAYI

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Meram Tıp Fakültesi Dekanlığı

Sayı : B.30.2.SEL.0.20.00.00.281- 8589 **Tarih** : 02 KASIM 2009
Konu :

Sayın
Prof.Dr. Neyhan ERGENE
Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı

İlgi: 23.10.2009 tarihli dilekçeniz;

"Bayan Sporcularda 20 metre Mekik Koşu Testinin Oksidatif Stres ve Antioksidan Düzeyleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi" başlıklı akademik amaçlı araştırma ile ilgili Konya Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 02 Kasım 2009 tarih ve 2009/027 sayılı kararı ekte gönderilmiştir.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof.Dr. Rahmi ÖRS
Etik Kurul Başkanı

Eki: Etik Kurul Kararı

Adres: S.Ü. Meram Tıp Fakültesi Dekanlığı 42080 –Meram KONYA
Faks: (0332) 223 61 81
Web Adresi: www.merametik@gmail.com Bilgi İçin : Personel Şubesi Tel : (0332) 2236504
Konya Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Tel : (0332) 2236523

KONYA KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

ETİK KURUL KARARLARI

Toplantı Sayısı:4	Toplantı Tarihi:02-11-2009

Karar Sayısı:2009/027: Fakültemiz Temel Tıp Bilimleri Bölümü Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Neyhan ERGENE'nin **"Bayan Sporcularda 20 metre Mekik Koşu Testinin Oksidatif Stres ve Antioksidan Düzeyleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi"** başlıklı akademik amaçlı araştırma ile ilgili 23.10.2009 tarihli dilekçesi ve ekleri görüşüldü; akademik amaçlı araştırmanın Fakültemiz Temel Tıp Bilimleri Bölümü Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Neyhan ERGENE'nin sorumluluğunda yürütülmesinin uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.

ASLI GİBİDİR
02-11-2009

Prof.Dr. Rahmi ÖRS
Etik Kurul Başkanı

10. ÖZGEÇMİŞ

Emre Özgür Bulduk, 1982 yılında Ankara'da doğdu. İlköğrenimi, ortaokul ve liseyi TED Ankara Koleji'nde tamamladıktan sonra 1999 yılında girdiği Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nden 2003 yılında mezun oldu. Yüksek lisansını 2005 yılında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı'nda tamamladı. 2005 yılında doktora eğitimine başladı. Halen Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine devam etmektedir.