

**PROFESYONEL FUTBOLCULAR VE SEDANterLERDE AEROBİK VE
ANAEROBİK EŞİK DEĞERLERİ VE LAKTAT ELİMİNASYONU İLE KAN
NİTRİK OKSİT SEVİYELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ**

Cüneyt DUMLUPINAR

Celal Bayar Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı
Hareket ve Antrenman Bilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman Öğretim Üyesi
Yrd.Doç.Dr.Selda Bereket

Mayıs-2007

T.C YÜKSEKÖĞRETİM KURULU TEZ MERKEZİ

Tez No:

TEZ VERİ GİRİŞ FORMU

Yazar Adı / Soyadı : Cüneyt DURLUPINAR

T.C. Kimlik No : 26780036800

E-Posta Adresi : cuneytdurlupinar@hotmail.com

Tezin Özgün Dili : Türkçe

Tezin Adı : Profesyonel Futbolcular ve Sedanterlerde Aerobik ve Anaerobik Eşik Değerleri ve Laktat Eliminasyonu ile Kan Nitrik Oksit Seviyeleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi.

Tezin Türkçe Adı : Profesyonel Futbolcular ve Sedanterlerde Aerobik ve Anaerobik Eşik Değerleri ve Laktat Eliminasyonu ile Kan Nitrik Oksit Seviyeleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi.

Tezin Yabancı Dildeki Adı : The relationship between performance parameters and basal nitric oxide levels of the sedanters and professional football players

Tezin Konu Başlığı :
1. Futbol
2. Nitrik Oksit
3. Laktat eliminasyonu
4. Aerobik ve anaerobik eşik

Tezin Yapıldığı Yer :

Üniversite : Celal Bayar Üniversitesi

Enstitü : Sağlık Bilimleri Enstitüsü

ABD/Bölüm : Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Hareket ve Antrenman Bilim Dalı

Tezin Türü : Yüksek Lisans

Tez Yılı : 2007

Sayfa Sayıları :

Giriş Sayfaları: 13

Ana Bölüm: 67

Ekler: 10

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Selda BERKET

Türkçe Dizin Terimleri:

1. Futbol
2. Nitrik oksit
3. Laktat eliminasyonu

İngilizce Dizin Terimleri:

1. Soccer
2. Nitric oxide
3. Lactate elimination

Proje No:

Besvo Tarih:

İmza:

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
Yayın ve Dokümantasyon Dairesi Başkanlığı
Tez Merkezi

TEZLERİN ÇOĞALTILMASI VE YAYIMI İÇİN İZİN BELGESİ

(Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma Projeleri Hakkında Yönetmelik çerçevesinde Proje Desteği almış olup Telif Hakkı ilgili Yükseköğretim Kurumuna ait olan tezler için)

Tez Yazarının

Soyadı : Dumlupınar

Adı : Cüneyt

Uyruğu : T.C

Kimlik No : 26780036800

Üniversite Adı : Celal Bayar Üniversitesi

Enstitü Adı : Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Fakülte, Bölüm/Yüksekokul : Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Tez Türü : Yüksek Lisans

Mezuniyet Tarihi :

Tezin Başlığı : Profesyonel Futbolcular ve Sedanterlerde Aerobik ve Anaerobik Eşik Değerleri ve Laktat Eliminasyonu ile Kan Nitrik Oksit Seviyeleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi.

Tezin Desteklendiği Araştırma Projesi No : BESYO 2006/017

Aşağıdaki seçeneklerden biri işaretlenerek imzalanmalıdır.

Not: Yükseköğretim Kurulu'nun kabul ettiği ilke tüm tezlerin, makul gerekçeler dışında (patent başvurusu, yayınlanma sürecinde oluşu vb.) hiçbir kısıtlama olmaksızın tüm araştırmacıların erişimine açık olmasıdır. (Tezin kopyalanması endişesi, tezin erişime açılmasının engellenmesi için bir gerekçe olarak kabul edilemez.)

- a) Enstitümüz / Fakültemiz bünyesinde hazırlanmış olan yukarıda başlığı, yazar adı ve proje numarası belirtilen tezin ilgilenenlerin incelemesine sunulmak üzere Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi tarafından arşivlenmesi, kağıt, mikroform veya elektronik formatta, İnternet dahil olmak üzere her türlü ortamda tamamen veya kısmen çoğaltılması, ödünç verilmesi dağıtımı ve yayımı için, tezle ilgili fikri mülkiyet hakları kurumumuzda saklı kalmak üzere hiçbir ücret ve erteleme talep etmeksizin Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezine izin verilmiştir.
- b) Enstitümüz / Fakültemiz bünyesinde hazırlanmış olan, yukarıda başlığı, yazar adı ve proje no.su belirtilen tezin Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi tarafından çoğaltılması veya yayımının tarihine kadar ertelenmesini talep ederiz. Bu tarihten sonra (a) maddesindeki koşulların geçerli olacağını kabul ve beyan ederiz. (Erteleme süresi formun imzalandığı tarihten itibaren en fazla 3(üç) yıldır.)

Enstitü Müdürü/ Dekan/Başhekim

İmza

Tarih

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
Yayın ve Dokümantasyon Dairesi Başkanlığı
Tez Merkezi
TEZLERİN ÇOĞALTILMASI VE YAYIMI İÇİN İZİN BELGESİ
(Telif Hakkı Tez Yazarına ait olan tezler için)

Tez Yazarının

Soyadı : Dumlupınar

Adı : Cüneyt

Uyruğu : T.C

Kimlik No :26780036800

Sürekli Adresi : 1749 sok.no:5/7 Karşıyaka İZMİR

Telefon No : 0-232-381 04 34

Faks:

e-Posta: cuneytdumlupinar@hotmail.com

Üniversite Adı : Celal Bayar Üniversitesi

Enstitü Adı : Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Fakülte, Bölüm/Yüksekokul : Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

Tez Türü : Yüksek Lisans

Mezuniyet Tarihi :

Tezin Başlığı : Profesyonel Futbolcular ve Sedanterlerde Aerobik ve Anaerobik Eşik Değerleri ve Laktat Eliminasyonu ile Kan Nitrik Oksit Seviyeleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi.

Tez yazarı aşağıdaki seçeneklerden birini işaretleyerek imzalamalıdır.

Not: Yükseköğretim Kurulu'nun kabul ettiği ilke tüm tezlerin, makul gerekçeler dışında (patent başvurusu, yayınlanma sürecinde oluşu vb.) hiçbir kısıtlama olmaksızın tüm araştırmacıların erişimine açık olmasıdır.

(Tezin kopyalanması endişesi, tezin erişime açılmasının engellenmesi için bir gerekçe olarak kabul edilemez.)

a) Yukarıda başlığı yazılı olan tezimin, ilgilenenlerin incelemesine sunulmak üzere Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi tarafından arşivlenmesi, kağıt, mikroform veya elektronik formatta, İnternet dahil olmak üzere her türlü ortamda tamamen veya kısmen çoğaltılması, ödünç verilmesi, dağıtımı ve yayımı için, tezimle ilgili fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere hiçbir ücret (royalty) ve erteleme talep etmeksizin izin verdiğimi beyan ederim.

İmza

Tarih

b) Tezimin Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi tarafından çoğaltılması veya yayımının tarihine kadar ertelenmesini talep ediyorum. Bu tarihten sonra (a) maddesindeki koşulların geçerli olacağını kabul ve beyan ederim. (Erteleme süresi formun imzalandığı tarihten itibaren en fazla 3 (üç) yıldır.)

İmza

Tarih

TUTANAK

Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Hareket Antrenman Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Cüneyt DÜMLUPINAR'ın yüksek lisans tezi olarak hazırladığı **“Profesyonel Futbolcular ve Sedanterlerde Aerobik ve Anaerobik Eşik Değerleri ve Laktat Eliminasyonu ile Kan Nitrik Oksit Seviyeleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi”** başlıklı bu çalışma jürimizce Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Bilgilerinize arz ederim. 25.05.2007

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Metin V.SAYIN

Jüri Üyesi: Yrd.Doç.Dr.Hasan Fehmi MAVİ

Jüri Üyesi: Yrd. Doç. Dr. Selda BEREKET (Tez Danışmanı)

Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... / / 2007 gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Beril ÖZBAKKALOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Futbolda, dayanıklılık kadar toparlanma da önemlidir. Vazodilatör ve metabolik regülatör bir gaz olan nitrik oksit (NO)'in futbol performansındaki rolü belirsizdir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı profesyonel futbolcular ve sedanterlerde, aerobik eşik hızı (ATH) ve anaerobik eşik hızı (ANTH), kan laktat eliminasyon hızı (LATH), nabız toparlanma hızı (NABTH) ile bazal serum NO düzeyleri arasındaki ilişkilerinin araştırılmasıdır. Sağlıklı 20 sedanter, kontrol grubunu (KG) ve 88 profesyonel futbolcu da egzersiz grubunu (FG) oluşturmuştur. Açlık venöz kanlarından, hemogram ve bazal serum NO düzeyleri (griess yöntemi ile) belirlenmiştir. Gönüllüler, (çim) sahada, volunteral yorgunluğa kadar devam eden inkremental intermitten bir mekik koşusu ve sonrasındaki 15 dk. süren bir pasif toparlanma periyodunu içeren mekik koşusu testine tabi tutulmuşlardır. Test esnasında alınan kalp atım hızı ve kan laktat değerlerinden ATH, ANTH, NABTH ve LATH değerleri bulunmuştur. İstatistiksel analizlerde anlamlılık için $p < 0.05$ değeri temel alınmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre FG'nin, ATH, ANTH, LATH, NABTH, bazal NO düzeyleri ve egzersiz performansı KG'ninkilerden anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Futbolcuların toparlanmanın 15. dk laktat değişimi, sedanterlerde ise toparlanmanın 3. dk kalp atım değişimi değerleri bazal NO değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. NO, NABT ve LATH, futboldaki pozisyonlarına göre farklılık göstermemiştir. Sonuç olarak NO ile incelenen performans parametreleri arasındaki ilişkiler sedanter ve sporcularda farklı bulunmuştur. Bu bulgular futbol antrenmanlarının NO üzerindeki etkisini gösterebildiği şeklinde yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aerobik eşik, Anaerobik eşik, laktat eliminasyonu, bazal serum nitrik oksit.

SUMMARY

The relationship between performance parameters and basal nitric oxide levels of the sedanters and professional football players

Recovery is an important part of the football game as well as the endurance. The role of nitric oxide (NO) which is vasodilator and metabolic regulator is unknown in the performance of football player. Therefore, the purpose of this study was to investigate the relationship among NO, aerobic threshold (ATH), anaerobic threshold (ANTH), recovery heart rate (RHR) and lactate elimination (LAE) of the professional football players and the sedanters. Twenty healthy sedanter (KG), and 88 professional football (FG) players were used as the participants of this study. After overnight fasting blood samples were drawn, NO and haemoglobin content were examined. Then VO₂max was determined using an incremental shuttle run test to volitional fatigue on a football field. During testing and recovery period ATH, ANTH, RHR and LAE of each participant were determined. According to statistical analysis ATH, ANTH, RHR and LAE levels of football players were significantly higher than that of KG. On the other hand, there were no statistically significant relationship among NO, ATH, ANTH, RHR and LAE levels of the study groups in all stages of shuttle run except at the 15th min recovery LA levels of the FG. Moreover, in simple effect runs of the statistical analysis significant negative relationship were found between NO and 3rd min of HR levels of KG. In addition, the relationship between NO and LAE was not statistically significant among professional football players in different positions. As a consequences, the relationship between NO and performance parameters of sedanters were significantly different than the professional football players. The results support the idea that football training effect the recovery time and NO levels of the athletes.

Key Words; Aerobic Threshold, Anaerobic Threshold, lactate elimination, serum basal nitric oxide

TEŞEKKÜR

Bilim adına önemli bulgular elde ettiğimiz bu çalışmada, hoşgörüyü ve güler yüzünü esirgmeden, birçok fedakârlıkta bulunarak, bana destek veren, akademik alanda ilerlemem için yol gösteren ve beni hiçbir konuda yalnız bırakmayan proje sorumlusu ve tez danışmanım, Sayın; Yrd. Doç.Dr. Selda BEREKET'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın sporda biyokimyasal analizler ile spor sağlık bilimlerinin bütünleştirilmesi konusunda ve projenin tüm aşamalarında, her zaman yanımda olan Sayın; Dr. Faruk TURGAY'a teşekkür ederim.

Bu çalışma süresince, alanında bilgi ve yardımlarıyla benden desteğini esirgemeyen Sayın; Doç. Dr. Hakan TIKIZ'a ve çalışmamıza gönüllü olarak katılan sporcular ile öğrenci arkadaşlarıma ve zorlu takım çalışmalarım bu tezi birlikte götürmeme izin veren ve akademik çalışmalarım süresince bana çok büyük bir destek veren teknik direktörüm sayın Erdoğan ARICA'ya çok teşekkür ederim.

Cüneyt DUMLUPINAR

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	6
SUMMARY	7
TEŞEKKÜR.....	8
İÇİNDEKİLER	9
TABLolar DİZİNİ	11
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	12
KISALTMALAR	13
1. GİRİŞ	14
1.1. Çalışmanın Amacı	16
1.2. Hipotezler	16
1.3. Varsayımlar	17
1.4. Delimitasyonlar	17
1.5. Limitasyonlar	18
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	19
3. YÖNTEM VE PROSEDÜRLER	39
3.1. Yerleşim	39
3.2. Çalışma Grubu.....	39
3.3. Çalışma Dizaynı	39
3.4. Kullanılacak Materyal	41
3.4.1. Kullanılan Gereçler	41
3.4.2. Kullanılan Biyokimyasal Kitler ve Maddeler	42
3.5. Yöntem	42
3.5.1. Fiziksel Ölçüm Yöntemleri	43
3.5.2. Vücut Kitle İndeksi (VKİ).....	43
3.5.3. Aerobik eşik (ATH) ve Anaerobik eşik (ANTH) hızının ölçülmesi	43
3.5.4. Toparlanma Periyodu	43
3.5.5. Kan numunelerinin alınması, Saklanması ve Analizleri	44
3.5.6. Nitrik Oksit Analizi	44
3.5.7. Laktik Asit Analizi	46
3.5.8. Hemogram Analizi	47
3.5.9. İstatistiksel Analizler ve Verilerin Değerlendirilmesi.....	47
4. BULGULAR	48

5. TARTIŞMA	57
6. ÖNERİLER	70
6.1. Gelecekteki Çalışmalar ile İlgili Öneriler	70
6.2. Çalışma Sonuçlarının Pratikte Uygulanma Önerileri:.....	70
7. KAYNAKLAR.....	71
8. EKLER	80
9. ÖZGEÇMİŞ.....	89

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1 : Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri.....	49
Tablo 2 : Katılımcıların KKH, HCT, MCV ve Basal NO değerleri.....	50
Tablo 3 : Katılımcıların ATH, ANTH, ATN, ANTN ve test esnasında alınan yol (TAYOL) ortalama ve SD değerleri.....	51
Tablo 4 : Katılımcıların MaxLA, MaxHR, 3HR, NABTH, LATH ve 15LA ortalama ve SD değerleri.....	52
Tablo 5 : Futbolcuların Mevkilerine göre Tanımlayıcı İstatistikleri.....	53
Tablo 6 : Futbolcuların Mevkilerine göre KKH, HCT, MCV ve Basal NO değerleri.....	53
Tablo 7 : Futbolcuların Mevkilerine göre ATH, ANTH, ATN, ANTN ve test esnasında alınan yol (TAYOL) ortalama değerleri.....	54
Tablo 8 : Futbolcular da basal NO değerlerinin diğer bağımsız değişkenler ile ilişkileri çoklu regresyon analizi.....	55
Tablo 9 : Futbolcularda basal NO değerleri ile bağımsız değişken ilişkileri kısmi korelasyon analizi.....	56
Tablo 10 : Sedanterler de basal NO değerlerinin diğer bağımsız değişkenler ile ilişkileri çoklu regresyon analizi.....	56
Tablo 11 : Futbolcularda basal NO değerleri ile bağımsız değişken ilişkileri kısmi korelasyon analizi.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1 : Nitrik oksidin vazodilatasyondaki mekanizması	23
Şekil 2 : Katılımcıların 15LA(ONBLA), LATH, 3HR (UCDKHR) ve NABTH değerleri ortalamaları.....	52
Şekil 3 : Futbolcuların oynadıkları mevkilere göre (15LA(ONBLA), LATH, UCDKHR (3HR) ve NABTH değerleri ortalamaları.....	54

KISALTMALAR

AT	: Aerobik eşik
ATH	: Aerobik eşik hızı
ANT	: Anaerobik eşik
ANTH	: Anaerobik eşik hızı
MaxVO ₂	: Maksimal oksijen kullanımı
TAYOL	: Testler süresince katılımcıların kat ettikleri yol miktarı
TCA	: Trikarboksilik asid
ATP	: Adenozin trifosfat
CP	: Kreatin fosfat
ADP	: Adenozin difosfat
KKH	: Kırmızı kan hücresi
BKH	: Beyaz kan hücresi
Htc	: Hematokrit
Hb	: Hemoglobin
LA	: Laktik asid
LATH	: Lakrat toparlanma hızı
NABTH	: Nabız toparlama hızı
15LA	: Toparlanmanın 15.dk.sındaki laktat konsantrasyonu
3HR	: Toparlanmanın 3.dk.sındaki laktat konsantrasyonu
FG	: Futbol grubu
KG	: Kontrol grubu
NO	: Nitrik oksit
eNOS	: Endotel nitrik oksit sentaz enzimi
nNO	: Nöronal nitrik oksit sentaz enzimi

1. GİRİŞ

Futbol, basketbol, voleybol, tenis veya badminton gibi birçok sportif aktivite, doğal olarak intermitentdir (1). Bu sporlarda performans sporcunun yoğun egzersizi tekrarlı olarak gerçekleştirebilme kapasitesine bağlıdır. Örneğin futbolun kalitesi oyun boyunca gerçekleştirilen yüksek yoğunluklu koşuların miktarı ile ilişkilidir (2,3). Bu yüzden böyle sporlarda sporcunun yoğun bir egzersizden sonraki toparlanma potansiyeli önemlidir. Bu aktiviteler 6 saniye yada daha düşük süreli tekrarlı maksimal ya da maksimale yakın egzersiz ve aralara serpilmiş 60 saniye yada daha düşük süreli ve orta ya da düşük yoğunluklu toparlanma periyodlarını içerir. Kısa süreli (5-6 saniyeli) tek bir sprint esnasında adenosin trifosfat (ATP) predominant olarak anaerobik kaynaklardan (fosfakreatin, PC yıkılımı ve glikolizden) sağlanır. Küçük bir miktarı ise (<% 10) aerobik metabolizmalardan karşılanır (1). Futbol maçı esnasında ortalama 11-13 km'lik bir mesafe,yürüyerek, koşarak ve sprint yaparak kat edilir. Bu mesafenin % 26'sı 15 km/h'dan büyük bir hızla koşulmaktadır. Müsabaka esnasında kullanılan enerji yüksektir (1600-1800 K.cal). Bu enerji aerobik ve anaerobik sistemlerden sağlanır. Oyun esnasında yüksek düzeylerde kan laktat düzeyleri (4-12 mM) gözlenebilir (4,5). Laktik asid glikolitik enzimlerin aktivitesini inhibe ederek kas glikoliz hızını engelleyebilir (6). Ayrıca yüksek laktat düzeyleri yağ asidi oksidasyonunu engeller (7). Bu nedenle egzersizi takiben kandan laktadın uzaklaştırılmasının bir sonraki performans için; özellikle de sonraki egzersizler tekrarlı ve yüksek yoğunluklu ise önemlidir.

Futbol oyunu esnasındaki submaksimal egzersiz düzeylerindeki aktif toparlanma periyodları devamlı olarak laktadın uzaklaştırılmasına müsaade eder (8). Aktif toparlanmanın pasife göre laktadı kandan daha hızlı bir şekilde uzaklaştırdığı belirtilmektedir (6). Bir futbol müsabakası esnasında, ortalama olarak maksimal aerobik gücün yaklaşık % 75 'ine karşılık gelen bir enerji harcanır. Bu yüksek enerji gereksinimi nedeniyle kas glikojen düzeyleri oyunun sonlarına doğru düşer ve bu düşme iş gücündeki düşme ile birlikte meydana gelir (5). Bir oyun esnasında 300-400 gr kadar glikojen harcanır, bu miktarlar depoların çok büyük ölçüde boşaltılmış olduğunun göstergesidir (4). Bu nedenlerle; Futbol oyunu esnasındaki yorgunluğun temel nedeni laktik asit birikiminden ziyade, glikojen depolarının büyük ölçüde boşalmış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Egzersiz esnasında laktat, karaciğer, kalp, ve dinlenik ve çalışmakta olan kaslar tarafından elimine edilir. Kastaki eliminasyon, laktat konsantrasyonuna, kas fibril tipine ve kişinin kondisyonuna bağlıdır (9). Kanda biriken laktadın önemli bir kısmı iskelet kası tarafından alınmakta ve daha sonra tekrar prüvata çevrilerek metabolize edilmektedir. Prüvat ise enerji ihtiyacını karşılamak üzere krebs

siklusunda okside edilmektedir (6). Eğer prüvatın oluşumu oksidasyonunu aşarsa laktat birikir. Hızlanmış glikojenoliz laktat üretimi için temel teşkil eder. Glikojen ve epinefrin, glikojen fosforilaz aktivitesini arttırır. Bu aktivite tip 2 B fibrillerinde tip 1 dekinden daha fazladır. Prüvat oksidasyonu egzersizle indüklenen prüvat dehidrogenaz aktivitesindeki artışla doğru orantılı olarak yükselme gösterir. Ve bu düşük oksijen düzeylerinde ve düşük mitokondrial oksidatif kapasite durumunda rölatif olarak bozular (9). Toparlanma esnasında doku oksijen depolarının yeniden doldurulması önemlidir. Çünkü PC 'in resentezi, laktat metabolizması ve tekrarlı sprint egzersizlerinden sonraki yorgunluğun nedeni sayılan birikmiş intrasellüler inorganik fosfatın uzaklaştırılması gibi prosesler vasıtasıyla homeostasisin restore edilmesi için yüksek düzeylerde oksijen alımına ihtiyaç vardır. Bu nedenle multiple sprint esnasındaki yorgunluk ve aerobik fitness arasında bir ilişkinin bulunması doğaldır (1).

Dayanıklılık antrenmanları laktat klirensini arttırır. Bu kastaki artan laktat transport kapasitesi, oksidatif kapasite, ve düşmüş glikojenolizin yanı sıra artmış hepatik kapasiteyi yansıtır. Bu nedenle dayanıklılık performansı, egzersiz yoğunluğu ve plazma laktadı ilişkisinden predikte edilebilir (9). Maksimal oksijen kullanımı ($MaxVO_2$) aerobik gücün bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (10). Ancak futbolda artık $MaxVO_2$ 'den ziyade aerobik eşik (AT, 2 mM kan laktatına karşı gelen egzersiz yükü) ve anaerobik eşik (ANT, 4 mM kan laktadına karşı gelen egzersiz yükü) hem aerobik dayanıklılığın kriterleri hem de bunu geliştirmek için optimal antrenman yükleri olarak ve dayanıklılık performansındaki gelişmeleri gözlemek için sıklıkla kullanılmaktadır (11,4). Dayanıklılık antrenman düzeyi ile maksimum laktat (klirensi) eliminasyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki ortaya konmuştur. Bu nedenle maksimum laktat eliminasyonu bir sporcunun dayanıklılık düzeyini ifade etmek için kullanılabilir (12).

Dayanıklılık düzeyi ve laktat eliminasyonu arasında ve ayrıca fiziksel fitness ($MaxVO_2$) ile bazal kan NO düzeyleri arasında anlamlı ilişkilerin bulunmuş olması nedeniyle (13,14), belirtilen laktat eşikleri ile kan laktat eliminasyonu ve bazal kan NO düzeyleri arasında da benzer ilişkilerin olması beklenir. Zira belirtilen eşik kavramları fizyolojik açıdan laktat eşigindeki oksijen kullanımı ve mekanik verim gibi kavramları da içermektedirler (15). Gerek egzersiz esnasında gerekse egzersizden sonra kandaki laktadın eliminasyonu için aerobik kapasite önemli bir faktördür (10). Toparlanma esnasında önemli bir laktat tüketicisi olan kas dahil karaciğer, kalp ve böbrekler gibi laktat metabolizmasında önemli rol oynayan organlara (10,16), NO aracılığıyla artan kan akımı nedeniyle daha fazla substrat ve hormon taşınımı toparlanmayı daha etkin kılabilir. Bu nedenle daha büyük bir endotele bağımlı vazodilatör rezerve sahip olan antrene atletlerde laktadın daha hızlı metabolize edilmesi

beklenir. Ayrıca antioksidan bir özelliğe sahip olan NO'nun, kan akımından bağımsız olarak kas glikoz alımını arttırdığı, glikolizi ve PC yıkılımını inhibe ettiği böylece intrasellüler kas enerji depolarının korunmasına katkıda bulunduğu belirtilmektedir (17). Bu nedenle NO, egzersiz esnasında vazodilatör bir özelliği sayesinde sadece kan akımını arttırarak değil aynı zamanda metabolik bir regülatör özelliği nedeniyle de kasın kontraktıl özelliğini ve enerji metabolizmasını etkileyebilir (17).

1.1. Çalışmanın Amacı

Futbolcularda belirtilen laktat eşik hızları ve toparlanma esnasındaki laktat eliminasyonu ile önemli bir vazodilatör, metabolik regülatör ve antioksidan bir madde olan NO düzeyleri arasındaki ilişkileri saha koşullarında inceleyen bir çalışmaya literatür taramasında rastlanamamıştır. Eşik kavramları, laktat kinetikleri ve bazal NO düzeyleri arasındaki bulunacak olan muhtemel ilişkiler, insan sağlığı açısından da çok şey ifade edecektir. Örneğin koroner kalp hastalığının başlaması ve ilerlemesinde endotelial disfonksiyon temel faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (18). Zira endotelden salgılanan NO sadece bir vazodilatör değil aynı zamanda, antioksidan, antiinflamatuvar, antikoagulan, antihipertansif ve metabolik regülatuar özelliklere de sahiptir. Ayrıca bazal NO düzeyleri ile belirtilen aterosklerotik risk faktörleri arasında anlamlı korelasyonlar mevcuttur (17,18). Endotel disfonksiyon hem insanda hem de hayvanda egzersiz kapasitesini, kardiyak veya periferik mekanizmalarla kısıtlayabilir (17). Bu nedenlerle bu bulgular NO, sağlık ve fiziksel fitness arasındaki yakın ilişkiyi gösterir.

Bu nedenle bu çalışmada, saha koşullarında, profesyonel futbolcular ve sedanterlerde aerobik ve anaerobik eşik değerleri ve kan laktat eliminasyonu (uzaklaştırılması) ile bazal kan nitrik oksit düzeyleri arasındaki ilişkilerin araştırılması amaçlanmıştır.

1.2. Hipotezler

1. Futbol grubunun serum bazal NO değerleri kontrol grubunkinden daha büyüktür.
2. Futbol grubunun toparlanmanın 3.dk'sındaki kalp atım hızı (3HR) ve 15.dakikasındaki laktat (15LA) değerleri kontrol grubunkilerden anlamlı olarak daha küçüktür.
3. Futbol ve kontrol grubunun test esnasında koştuıkları mesafe ile bazal NO değerleri arasında anlamlı negatif bir ilişki vardır.

4. Futbol ve kontrol grubunun test esnasında koştukları her bir kademedeki laktat ve kalp atım hızı (KAH, HR) değerleri ile bazal NO değerleri arasında anlamlı negatif ilişkiler vardır.
5. Futbol ve kontrol grubunun bazal NO değerleri ile ATH, ANTH, gibi performans parametreleri arasında anlamlı negatif bir ilişki vardır.
6. Futbol ve kontrol grubunun bazal NO değerleri ile LATH ve NABTH gibi performans parametreleri arasında anlamlı negatif bir ilişki vardır.
7. Futbol ve kontrol grubunun bazal NO değerleri ile 3HR ve 15LA parametreleri arasında anlamlı negatif ilişkiler vardır.
8. Futbol ve kontrol grubunun bazal NO değerleri ile ATN ve ANTN parametreleri arasında anlamlı negatif ilişkiler vardır.
9. Futbolcu ve sedanterlerin ATH, ANTN, ATN, ANTH ve TAYOL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.
10. Futbolcu ve sedanterlerin MAXLA, MAXHR, 3HR, NABTH ve 15LA değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.
11. Farklı mevkilerde oynayan futbolcuların ATH, ANTN, ATN, ANTH ve TAYOL değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.
12. Farklı mevkilerde oynayan MAXLA, MAXHR, 3HR, NABTH ve 15LA futbolcuların değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

1.3. Varsayımlar

1. Katılımcıların eşik testi sonunda volunteral yorgunluğa ulaştıkları varsayılmıştır.
2. Katılımcıların test esnasında yeteri kadar motive oldukları düşünülmüştür.

1.4. Delimitasyonlar

1. Katılımcıların tüm testleri çim sahada ve yazın sezon hazırlık periyodunda ve 25-30 santigrat derece sıcaklıkta yapılmıştır. Yapılan total 4 takımın testinden üçü deniz seviyesinde, birisi de iç anadoluda bir il (Nevşehir) de yapılmıştır.
2. Çalışmanın katılımcıları 18-32 yaş arası sağlıklı, kardiyovasküler hastalıkları bulunmayan, normal iskelet kas fonksiyonları olan katılımcılardır.
3. Tüm çalışmalar 2006 sezonu yaz döneminde gerçekleşmiştir.
4. Tüm testler açık havada ve çim pitte yapılmıştır.

5. Tüm katılımcılar, standart bir test protokolü dahilinde; submaksimal bir hızda başlayan ve şiddeti gittikçe artarak volunteral bir yorgunlaşğa kadar devam eden, maksimal intermitten bir egzersiz ve sonrasında 15 dakikalık pasif bir toparlanma periyodu içeren bir test protokolüne tabi tutulmuşlardır.
6. Katılımcılar testten en az 2-3 gün öncesinden itibaren ağır egzersizler yapmamışlardır.
7. Katılımcılara testlerden bir hafta öncesinden itibaren diyetlerini değiştirmemeleri söylenmiştir.
8. Katılımcılar, sigara ve alkol alışkanlığı bulunmayan, normatansif, nonobez, akut yada kronik bir hastalığı ve anemisi bulunmayan ve NO ve laktat metabolizmasını etkilediği bilinen herhangi bir ilaç ya da vitamin gibi ajanları düzenli olarak kullanmayan kişilerden seçilmişlerdir. Katılımcılar testlere hafif bir kahvaltıdan 2-2.5 saat sonra başlamışlardır.

1.5. Limitasyonlar

1. Bu çalışma ortamındaki yükseklik, sıcaklık ve nem gibi etkenler katılımcıların laktat sonuçlarını etkileyebilir. Bu da sonuçları etkileyebilir. Örneğin ATH ve ANTH değerleri kış mevsimindekilere göre daha düşük çıkabilir.
2. Çalışma sonuçlarını 18-32 yaş arası sağlıklı, kardiovasküler hastalıkları bulunmayan, normal iskelet kas fonksiyonları olan katılımcılar dışındaki bir popülasyona uygularken dikkatli olunmalıdır.
3. Çim saha yerine, koşu bandı ya da başka bir zemin ve hava koşullarındaki testler sonuçları farklılıklar getirebilir.
4. Bu çalışma sonuçları kullanılan test protokolü ve uygulanan diyetlerdeki farklılıklardan etkilenebilir.

Bu çalışma sonuçları bu koşullar ve popülasyondaki kişilere uygulanan test prosedürüne verilen fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerdir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Dayanıklılık Performansı Ve Kriterleri

Aerobik dayanıklılık, yani bir işi uzun bir zaman boyunca gerçekleştirebilme yeteneği (endürans), çeşitli egzersiz testleri ile ölçülebilmektedir. Bunlardan en çok kullanılan maksimal oksijen kullanımıdır. Ancak son yıllarda, özellikle koşucu ve yüzücülerin endürans performanslarının kriterleri olarak (laktat tesleri ile belirlenen) çeşitli laktat eşiği kavramları kullanılmaktadır (19,20,21).

Maksimal Oksijen Kullanımı (MaxVO₂)

Bir kişinin, deniz seviyesinde yapılan bir egzersiz esnasında, ulaşabildiği en yüksek oksijen kullanımı olarak tarif edilmektedir. Maksimal aerobik güç ve maximal oksijen kullanımı (MaxVO₂) aynı anlamlarda kullanılabilir (22,23). MaxVO₂, kas kapiler dansitesi, aerobik enzim aktivitelerinin ve kalp stroke volümü gibi faktörlerin bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir (24). MaxVO₂, 3-10 dk süren ve bitkinlikle sonuçlanan kısa süreli endürans kapasitesinin iyi bir kriteri olarak kullanılabilir; ancak, orta süreli (10-30 dk) ve uzun (30 dk ve daha uzun) süreli endürans kapasitesinin kriteri olarak kullanılmasının uygun olmadığı; bunlar için, en iyi kriterin anaerobik eşik (4 mM laktat eşiği) olduğu belirtilmektedir (20).

Laktat Eşiği Kavramları

Anaerobik glikolizin son ürünü olan laktik asid (C₃H₆O₃), kasta üretilip oradan kana diffüze olur. Fizyolojik koşullarda laktik asidin hemen hemen tamamı iyonlarına ayrışır (laktat⁻ ve H⁺). İstirahat arteriel kan laktat değerleri, 1-1.5 mM civarındadır (25). Üretim hızı, onun kandan uzaklaştırılma hızını geçtiğinde kanda birikir, eşit ise belli seviyelerde sabit kalır (steady-state) (22,23). Progresif (hızı gittikçe artan) bir egzersiz esnasında, oksijen kullanımı, kalp atım hızı ve solunum parametreleri (VE, VCO₂, RQ gibi) de lineer olarak artar. Laktat üretimi de aynı şekilde buna eşlik eder (21, 26). Ancak, kan laktat birikiminin istirahat düzeyine göre anlamlı olarak artış gösterdiği iki nokta tesbit edilmiştir (21). İlk nonlineer artışa ve ikinci eksponansiyel artışa karşılık gelen egzersiz yüklerine sırasıyla aerobik ve anaerobik eşik ismi verilmiştir (19,21). İlk artışın kan laktat düzeylerinin yaklaşık 2 mM, ikincisinin ise 4 mM düzeyinde olduğu, bu iki nonlineer kan laktat artışlarına, ventilatuar parametrelerin de benzer davranışlar gösterdiği iddia edilmekte ve ventilatuar eşik kavramları da bu bağlamlarda kullanılmaktadır (21). Kan laktat ölçümleri ile antrenmanların gelişimi takip edilebilmekte ve optimal egzersiz yükleri belirlenebilmektedir (20,24). Laktik asidin aşırı birikiminin yorgunluğa neden olduğu belirtilmekte ise de metabolik asidoza laktik

asidden gelen H^+ iyonlarının değil, aslında ATP'nin parçalanmasıyla oluşan aşırı H^+ iyonlarının kasın pH'ını düşürmesi nedeniyle, kasın kontraktıl mekanizmasının bozulduğu, ve enerji üreten sistemlerin anahtar enzimlerinin de bundan etkilenecek inhibe oldukları, FFA mobilizasyonunun ve ATP rejenerasyonunun kısıtlandığı öne sürülmektedir. Laktik asidden gelen H^+ iyonlarının aynı zamanda pürivattan laktik asid oluşumuna katkıda bulunarak bir tampon rolü oynadığı belirtilmektedir (21,22).

Aerobik Eşik (AT)

Progresif bir egzersiz esnasında kan laktat düzeyindeki anlamlı nonlineer artışın olduğu ilk noktaya, ilk olarak Wasserman ve arkadaşlarınca anaerobik eşik, Kindermann ve arkadaşlarınca ise aerobik eşik (19), bazı yazarlara göre ise laktat eşiği (26) ismi verilmiştir. Bu eşik genellikle laktat ölçümleri ile belirlenip, 2 mM düzeyindeki kan laktatına karşı gelen egzersiz yükü, ya da oksijen kullanımı değeri olarak ifade edilmektedir (19,21). Bu düzeydeki antrenmanların kardiyovasküler sistemde gelişmelere neden olduğu ve kondisyon düzeyini koruduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu eşik düzeyinde uzun süre egzersiz yapılabildiği, bu esnada kan laktat konsantrasyonlarının sabit kaldığı ya da düştüğü ifade edilmektedir (19). 1-2 mM düzeyinde kan laktatına neden olan egzersizler için temel enerji kaynağının yağ asitleri olduğu; 1.5 - 2.5 mM düzeyinde laktat düzeyi yaratacak egzersizlerde ise hem yağ asitleri (FFA), hem de glikojenin yakıt olarak kullanıldığı ve yağ asitlerini yakma kapasitesinin bu düzeydeki egzersizlerle arttığı belirtilmektedir (25).

Anaerobik Eşik (ANT)

Progresif bir egzersiz esnasında kan laktik asid düzeyindeki ilk nonlineer artışı takiben ikinci bir keskin eksponansiyel artışın olduğu noktadaki egzersiz yükü ya da oksijen kullanımına (VO_2), aerobik - anaerobik eşik (24), ya da anaerobik eşik (19), bazılarına göre ise OBLA (kan laktat birikiminin başlangıcı) olarak isim vermişlerdir (20). Yaklaşık 2-4 mM LA arasındaki faza ise aerobik-anaerobik geçiş ismi verilmektedir (19). Heck ve ark. anaerobik eşiğin yaklaşık 4 mM kan laktat düzeyine karşı geldiğini belirtmişlerdir (19,20). Anaerobik eşikte (4 mM laktat eşiği) sabit hızda yapılan egzersizlerin, aynı zamanda maksimal laktat "steady-state" ini de sağladığı ve bunun, 3 - 5.5 mM LA arasında bulunduğu belirtilmektedir (20).

Maksimal laktat steady-state (MLSS), kişinin yorgunluk duymaksızın uzun bir zaman boyunca sürdürebildiği en yüksek egzersiz yükü olarak tanımlanmaktadır. Ancak 4 mM sabit laktat değerinin herkes için MLSS'ini sağlayamayacağı, bunun kişilere göre farklı laktat değerlerinde gerçekleşebileceği saptanmıştır. Bu kişisel laktat değerine karşı gelen iş yüküne ya da oksijen kullanımına (VO_2), kişisel anaerobik eşik ismini verilmektedir (20).

ANT (4 mM LA eşiği) antrenmanlarının, kas hücrelerinde hem morfolojik hem de metabolik olarak optimum adaptasyonlar sağlayarak aerobik egzersiz kapasitesini arttırdığı belirtilmektedir (19,25). Bu eşik değerleri ile (özellikle, 4 mM laktat eşiği) orta ve uzun süreli erdurans performansları arasında çok kuvvetli ilişkiler saptanmıştır (24,21). Laktat eşiği kavramının, laktat eşiğindeki VO₂ ve mekanik verimin bir fonksiyonu olabileceği ve bu iki parametrenin de değişik komponentleri kapsadığı belirtilmektedir (24). AT (2 mM LA eşiği) ve ANT (4 mM La eşiği)'nin üst düzey (elit) dayanıklılık sporcularında daha yüksek olduğu gösterilmiştir (20).

Dayanıklılık Antrenmanlarının Metabolizma Üzerindeki Etkileri

Endürans antrenmanları, kasların kapiller dansitelerini ve kas hücrelerinin mitokondrial dansitelerinin artmasına yol açar. Bu gelişmelerle birlikte seyreden aerobik yolun anahtar enzimlerindeki (sitrat sentaz ve süksinat dehidrogenaz vb.) artış kasların oksidatif ve fonksiyonel kapasitelerinin artmasına yol açar (21,22).

Bu gelişmeler kasların yağları daha etkili ve verimli bir şekilde okside etme yeteneğini artırır (21,23). Bu adaptasyonlar, anaerobik yoldan ATP üretimini geciktirir, kas laktat üretimi düşer, sınırlı miktardaki glikojen depoları korunur, yorgunluğun oluşumu geciktirilir (21,22). Verilen bir iş yoğunluğunda laktat üretimi düşer. Mitokondrilere giren fazla miktardaki pirüvat nedeniyle, sitoplazmadaki miktar azalır bu ise kütle tesiri etkisini bozarak, laktat üretimini düşürür. Pürivatın oksidatif yıkılımı artar (21).

Progresif bir egzersiz esnasında egzersiz yükü arttıkça, işe katılan kas fibrillerinin katılım şekli de değişir, glikolitik kapasiteleri daha yüksek olan hızlı kasılan fibriller (FT) daha yüksek oranlarda görev almaya başlar, aerobik kapasiteleri yüksek olan yavaş kasılan fibrillerin (ST) göreceli olarak devreden çıkmasıyla yağ oksidasyonu azalır (7,22).

Glikoliz ve glikojenoliz, inorganik fosfat ve ADP'deki artış, CP, ATP ve sitrat konsantrasyonlarındaki düşmeyle birlikte stimüle edilir. Fazla miktarda laktik asid üretimi yağ mobilizasyonunu inhibe eder (21). Fazla miktarda asetil CoA üretimi, aşırı sitrat üretimi sonucu sitoplazmaya geçen sitrat ve fazla miktardaki ATP, glikolitik yolun anahtar enzimlerinden fosfofrüktokinaz enzimini inhibe eder, sekonder olarak fosforilaz enziminin de inhibe olması sonucu glikoliz yavaşlar (21,22). Dolayısıyla uzun süreli mutedil bir egzersiz esnasında gerekli enerji dominant olarak yağlardan sağlanır (21,22). Endürans antrenmanları için optimum egzersiz yükleri olarak AT ve ANT yükleri önerilmektedir (19,20,25). Bu yüklerdeki antrenmanların yukarıda bahsedilen enerji mekanizmalarını en verimli ve etkin bir şekilde düzenleyerek optimal metabolik adaptasyonları sağladığı belirtilmektedir (24,20,21,25).

Kasın oksidatif kapasitesi ve laktat eşikleri arasında korrelasyonlar saptandığı bildirilmektedir (21,24). Endürans antrenmanları esnasında enerji ihtiyacı hemen hemen tamamen aerobik sistemlerden karşılanır. Bu esnada laktatın çoğu oksidatif olarak (özellikle kalp kası tarafından) yakılır. Bir kısmı ise pirüvat üzerinden glikojen sentezinde kullanılmaktadır (21,24,26). Metabolik asidozun oluşumunda bir eşik olarak kabul edilen bu kritik nokta (ANT) aşılmca, laktat kaslarda artan üretimi ve düşen salınımı nedeniyle kas içinde hızla birikir, eliminasyonu yavaşlar (26). Hidrojen iyonlarının kas dışına çıkışı azalır (26). Bu nedenlerden dolayı, aerobik ve anaerobik eşik egzersizlerinin en önemli özelliği, sporcuları metabolik asidoz olgusundan koruması ve aerobik kapasite artışı için istenen optimal stimulusu sağlamasıdır (19,20).

Özetle, submaksimal antrenmanlar sonrasında: Kas glikojen kullanımı azalır, yağ asitlerin kullanımı artar, Laktik asit üretimi düşer, anaerobik eşik hızı artar. Aynı stres koşullarındaki oksijen kullanımı azalır. Laktik asidin matabolik yakıt olarak kullanımı artar. Mitokondri sayısı ve büyüklüğü artar. kardiyak hipertofi artar Kalp atım hacmi artar, kalp atışında değişiklik olamaz veya hafif düşme görülür. Miyokardiyal kasılma artar. Kalp atımı düşer. Sempatik uyarılar azalır, artiyal atım düşer. Aktif kasların KG başına düşen kan akışı azalır, kaslar tarafından kullanılan oksijen artar (11).

Nitrik Oksit (NO) Ve Egzersiz İlişkisi

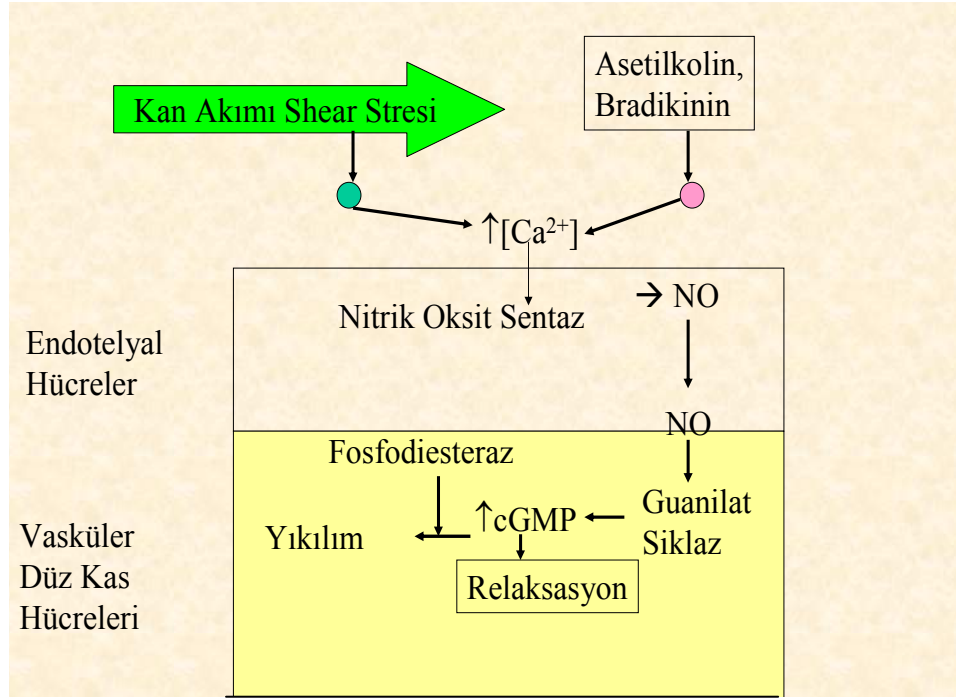
Nitrik oksit (NO), insanda çeşitli kaynaklardan endojen olarak üretilir. En önemli kaynak L-arjinindir. Arjinin, sitrülün ve NO oluşturmak üzere nitrik oksit sentaz enzimi (NOS, EC 1.14.13.39) tarafından okside edilir (17).



Önceleri endotelden türeyen relaksasyon faktörü (EDRF) olarak bilinen NO, sürekli olarak endotelden salınan bir gazdır. Vasküler dilatör tonüsün, lokal hücre büyümesinin düzenlenmesi, damarların trombosit ve kanın diğer hücrelerinin oluşturduğu hasarlardan korunması gibi vasküler homeostazın sürdürülmesi başta gelen biyolojik özellikleridir. NO damar duvarlarında düz kas hücrelerinde bir aracı molekül ya da hormon etkili ikincil haberci olarak etki ederek guanilat siklazın aktivasyonunu üzerinden siklik GMP oluşumunu artırmak suretiyle vasküler relaksasyona neden olur (17,27) (şekil 1).

NOS'un en az üç izoenzimi vardır. Bunlardan biri hemen hemen tamamen vasküler endotelde (eNOS ya da NOS-3) yer alır ve kan damarlarının relaksasyonu sağlayan NO yu

salgılar. Bu nedenle kan basıncının önemli bir belirleyicisidir. İkincisi indüklenbilir NOS (iNOS ya da NOS-2) inflamasyon ve enfeksiyona cevap olarak makrofajlar ve diğer birçok hücre tiplerinde üretilir. Üçüncü bir enzim nöronal NOS (nNOS, NOS-1) beyinde, nöronal dokuda, iskelet kası gibi hücrelerde bulunur. eNOS ve nNOS yapısal olarak sürekli eksprese edilir (27,28,29). nNOs ve eNOS iskelet kasında daha çöktür. Tüm izoformları hipoksi ile transkripsiyon olarak regüle edilebilir. nNOS ekspresyonu ezilme ve şiddetli yaralanma ile, kassal aktivite ve yaşlanma prosesi ile artar. Vasküler ve kas nNOS'u kronik egzersizle up regüle edilir (17,30).



Şekil 1 : Nitrik oksidin vazodilatasyondaki mekanizması

Fizyolojik koşullar altında NO sitokinlerin ve endotel yüzeyine inflamatuvar hücrelerin tutunmasını sağlayan adezyon moleküllerinin ekspresyonunu ve sentezini engelleyerek antiinflamatuvar etki gösterir. Tüm bu etkiler aracılığı ile antiaterojenik role sahiptir. Bu ince dengenin hastalık durumlarında değişebileceği belirtilmektedir. Aterosklerozun risk faktörleri arasında bulunan hipertansiyon, hiperkolestrolemi, hiperhomosisteinemi, sigara içimi, diabet gibi durumlarda arter duvarından NO salınımı azalmaktadır. Bu azalma ya yetersiz sentez ya da NO'nun vasoaktif nitrojen oksitlere (nitrit ve nitrat gibi) oksidasyonu nedeniyledir. NO biyoaktivitesinde azalma lipoprotein oksidasyonuna neden olan vasküler inflamasyonu kolaylaştırarak aterosklerotik plak öncülü olan köpük hücre oluşumuna yol açmaktadır (31,32).

Birkaç saniye biyolojik yarı ömrü olan ve çiftleşmemiş bir elektronu nedeniyle bir serbest radikal olan NO, kanda vasioinaktif ve stabil metaboliti olan nitrite okside edilir. Nitrit tam kanda hızla nitrata çevrilir. Bu nedenle kanda NO analizi için NO nun stabil metabolitleri olan nitrit ve nitrat düzeylerinin ölçümünden yararlanılmaktadır (29).

İskelet kasının hem hızlı kasılan hemde yavaş kasılan fibrillerinin her iki NOS proteinini de eksprese ettiği gösterilmiştir. nNOS düzeyleri, fast twitch–glikolitik, eNOS düzeyleri ise daha oksidatif kaslarla ilişkilidir (17).

Antrenmanla metabolik ihtiyaçları karşılamak için gereken adaptasyonların, kısa süreli olarak en azından kısmen NO'nun aracılık ettiği vazodilatasyon şeklinde ve uzun süreli olarak da metabolik enzim değişiklikleri ve damarların yeniden yapılanması şeklinde meydana gelmesi mümkündür. Vasküler endotelial fonksiyonun birkaç günlük bir antrenmandan hemen sonra arttığı ve bu gibi adaptasyonların egzersiz esnasında meydana gelen shear (sürtünme) stresindeki artışı tamponlamaya hizmet ettiği belirtilmektedir. NO'nun artan NO salınımını minimize eden yada elimine eden yapısal (artan damar çapı dahil) değişiklikleri tetikleyen sinyal kaskadında yer alabileceği belirtilmektedir (17,33).

Bu sonuçlar atletlerin daha büyük bir endotele bağımlı vazodilatör rezerve sahip olabileceklerini gösterir. Bu, kardiyak bir kısıtlama olmaksızın lokalize bir egzersiz gerçekleştirme kapasitesini artırır. Ayrıca bu adaptasyonlar koroner sirkülasyonda da mevcut ise, atletlerde artmış olan dilatör rezerv kapasitesi endotel mekanizmalarla fizyolojik olarak uyandırılabilir (17,34).

Fiziksel egzersiz esnasındaki shear stresi NO üretiminde önemli bir faktördür. Fiziksel egzersiz intrakoronar kan akımını artırır ve bu yüzden epikardiyal damarların endoteliumunda shear stresi artar ve sonuç olarak konditans damarların vazodilatasyonuna neden olur. Uzun süre içerisinde egzersizle indüklenen kan akımı, eksperimental koşullarda NOS'un mRNA'nın ekspresyonunu artırır. Son yapılan insan ve hayvan çalışmalarında fiziksel egzersiz programından sonra endotele bağımlı vazodilatasyonunun iyileştiği tespit edilmiştir (17,35,36). Ayrıca hayvan çalışmalarında, egzersiz, epikardiyal damar çapında genişlemelere neden olur. NO, egzersiz esnasındaki metabolik kontrolü, multipl mekanizmalarla etkiler. Bunlar aşağıda verilmiştir (17).

1-İskelet kası ve kardiyak kan akımında artış, artan oksijen, substrat ve regülatuar hormon taşınması(örneğin insülin), 2-Artan glikoz alımı ve glikolizin, mitokondriyal solunumun ve fosfokreatinin yıkımının inhibisyonu ile intrasellüler kas enerji depolarının korunması, 3-kontraktıl fonksiyonun regülasyonu, NO'nun, kan akımı, substrat kullanımını ve kontraktıl fonksiyon üzerindeki bu etkilerinin iskemiden korunmaya dönük olduğu

görülmektedir. Bu nedenlerle, miyokardiyum dahil aktif kasa artan kan ve substrat taşınması artan egzersiz performansına yani fiziksel fitness 'a bariz bir katkıda bulunur. Uzun süreli olarak da metabolik enzim değişiklikleri ve damarların yeniden yapılanmasını sağlayabilir

Yapılan çalışmalarda nitrik oksidin bir prekürsörü olan L-arjinin desteğinin insanlarda submaksimal bir egzersiz esnasındaki laktat değerlerini düşürdüğü (37) ve NO üretiminindeki artışla birlikte çalışma kapasitesini arttırdığı bulunmuştur (38,39). Ayrıca nitrik oksit inhalasyonunun kalp hastalarının egzersiz kapasitesini arttırdığı saptanmıştır (40).

Düzenli aerobik egzersizin, endotelial NO sentaz gen ekspresyonu ve vasküler endotelial büyüme faktörü ile indüklenen angiogenezis (damar oluşumu)'i yukarıya doğru regülasyonu ile NO üretimini arttırdığı ve süperoksit dismutas (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GPx) gibi anti oksidan sistemin artırılması ve nikotinamid adenin dinükleotid/ nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADH/NADPH) oksidaz aktivitesini düşürülmesi ile de NO inaktivasyonunu düşürdüğü ve böylece NO biyoyararlılığını arttırdığı düşünülmektedir (41).

Endotelial fonksiyon 7 gün kadar kısa bir sürede antrene hayvanlarda iyileşebilir. Sağlıklı insanlarda 4 haftalık bir antrenman bazal NO ile ilişkili endotelial fonksiyonu iyileştirmektedir. Ancak normal insanlarda endotele bağlı vazodilatasyonun en az 10 haftalık bir antrenmanla iyileşebileceği belirten çalışmalarda mevcuttur. Ancak baskılanmış NO biyoaktivitesine sahip patolojik durumlarda endotel fonksiyonun 4 hafta gibi kısa bir süre içerisinde iyileşebileceği belirtilmektedir. Ancak antrenmana ara verilirse kısa bir süre içerisinde de bu olumlu etkilerin kaybolduğu belirtilmektedir (42).

Egzersiz esnasında L-Arg'nin infüzyonu insanda glikoz klirensini anlamlı olarak artırır. İskelet kası glikoz alımı, glikoz transporter (GLUT4)'larının intrasellüler vesiküllerden plazma membranına translokasyonu ile artar (43,44). Hem insülin hem de kas kasılması GLU4 translokasyonunu hem de glikoz alımını artırır. Fakat mekanizmaları farklıdır (45,46,47). İnsanda egzersiz esnasında bir NOS inhibitör infüzyonunun kan akımı, kan basıncı, arteriyal plazma insülin konsantrasyonunda bir değişiklik olmaksızın bacak glikoz alımını düşürdüğü saptanmıştır (48).

İskelet kasında, üretilen NOS'un majör formu nöronal NOS (nNOS) dur. Ve bu sarkolemma ile ilişkilidir. İskelet kasında küçük miktarlarda endotel NOS (eNOS) da üretilir, bu da kastaki kan damarlarına ait olan endotellerden salgılanan sınırlı düzeydeki eNOS dur (48,49). Egzersizin insanda NO üretimini üriner nitrit, nitrat ve cGMP temelinde arttırdığı gösterilmiştir (17,50). L-Arginin infüzyonunda benzer şekilde insanda NO üretimini üriner nitrit, nitrat ve cGMP konsantrasyonlarını arttırdığı bulunmuştur (17,51).

Fiziksel egzersiz esnasında, iskelet kası kan akışı metabolizmanın ihtiyacını karşılamak üzere oksijen taşınımı temin etmek için hassas bir şekilde regüle edilir. Bu hassas regülasyonun, temel olarak nöral vazokonstriktör aktivite ve lokal olarak oluşan vazodilatör maddelerin rolü sonucu gerçekleştiğine inanılmaktadır. Egzersiz esnasında, EDHFs lerin yanısıra, çalışan kas hücreleri ve endotelden salınan NO ve prostaglandinlerin vasküler tonun regülasyonunda yer aldıkları bildirilmektedir. NO'nun dinlenme durumundaki vasküler tonun ve hücre solunumun regülasyonu dahil bir çok fizyolojik prosesde önemli bir oynar. EDHFs ler NO ve prostaglandinlerden bağımsız olarak düz kas hücrelerini hiperpolarize ederler. Sitokrom P450 2C9 (CYP2CD)'nin bir EDHF olduğu belirtilmektedir. Kan akımı kontrolünün son modelleri: NO, prostaglandin ve (veya) EDHFs' yi içine alan aşağıya doğru sinyallemeye sistemlerinden başka sirkülasyondaki eritrositlerden salınan sinyallerin oksijen sağlanımının regülasyonuna katkıda bulunabileceği belirtilmektedir.

1-Eritrositler, ATP ve hemoglobinden oksijenin ayrılması ile ilişkili olan S-nitrosohemoglobin salar. 2-Plazma ATP düzeyleri, hipoksi, hiperoksi ve karbonmonoksit ile hemoglobin saturasyonundaki değişikliklerle sıkıca koreledir. 3-ATP femoral artere infüze edildiğinde potent bir vazodilatördür. Kan akımı ve oksijen taşınımının düştüğü koşullarda ATP artabilir .

NO'nun hayvanlarda ve izole hücrelerde, elektron transport zincirinde sitokrom c oksidazda oksijen bağlanma yerine bağlanarak mitokondriyal respirasyonu inhibe ettiği bildirilmiştir. Bununla birlikte NOS ve prostaglandinlerin tekli inhibisyonu bacak egzersizi esnasında bacak oksijen kullanımı (VO_2)'ni değiştirmediği ve VO_2 'nin dinlenik durumda değişmediği tesbit edilmiştir. Bu, bunların değiştirilebilmesi için, yüksek bir enerji turnover'ı ve multibl inhibitörler gerekli olduğunu gösterir (52).

Egzersiz esnasında hepatik glikoz üretiminin regülasyonu, adrenal medulladan katekolamin (epinefrin, norepinefrin gibi hormonlar) salınımının regülasyonu ve adipoz dokudan FFA'ların mobilizasyonuna direkt sempatik innervasyonun (aktivasyonun) aracılık ettiği gösterilmiştir (54,55).

Böyle olgularda egzersiz esnasında sempatik sistemin, FFA mobilizasyonunu arttırmak, karaciğer glikoneojenez (glikoz sentezi) ve glikojenoliz (glikojen yıkımı)'i stimüle etmek (uyarmak) ve periferik glikoz alımını inhibe etmek böylece kan glikozunu korumaya almak ve enerjetik olarak da FFA kullanımını indüklemek (harekete geçirmek) için bazı hormonlarla birlikte ve tekrarlı olarak etki yaptığı bildirilmektedir (56).

Sempatoadrenal sistemin egzersiz esnasında aktive olduğu ve bunun plazma epinefrin ve norepinefrin konsantrasyonlarının artışına neden olduğu iyi bilinmektedir (54).

Ratlarda yorgunlukla sonuçlanan incremental bir treadmill egzersizi esnasında; santral sinir sistemi NOS inhibisyonunun, egzesizin dinamik fazı esnasında kontrollere göre; 1-yorgunluğa kadar geçen zamanın ilk %60 esnasında artmış bir hiperglisemik (kan glikozunun artması) bir cevap, 2-daha büyük bir plazma laktat düzeyi, ve 3-plazma serbest yağ asidi (FFA) miktarında geçici anlamlı bir artışı ve steady-state fazında ise kontrollere göre daha erken bir bazal değerlerine dönme gözlenmiştir (53).

Toparlanma (58)

Bu çalışmada toparlanma kavramı; bir antrenman ya da belli bir amaçla bir protokol gereği yapılan ve maksimale kadar devam eden bir egzersiz sonrasındaki geçen zamanı açıklamaktadır.

Antrenman sonrası ya da maksimal bir egzersiz sonrası toparlanmadaki (dinlenmedeki) amaç

- a) Kasların ve vücudun bütünüyle antrenman öncesi konuma dönmesini sağlamaktır.
- b) Dinlenme sırasında vücudun kendini toparlayabilmesi, harcanan enerjinin yenilenmesi ve antrenman sırasında biriken laktik asidin giderilmesine bağlıdır. Her ikisinde de ATP enerjisine gereksinim vardır.
- c) Dinlenirken tüketilen oksijen bu süre içinde ihtiyaç duyulan ATP enerjisinin bir kısmını karşılar.
- d) Kasların fosfojen (ATP ve CP) ihtiyacı birkaç dakikada karşılanır. Ama kasların tam dinlenmesi ve karaciğerin glikoz dengesini kurması bir gün veya daha uzun sürebilir.
- e) Dinlenme sırasında hafif egzersizler yapmak, kandaki ve kaslardaki laktik asidin atılmasını büyük ölçüde hızlandırır.
- f) Kaslarda miyogloblin ile kimyasal bir bileşim oluşturan oksijenin küçük bir kısmı özellikle yoğun antrenmanlarda çok işe yaramaktadır. Çünkü bu oksijen antrenman sırasında çok çabuk tüketilir ve dinlenme sırasında aynı hızda yenilenir.

Antrenman ve dinlenme sırasında metabolik enerji sistemlerinin oynadığı değişik rollerin yanı sıra dinlenme sırasında enerji sistemlerinin nasıl tepki verdiğinin de bilinmesi gereklidir. Herhangibir egzersiz, dinlenmekte olan bir sporcunun asit baz dengesinde ani bir değişikliğe yol açar. Bu nedenle antrenman sonrası dinlenme, sporcuyla dinlenme konumuna sokan tüm faaliyetleri içine alır.

Bu karmaşık dinlenme sürecinin daha iyi anlaşılabilmesi için aşağıdaki konular hakkında bilgi vermek gereklidir..

- a) Dinlenme oksijeni
- b) Enerji kaynaklarının yenilenmesi

- c) Kandaki ve kaslardaki laktik asidin atılması
- d) Oksijen kaynaklarının yenilenmesi

Bir egzersiz sonrasında ‘dinlenirken tüketilen oksijen’ kavramı ‘oksijen borçlanması’ olarak isimlendirilmektedir. Belirtilen bu oksijen iki aşamada tüketilir ve ilkinde hızlı dinlenme safhası, ikincisine ise yavaş dinlenme safhası adı verilmektedir. Bu iki safhaya eskiden alaktasit ve laktasit bileşenleri ismi verilmekteydi.

Dinlenme Oksijeni

Bildiğimiz gibi bir antrenmandan sonra egzersiz yapmadığımız halde yapılan antrenmanın şiddetine bağlı olarak oksijen tüketimi oldukça yoğun bir şekilde bir süre daha devam eder. Normal şartlarda dinlenirken tüketilen oksijenden daha fazla olan bu dinlenirken tüketilen oksijene ‘Dinlenme oksijeni’ denir. Oksijen borçlanması, antrenman sırasında vücudun herhangi bir bölgesinden alınarak tüketilen oksijeni dinlenme sırasında tamamlamak amacıyla fazladan alınan oksijen anlamında ‘oksijen borçlanması’ şeklinde yanlış yorumlamışlardır. Dinlenme oksijeni, enerji kaynaklarının yenilenmesi ile antrenman sırasında biriken laktik asidin atılmasını da içeren ve esas itibarıyla dinlenme sırasında vücudun antrenman öncesi konuma dönmelerini sağlamak amacıyla normalden fazla tüketilen oksijendir.

Hızlı Dinlenme (Alaktasit) Ve Yavaş Dinlenme (Laktasit) Oksijen Tüketimi Bileşenleri

Maksimum antrenman sonrasında yükselen oksijen tüketimi birdenbire düşer ve yavaş yavaş azalarak sabitlenir. Oksijen borçlanmasının ilk safhası alaktasit oksijen borçlanması bileşeni diye adlandırılıyordu. Şimdi buna hızlı dinlenme oksijen safhası (HDS) denmektedir. Laktasit, oksijen bileşeni diye bilinen ikinci safha ise şimdi hızlı dinlenme oksijen safhası (YDS) diye anılmaktadır. İkinci evreye laktasit bileşeni deniliyordu. Çünkü o günlerde borçlanmanın bu evresinde tüketilen bu oksijenin antrenman sırasında kanda ve kaslarda biriken laktik asidin atılması için alındığı sanılıyordu. 1933 yılında ilk kez oksijen borçlanmasının laktik asit birikmesi olmadan da gerçekleşebileceği anlaşılınca ‘alaktasit oksijen Borçlanması’ terimi kullanıldı. Artan oksijen kullanımının yavaş dinlenme evresindeki birçok fizyolojik faaliyetle ilgisinin olduğu artık bilinmektedir. Bu faaliyetlerden bazıları ; beden ısısının artışı, oksijen tüketimindeki artış, glikoz yenilenmesi ve kalbin oksijen tüketmesidir. Hagber ve diğer uzmanlar, yavaş dinlenme evresinde tüketilen enerjinin büyük bir kısmının metabolizma üzerindeki etkisine bağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Enerji Kaynaklarının Dinlenme Sırasında Yenilenmesi

Bunun yanıtı için iki sorunun cevabını vermemiz gerekir. İlki Antrenman sırasında hangi enerji kaynakları tüketilir. İkincisi, tüketilen bu enerji kaynakları dinlenme sırasında nasıl yenilenir.

Birinci soruya gelince: Bilindiği gibi antrenman sırasında iki enerji kaynağı değişik oranlarda kullanılır. Bunlardan biri kas hücrelerinde depolanan ATP ve CP fosfojenleri, diğeri de kaslarda ve karaciğerde büyük miktarda depolanan ve birçok antrenman türünde önemli bir enerji kaynağı olarak kullanılan glikojendir.

ATP,CP Yenilenmesi Ve Hızlı Dinlenme Evresi

İnsanın iskelet kasındaki fosfojen depolarının doğrudan ölçümünü yapmak oldukça zordur. Ancak bunu ölçmek için yapılan çalışmalarda antrenmanı izleyen ilk birkaç dakika içinde antrenman sırasında tüketilen kastaki ATP ve CP 'ın çoğunun zaman geçirmeksizin yenilendiği saptanmıştır.

Örneğin,10 dk lık bir bisiklet egzersizi öncesi ve sonrasında vastus lateralis kasından alınan biyopsi örneklerinden elde edilen verilere göre: Antrenman sırasında tüketilen kaslarda depolanmış ATP ve CP, antrenman sonrasında 1-2 dk içinde tekrar yenilenir. Fosfojen yenilenmesi önce çok hızlı olduğu (taralı bölge), daha sonra yavaşladığı, ilk 30 sn de % 70' nin, 3-5 dk içindedede % 100 'ünün tamamlandığı gözlenmiştir.

Yorucu bir antrenman sonrası CP yenilenmesinde iki tip yenilenme mevcuttur. 1.) Kaslarda normal kan dolaşımı varken, 2) ve kaslarda yoğun bir kan doluşımı varken olmak üzere. Normal bir kan dolaşımı varken CP yenilenmesinin büyük çoğunluğu (%90) ilk 4 dk içinde gerçekleşir. Kan dolaşımı çok yoğun iken ise CP yenilenmesi olmaz. Bunun nedeni bu iş için oksijene ihtiyaç duyulmasıdır. Ancak bu görüşün tersine son zamanlarda fosfojen yenilenmesi için gerekli enerjinin küçük bir kısmının oksijen olmaksızın yani anaerobik glikoliz yoluyla da elde edildiği varsayılmaktadır. Hızlı yenilenme oksijen evresinde tüketilen oksijen, egzersiz sırasında kaslarda tüketilen ATP ve CP depolarının yenilenmesi için gereken enerjiyi sağlarlar. ATP yenilenmesi bazen doğrudan kas içerisinde depolanırken, bazen de bir kısmı hemen parçalanarak CP yenilenmesi için gerekli enerjiyi sağlar. Anaerobik glikolizin fosfojen yenilenmesi içinde ATP enerjisi sağladığı görülmektedir. CP nin ancak ATP parçalanırken açığa çıkan enerjiye bağımlı eşleşen tepkimeler yoluyla yenilenebileceği bilinmektedir. Diğer bir deyişle CP değil ATP besinlerin parçalanmasıyla açığa çıkan enerjiyle doğrudan olarak yenilenir. Bir mol ATP üretmek için 3,45 L oksijen gerekmektedir. Sedarer erkeklerde hızlı toparlanma evresindeki maksimum oksijen değerleri 2-3 L arasında iken sporcularda örneğin erkek kürekçilerde 6 L olarak bulunmuştur.

Laktat Toparlanması

Kas egzersizinden sonraki toparlanma esnasındaki arteriyal kan laktat konsantrasyonlarının zamansal değişimi iki exponansiyel fonksiyonun bir özeti olarak tanımlanmaktadır(59) .Bu fonksiyonların hız sabitleri kan laktat kinetiklerinin indikatörleridir. Çünkü onlar daha önce çalışan kas ve kan arasındaki laktat exchange kabiliyeti (yüksek hız sabiti 1) ve laktat diffüzyon boşluğundan onun uzaklaştırılması (düşük hız sabiti 2) spesifik olarak yansıtır (60,61). Bu matematiksel modelin kullanımı isotop traserlerinin aksine, non-steady-state, supramaksimal koşullar için avantaj sağlamasıdır. Düşük hız sabiti 2 (laktat uzaklaştırma hızı),hem supramaksimal hem de tükenene kadar devam eden dereceli olarak iş yükünün arttırıldığı maksimal egzersizlerden sonra, antrene kişilerde antrenmansız kişilerden daha büyük olduğu gösterilmiştir (62). Ratlardaki izotop çalışmaları daha önceki dayanıklılık antrenmanlarının steady-state egzersizi ve dinlenik laktasemia esnasında laktat klirensini arttırdığı göstermiştir. İnsan çalışmaları da antrenmanın verilen bir submaksimal düzeydeki egzersiz esnasında kan laktat düzeylerini düşürdüğü ve laktat klirens kapasitesini iyileştirdiği gösterilmiştir. Dinlenme esnasında, uzun süreli ve submaksimal egzersiz ve toparlanma esnasında laktat uzaklaştırılması için temel metabolik yol onun oksidasyonudur (63). Bunun yanı sıra ratlarda ve erkeklerde (64,65) glikoneojenez yoluyla anlamlı düzeylerde laktat uzaklaştırılmaktadır. Ayrıca kas oksidatif kapasitesinin dayanıklılık antrenmanlarıyla arttığı gösterilmiştir. Mamafi supramaksimal egzersiz esnasında ATP sentezi için temel yol CP'nin parçalanması ve kas glikojeninin laktada yıkılmasıdır. Yani laktat anyonları ve hidrojen iyonları (protonlar)'nın oluşumu vardır (66). Yüksek yoğunluklu egzersizler ve supramaksimal egzersizler belirgin asidozla sonuçlanır. Bu çalışmalar ışığında laktat anyonları ve ilişkili olarak protonlar birlikte transport edilir ve birlikte yok olur. Çünkü oksidasyon laktadın yok oluşunun temel yoludur.

27 yaş grubu sedanterlerde yapılan bir çalışmada ; dayanıklılık antrenmanlarının kasta monokarboksilat taşıyıcı protein 1 (MCT1) 'in hem sarkolemmal hemde mitokondriyal membranlarına girişi nedeniyle bu proteinin ekspresyonunu arttırdığı ve bu antrenmanın sarkolemma MCT4 'ü üzerinde değişik etkileri olduğu ve hem MCT1 hem de MCT4 'ün hücre-hücre laktat shuttle'na katıldığı buna karşın MCT1'in hücre içi laktat shuttle'nı kolaylaştırdığı tesbit edilmiştir (67). Hücre –hücre arasındaki laktat exchange ' memrana bağlı MCT ler sayesinde kolaylaştırılır. İskelet kasında farklı kinetik özelliklere sahip olan iki MCT izoformu (MCT1 ve MCT4) saptanmıştır. Son olarak hücre içi laktat shuttle' nın varlığı hipotize edilmiş ve gösterilmiştir (68,69).

Bu bulgular myositler ve hepatositlerde üretilen sitozolik laktadın aynı hücrelerin mitokondriyosuna nakledildiği ve orada okside edildiğini gösterir. Laktadın mitokondrilerce direkt olarak oksidasyonu mitokondriyal laktat dehidrogenaz (LDH) ve pruvat /laktat transporterlarının varlığına bağlıdır (70).

Dayanıklılık antrenmanları kas laktat konsantrasyonunu, laktat klirensini artırarak (71) ve laktat üretimini düşürerek düşürür. Ancak bu yüksek değil düşük yoğunluklu egzersizler de mümkündür. İnsanda MCT1 ekspresyonu kısa süreli antrenmandan sonra artar (72).

Laktat shuttle hipotezine göre, laktat bir son ürün olmaktan ziyade daha çok metabolik bir araçtır (73). Laktat, iskelet kası, deri, ve eritrositler gibi birçok dokudan devamlı olarak oluşur ve o dokular içine salınır. Laktat kalp gibi yüksek oksidatif dokular için bir enerji kaynağı, karaciğer için ise glikoneojenik (glikozun yeniden oluşması için) bir prekürsör (başlangıç maddesi) olarak hizmet verir. Bu dokular arasındaki laktat değişiminin, egzersiz bitiminden uzun süreli bir egzersize kadar uzanan bir aralıktaki koşullar altında meydana geldiği saptanmıştır (73,74). İnsanda laktat konsantrasyonları dinlenik durumda düşük seviyelerdedir. Ve orta düzeyde bir egzersiz esnasında küçük miktarda artar. Çünkü bu esnada laktat oksidasyonu ve glikoneojenezis üretimi karşılar. Bu nedenle hücre hücre laktat giriş çıkışı çeşitli dokulardaki aracı metabolizmanın koordine edilmesi için bir araç olarak rol oynar.

Kan Ve Kaslardan Laktik Asidin Atılması (58)

Daha öncede belirtildiği gibi, anaerobik glikoliz sonucu oluşan laktik asidin kanda ve kaslarda birikmesiyle yorgunluğun ortaya çıktığı bilinmektedir. Maksimum değerde laktik asidin kan ve kaslarda birikmesine yol açan ağır antrenmanlardan sonra tam anlamıyla dinlenebilmek için antrenman sırasında kanda ve çalışan iskelet kaslarında biriken bu laktik asidin tamamen atılması gerekmektedir. Bu konuda aklımıza gelebilecek soruların yanıtlanması konunun daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

1. Biriken laktik asidin atılması ne kadar sürer
2. Laktik asidin atılma süresini kısaltan etmenler nelerdir.
3. Laktik asit hangi yollarla atılır.
4. Toparlanma sırasındaki ve YTS safhasındaki laktik asit atılması arasında nasıl bir ilişki vardır.

Maksimum yüklenme yapıldığı bir antrenmandan sonra biriken laktik asidin yarısının atılabilmesi için 25 dk süreyle oturup dinlenmek gerekir denilebilir. Bu da böyle bir antrenmanın ardından ilk 1 saat 15 dk lık süre içinde laktik asidin % 95'inin atılması

demektir. Maksimum eforun yapılmadığı ancak yine de ağır bir antrenman sırasında biriken laktik asit oranı da az olacağından bunun atılması için daha kısa süreli toparlanma yeterlidir.

Toparlanma Sırasında Yapılan Egzersizin LA 'ın Atılma Süresine Etkileri

Ağır ve maksimum eforun kullanıldığı antrenmanlardan sonra oturmak (pasif toparlanma) yerine hafif bir egzersiz yapmanın kan ve kastaki LA'nın atılmasını hızlandırdığı tesbit edilmiştir. Bu toparlanma şekli için 'etkin' ya da 'aktif toparlanma' terimleri kullanılmaktadır.

Joggingle yapılan toparlanma esnasında atılan LA'nın pasif toparlanmaya göre daha büyük olduğu gözlenmiştir. Bu bilgilerden toparlanma esnasında uzun süreli jogging türü egzersilerin yapılması önerilebilir.

Laktik asidin atılma düzeyini maksimuma çıkartmak için toparlanma sırasında ne kadar egzersiz yapmak gereklidir?

Kandaki LA'nın maksimum düzeyde atılması, egzersiz yoğunluğunun % 30 ile % 45 MaxVO₂ olarak kaydedildiği anda gerçekleşmiştir. Ancak bu değerlerin bisiklet ergometresi üzerinde ve sedanter kişiler üzerinde uygulanan bir etkin toparlanma çalışmaları olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Koşarak ve yürüyerek 'etkin toparlanma' yapan profesyonel sporcularda maksimum LA atılması %50 ile % 65 MaxVO₂ arasındaki yoğunluklarda gerçekleştirilmiştir. Bu farkın nedeni deneklerin sporcu olup olmadıkları değil farklı tip egzersizlerin uygulanmış olmasıdır (Bisiklete karşı koşma veya yürüme). Etkin toparlanmanın yoğunluğu maksimum sınırların ister altında ister üstünde olsun LA daha yavaş atılır. Hatta etkin toparlanma yoğunluğu MaxVO₂'nin % 60'ından büyük olduğunda atılan LA'nın toparlanma sırasında atılandan daha az olduğu görülmektedir. Bunun nedeni bu yoğunlukta yapılan etkin toparlanma sırasındaki LA daki artıştır. Bir araştırmacı faal toparlanma yoğunluğunun ilk birkaç dk için MaxVO₂'nin % 70 daha sonraki süre içinde MaxVO₂'nin %40 olması gerektiğini savunmuştur. Profesyonel bir orta mesafe koşucusu bir yarış sonrasında birkaç dk lık bir depardan sonra uzun bir süre yavaş tempoda soğurken farkında olmadan bu uygulamaları yapmış olur.

Laktik Asit Atılım Fizyolojisi

Çalışan kaslarda biriken laktik asit'in atılım fizyolojisi aşağıdaki basamakları içermektedir;

1. LA, idrar ve ter yoluyla atılır. Ancak LA'nın toparlanma sırasında bu yolla atılım miktarı yok denecek kadar azdır.
2. LA, glikojene veya glikoza dönüşür. LA, KH(glikoz ve glikojen) 'ın bölünmesiyle açığa çıktığı için karaciğerde bunlardan birine dönüşerek kas için gerekli olan ATP

enejisini oluşturur. Ancak daha önce de belirtildiği gibi atılan LA ile karşılaştırıldığında kastaki ve karaciğerdeki glikojen toparlanması oldukça yavaştır. Hatta, toparlanma sırasında kandaki glikoz düzeyindeki değişiklikler de minimumdur. Bu nedenle, glikoz veya glikojene dönüşen LA atılan LA'nın sadece küçük bir bölümünü oluşturur.

3. LA proteine dönüşür. LA da dahil karbohidratlar (KH)'lar vücudumuzda kimyasal yollarla proteine dönüşür. Ancak, yine antrenman sonrası toparlanma sırasında sadece küçük bir miktar LA'nın proteine dönüştüğü saptanmıştır.
4. LA, oksidasyona girer. CO₂ ve H₂O'ya dönüşür. LA daha çok iskelet kasları tarafından oksijen sistemi için metabolik enerji kaynağı olarak kullanılır. Kalp kasları, beyin, karaciğer ve böbrek dokuları da bu işlevi yapabilmektedir. LA oksijenle birlikte sırasıyla önce prüvik aside sonra da Krebs çemberi ve elektron taşınması sistemi yoluyla CO₂ ve H₂O 'ya dönüşür. Tabii ki ATP, elektron taşınması sisteminde eşleşen reaksiyon yoluyla yenilenmektedir.

İşte aerobik sistem için metabolik enerji kaynağı olarak kullanılan bu LA, toparlanma sırasında atılan LA'nın büyük kısmını oluşturur. Bu değişim hem toparlanma hem de etkin toparlanma safhalarında gerçekleşebilir. Ancak toparlanmaya oranla etkin toparlanma sırasında gerçekleşen dönüşüm daha fazla LA atılmasını gerektirir. Az öncede bahsedildiği gibi, LA'ı enerjiye çevirebilen bir takım organlar vardır. Ancak bu işlemi yapan en önemli organın iskelet kasları olduğu kabul edilmektedir. Hatta bu dönüşümün hızlı kasılan (fast-twitch, FT) kaslara göre yavaş kasılan (slow-twitch, ST) kaslarda daha çok gerçekleştiği düşünülmektedir. Bunlar neden faal dinlenme sırasında pasif toparlanmaya oranla daha hızlı LA atılması gerçekleştiği sorusunun yanıtıdır. Örneğin faal toparlanma sırasında hem kaslarda LA taşıyan kan miktarı hem de çalışan metabolik kas lifi sayısı artar.

Kalp Atım Hızı (KAH) Toparlanması

Dolaşım sisteminin fonksiyel kapasitesinin test edilmesinin en basit ve en yaygın uygulama şekli egzersiz esnasında ya da egzersizden sonra KAH'nın ölçülmesidir. KAH cevabının ölçülmesi ile sirkülatuar kapasite incelenebilir (10). Egzersizden sonra nabzın normale dönme süresi iki faktöre bağlıdır(11): a) Egzersiz esnasındaki iş yükü, b) Şahsın kondisyon derecesi. Kondisyonu yüksek olan kimselerde egzersizden sonra nabzın normale dönüşü daha süratle olur. Çok yorucu ağır egzersizlerden sonra nabız normale çok geç bazan 1-2 saatte dönebilir (11).

Kalp Dolaşım Sistemi Ve Egzersize Uyumu (23)

Dolaşım sisteminin egzersize olan cevabı veya uyumu akut ve kronik olmak üzere iki şekilde olur. Herhangi bir kişinin bir egzersiz esnasında dolaşım sisteminin gösterdiği reaksiyon akut bir olgudur. Diğer taraftan bir süre sportif antrenmanlar yapan birinde gerek istirahatta gerek egzersiz esnasında kalp dolaşım sisteminin gösterdiği reaksiyon ve dolaşım sisteminin kazandığı özellikler kronik bir uyum olarak mütala edilir.

Dolaşım Sisteminin Egzersize Akut Uyumu

Kassal egzersize dolaşım sisteminin verdiği cevaba yaş, cins, vücut postürü, dehidratasyon durumu, şahsın kondisyon düzeyi gibi çeşitli faktörler etki eder. Normal koşullarda istirahat halinde kalbin dakikada tüm organizmaya gönderdiği kan 5-6 L. civarındadır . Kassal egzersize geçildiğinde kalbin dakika volümü ihtiyaca cevap verebilecek bir şekilde artar ve ihtiyacı çok olan dokuya fazla, ihtiyacı az olan doku ya az olmak üzere değişir. Başka bir deyimle kalbin- tüm organizmaya bir dakikada gönderdiği total kan miktarı ve bunun dokulara dağılımı dokuların ihtiyaçlarına fizyolojik bir uyum gösterir. İstirahat halinde iskelet kaslarına giden kan, kalbin dakika volümünün % 15-20 sini oluşturduğu halde, egzersizde bu oran % <85-88'e kadar yükselir. Diğer taraftan karın organlarına, dokularına giden kan miktarında azalma olur. Beyine giden kan miktarında bir değişme olmaz. Deri dolaşımı da keza ısı düzenlenmesinde oynadığı rol gereği azalmaz hatta hafif, mutedil egzersizlerde ısı kaybetme amacı ile artar. Ağır eforlarda azalsa bile gene istirahat değerinin altına düşmez. Koronerlerden geçen kan miktarı da miyokardın artan ihtiyacına cevap verebilecek oranda artar.

Kalbin Dakika Volümü (V_m) = v (atım volümü) x n (atım sayısı) şeklinde ifade edildiğine göre kassal eforlar esnasında kalbin dakika volümünün artması bir taraftan atım volümünün artması, diğer taraftan kalbin bir dakikadaki atım sayısının artması ile mümkün olur. Kasın oksijen ihtiyacını karşılamak için V_m 'yi etkileyen bir başka faktörde arterio-venöz oksijen farkıdır. Egzersiz esnasında nabızda artma derecesine etki eden bir faktör de egzersizin tipidir. En fazla nabız artımı sürat koşullarında, en az da halter; fırlatma gibi sporlarda görülür. Dayanıklılık sporlarında (uzun mesafe koşulları gibi) nabızdaki artış yukarıdaki iki spor arasındadır, fakat normale dönüşü daha yavaş olur. Emosyonel faktörler istirahatta ve hafif egzersizlerde nabızı arttırır ise de maksimal nabızda etkisi yoktur.

Kalp Atım Sayısı

Bazı kimselerde 40 kadar düşük, aksine bazılarında da 100 kadar yüksek olabilir. Tabii bu değerler aşırı örneklerdir. Kadında genellikle erkekten 5-10/dk. daha yüksektir. Uykuda en düşük değerdedir. Uyanmadan evvel artmağa başlar. Sabah yatakta iken alınan nabız en

değişmez alanıdır ve bazal nabız alınır. Sabahtan akşama kadar günlük aktivite esnasında nabız şahsın içinde bulunduğu heyecan ve aktivite durumuna göre değişir.

Postür: Yatan bir şahsın dik duruma geçmesiyle nabız da makul bir artma olması normaldir. Ancak aşırı artma anormaldir

Egzersiz: Nabız, egzersiz başlamadan hemen evvel veya egzersiz başlar başlamaz isitahat düzeyinin üstüne çıkar. Bu, sempatik, nörohumoral bir etkiyi yansıtır.. Serebral korteksten çıkan emirlerin aşağı inerken medüller kardiyak merkezlere etkisinin bir sonucudur. Onun için istirahat nabızı saptanırken şahıs total bir dinlenmede olmalı ve tamamen gevşek bulunmalıdır. Egzersizden hemen evvel veya egzersizin başlamasıyla görülen nabızdaki emosyonel artış birkaç saniye içinde düzleşir ve ancak bu safhayı takiben egzersize bağlı nabız artımı kendisini göstermeğe başlar. Düşük şiddetlerde ve sabit yükte yapılan egzersizler esnasında nabız bir kaç dakika içinde bir düzeye erişir ve orada kalır. Fakat iş yükü arttıkça nabız da ona paralel olarak linear bir şekilde artmaya başlar. Yüksek, ağır yüklerde nabzın steady-state'e erişmesi gittikçe daha uzun zaman almağa başlar. Bireyin kondisyonu yüksek ise aynı yükte nabzın seady-state değeri kondisyonsuza oranla daha düşük düzeydedir. Yük arttıkça öyle bir yük düzeyine gelinirki kişi tam bir bitkinlik hisseder. Bundan önce nabız maksimum düzeyinde bir düzlüğe erişir. Bu değer şahıstan şahısa değişir. 220-yaş (yıl) formülü genellikle şahsın aşağı yukarı maksimal nabzın tayininde kullanılan faydalı bir formüldür.

Egzersizde Atım Volümü Düzenlenmesi

Her sistolde kalbin attığı kan miktarı iki faktöre bağlıdır. a) Sistolün başında ventrikülün içerdiği kan volümü (buna,diyastol sonu",volüm adı verilir), b) Ventrikülün kasılarak boşalabilme derecesi (Buna da sistol sonu volüm denir). Şu halde diyastol sonu volüm-sistol sonu volüm farkı atım volümünü verir. Buna göre diyastol sonu ve sistol sonu volümlerdeki değişiklikler atım volümü değişmelerine neden olacaktır. Egzersiz esnasında kalbin atım volümünün artması ventriküllere venöz dolaşımdan daha fazla kan gelmesine yani diyastol sonu volümünün artmasına (Starling'in kalb kanunu) ve ventriküllerin daha fazla boşalmasına yani ventriküllerin daha kuvvetle kasılarak sistol sonu volümünün daha fazla küçülmesine bağlıdır. İnsanlarda ikinci faktör daha ağırlıklı rol oynar. Egzersiz esnasında bir taraftan kanda artan epinefrin, diğer taraftan artan sempatik aktivite her ikisi de miyokardın kasılma gücünü arttırırlar ve her sistolde vetriküler volümün daha fazla küçülmesine neden olurlar. Yatar pozisyonda kalbin atım volümü dik duruma oranla daha fazladır. Yatar durumda yapılan egzersiz esnasında atım volümünde artma nisbeten az olur. Dik durumda yapılan egzersizde ise atım volümü, gene dik durumda istirahatteki oranla daha büyük bir

artma gösterir. Yatar durumdan dik duruma geçildiğinde yer çekimi etkisiyle kalbe dönen venöz kan miktarı azaldığından kalbin atım volümü de yatar durumdakine oranla azalır. Dik durumda yapılan egzersiz esnasında atım volümü egzersizle artarak hemen yatar istirahat durumundaki değere erişir ve egzersizin şiddetine ve şahsın kondisyon düzeyine göre bu değerler çok az üstüne çıkar. Atım volümünün maksimal değeri gerek yatarken, gerek dik durumdayken yapılan egzersizde hemen hemen aynıdır. Atım volümü antrene olmayan kimselerde yatar istirahat halindeyken 100 cc, dik durumda istirahatta 60-70 cc, yatar durumda iken yapılan maksimal egzersizde 125 CC., dik durumdayken yapılan maksimal bir egzersizde gene 125 cc. kadardır. Düzenli dayanıklılık antrenmanları ile kalbin kasılma gücünün artması sonucu maksimal atım volümü 150 cc. ye hatta aerobik kapasitesi çok yükselmiş sporcularda 200-210 cc, ye kadar çıkabilir. Kalbin diyastol sonu volümü venöz kan dönüşüne bağlıdır.

Kalbe venöz kan dönüşüne etkili faktörler şunlardır; 1. Bacak venlerinin refleks büzölmeleri, 2. Bacak kasları kasılmalarının içlerinden geçen venlere masaj etkisi, 3. Bacak venlerinde bir yönde açılan kapakların varlığı, 4. Solunum hareketleri. Bütün bu 4 faktör yer çekimi etkisi ile kanın alt taraf venlerinde toplanmasına mani olurlar.

1. Bacak Venlerinin Refleks Vazokonstriksiyonu

Egzersiz şiddeti arttıkça kalbin dakika volümü de artar ve bununla beraber periferik venlerin tonusu da artar. Venler genellikle ince çeperli olup kolaylıkla genişleyebilirler ve kollabe olabilirler. Gerek egzersize katılan bacağın gerek katılmayan bacağın venlerinde egzersiz esnasında refleks vazokonstriksiyon husule geldiği gözlenmiştir. Bu yolla egzersiz esnasında kanın aşağı ekstremitelerde toplanmayıp kalp yönüne yollanmasına katkıda bulunulmuş olur.

2. İskelet Kaslarının Masaj Etkisi

Yukarıda bahsedildiği gibi venler ince çeperli olduklarından kolaylıkla baskı altına alınabilirler. Bacak kasları kasıldıklarında içlerinden geçen venleri sıkıştırırlar ve içlerindeki kan, tek taraflı açılan kapakların da varlığı nedeni ile kalp yönünde yollanır. Kaslar gevşediğinde kapaklar kanın geriye dönüşüne mani olur ve bu venler periferiden gelen kanla gene dolarlar. Bacak kaslarının bu etkisine onun için venöz pompa da denir. Bu mekanizma muhtelif derecelerde de olsa her zaman işler. Fakat bu pompanın egzersiz esnasındaki işleme derecesi egzersizin şiddeti ve tipine bağlıdır.

3. Venöz Kapaklar

Venlerdeki kapaklar kanın bir yönde kalp yönünde gitmesini sağlar. Kalbin üstündeki venlerde kapak yoktur.

4. Egzersiz Esnasında Kalp Atım Volüm Artışı

Dik durumda yapılan bir egzersiz esnasında atım volümü lineer bir şekilde artar ve şahsın maksimal değerine erişir. Şahsın maksimal kapasitesinin % 40-60'ından itibaren kalbin dakika volümündeki artışlar daha ziyade frekansın artması ile temin edilir. Antrene olsun veya olmasın atım volümü submaksimal bir egzersiz esnasında maksimale ulaşır.

Egzersizde Kan Basıncı (23)

Normal bir insanın hem sistolik hem diyastolik hem orta arteriyel kan basınçları eforla artar. Yalnız artma sistolikte belirgin ve eforla linear olduğu halde diyastolikte çok azdır. Böylece nabız basıncı ve orta basınç eforla artmış olur. Kan basıncını formüle etmek istersek şöyle yazabiliriz; $P = V_m \times R$. Burada P, orta arteriyel kan basıncını, V_m = kalbin dk. volümürtü, R, periferik damarsal direnci ifade eder. Bu eşitliğin sağ tarafındaki faktörlerin egzersizde ne gibi değişiklikler gösterdiğini görelim.

V_m (Kalb dakika volümünü) Yapılan eforun şiddetine uygun olarak kalbin bir dakikada attığı kan miktarında artar. $V_m = v \cdot n$ (v = atım volürnü, n = kalb atım sayısı). Görüldüğü gibi kalbin dk. volümü; atım volümü ve atım sayısının çarpımından ibarettir. Egzersizde kalbin bir dakikada attığı kan, ancak bir taraftan atım volümü diğer taraftan atım frekansının artırılması ile çoğalır. Aerobik kapasitesi yükselmiş biri ile hareketsiz hayat yaşayan birinde bu iki faktörün (v ve n) kalbin dk. volümündeki artışa katkıları değişik olur. Kalbin dk. volümünün artımı özellikle sistolik basınca etki eden bir faktördür. Damarsal periferik dirence gelince, bu hususta en önemli rolü damar çapı oynar. Kas bahsinde geçtiği gibi aktif olan kasların damarları genişler, inaktif olan kas ve dokuların özellikle splanknik alanın (akciğer, beyin, kalb hariç) damarları ise daralır. Böylece kan inaktif dokulardan aktif kaslara aktarılmış olur. Submaksimal egzersiz esnasında kalp atım volümü maksimal değerine erişir ve ondan sonra maksimal egzersiz esnasında artık fazla artmaz, halbuki kalp atım sayısı yapılan işle doğru orantılı bir şekilde artar. Yüksek derecede antrenmanlı erkek dayanıklılık sporcularında atım volümü oldukça yüksek olup 150-200 cc arasındadır.

Diğer taraftan eforun başlangıcında deri damarlarında da bir daralma görülür. Efor devam ettiği takdirde ısı düzenlenmesi gereği deri damarları daha sonra genişler. Efora katlan kas kitlesi büyük olduğu takdirde (koşmada olduğu gibi) genişleyen damarların periferik dirence etkisi daralan damarları ile dengeleşir ve sonuçta R, periferik direnç, çok az bir değişme gösterir. Bunun sonucu diyastolik değişmez veya çok az yükselir, orta arteriyel basınç da çok az artar. Böylece büyük kas kitlesini içeren egzersizlerde sistolikte artma diyastoliğe oranla daha büyük olur ve nabız basıncı artar. Sistolik-diyastolik basınç arasındaki nabız basıncının büyüklüğü kalbin atım volümünün büyüklüğünü gösterir. Eforda kullanılan

kas kitlesi küçük ise (duvara çivi çakma, kürekle kar temizleme gibi) işte o zaman aktif kas kitlesi az olacağı için genişleyen damarlar da az, daralanlar veya dar durumda olanlar fazla olacağından periferik direnç de artar. Bunun sonucu az kas kitlesi ile yapılan eforlarda kan basıncı artması daha yüksek olur.

Egzersiz Periferik Damarsal Uyum

Fiziksel aktivite ve max Vm'de değişmeler, az fakat anlamlı bir şekilde total kan volümündeki değişmelerle beraberdir. Genellikle Hb yoğunluğunda veya hematokritte belirgin bir değişme olmaz. Düzenli antrenmanlar sonucu sistemik periferik direnç düşer. MaxVO₂ ile sistemik periferik direnç arasında kuvvetli negatif bir ilişki vardır. Periferik damarsal dirençte bu belirgin düşme max kalp dakika volümü 20 litre/dk kadar olan oturak hayatı yaşayan birine oranla bir dayanıklılık sporcusunun max Vm'nin 40 L/dk ya kadar çıkmasında önemli bir faktördür. İskelet kaslarının kapiller yatağı da antrenman ile artar.

Egzersizde Sempatik Sinir Aktivitesi

İnsan plazmasındaki norepinefrinin kaynağı sempatik sinir uçlarıdır. Sempatik sinir sisteminin aktivite durumu kandaki norepinefrin ve epinefrin yoğunlukları ölçülerek direkt olarak değerlendirilebilir. Egzersizde çalışan kaslara daha fazla oksijen ve kan yollanması, kalp dakika volümünün ihtiyaca uygun olarak yeni baştan dağıtılması ile yerine getirilir. Kan akımı splanknik bölgeden, böbreklerden ve inaktif kaslardan azaltılarak aktif kaslara daha fazla gönderilmesi şeklindeki bu Vm dağıtımındaki değişiklikten sempatik sinir aktivitesinin artması sorumludur. Egzersiz şiddeti arttıkça sempatik aktivite de artar. Sempatik bir taraftan depo enerjileri mobilize ederken diğer taraftan insulin salınımını azaltır ve insulinin plazma düzeyi düşer. Fakat bu düşme antrene kimselerde antrene olmayanlara oranla daha az belirgindir. Egzersizde Vm artmasında rol oynayan taşikardi sempatik aktivitede artma sonucu husule gelir. Egzersizde kalp atım sayısındaki inisyel artma vagus tonusunda azalma sonucu olur. Daha sonra ise sempatik aktivite artması işe girer. Dinamik egzersizlerin şiddet ve süresine bağlı olarak norepinefrin ve epinefrinin plazma yoğunlukları artar. İzometrik egzersizlerde plazmada norepinefrin artımı az olur. İzometrik egzersizlerde işe giren kas kitlesi dinamik egzersizlere oranla çok azdır. Ağır eforlarda kandaki norepinefrinin çoğu efora katılan büyük kas kitlesinden gelir. Plazma katekolamin yoğunluğu yaşla da artar. Baroreseptör refleksi kan basıncı düzenlenmesinde egzersiz esnasında da çalışır. Ama daha yüksek bir düzeye kurulmuştur. Dinamik egzersizlerin başında gerek merkezi sinir sisteminden gelen emirlerle gerek kaslardan doğan afferent impulslerin etkisiyle sempatoadrenal aktivite artar. Bu ise kardiyovasküler, hormonal, sistemlere metabolizmaya, ısı düzenine, su elektrolit dengesine ve kassal performansa etkilidir.

3. YÖNTEM VE PROSEDÜRLER

3.1. Yerleşim

Bu çalışma; Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, performans laboratuvarı ve İzmir Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü Biyokimya laboratuvarı ve çeşitli futbol takımlarına ait çim sahalarda yapılmıştır. Sedanterlerin EKG ölçümleri, Sağlık Kültür ve Spor Daire Başkanlığı, Mediko Sosyal Tesislerinde, kardiyoloji tetkikleri, Celal Bayar Üniversitesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın etik kurul kabulü Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulu tarafından yapılmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

Bu çalışmaya;

- Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu öğrencisi olan,
- Hiçbir uygulamalı ders bulunmayan 4.sınıfına mensup erkek öğrencilerden rastgele seçilmiş 20 kişi ile 88 profesyonel futbolcu,
- Çalışmanın, amacını ve risklerini anlatan izin bildirgesini imzalamış,
- Sağlık geçmişi envanterini doldurmuş,
- 18-32 yaşları arasında, toplam 108 gönüllü çalışmaya katılmıştır.

Çalışmaya gönüllü katılan katılımcılar aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır.

A-Futbolcu Grubu (FG) : Aktif olarak profesyonel futbol oynayan 88 gönüllü

B- Kontrol grubu (KG) : En az 3 aydır düzenli egzersiz yapmayan

CBÜ-BESYO 4.sınıf öğrencisi 20 gönüllü sedanter kontrol grubu oluşturmuştur.

3.3. Çalışma Dizaynı

Çalışma dizaynı aşağıdaki belirtilen şekildedir.

1. Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulunun yazılı onayı alındıktan sonra aşağıdaki çalışmalar yapılmıştır.
2. Katılımcılar çalışmaya başlamadan önce çalışmanın amacını ve içeriğini anlatan izin bildirgesi formunu çalışmaya gönüllü katıldıklarına dair imzalamışlardır (EK A) ve sağlık geçmişleriyle ilgili bir anket (EK B) doldurmuşlardır.

3. Çalışmaya katılan sedanter katılımcıların EKG ölçümleri ve muayeneleri yapılmıştır.
4. Çalışmaya katılan futbolculardan sezon başı periyodik sağlık muayenelerinin yaptırmış ve sağlık kurulu raporu almış olması şartı aranmıştır.
5. Testler sezon hazırlık periyodu başladıktan 10-15 gün sonra başlamıştır.
6. Katılımcılar sigara ve alkol alışkanlığı olmayan, uzun süredir herhangi bir ilaç ya da vitamin kullanmayan kişilerden seçilmiştir.
7. Kontrol grubu futbol grubuna benzer yaş ve fiziksel özelliklere sahip sedanter erkek gönüllülerden seçilmiştir.
8. Katılımcılara sağlık durumlarının sorgulandığı anamnez formu (EK B) doldurtulmuştur. Futbolcular profesyonel kulüp oyuncularından lisansları çıkartılırken sağlık kurul raporu alma zorunlulukları vardır.
9. Bu nedenle kulüp doktorlarınca halen mevcut bir rahatsızlığı bulunmadığı belirtilen 120 futbolcu sağlıklı kabul edilip çalışmaya aday olarak kabul edilmiştir.
10. Sedanterlerden 40 kişi CBÜ Mediko Sosyal Merkezinde sağlık Kontrolünden geçirilip EKG leri çekilmiş ve yapılan değerlendirmeler sonunda sağlıklı olduğuna karar verilenler kontrol grubu için aday kabul edilmişlerdir.
11. Testten önce yapılacak olan ‘Hemogram test’ sonuçları da göz önüne alınarak sağlıklı oldukları anlaşılan 26 kişi denek olarak çalışma grubuna kabul edilmişlerdir.
12. Bu nedenle çalışmaya denek olarak kabul edilecek 108 kişiyi bulmak için yaklaşık 150 kişi taramadan geçirilmişlerdir.
13. Deneklere aşağıda belirtilen ölçümlerden bir hafta öncesinden itibaren diyetlerini fazla değiştirmemeleri ve en az iki üç gün öncesinden itibaren ağır egzersizler yapmamaları konusunda uyarılmışlardır.
14. Çalışmaya katılan tüm katılımcılardan, egzersiz programı öncesi hemogram ve bazal nitrik oksit ölçümleri için kan örneği alınmıştır.
15. Bu nedenle Egzersiz testinden bir ya da iki gün önce deneklerden en az 12 saatlik bir açlığı takiben sabah saat : 09:00-11:00 arasında kol venasından açlık kanları alınmıştır.
16. Bu kan numunelerden hemogram ve bazal kan nitrik oksid düzeyleri belirlenmiştir.
17. Kanlar alındıktan sonra aç karnına deneklerin fiziksel (boy, kilo ve vücut kitle indeksleri) ölçümleri yapılmıştır.
18. Kan alımı sonrasında protokolde belirtildiği şekilde saha koşullarında (çim sahada) hafif kahvaltıdan 2-2.5 saat sonra eşik testine tabi tutulmuşlardır.

19. Bu test sonunda elde edilen verilerden AT ve ANT hızlarının ölçümleri, HR toparlanma hızları ve laktat eliminasyon hızları belirlenmiştir.
20. Test ve toparlanma periyodu esnasında içecekler kısıtlanmamıştır.

3.4. Kullanılacak Materyal

3.4.1. Kullanılan Gereçler

CİHAZ	MARKA
1. Spektrofotometre	Shimadzu UV 160 A (Japan)
2. Kan sayım cihazı	Sequoia-Turner Cell-Dyn 400
3. Laktat analizörü	YSI 1500 SPORT (USA)
4. Htc santrifüjü	Hettich (Germany)
5. Santrifüj (yüksek devirli)	MLW - T 54 (Germany)
6. Santrifüj	Eppendorf 54 IS C
7. Vortex	Elektro-mag M-16 (TM)
8. Pulsemetre (HR ölçer)	Sportester PE 300 (Finland)
9. Baskül	TM
10. Benmari	Kotterman (Germany)
11. Distilasyon cihazı	Nüve (TM)
12. Etüv	Dedeoğlu (TM)

Otomatik pipetler:

1. 0.02 ml Gilson (France),
2. 0.05 ml Gilson (France),
3. 0.1 ml Gilson (France),
4. 0.2 ml Gilson (France),
5. 1.0 ml Gilson (France),

Tüpler:

1. 10x1 cm cam
2. Plastik kapaklı Eppendorf tüpü
3. Heparinli kapiler Htc tüpü
4. K3 EDTA'lı cam Vacutainer tüpü.

3.4.2. Kullanılan Biyokimyasal Kitler ve Maddeler

MADDE	FİRMA
1. Nitrik Oksit kiti (96 TEST),	“oxis” (Oxis international inc.USA)
2. YSI 2329 NOLU lactate membrane kiti,	YSI (Yellow Spring Incorp,USA)
3. YSI 2315 nolu blood lactate preservative kit,	YSI (Yellow Spring Incorp,USA)
4. YSI 1515 nolu lysing agent kiti,	YSI (Yellow Spring Incorp,USA)
5. YSI 2357 Buffer concentrate kit	YSI (Yellow Spring Incorp,USA)
6. YSI 2327 Standart kit (5 mmol/l)	YSI (Yellow Spring Incorp,USA)
7. YSI 2328 Standart kit (15 mmol/l),	YSI (Yellow Spring Incorp,USA)
8. Cell-dyn 400 Kan sayım cihazı reaktifi (Dilüent)	
9. Cell-dyn 400 Kan sayım cihazı reaktifi (Deterjan)	
10. Cell-dyn 400 Kan sayım cihazı reaktifi (lyser)	
11. Kapiller Htc tüpü 100 lük kutu	
12. Steril lanset	
13. Kapaklı ephendroh tüpü	
14. Steril vakutainer iğnesi (yeşil)	
15. K3-EDTA' lı vacutainer cam tüp (2,5cc)	
16. Antikoagülanssız jelli vacutainer tüp (8,5 cc)	
17. Sarı otomatik pipet ucu	

3.5. Yöntem

Deneklere aşağıda belirtilen ölçümlerden bir hafta öncesinden itibaren diyetlerini fazla değiştirmemeleri ve en az iki gün öncesinden itibaren ağır egzersizler yapmamaları konusunda uyarılmışlardır. Egzersiz testinden bir ya da iki gün önce deneklerden en az 12 saatlik bir açlığı takiben sabah saat 09:00-11:00 arasında kol venasından açlık kanları alınmıştır. Bu kan numunelerden hemogram ve bazal kan nitrik oksid düzeyleri belirlenmiştir. Kanlar alındıktan sonra aç karnına deneklerin fiziksel (boy, kilo ve vücut kitle indeksleri) ölçümleri yapılmıştır. Kan alımı sonrasında protokolde belirtildiği şekilde saha koşullarında (çim sahada) katıldıkları bir egzersiz testi sonunda AT ve ANT hızlarının ölçümleri, HR toparlanma hızları ve laktat eliminasyon hızları belirlenmiştir..

Egzersiz testleri, 5-6 kişilik gruplar şeklinde kademeli olarak yapılan hafif bir kahvaltı dan 2,5-3 saat sonra sabah saat: 9-12 arasında yapılmıştır. Test egzersiz ve sonrasındaki toparlanma periyodu dahil en fazla 50-55 dk sürmüştür.

3.5.1. Fiziksel Ölçüm Yöntemleri

Boy ve vücut ağırlığı ölçümleri şortla ve ayakkabısız olarak yapılmıştır.

3.5.2. Vücut Kitle İndeksi (VKİ)

Boy ve vücut ağırlığından aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$VKİ = \text{Ağırlık (kg)} / (\text{boy, m})^2$$

3.5.3. Aerobik eşik (ATH) ve Anaerobik eşik (ANTH) hızının ölçülmesi

Test protokolü (75) : Çim sahada standart bir ısınma sonrasında 8 km/h hızla başlayan, her bir kademesi 5 dakika süren ve her kademe sonunda 1.2 km/h hız arttırımının yapıldığı ve kademeler arasında 1 dakikalık pasif dinlenme intervallerin bulunduğu, volünterel yorgunluğa kadar devam eden bir egzersiz ve sonrasındaki 15 dakikalık bir pasif dinlenme periyodundan ibarettir. Denekler, 40m uzunluğundaki bir parkuru, mekik koşusu şeklinde koşmuşlardır. Koşu hızı her bir 20 m'de bir sinyal sesi veren bir teyp ile denetlenmiştir. Denek birinci sinyali kaçırıp ikincisine yetişir ise teste devam eder. Eğer denek iki sinyali üst üste kaçırırsa yani ; artık artan tempoya ayak uyduramayacak kadar yorulmuşsa onun için test sona erdirilmiştir. Test yaklaşık 6-7 kademe sürmektedir. Her bir kademe sonunda kalp atım hızları (HR) pulsemetre (Sportstester PE300) ile okunup ve laktat ölçümü için parmak ucundan kan alınmıştır. Egzersiz süresi dinleme aralıkları dahil toplam 35-40 dk sürmektedir. Total kan laktatı ölçümleri YSI 1500 SPORT model lactate analizörü (yellow springs instruments incorp) ile yapılmıştır. AT ve ANT hızları (km/h olarak), hız-laktat grafiğinden interpolasyon ya da ekterpolasyon yapılarak hesaplanmıştır.

AT ve ANT hızlarının hesaplanması: Her bir kademenin sonunda ölçülmüş olan HR ve laktat değerleri o kademedeki hıza karşı grafiğe geçirilecektir. 2 mM laktat değerine karşı gelen hız aerobik eşik hızı (ATH), bu hıza karşı gelen nabız (ATN), 4mM laktat değerine karşı gelen hıza anaerobik eşik hızı (ANTH), bu hıza karşılık gelen nabız değeri ise (ANTN) olarak isimlendirilmiştir (C19)(M27).

3.5.4. Toparlanma Periyodu

Toparlanma testi, AT ve ANT'nin belirlenmesi amacıyla yapılan egzersizin bitiminden sonraki pasif toparlanma periyodunda yapılmıştır. Her bir denekten Laktat eliminasyon hızını saptamak için testin bitiminden sonraki 2.inci ve 15.ci dakikalarda olmak üzere toplam 2 kez parmak ucundan kan alınmıştır. Denekler toplam 15 dakika süresince oturarak dinlenmişlerdir. 2.ci dakikadaki laktat konsantrasyonu ile 15. dakikadaki laktat konsantrasyonu arasındaki farkın (azalmanın) geçen süreye (dakika olarak) bölünmesi ile elde

edilen deęer yani, bir dakikada kan laktat konsantrasyonunda meydana gelmiř olan dūřme ($\Delta mM/dk$), laktat eliminasyon hızı (LATH) olarak isimlendirilmiřtir. Ayrıca egzersizin bitiminden hemen ve 3 dk sonraki nabız (HR) deęerleri alınarak bu iki deęer arasındaki farkın geçen sūreye bōlünmesi ile elde edilen dakikadaki dūřme miktarı ise nabızdaki toparlanma hızı ($\Delta HR/dk$) olarak isimlendirilmiřtir.

Testin Sona Erdirilme Kriterleri:

Eşik testi esnasında aşağıdaki sıralanmış durumların gōzlenmesi halinde teste son verilmiştir.

- Anjin ya da anjin benzeri semptomların gōzlenmesi,
- Baş dōnmesi, konfizyon, ataksi, soğuk ve nemli deri gōzlenmesi,
- Artmıř egzersiz yūkūne raęmen kalp atım sayısında gerileme gōzlenmesi,
- Kalp ritminde gōzlemlenen çok būyuk farklılıklar,
- Fiziksel olarak gōzlemlenen veya sōzlū olarak denek tarafından bildirilen ciddi yorgunluk durumu,

3.5.5. Kan numunelerinin alınması, Saklanması ve Analizleri

ATH ve ANTH testlerinden 24 saat önce ve en az 12 saatlik bir açlık sonrası, sabah 08:30' da laboratuvara gelen denek önce 10 dk civarında oturtularak istirahat ettirilmiř ve sonra turnike fazla sıkılmadan kol venasından bir vacutainer tūpūne 10 ml kadar dūz kan, dięer EDTA'lı soęutulmuř tūplere ise 2 ml kan alınmıřtır. EDTA'lı tūpler eritrosit, lōkosit, hematokrit (Htc) ve hemoglobin (Hb) lūmleri yapılmak ūzere + 4°C' de saklanmıřtır. 10 ml'lik dięer tūpteki kan 30 dk oda sıcaklıęında bekletildikten sonra 1500g' de 15 dk santrifūj edilerek serumlar plastik kapaklı Eppendorf tūplerine paylařtırılarak + 4°C'de saklanmıřtır. Ve bir iki saat içinde tūm serum numuneleri -84°C' deki derin dondurucuya kaldırılmıřtır. Bu numunelerden serum nitrik oksit (total nitrit) lūmleri yapılmıřtır. Hematolojik lūmler aynı gūn yapılmıřtır. Hemogram yapmamızın amacı deneklerde performansı kısıtlayabilen herhangi bir anemi ya da bir hastalıęın olup olmadıęı hakkında bilgi edinilmesidir.

3.5.6. Nitrik Oksit Analizi

Birkaç saniye biyolojik yarı mrū olan ve çiftleřmemiř bir elektronu nedeniyle bir serbest radikal olan NO, kanda vasoaktif ve stabil metaboliti olan nitrite okside edilir. Nitrit tam kanda hızla nitrate çevrilir. Bu nedenle kanda NO analizi için NO'nun stabil metabolitleri olan nitrit ve nitrat dūzeylerinin lūmünden yararlanılmaktadır (13,17). Bu nedenle bu çalıřmada kan NO seviyesi yerine kan total nitrit seviyelerini lū alınacaktır.

Bazal serum total nitrit (NO) düzeylerinin ölçümü nitrik oksidin temel metaboliti olan nitratın (NO₃), kadmiyum (Cd⁺²) ile nitrite (NO₂) indirgenmesi sonucunda oluşan nitritin “Griess reaktifi” ile oluşturduğu pembe renkli azo boyasının absorbansının spektrofotometrik olarak belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntem ile örnekte var olan nitrit ve nitrattan indirgenerek oluşan nitrit düzeyleri toplam olarak ölçülmüş olur. NO sonuçları total nitrit olarak µmol/L cinsinden verilmiştir.

Nitrik Oksit Düzeyinin Belirlenmesi

Yöntemin İlkesi

Bu çalışmada serum nitrik oksit düzeylerinin analizleri ‘oxis’ firmasının (Oxis international inc.USA) kitleri ile gerçekleştirilmiştir. Yöntem nitrik oksitin temel metaboliti olan nitratın (NO₃), kadmiyum (Cd⁺²) ile nitrite (NO₂) indirgenmesi sonucunda oluşan nitritin “Griess reaktifi” ile oluşturduğu pembe renkli azo boyasının absorbansının spektrofotometrik olarak belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntem ile örnekte var olan nitrit ve nitrattan indirgenerek oluşan nitrit düzeyleri toplam olarak ölçülmüş olur.

Kullanılan Reaktifler

1. Kadmiyum granülleri (0.23-0.25 g). Kadmiyum granüllerinin aktivasyonu için granüller üç kez bidistile su ile yıkanmıştır. Daha sonra sırasıyla 0,1 M HCL ve 0,1 M NH₄OH (Ph=9.6) çözeltileri içinde ikişer kez 1-2 dakika çalkalanır bu durumdaki granüllerin aktivasyonu sağlanmış olur. Granüllerin hava ile temasının olmaması gereklidir. Kullanılan granüller su ile çalkalanmıştır ve tekrar kullanılmak üzere sülfürik asid çözeltisi içine konulmuştur.
2. Granüllerin içinde saklandığı 0.1 mol/L H₂SO₄ çözeltisi (28 mL H₂SO₄ 500 mL bidistile su içinde).
3. Sülfanilamid çözeltisi:
4. 5. %30 luk ZnSO₄ çözeltisi:
5. Standart çözeltisi:500 µmol/L NaNO₂ (MA 69.0) Bu çözeltden 25 µL alınır ve 25 mL bidistile su eklenmiştir. Bu hazırlanan stok çözeltden (10,20,40,60,80,100 µmol/L) standart çözeltiler hazırlanmıştır.

Nitrik oksitin analizinde daha iyi sonuç alabilmek için aşağıdaki bazı küçük modifikasyonlar yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin deproteinizasyonu: 50 mikrolitre serum alınıp kapaklı ephendorph tüplerine konulmuştur, üzerine 935 mikrolitre saf su konulmuştur. Bu karışım üzerine 15 mikrolitre %30 luk ZnSO₄ solüsyonundan konularak karıştırılmıştır. Bu karışım 10 dk oda

sıcaklığında bekletilmiştir. 14 dk 3500 devir/dk de santrifüj edilmiştir. Bu şekilde serum 20 kez dilüe edilmiştir. Sonuçlar hesaplanırken dilüsyon faktörü ile çarpılmıştır.

Analiz Tekniği

a. Nitratın Nitrite İndirgenmesi

1. Bir mikrosantrifüj tüpüne 0.23-0.25 g aktive olmuş Cd^{2+} konulmuştur.
2. Üzerine 600 mikrolitre süpernatant ilave edilmiştir. Plastik tüplerin kapakları kapatılarak 15 dk süreyle rotator üzerinede karıştırılmıştır. Ve sonra 3500 devirde 10 dk santrifüj edilmiştir.
3. Sonra tüpler bu şekilde 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir.
4. Daha sonra bu tüpler yeniden rotarda karıştırıldıktan sonra 15 dk süreyle 3500 devir/dk de santrifüj edilmiştir.

b. Griess Reaksiyonu

1. Sanrifüj edilen tüpten, bir test tüpüne 400 μ L supernatant konulmuştur.
2. 200 μ L sülfanilamid çözeltisi eklenmiştir, vorteks ile karıştırılmıştır.
3. 200 μ L NED ilave edilerek vorteks ile karıştırılmıştır.
4. 20 dk. oda sıcaklığında bekletildikten sonra 540 nm de absorbans okunmuştur. Oluşan pembe rengin şiddeti köre karşı okunmuştur. Renk şiddeti NO_2 konsantrasyonu ile ilişkilidir.
5. Sonuçlar standart grafiğinden hesaplanmıştır. Nitrik oksit miktarı μ mol/L olarak verilmiştir.

3.5.7. Laktik Asit Analizi

Laktik asid analizi için parmak ucu önce bir alkollü pamukla silinerek pamukla kurulandıktan sonra lansetle delinip parmağı fazla sıkmadan üçer adet hematokrit kapiller tüplerine alınan kanlar testlerin yapılacağı YSI 1500 Sport Laktat analizörü (YSI Corp. Incorp., Yellow Springs, Ohio, USA) 'nün özel YSI 2315 nolu kan laktat prezervatif (anti glikolitik) tüplerine boşaltılarak karıştırılmış olup buzdolabına kaldırılıncaya kadar bir buzlukta saklanmıştır. Belirtilen laktat prezervatif tüpleri kan numunelerindeki glikolizi ve koagülasyonu buzdolabında (dondurmadan) en az 1-2 gün korumaktadır. Test bitiminden hemen sonra buzdolabında bekletilen kan numunelerinin analizi yapılmaya başlanmıştır.

Belirtilen analizör intra ve ekstra sellüler laktatı (total laktat) 1.5 dk gibi kısa bir süre içerisinde doğruluğu son derece yüksek olan elektro-enzimatik bir metodla tespit etmektedir. Bu cihazda bu ölçümler için cihaza özel olarak ; bir laktat (YSI 2329 nolu) membranı, reaktif hazırlamak için YSI 2357 nolu tampon ve total laktat için (YSI 1515 nolu) eritrosit

parçalayıcı lysing ajanı, cihazın kalibrasyonu için ; YSI 2327 ve 2328 nolu 5 ve 15 mM standart kitleri kullanılmıştır. Her bir kişinin parmak ucundan alınan kan numunelerinden analizör ile kan laktatları analiz edilerek elde edilen sonuçlar mmol/L (mM) olarak verilmiştir.

3.5.8. Hemogram Analizi

EDTA'lı kanlardan Cell-dyne 400 model bir kan sayım cihazı (ABBOTT, USA) ile otomatik olarak yapılmıştır. Hemogram: Eritrosit, lökosit, hematokrit, hemoglobin ve ortalama eritrosit hacimlerini ihtiva etmektedir.

3.5.9. İstatistiksel Analizler ve Verilerin Değerlendirilmesi

Profesyonel futbolcular ve sedanterlerde aerobik (AT) ve anaerobik eşik(ANT) değerleri ve laktat eliminasyonu (LATH) ile BAZAL kan nitrik oksit (NO) seviyeleri arasındaki ilişkilerin incelendiği bu çalışmada bağımlı değişkenler; AT ve ANT deki koşu hızlar (ATH ve ANTH), kalp atım sayıları (ATN ve ANTN), maksimal kan laktik asit (MaxLA), LATH, maksimum kalp atım (MaxHR) ve nabızdaki toparlanma hızı (NABTH)'dır. Bağımsız değişken ise bazal NO seviyeleridir . İstatistiksel analiz süresince ilk önce tüm tanımlayıcı, fiziksel ve fizyolojik parametrelerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri alınmıştır. KG'nun n=20 olması nedeniyle iki grup arasındaki farklılıkların analizi nonparametrik (Mann-Whitney U) testiyle gerçekleştirilmiştir. Yukarıda açıklanan bağımlı değişkenler ile bağımsız değişken arasındaki ilişkinin istatistiksel anlamlılığı linear regrasyon analizi kullanılarak test edilmiştir. Regrasyon analizi süresince her bir bağımsız değişken stepwise yöntemi ile girilerek, istatistiksel olarak anlamlı olan değişkenlerin yer aldığı regrasyon denklemi oluşturulmuştur.

Ayrıca sporcular NO seviyeleri ve oynadıkları pozisyonlarına göre gruplara ayrılarak, laktat eşik değerleri, NABTH ve LATH açısından farklılık taşıyıp taşımadıkları tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yöntemi ile incelenmiştir. ANOVA sonuçlarında istatistiksel bir farka rastlandığında ise bu farkın kaynağının araştırılmasında Scheffe Post Hoc istatistiksel analiz yöntemi kullanılmıştır.

İstatistiksel analizler Windows altında çalışan SPSS-11 istatistiksel paket programı kullanılarak yapılmıştır. Anlamlılık için $p < 0.05$ değeri kriter olarak kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Profesyonel futbolcularda ve sedanterlerde saha koşullarında, aerobik ve anaerobik eşik ile kan laktat eliminasyonu ve bazal kan nitrik oksit düzeyleri arasındaki ilişkilerini araştıran bu çalışmaya katılan profesyonel futbolcuların ve sedanterlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1 de verilmiştir. Bu çalışmaya, sigara ve alkol alışkanlığı olmayan, nitrik oksit (NO) ve laktat metabolizmasını etkilediği bilinen herhangi bir ilacı düzenli olarak kullanmayan, hipertansiyonu ve anemisi bulunmayan ve sağlıklı oldukları yapılan sağlık kontrolleriyle belirlenmiş olan toplam normotansif ve nonobez 108 sağlıklı erkek katılmıştır. Gönüllüler, yaklaşık 150 kişinin taranması sonucu seçilen 122 kişinin teste tabi tutulması sonucunda çalışma kriterlerimize uyan kişilerden seçilmiştir. Futbolcular, halen faal ve ortalama 12 yıldır futbol oynamakta olan (spor yaşları, $12,07 \pm 3,12$) ve 18-32 yaş arasında yer alan (1,2 ve 3.lige mensup) profesyonel futbolculardan, sedanterler ise en az 3 aydır düzenli bir egzersiz yapmayan ve daha önceleri spor geçmişi olan öğrencilerden seçilmişlerdir. Katılımcılara, testlerden en az bir hafta öncesinden itibaren diyetlerini değiştirmemeleri ve testten en az 2 gün öncesi boyunca ağır egzersizler yapmamaları söylenmiştir. Sporcular ile sedanterler arasında yaş ve vücut ağırlığı (VA) ve vücut kitle indeksi (VKİ) için istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). Tüm bu veriler yapılan bu çalışmanın literatürdekilerden farklı olarak daha kontrollü olduğunu göstermektedir. Bu da bu çalışmada NO'nun diğer performans parametreleri ile birlikte değerlendirilmesinde daha doğru ve güvenilir sonuçlar almamıza yardım etmiştir.

Katılımcıların tanımlayıcı istatistiklerine bakıldığında, futbolcuların boyları istatistiksel olarak sedanterlerden kısa olduğu bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 1). Ancak hem FG hemde KG de boy ile çalışmamızda incelenen temel parametreler arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0.05$).

Tablo 1 : Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri

		Yaş (yıl)	Boy (cm)	VA (kg)	VKİ (kg/cm2)
Futbolcular (n=88)	X	22,45	178,36	74,74	23,46
	SD	3,63	6,07	6,36	1,23
	Minimum	18,00	160,00	56,00	20,30
	Maximum	32,00	191,00	88,30	26,40
Sedanter (n=20)	X	23,25	182,45	79,70	23,90
	SD	2,22	6,66	9,51	2,40
	Minimum	20,00	170,00	66,00	20,80
	Maximum	28,00	193,00	100,00	31,20
Total (N=108)	X	22,60	179,12	75,66	23,54
	SD	3,42	6,35	7,26	1,5146
	Minimum	18,00	160,00	56,00	20,30
	Maximum	32,00	193,00	100,00	31,20

VA: Vücut ağırlığı, VKİ: Vücut kitle indeksi

Çalışmaya katılan futbolcu ve sedanterlerin incelenen kan değerleri Tablo 2 de Araştırmaya katılan tüm deneklerin ortalama beyaz kan hücresi (BKH), kırmızı kan hücresi (KKH), hematokrit (HCTT) ve ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri, normal sınırları: KKH=4,5-6,2 million /mm³, BKH(4-10 bin /mm³), HCT=%40 -%50, MCV=80-95fL, NO (47,9-65,3 µM) içinde bulunmuştur. NO hariç diğer kan parametreleri için iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (p>0.05). Bu kan bulguları sporcuların test öncesinde serum NO düzeylerini etkilediği bilinen akut bir enfeksiyon ve anemi gibi bir hastalığa sahip olmadıkları hakkında bilgi vermektedir. FG'nin bazal NO değerleri KG'ninkinden anlamlı olarak büyük bulunmuştur (p<0,05).

Tablo 2 : Katılımcıların KKH, HCT, MCV ve Basal NO değerleri

		BKH 1/mm³	KKH mil/mm³	HCT %	MCV fl	NO µM
Futbolcular	X	6195,5	5,13	43,83	85,58	65,29
	SD	1419,7	,38	2,51	4,69	25,38
	Min	4000,0	4,37	40,00	66,20	22,50
	Max	10000,0	6,15	51,60	94,80	123,50
	N	88	88	88	88	88
Sedanter	X	5985,0	5,04	43,11	85,56	47,84
	SD	929,2	,32	2,47	2,55	16,08
	Min	4300,0	4,45	40,00	80,70	22,50
	Max	8000,0	5,79	48,90	90,30	93,20
	N	20	20	20	20	20
Total	X	6156,5	5,11	43,70	85,58	62,06
	SD	1341,2	,37	2,51	4,36	24,82
	Min	4000	4,37	40,00	66,20	22,50
	Max	10.000	6,15	51,60	94,80	123,50
	N	108	108	108	108	108

BKH: Beyaz kan hücresi, KKH: Kırmızı kan hücresi, MCV: ortalama eritrosit hacmi
NO: nitrik oksit

Eşik Testi Esnasındaki Kişisel Veriler:

Aerobik dayanıklılığın kriterleri ve dayanıklılık antrenmanları için optimal antrenman yükleri olarak kullanılan fizyolojik parametreler, aerobik eşik (AT) ve anaerobik eşik (ANT) değerleridir. Bu değerlerin direkt ölçüm parametrelerinin en önemlisi ise laktik asittir. Bu eşiklerin indirek göstergeleri ise aerobik eşikteki kalp atım sayısı (ATN) ve anaerobik eşığe karşı gelen kalpatım hızı (ANTN) ve bu eşik değerlerine denk gelen koşu hızları (ATH ve ANTH) dır.

Futbolcu Ve Sedanterlerin Eşik Testi Verileri : Her basamakta 5 dk' lık sabit hızdaki mekik koşusu sonundaki kalp atım hızlarını (KAH), atım/dk(a/dk) ve laktat konsantrasyonları (LA, mM) olarak EK-C ve EK-D de verilmiştir.

Eşik Testi Sonuçları:

Futbolcu ve sedanter katılımcıların aerobik ve anaerobik koşu hızları (ATH ve ANTH), ve bunlara karşılık gelen kalp atım sayıları (ATN ve ANTN) ile test esnasında alınan yol (TAYOL)' nın ortalama değerleri ve standart sapmaları (SD) Tablo 3 de verilmiştir.

Bu test esnasında futbolcular ortalama, 5660.8 m., sedanterler ise 4162.00 m yol katetmişlerdir. İki grup arasındaki yol farkı anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). FG'nin, ATH, ANTH, LATH ve NABTH değerlerinin KG'ninkilerden anlamlı olarak daha büyük olduğu saptanmıştır (Tablo 3). Bu verilere uyumlu olarak FG nin ATN ($p=0.004$) ve 3HR değerleri ($p=0.013$) değerleri ($p=0.004$), KG'ninkilerden anlamlı olarak daha küçük bulunmuştur. ANTN için gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır, $p>0.05$. Bu bulgular, FG'nin bu test esnasında daha büyük bir egzersiz gerçekleştirme kapasitesi ile uyumlu görülmektedir.

Tablo 3 : Katılımcıların ATH, ANTH, ATN, ANTN ve test esnasında alınan yol (TAYOL) ortalama ve SD değerleri.

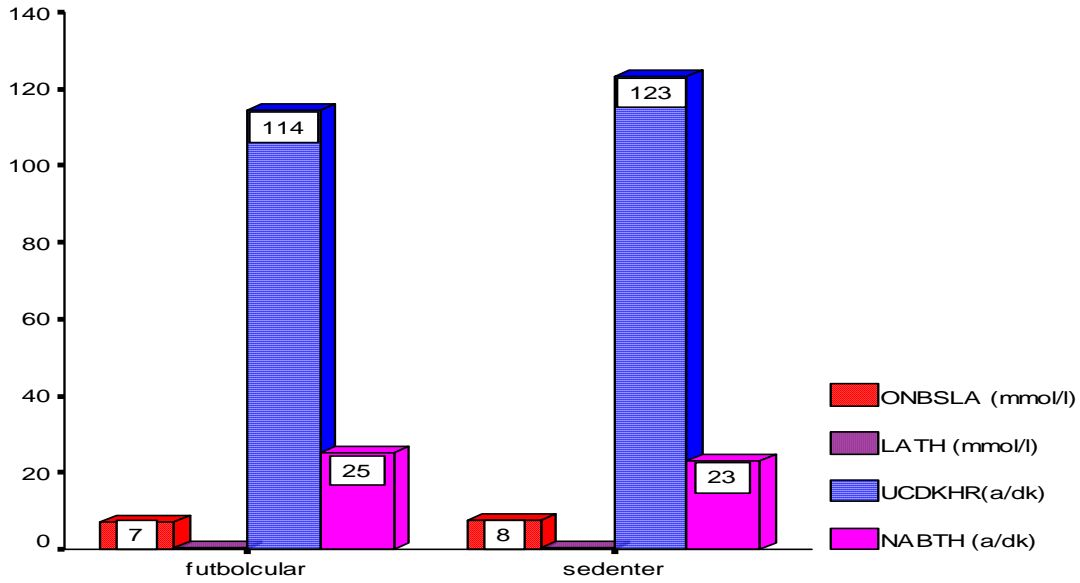
		ATN (a/dk)	ANTN (a/dk)	ATH (km/h)	ANTH (km/h)	TAYOL (m)
Futbolcular	N	88	88	88	88	88
	X	150,52	168,43	9,03	11,17	5660,80
	SD	8,87	10,04	1,18	1,17	872,9
Sedanter	N	20	20	20	20	20
	X	158,85	172,25	8,15	9,60	4161,99
	SD	11,22	9,86	1,03	1,20	1136,27
Total	N	108	108	108	108	108
	X	152,06	169,13	8,86	10,88	5383,19
	SD	9,84	10,07	1,20	1,32	1091,31

Katılımcıların mekik koşusu sonrasında ulaştıkları maksimal laktat miktarı (MaxLA) ve kalp atım sayısı (MaxHR) sporcuların performanstaki en üst düzeylerinin bir göstergesidir. Bununla beraber verilen egzersiz şiddeti sonrasında kan laktat toparlanma hızı (LATH) ve kalp atım hızı toparlanma hızı (NABTH) sporcuların test sonrası toparlanma kapasiteleri ile ilgili bilgi vermektedir. Katılımcıların ulaşabildikleri MaxLA, MaxHR NABTH ve LATH değerlerini Tablo 4 de verilmiştir. Bu bulgular katılımcıların test esnasında maksimal yüklenme yaptıklarını gösterir. MaxLA, MaxHR ve 15LA parametreleri için iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Ancak FG 'nin 3HR ($p<0,05$) değeri, KG'ninkinden anlamlı olarak daha küçük bulunmuştur.

Tablo 4 : Katılımcıların MaxLA, MaxHR, 3HR, NABTH, LATH ve 15LA ortalama ve SD değerleri.

		MaxLA (mmol/L)	MaxHR (a/dk)	3HR (a/dk)	NABTH (a/dk)	LATH (mmol/L)	15LA (mmol/L)
Futbolcu	N	88	88	88	88	88	88
	X	11,86	189,82	113,89	25,31	,351	7,31
	SD	3,31	10,52	13,32	4,37	,13	2,71
Sedanter	N	20	20	20	20	20	20
	X	10,79	192,70	123,35	23,11	,241	7,66
	SD	2,43	7,89	10,94	2,37	0,05	2,34
Total	N	108	108	108	108	108	108
	X	11,67	190,35	115,64	24,90	,330	7,37
	SD	3,18	10,12	13,38	4,15	,13	2,64

Katılımcıların Mekik testi sonrası 3.dk daki kalp atım hızı, 3HR(UCDKHR), 15 dk sonrasındaki laktat değeri, 15LA (ONBSLA), laktat toparlanma hızı (LATH) ve nabız toparlanma hızı (NABTH) ortalama değerleri Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 2 : Katılımcıların 15LA(ONBLA), LATH, 3HR (UCDKHR) ve NABTH değerleri ortalamaları

Futbolcular Mevkilerine Göre Gruplandırıldığında:

Çalışmaya katılan futbolcular mevkilerine göre sınıflandırıldığındaki tanımlayıcı istatistikleri Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5 : Futbolcuların Mevkilerine göre Tanımlayıcı İstatistikleri

Gruplar		Yaş (yıl)	Boy (cm)	VA (kg)	VKİ (kg/cm2)
Defans (n=28)	X	22,53	181,2	77,03	23,44
	SD	3,83	4,72	4,78	1,02
Orta saha (n=32)	X	22,34	178,7	73,17	23,40
	SD	3,66	5,50	5,72	1,32
Forvet (n=22)	X	21,68	175,00	71,41	23,27
	SD	3,07	6,03	6,06	1,35
Kaleci (n=6)	X	25,50	185,5	84,68	24,60
	SD	3,61	3,03	3i40	0,77

Mevkilerine göre ayrılan profesyonel futbolcuların kan değerleri Tablo 6 da açıklanmıştır.

Tablo 6 : Futbolcuların Mevkilerine göre KKH, HCT, MCV ve Basal NO değerleri

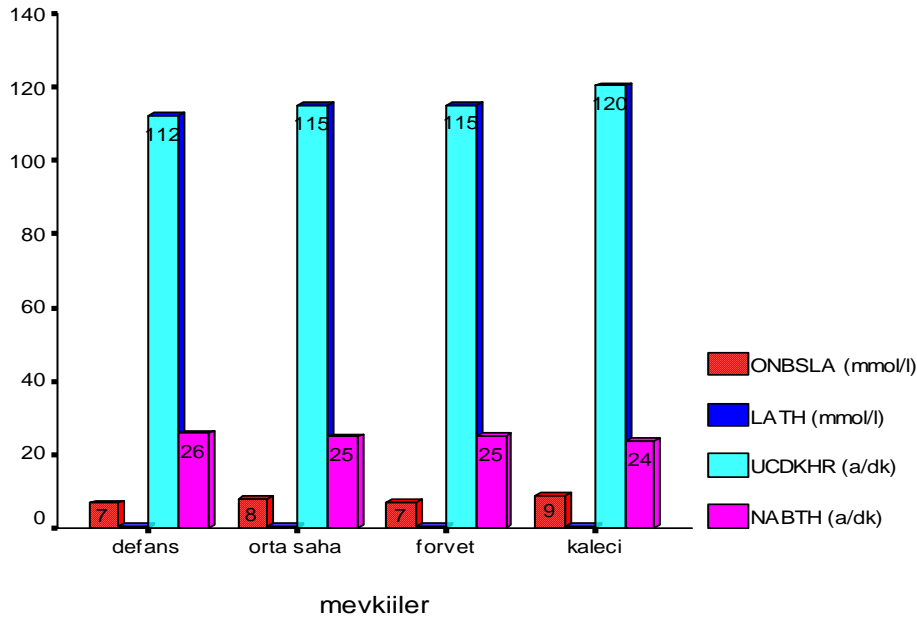
		BKH 1/mm3	KKH mil/mm3	HCT %	MCV fl	NO µM
Defans	X	6132,14	5,13	43,79	85,57	67,62
	SD	1281,79	,46	2,82	5,00	26,94
	N	28	28	28	28	28
Orta saha	X	6337,50	5,12	43,65	85,40	65,08
	SD	1514,60	,37	2,51	4,18	25,60
	N	32	32	32	32	32
Forvet	X	5813,63	5,05	43,98	86,97	65,79
	SD	1317,39	,21	2,17	3,39	25,47
	N	22	22	22	22	22
Kaleci	X	7133,33	5,47	44,46	81,51	53,71
	SD	1684,83	,37	2,64	7,87	17,48
	N	6	6	6	6	6

Defans ve orta saha oyuncularını arasında incelenen temel parametreler (ATH, ANTH, LATH VE NABTH) için anlamlı bir farklılık bulunamamıştır . Ancak sadece kalecilerin ATH, ANTH ve test esnasında alınan yol (TAYOL) değerleri sırasıyla; defans oyuncularının, orta saha oyuncularını ve forvet oyuncularınınkinden anlamlı olarak daha küçük bulunmuştur (Tablo 7).

Tablo 7 : Futbolcuların Mevkilerine göre ATH, ANTH, ATN, ANTN ve test esnasında alınan yol (TAYOL) ortalama değerleri.

		ATN (a/dk)	ANTN (a/dk)	ATH (km/h)	ANTH (km/h)	TAYOL (m)
Defans	N	28	28	28	28	28
	X	150,32	167,64	9,12	11,18	5646,35
	SD	9,26	10,82	1,33	1,11	770,60
Orta saha	N	32	32	32	32	32
	X	149,46	167,96	9,05	11,30	5789,00
	SD	9,37	9,79	1,02	1,06	876,94
Forvet	N	22	22	22	22	22
	X	152,06	171,59	9,26	11,52	5850,81
	SD	9,84	9,33	1,10	1,01	780,19
Kaleci	N	6	6	6	6	6
	X	146,33	163,00	7,60	9,21	4346,86
	SD	8,26	8,76	,75	,82	706,41

Futbolcuların toparlanmanın 3HR (UCDKHR), 15LA(ONBLA), LATH ve nabız NABTH gibi fizyolojik parametrelerin ortalama değerlerinin oynadıkları mevkilere göre dağılımı Şekil 3 de gösterilmiştir.



Şekil 3 : Futbolcuların oynadıkları mevkilere göre (15LA(ONBLA), LATH, UCDKHR (3HR) ve NABTH değerleri ortalamaları

Farklı mevkide oynayan futbolcular ile sedanterlerin ulaştıkları maksimal kalp atım ve laktat değerleri ile 3HR ve 15LA değerleri tek yönlü ANOVA ile araştırıldığında; mevkiler arasında yukarıda açıklanan fizyolojik parametreler açısından istatistiksel bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Bununla birlikte farklı mevkilerde oynayan futbolcular ile sedanter katılımcıların toparlanma hızları ortalamasında birbirlerinden istatistiksel olarak farklılıklar göstermektedirler, $F_{(4,107)}=4,56$, $p<0.05$. Yapılan Tukey Post Hoc analizleri sonucunda ise bu farklılığın sedanterin kan laktat toparlanma hızları (LATH)'nın ($X=0,241\pm 0,05$) defans ($X=0,370 \pm 0,14$) ve orta saha da ($X=0,36\pm 0,14$) oynayan futbolculardan daha düşük olmasından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır.

Çalışmaya katılan futbolcu aerobik, anaerobik koşu hızı, kalp atım sayısı , kan laktat eliminasyon değerleri (3, 15 dk) ve basal NO arasındaki ilişki çoklu regresyon analizi ile incelenmiştir. Stepwise yöntemi ile tüm bağımsız değişkenler modele bir anda alınmış. R^2 değerine göre basal NO ile ilişkisinde istatistiksel olarak anlamlı olanlar ortaya çıkan model içinde kalmıştır. Analiz sonuçlarına göre (Tablo 8) futbolcuların NO seviyelerinin diğer fizyolojik bağımsız değişkenler ile olan ilişkisinde yalnızca toparlanmanın 15. dk da alınan kan laktat değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki gözlenmiştir.

Tablo 8 : Futbolcular da basal NO değerlerinin diğer bağımsız değişkenler ile ilişkileri çoklu regresyon analizi

Model	R^2	Adjusted R^2	SEE	$R^2 \Delta$	F Δ	df1	df2	p
ONBSLA	,068*	,057	109,88	,068	6,304	1	86	,014

* ($p<0.05$).

Profesyonel futbolcuların bazal NO seviyeleri ile ilişkili olduğu düşünülen ve yukarıda açıklanan model içinde yer alan bağımlı değişkenlerin kısmi (partial) korelasyon değerleri Tablo 9 da verilmiştir.

Tablo 9 : Futbolcularda bazal NO değerleri ile bağımsız değişken ilişkileri kısmi korelasyon analizi

	NO	MAXLA	ONBSLA	LATH	MAXHR	UCDKHR	NABTH
NO	1,00	,20	,26	-,01	-,00	,07	-,07
MAXLA	,20	1,00	,85	,57	,32	,35	-,10
ONBSLA	,26	,85	1,00	,05	,28	,39	-,17
LATH	-,01	,57	,05	1,00	,16	,04	,07
MAXHR	-,00	,32	,28	,16	1,00	,35	,40
UCDKHR	,07	,35	,39	,04	,35	1,00	-,71
NABTH	-,07	-,101	-,17	,07	,40	-,71	1,00

Sedanter bireylerde basal NO ile aerobik, anaerobik eşik ve laktat eliminasyon değerleri arasındaki ilişki ikinci bir model de çoklu regrasyon analizi ile analiz edilmiştir. Bağımlı değişken sabit tutulurken tüm bağımsız değişkenler gene bir defada “stepwise “ analiz tekniği ile regrasyon modeline dahil edilmiştir. R² değerine göre sedanterlerin basal NO değerleri ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkide bulunduğu tek fizyolojik parametre toparlanmanın 3.dk sındaki kalp atım sayısıdır (Tablo 10).

Tablo 10 : Sedanterler de basal NO değerlerinin diğer bağımsız değişkenler ile ilişkileri çoklu regrasyon analizi

	R ²	Adjusted R ²	SEE	R ² Δ	FΔ	df1	df2	p
UÇDKKA	,261*	,220	14,20	,26	6,35	1	18	,02

* (p<0.05).

Yukarıda açıklanan sedanterlerin basal NO değerlerinin bağımsız değişken olarak kullanıldığı regrasyon modelinde yer alan ve kısmi korelasyonlar Tablo 11 de verilmiştir.

Tablo 11 : Futbolcularda bazal NO değerleri ile bağımsız değişken ilişkileri kısmi korelasyon analizi

	NO	MAXLA	ONBSLA	LATH	MAXHR	UCDKHR	NABTH
NO	1,00	,45	,34	,40	,28	,51	-,47
MAXLA	,45	1,00	,95	,26	,10	,26	-,28
ONBSLA	,34	,95	1,00	-,02	-,02	,14	-,23
LATH	,40	,26	-,02	1,00	,44	,44	-,19
MAXHR	,28	,10	-,02	,44	1,00	,75	-,05
UCDKHR	,51	,26	,14	,44	,75	1,00	-,69
NABTH	-,47	-,28	-,23	-,19	-,05	-,69	1,00

5. TARTIŞMA

İntermittent bir spor olan futbolda, yüksek yoğunluklu eforları tekrar edebilme kapasitesi performans için önemlidir. Bu nedenle oyun esnasında oluşan ve sprint kapasitesini düşürebilecek düzeylere kadar birikebilen laktik asidin aynı zamanda yağ oksidasyonunu da inhibe ettiği bilinmektedir. Laktadın etkin bir şekilde eliminasyonu performans için son derece önemlidir. Nitrik oksit (NO), vazodilatör, antioksidan ve ayrıca birçok metabolik (oksijen ve glikoz kullanımı gibi) regülatör özelliklere sahip bir gazdır. NO, egzersiz esnasında kasta ve damar endotelinden bol miktarda salgılanır. Maksimal aerobik güç ile bazal serum NO düzeyleri arasında anlamlı ilişkiler bulunmuş olmasına rağmen, futbolda dayanıklılığın bir kriteri olarak kullanılan aerobik eşik hızı (ATH, 2 mM kan laktat değerine karşı gelen hız) ve anaerobik eşik hızı (ANTH, 4mM laktadına karşı gelen hız) ve kan laktat toparlanma (eliminasyon) hızı (LATH) ile serum NO düzeyleri arasındaki ilişkilerin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Profesyonel futbolcular ve sedanterlerde ATH, ANTH, LATH ve nabız toparlanma hızı (NABTH) ile serum bazal NO düzeyleri arasındaki ilişkilerin incelendiği bu çalışmada; gönüllülerin oluşturulması aşamasında aşağıdaki özelliklere dikkat edilmiştir. Kan nitrik oksit düzeylerini etkilediği bilinen alkol ve sigara alışkanlığı, obezite, hipertansiyon, diyabet, koroner kalp hastalığı (KKH), anemi gibi hastalıklar ve bazı vitaminler ile antioksidan ajanların kullanımı gibi faktörlerin (17,42,76,77,78,79) ekarte edilebilmesi için; gönüllülere bir anket doldurtulmuştur. Ayrıca KKH'nın belirlenmesi için EKG (elektro kardiografi) çekilmiştir ve anemi ve herhangi bir akut enfeksiyonun olup olmadığını araştırmak için hemogram (kan sayımı)' ları belirlenmiştir. Yine NO düzeyleri ve incelediğimiz performans parametrelerini etkilediği bilinen fiziksel parametreler; yaş, vücut ağırlığı (VA) ve vücut kitle indeksi (VKİ) gibi parametreler ölçülmüştür.

Fiziksel parametreler ve hemogram değerleri (Eritrosit, hematokrit, hemoglobin) için FG ve KG arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0.05$). Ayrıca obezitenin bir göstergesi olarak kullanılan VKİ değerleri her iki grup için (<25) olduğu, yani obez olmadıkları saptanmıştır. Anemi ve akut bir enfeksiyon hakkında bilgi veren hemogram değerleri de normal sınırlar arasında bulunmuştur. EKG bulguları, anamnezleri ve yapılan sağlık kontrolleri sonrasında; gönüllülerin, nonobez (aşırı şişman olmayan), normotansif (tansiyonları normal sınırlar arasında) oldukları, diyabet (şeker hastası), KKH ve anemi (kansızlık) gibi bir hastalığa sahip olmadıkları, yani sağlıklı kişilerler oldukları kabul edilmiştir. Gönüllülerin seçiminde yukarıda kan nitrik oksit düzeylerini etkilediği belirtilen

faktörlerin dikkate alınarak belirlenmesi ve özellikle beslenme biçim ve alışkanlıkları açısından benzer sosyo-kültürel yapıya sahip olmaları, egzersiz grubunun uzun süredir (Ort.12 yıl) ve düzenli olarak egzersiz yapmakta olan profesyonel futbolculardan, kontrol grubunun ise belli bir egzersiz geçmişine sahip ancak en az 3 aydır düzenli olarak egzersiz yapmadığını bildiğimiz kişilerden seçilmiş olması, çalışmamızın, bu konuda daha önce yapılan çalışmalara kıyasla daha kontrollü ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

Egzersiz grubu (FG)'nun ATH, ANTH, LATH ve NABTH gibi performans parametrelerinin değerleriyle, test esnasında katedilen yol, kontrol grubu (KG)'nunkilerden anlamlı olarak daha büyük bulunmuştur. Tüm bu bulgular egzersiz grubunun kontrol grubuna göre daha iyi bir dayanıklılık ve egzersiz kapasitesine sahip olduğunu ve belirli bir süredir egzersiz yaptıklarını kanıtlamaktadır.

Dayanıklılık Düzeyleri Ve Toparlanma Düzeyleri Arasındaki İlişkiler İncelendiğinde:

Bu çalışmada, FG'nin, özellikle futbolda dayanıklılık kapasitesinin kriterleri olarak kullanılan ATH ve ANTH gibi parametreler (20) ve yine dayanıklılık kapasitesi ile ilişkili olan LATH ve NABTH performans parametreleri(7,10,11) ve test esnasında katettikleri yol, KG'ninkilerden anlamlı olarak daha büyük bulunmuştur.

Dayanıklılık antrenmanlarının (özellikle de ANT; 4 mM LA eşiği) , kas hücrelerinde hem morfolojik hem de metabolik olarak optimum adaptasyonlar sağlayarak aerobik egzersiz kapasitesini arttırdığı belirtilmektedir (25,80). Bu nedenle özellikle futbolcularda aerobik dayanıklılığının bir kriteri olarak kullanılan ATH ve ANTH gibi parametreler ve test esnasında alınan yolun FG de KG'ninkinden anlamlı olarak daha büyük olmasının nedeni, futbol antrenmanlarının dayanıklılık kapasitesi üzerindeki olumlu etkilerinden kaynaklanabilir.

Laktat ve nabızdaki toparlanma (LATH ve NABTH) kapasiteleri de aerobik kapasite ile ilişkilidir (58). Yapılan çalışmalarda, dayanıklılık antrenmanlarının laktat eliminasyonunu geliştirdiği gösterilmiştir (81). Ayrıca laktat eliminasyonu ile aerobik dayanıklılık seviyeleri arasında bir ilişki mevcuttur (82). Kas egzersizinden sonraki toparlanma esnasındaki arteriyal kan laktat konsantrasyonlarının zamana göre değişimi iki exponansiyel fonksiyonun bir özeti olarak tanımlanmaktadır (59).Bu fonksiyonların hız sabitleri kan laktat kinetiklerinin indikatörleridir. Çünkü onlar daha önce çalışan kas ve kan arasındaki laktat giriş çıkış kabiliyeti (yüksek hız sabiti 1, laktadın salınımı) ve laktat diffüzyon boşluğundan onun uzaklaştırılması (düşük hız sabiti 2, laktadın eliminasyonu)'nı spesifik olarak yansıtır (60,61). Bu matematiksel modelin kullanımı isotop traserlerinin (izlenebilen işaretli özel kimyasal

maddeler) aksine, non-steady-state, supramaksimal koşullar için avantaj sağlamasıdır. Bu çalışmada kullanılan model ‘Düşük hız sabiti 2 (laktat uzaklaştırma hızı)’in hem supramaksimal hem de tükenene kadar devam eden dereceli olarak iş yükünün arttırıldığı maksimal egzersizlerden sonra, antrene kişilerde antrenmansız kişilerden daha büyük olduğu gösterilmiştir (62).

Dayanıklılık antrenmanları, kas laktat konsantrasyonunu, laktat klirensini arttırarak ve laktat üretimini düşürerek düşürür. Hücre–hücre arasındaki laktat giriş çıkışı memrana bağlı monokarboksilat taşıyıcı proteinler (MCT ler) sayesinde kolaylaştırılır. İskelet kasında farklı kinetik özelliklere sahip olan iki MCT izoformu (MCT1 ve MCT4) saptanmıştır (67).

Sedanter erkeklerde yapılan bir çalışmada (67); dayanıklılık antrenmanlarının kasta monokarboksilat taşıyıcı protein 1 (MCT1) proteinin sentezini (ekspresyonunu) arttırdığı ve hem MCT1 hem de MCT4 ‘ün hücre-hücre laktat shuttle (giriş çıkışı)’na katıldığı, buna karşın MCT1’in hücre içi laktat shuttle’ni kolaylaştırdığı tesbit edilmiştir. Ayrıca Kas MCT1 ve MCT4 içeriğinin kuvvet antrenmanları ile de arttığı gösterilmiştir (81).

Laktat shuttle (giriş-çıkışı) hipotezine göre, laktat bir son ürün olmaktan ziyade daha çok metabolik bir mediatör (aracı) dır (73). Laktat, iskelet kası, deri, ve eritrositler gibi birçok dokudan devamlı olarak oluşur ve o dokular içine salınır. Laktat kalp gibi yüksek oksidatif dokular için bir enerji kaynağı, karaciğer için ise glikoneojenik (glikozun yeniden oluşması için) bir prekürsör (başlangıç maddesi) olarak hizmet verir. Bu dokular arasındaki laktat değişiminin, egzersiz bitiminden uzun süreli bir egzersize kadar uzanan bir aralıktaki koşullar altında meydana geldiği görülmüştür (73,74). İnsanda laktat konsantrasyonları dinlenik durumda düşük seviyelerdedir. Ve orta düzeyde bir egzersiz esnasında küçük miktarda artar. Çünkü bu esnada laktat oksidasyonu (laktattan aerobik enerji eldesi) ve glikoneojenezis (glikojenin laktattan ya da başka maddelerden yeniden oluşması) üretimi karşılar. Bu nedenle hücre hücre laktat giriş çıkışı, çeşitli dokulardaki bir ara metabolizmanın koordine edilmesi için bir araç olarak rol oynar. Son olarak hücre içi laktat shuttle’ nın varlığı hipotez edilmiş ve gösterilmiştir (68,69). Bu bulgular myositler (kas hücreleri) ve hepatositlerde (karaciğer hücrelerinde) üretilen sitozolik laktadın aynı hücrelerin mitokondrisine nakledildiği ve orada okside edildiğini göstermektedir. Bu nedenle laktadın mitokondrilere direkt olarak oksidasyonu mitokondriyal laktat dehidrogenaz (LDH) ve pruvat /laktat transporterlarının (MCT lerin) varlığına bağlıdır (67).

Farklı antrenman seviyelerine sahip 26,2 yaş ortalamasındaki erkeklerde yapılan bir çalışmada (59), iyi antrene kişilerde, kasın maksimum oksidatif kapasitesi ile bir dakikalık supramaksimal bir egzersizden sonraki kan laktadının uzaklaştırma kabiliyeti arasında bir

ilişki bulunmuştur. Ayrıca kasın maksimal oksidatif kapasitesi ve laktat uzaklaştırma kabiliyeti ile kontinu ve intermitent supramaksimal egzersiz esnasında gözlenen yorgunluktaki gecikme arasında negatif bir ilişki saptanmıştır. Bu çalışmada antrenman statülerinin kas laktat uzaklaştırma kapasitesi ve maksimal kas oksidatif kapasitesi arasındaki ilişkiyi etkilediği bulunmuştur. Dayanıklılık antrenmanlarına iskelet kasının temel adaptasyonlarından biri iyileşmiş olan oksidatif kapasitesidir (10,11). Stanley ve ark.(83)'nın çalışmasında, çalışan iskelet kasının, egzersiz esnasında kan laktat uzaklaştırılmasının temel uzaklaştırılma yeri değil aynı zamanda toparlanma esnasında da laktatın tüketildiği bir yer olduğu gösterilmiştir. Toparlanma esnasında sedanter ve rekreasyonel sporcularla, karşılaştırıldığında iyi antrene kişilerin (orta ve uzun mesafe koşucularında) laktatı daha hızlı uzaklaştırabildikleri ve bunun nedeni olarak da antrenmanla, kapiller yoğunluk, sarkolemma membranındaki MCT sayıları (67,69) mitokondrio volüm ve dansitelerindeki artışlar olduğu öne sürülmektedir. Kasların sitrat sentaz (CS) aktivitesi ve birçok oksidatif enzimin aktivite düzeyi antrenman statülerinin bir göstergesi olarak kullanılabilir (10,68). Bu enzimler dayanıklılık antrenmanlarıyla artar (7,10) ve bu kan laktat uzaklaştırılma kabiliyeti ve oksidatif kapasite ile ilişkili (58) olabilir. Kan laktatının uzaklaştırılmasında glikoneojenezin rolü de olabileceği ancak bu tüketici bir egzersizden sonraki laktat metabolizmasında minör bir fraksiyonu olabileceği belirtilmektedir (63). Bunun yanı sıra ratlarda (64) ve insanda erkeklerde (65) glikoneojenez yoluyla anlamlı düzeylerde laktat uzaklaştırılabildiği de saptanmıştır.

Bir başka çalışmada; ratlarda yapılan izotop çalışmalarında dayanıklılık antrenmanlarının, steady-state egzersizi ve dinlenik laktasemia (yüksek kan laktadı) esnasında laktat klirensini arttırdığı gösterilmiştir. İnsan çalışmaları da antrenmanın verilen bir submaksimal düzeydeki egzersiz esnasında kan laktat düzeylerini düşürdüğü ve laktat klirens kapasitesini iyileştirdiği gösterilmiştir. Dinlenme esnasında, uzun süreli ve submaksimal egzersiz ve toparlanma esnasında laktat uzaklaştırılması için temel metabolik yol onun oksidasyonu olduğu belirtilmektedir (58,63).

Ayrıca kas oksidatif kapasitesinin dayanıklılık antrenmanlarıyla arttığı gösterilmiştir. Bununla birlikte örneğin supramaksimal egzersiz esnasında ATP sentezi için temel yol, CP'nin parçalanması ve kas glikojeninin laktatla yıkılmasıdır. Yani laktat anyonları ve hidrojen iyonları (protonlar)'nın oluşumu vardır (58,66). Yüksek yoğunluklu egzersizler ve supramaksimal egzersizler belirgin asidozla sonuçlanır. Bu çalışmalar ışığında laktat anyonları ve ilişkili olarak protonlar birlikte transport edilir ve birlikte yok olurlar. Çünkü oksidasyon laktatın yok oluşunun temel yoludur(58).

Ayrıca yüksek yoğunluklu intermitent bir egzersiz sonrası toparlanma düzeyleri ile aerobik fitness arasında anlamlı bir ilişki gözlenmiştir (84). Bizim çalışmamızda, her ne kadar fiziksel fitnessin bir göstergesi olarak kullanılan ATH ve ANTH parametreleri ile LATH ve NABTH parametreleri arasında her iki grupta da anlamlı bir ilişki bulunamamış olsa da yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı FG grubunun LATH ve NABTH değerlerinin KG'nikilerden daha büyük olmasında, futbol antrenmanlarının büyük payı olabilir.

Sedanterler ve Sporcular Arasındaki NO Farklılığı İncelendiğinde:

Bu çalışmada FG'nin serum bazal NO değeri (65,3 μM), KG'ninki (47,8 μM)'nden anlamlı olarak daha büyük bulunmuştur. Turgay ve ark.nın (13), uzun süredir sağlıklı yaşam egzersizi yapmakta olan orta yaş grubuna mensup erkeklerde yaptıkları ve benzer NO analiz yönteminin kullanıldığı bir çalışmada; Futbol grubunun NO değerleri (56,9 μM)'nin, Jogging (46,2 μM) ve Kontrol grubunun (47,7 μM) kilere göre anlamlı olmasa matematiksel olarak daha büyük olduğu bulunmuştur.

İki çalışmanın KG değerleri birbirlerine benzemekle beraber çalışmadaki orta yaşlı master futbol grubunun değerlerinin bu çalışmadakinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni bu çalışmadaki FG'nin yaş ortalamasının daha genç ve profesyonel futbolcuları olmaları nedeniyle yaptıkları antrenmanların yoğunluğu, volümü, ve frekansının daha büyük olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca Jogging grubunun bazal NO değerleri de bu çalışmadaki FG'ninkinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılık futbol antrenmanlarının spesifik etkisinden kaynaklanabilir.

Banfi ve ark.(85)'nin çalışmasında; sedanter kontrol olarak 15 tıp fakültesi öğrencisi ve 44 elit futbol oyuncu üzerinde çalışılmıştır ve NO değerleri, KG için, ort.23,2 μM ve FG için, 58,0 μM olarak bulunmuştur.

Bu ve Banfi ve ark.(85) çalışmasındaki futbol oyuncularının bazal NO sonuçları benzerdir. Ancak kontrol grubunun bazal NO değerleri farklı idi. Bunun nedeni, özellikle bu çalışmada kontrol gruptaki kişilerin belli bir spor geçmişine sahip olmaları ve daha hareketli olmaları olabilir.

Jungersten ve arkadaşları (14), farklı fiziksel fitness düzeylerine (egzersiz kapasitesine) sahip sağlıklı gruplarda yaklaşık 2 saatlik bir jogging egzersizi sonrasında: Plazma nitratının dayanıklılık atletlerinde ve sedanterlerde istirahat durumundaki düzeylerine göre anlamlı olarak daha büyük olduğunu bulmuşlardır ($p < 0.01$).

NO düzeylerinin özellikle antrene kişilerde egzersizden sonra yüksek oldukları gösterilmiştir (86,87). Bu sonuçlar muhtemelen oksidatif dangedeki değişikliklerden (85,88) ve (ya da) egzersizle indüklenen artmış olan endotelial shear stresinden kaynaklanabilir. Zira

shear stresi NO sentaz aktivitesinin potent aktivitörüdür(17). Ayrıca bu çalışmada (85): futbolcu grubun plazma glutatyon redüktaz (GR), ısı şok proteinleri (Hsp 70) ve NO düzeyleri KG'ninkilerden anlamlı olarak daha büyük bulunmuştur. Belirtilen çalışmada plazma total antioksidan kapasiteleri (TAS) ve reaktif oksijen metabolitleri(ROMs) açısından KG ve FG arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ancak bir başka çalışmada futbol oyuncularının kontrollerden anlamlı olarak daha büyük bir TAS' a sahip oldukları da gösterilmiştir (89).

Düzenli aerobik egzersizin, endotelial NO sentaz gen ekspresyonu ve vasküler endotelial büyüme faktörü ile indüklenen angiogenesis (damar oluşumu)'i yukarıya doğru regülasyonu ile NO üretimini arttırdığı ve süperoksit dismutas (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GPx) gibi anti oksidan sistemin artırılması ve nikotinamid adenin dinükleotid/ nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADH/NADPH) oksidaz aktivitesini düşürülmesi ile de NO inaktivasyonunu düşürdüğü ve böylece NO biyoyararlılığını arttırdığı düşünülmektedir (41).

NO salınımı hipoksi ve kas kasılmaları ile indüklenir, futbolun, koşuya göre daha anaerobik niteliği (örneğin çok sayıdaki sprint) nedeniyle, NO salınımı için futbolda tekrarlı uyarımlar fazla olması ve NOS izoformlarının dağılımının ratlarınkinden (ratlarda nNOS, hızlı kasılan glikolitik liflerde daha fazladır) farklı olarak tüm kaslarda homojen olması (17), futbol, jogging ve kontrol grupları arasında serum bazal NO değerleri için tespit edilmiş olan farklılıkların nedenlerini açıklamaya katkıda bulunabilir.

NO ve Performans Parametreleri Arasındaki İlişkiler Açısından İncelendiğinde:

NO için gruplar arasında bulunmuş olan farklılığa rağmen, serum bazal NO değerleri ile test esnasında alınan yol ve testin her bir kademesindeki kalp atım sayısı (KAH) ve laktat değerleri (FG de maksimal basamaktaki LA hariç) arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($P>0.05$).

Sadece sporcularda; Regresyon analizinde sadece serum bazal NO değerleri ile 15LA değerleri arasında anlamlı bir pozitif ilişki saptanmıştır . Testten 15.dk sonraki laktat değerleri (15LA), hem FG (7.3 mM) hemde KG (7.7 mM) de benzer olmasına rağmen, FG'nin LATH değerinin KG'ninkinden anlamlı olarak farklı bulunmasının nedeni, iki grubun MaxLA değerleri (11.9 ve 10.8 mM) arasındaki yaklaşık 1 mM' lık bir farklılıktan kaynaklanmaktadır.

Jurgensten ve arkadaşları (14) çalışmasında: Atletlerin plazma (NO'nun bir metaboliti olan) nitrat düzeylerinin sedanterlerden anlamlı olarak daha büyük olduğu ayrıca, fiziksel fitness ve dinlenik NO oluşumunun pozitif olarak ilişkili olduğu da ortaya konmuştur. Turgay ve ark.'nın (13) çalışmasında da fitnessın bir göstergesi olan MaxVO₂ değerleri ile bazal

serum NO değerleri arasında anlamlı pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bu bulgular sadece bu çalışmadaki KG sonuçlarıyla uyumludur.

Yukarıdaki ilişkilere bakıldığında, ilk bakışta, bazal NO düzeyleri yüksek olan sporcuların bu tip egzersiz sonrasında daha büyük laktasit anaerobik enerji kullanmak zorunda kalmış olabilecekleri izlenimi vermektedir. Ayrıca bazal NO ve sadece ATH değerleri arasında bulunmuş olan anlamlı negatif ilişki de bu düşünceyi destekler niteliktedir.

Bu test esnasında herkesin aynı standart bir işi yapmadığı göz önünde bulundurularak, FG ve KG'nin test esnasındaki egzersiz kapasiteleri ve buna paralel olarak ATH, ANTH, LATH ve NABTH gibi performans parametrelerindeki farklılıklar da göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapılmalıdır. O zaman her bir grupta bulunmuş olan ilişkiler daha anlamlı bir nitelik kazanacaktır. Böyle yapıldığında ilk bakışta futbolcuların bu egzersiz esnasında daha büyük bir anaerobik iş yapmak zorunda kaldıkları için değil aynı zamanda daha büyük bir egzersiz kapasitesine sahip olmaları nedeniyle daha büyük bir işi yaptıkları ortaya çıkmaktadır.

Sadece FG de, NO ile MaxLA ve 15LA parametreleri arasında bulunmuş olan ilişkiler göz önüne alındığında; daha büyük bir bazal NO düzeyine sahip olmanın verdiği muhtemel bir potansiyel kapasitenin, bu koşullarda daha büyük bir işi yaparak daha büyük bir MaxLA'ya sahip olmaya katkıda bulunmuş olabileceği söylenebilir. Dokuz antrene dayanıklılık atleminde yapılan bir çalışmada; uzun süreli (120 dk) bir bisiklet egzersizi esnasında L-Arginin'in infüzyonu sonucunda(44); plazma insülin konsantrasyonunda anlamlı bir değişiklik olmaksızın, glikoz klirensi (yıkılımını)'nın arttığı, plazma nonesterifiye yağ asitleri (NEFA) ve gliserol düzeylerindeki artışın azaldığı ve laktat düzeylerinin ise arttığı tesbit edilmiştir. İskelet kası glikoz alımı, glikoz transporter (GLUT4)'larının intrasellüler vesikllerden plazma membranına translokasyonu ile artar. Hem insülin hem de kas kasılması GLUT4 translokasyonunu ve glikoz alımını arttırır. Fakat mekanizmaları farklıdır (45,46). Ayrıca insanda egzersiz esnasında bir NOS inhibitör infsyonunun kan akımı, kan basıncı, arteriyal plazma insülin konsantrasyonunda bir değişiklik olmaksızın bacak glikoz alımını düşürdüğü saptanmıştır (48).

Bu bulgular, futbolcularda, egzersiz esnasında oluşan NO'nun kas glikoz alımını ve kullanımını arttırdığı hatta maksimal egzersiz esnasında oksijen kullanımını kısıtlayarak yağ oksidasyonunu azalttığı, kan laktat düzeylerini arttırdığı şeklindeki bir hipotez kurmamıza imkan vermektedir. O zaman bu kuram futbolcularda, NO ile 15LA arasında bulunmuş olan pozitif ilişkinin nedenlerini açıklamaya yardımcı olabilir. Yani futbolcularda futbol antrenmanları ile kazanılmış olan adaptasyonlar sonucunda, sedanterlerden daha fazla serum

bazal NO fazlalığı şeklinde kendini gösteren kazanılmış bir potansiyelin (yüksek bazal NO düzeylerinin), bu tip bir egzersiz esnasında tetiklenip aktif hale gelmesi ve hipotezimizdekine benzer bir metabolik etkiler göstermesi mümkün görünmektedir.

Fiziksel egzersiz esnasında, iskelet kası kan akışı metabolizmanın ihtiyacını karşılamak üzere oksijen taşınımı temin etmek için hassas bir şekilde regüle edilir. Bu hassas regülasyonun, temel olarak nöral vazokonstriktör aktivite (esas olarak sempatik aktivite) ve lokal olarak oluşan vazoaaktif maddelerin rolü sonucu gerçekleştiğine inanılmaktadır. Ayrıca egzersiz esnasında, endotelden türeyen hiperpolarize edici faktörler(EDHFs)'in yanı sıra, çalışan kas hücreleri ve endotelden salınan NO ve prostaglandinlerin vasküler tonun regülasyonunda yer aldıkları bildirilmektedir. NO dinlenme durumundaki vasküler tonun ve hücresel solunumun regülasyonu dahil bir çok fizyolojik prosesinde önemli bir rol oynar. EDHFs ler NO ve prostaglandinlerden bağımsız olarak düz kas hücrelerini hiperpolarize ederler. Sitokrom P450 2C9 (CYP2CD)'nin bir EDHF olduğu belirtilmektedir. Kan akımı kontrolünün son modelleri: NO, prostaglandin ve (veya) EDHFs' yi içine alan aşağıya doğru sinyalleme sistemlerinden başka sirkülasyondaki eritrositlerden salınan sinyallerin oksijen sağlanımının regülasyonuna katkıda bulunabileceği belirtilmektedir (53).

Eritrositler, ATP ve hemoglobinden oksijenin ayrılmasını ile ilişkili olan S-nitrosohemoglobin salar. Plazma ATP düzeyleri, hipoksi, hiperoksi ve karbonmonoksit ile hemoglonin saturasyonundaki değişikliklerle sıkıca koreledir. ATP femoral artere infüze edildiğinde potent bir vazodilatör etkisi gösterir. Kan akımı ve oksijen taşınımının düştüğü koşullarda ATP artabilir (53).

NO'nun hayvanlarda ve izole hücrelerde, elektron transport zincirinde sitokrom c oksidazda oksijen bağlanma yerine bağlanarak mitokondriyal respirasyonu inhibe ettiği bildirilmiştir (90). Bununla birlikte NOS ve prostaglandinlerin tekli inhibisyonu bacak egzersizi esnasında bacak oksijen kullanımı (VO₂)'nı değiştirmedeği ve VO₂'nin dinlenik durumda değişmediği tesbit edilmiştir (53).

Bu verilerden egzersiz ve sonrasındaki toparlanma esnasında NO'dan başka ve ondan bağımsız olarak, bir çok faktörün de vazodilatasyonda rol oynayabilmesi mümkün görülmektedir.

Bu nedenlerle sedanterlerde NO ve LATH arasında bulunmuş olan direkt ilişkide NO'nun daha belirgin ve dominant olabileceğini sporcularda ise NO'nun rolünün daha dolaylı ve başka şekillerde olabileceği izlenimi vermektedir. Laktadın uzaklaştırılmasında temel yolun onun çalışan kaslar dahil kalp ve böbrek gibi organlar başta olmak üzere diğer dokularda da oksidasyon şeklinde olduğu bilinmektedir. Ancak dokulara onun

gönderilmesinde akut egzersiz esnasında NO'nun temel rolü vazodilatasyon şeklinde olmaktadır. Bu özellik sporcularda antrenmandan sonra sekonder hale gelebilir. Ona ilaveten diğer metabolik ve kardiyovasküler regülasyonda da önemli roller üstlenebilir. Zira antrenmanla metabolik ihtiyaçları karşılamak için gereken adaptasyonların, kısa süreli olarak en azından kısmen NO'nun aracılık ettiği vazodilatasyon şeklinde ve uzun süreli olarak da metabolik enzim değişiklikleri ve damarların yeniden yapılanması şeklinde meydana gelmesi mümkündür. Vasküler endotelial fonksiyonun birkaç günlük bir antrenmandan hemen sonra arttığı ve bu gibi adaptasyonların egzersiz esnasında meydana gelen shear (sürtünme) stresindeki artışı tamponlamaya hizmet ettiği belirtilmektedir. NO'nun artan NO salınımını minimize eden yada elimine eden yapısal (artan damar çapı dahil) değişiklikleri tetikleyen sinyal kaskadında yer alabileceği belirtilmektedir (17,31).

Bu sonuçlar atletlerin daha büyük bir endotele bağımlı vazodilatör rezerve sahip olabileceklerini göstermektedir. Bu, kardiyak bir kısıtlama olmaksızın lokalize bir egzersizi gerçekleştirme kapasitesini artırır. Ayrıca bu adaptasyonlar koroner sirkülasyonda da mevcut ise, atletlerde artmış olan dilatör rezerv kapasitesi endotel mekanizmalarla fizyolojik olarak uyandırılabilmesi de mümkün görünmektedir (14,32).

NO ve Kalp Atım Hızındaki Toparlanma, Açısından İncelendiğinde:

Bu çalışmada futbolcuların NABTH değerleri KG'ninkinden anlamlı olarak daha büyük olduğu saptanmıştır. Yüksek yoğunluklu bir egzersizden sonra HR'deki toparlanmanın, aerobik kapasitesi daha büyük kişilerde daha hızlı olduğu bulunmuştur (91).

Bu çalışma sonucu belirtilen çalışma sonuçlarına benzemektedir. Ayrıca sadece KG de, Regresyon analizinde bazal NO değerleriyle 3HR parametresi arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır.

Sekiz haftalık bir aerobik egzersiz antrenmanından sonra Ventülatuar eşiğin %80'indeki bir egzersizden sonraki 30 sn lik toparlanma esnasında HR deki toparlanmanın hızlandığı ancak antrenmanın kesildiği 2 haftalık bir sedanter yaşam sonrası ise bu toparlanma düzeyinin anlamlı olarak uzadığı ilave 2 haftalık bir sedanter yaşam sonrası ise bazal değerlere döndüğü gözlenmiştir. Ayrıca egzersizden sonraki ilk 30 saniyedeki HR deki toparlanmanın antrenman öncesindeki düzeyi ile negatif olarak ilişkili olduğu bulunmuştur (91). Bu bulgular egzersiz sonrasında HR deki toparlanmanın egzersiz antrenmanı ile arttığı ancak, toparlanması küçük olanların egzersizden daha büyük yarar görebileceklerini gösterir. Pik egzersiz sonrası ilk 15 saniye ile 2 dk. lık toparlanma esnasında, antrene kişilerin yaştan bağımsız olarak sedanterlerden daha hızlı bir HR toparlanması (düşmesi) gösterdikleri (92), MaxVO₂'nin % 50 ve 70'ine karşı gelen mutlak ve rölatif bir egzersiz yoğunluklarındaki

egzersizlerden sonraki HR toparlanmasının 9 haftalık bir aerobik egzersiz antrenmanından sonra hızlandığı gösterilmiştir(93). Ventulatuvar eşik yükünden daha düşük yoğunluktaki bir egzersizden sonraki 30 saniye içindeki HR deki toparlanmanın iyi antrene sporcularda sedanterlerden daha hızlı ve ayrıca MaxVO2 düzeyleri ile ilişkisi olduğu bulunmuştur (94).

Egzersiz sonrası HR toparlanmasının ölçülmesi, hem egzersiz hemde medikal alanda, kalp-dolaşım ve solunum sisteminin fonksiyonunun değerlendirilmesinde kullanılan en yaygın yöntemdir (10). Egzersiz esnasında artmış olan HR, egzersizin bitiminden sonra hızlı bir şekilde istirahatteki durumundaki değerlerine doğru düşer. Maksimal egzersizden sonra HR deki toparlanmaya, intrinsik (içsel), sinirsel ve humoral(sıvısal) faktörlerin aracılık ettiği belirtilmektedir (95). MaxVO2'nin %40-65 arasındaki submaksimal bir egzersizden sonraki HR deki ilk bir dakikası esnasındaki toparlanmanın temel olarak vagal sinir (nevre) tonunun restorasyonundan kaynaklanabileceği belirtilmektedir (91). HR değerlerinin dinlenme değerlerine doğru daha ileri düşmesi sempatik sinir ya da humoral faktörlerin azalmasına bağlanmaktadır.

Belirtilen çalışmalarda vagal sinir reaktivasyonunun intrinsik (içsel) potansiyelinin antrenmanların kesildiği ilk fazında hızlanabileceği, fakat antrenman devam ettirilmezse bu etkilerin devam etmediği gösterilmiştir. Post egzersiz vagal sinir reaktivasyonuna neden olan temel faktörün, egzersiz yapan kaslardaki mekanoreseptörler ya da kemoreseptörlerden orjin alan arteriyel barorefleksden ziyade santral sinir sistemi olduğu belirtilmektedir (94). Bu nedenle egzersizden hemen sonraki özellikle 30 saniyelik HR deki toparlanmanın uzamasının, sempatik sinir aktivitesinin artması ve (ya da) egzersizden sonra reaktive olmuş vagal sinir etkisini zayıflatabilen anaerobik metabolitlerin birikimine bağlanmaktadır (91).

Aerobik egzersiz antrenmanı artmış kardiyak vagal cevapla ilişkilidir (94).

Ancak bunun nedeni bilinmiyor. Egzersiz antrenmanı koronerlerdeki (kalbi besleyen damarlardaki) endotelyal NO sentaz (NOS3) enzimi (96) ve kalbin sempatik gangliyasındaki nöronal NOS (NOS1) enziminin ekspresyonunu (sentezini) artırır (97). NO, vagal sinir stimülasyonuna (uyarımına) cevap olarak HR cevabını artırır (98). Nöronal NOS (NOS1), intrakardiyak parasempatik ganglia (sinir hücresi) daki kolin asetiltransferaz ile birlikte komşu olarak lokalizedir. Tersine NOS3 kardiyak miyositlerde (kas hücreleri) yerleşiktir. Bu nedenle NO3'ün kardiyak uyarılmanın periferik regülasyonundaki rolü NOS1'e göre daha azdır. Egzersiz antrenmanı ile rat kalbinde vagal nörotransmisyonunda (sinir iletişimi) NOS1'in yukarı doğru regülasyonu sonucu oluşan fonksiyonel değişiklikler olduğu bulunmuştur (99).

Aerobik egzersiz antrenmanı dinlenik HR değerini düşürür (100) ve egzersizden sonraki toparlanma fazını kısaltır (94). Bu değişikliklerin egzersizin bitiminden sonrasında artan vagal ton ve hızlı vagal reaktivasyonun sonucu olduğu belirtilmektedir (100). Ayrıca egzersizi takiben hızlanmış HR toparlanması ve HR değişkenliği gibi parasempatik aktivitenin göstergeleri egzersizle ve ani kardiyak ölümle ilişkili bulunmuştur(101). NOS1 ekspresyonu nöronal dokularda özellikle fizyolojik strese ve özellikle hücre yaralanmasına, hipoksiye ve ağrıya cevap olarak gerçekleşir. NOS1 kardiyak vagal fonksiyonun artmasında anahtar bir proteindir (99). Ancak NOS3 'un HR regülasyonunda küçük bir role sahip olduğu belirtilmektedir (102). Bu bulgulardan futbol antrenmanlarının doğası gereği özellikle aerobik ve anaerobik nitelikteki tekrarlı uyarımların fazla olması nedeniyle özellikle NOS1 enzim proteini ve aktivitesindeki bir artış sonucu oluşmuş olan bir adaptasyonun futbolcuların nabız toparlanma hızının sedanter grubunkinden daha büyük olmasında temel bir rol oynamış olması mümkündür.

Bu çalışmada sporcuların, NABTH ve LATH değerlerinin KG'ninkinden daha büyük olmasının temel nedeni, futbol antrenmanlarının santral ve vagal sinir sistemi üzerindeki olumlu etkilerinden kaynaklanabilir. Antrenmanların etkileri sayesinde sporcuların daha büyük bir kalp atım volümü, daha büyük bir arter venöz farkına ve daha büyük bir venöz geri dönüşe sahip olmaları da bu bahsedilen sinir sistemi aktivasyonu ile de ilişkilidir (17). Zira, submaksimal antrenmanlar sonrasında; kas glikojen kullanımı azalır, yağ asitlerin kullanımı artar, Laktik asit üretimi düşer, anaerobik eşik hızı artar. Aynı stres koşullarındaki oksijen kullanımı azalır. Laktik asidin metabolik yakıt olarak kullanımı artar. Mitokondri sayısı ve büyüklüğü artar. Kardiyak hipertofi artar, kalp atım hacmi artar, kalp atışında değişiklik olmaz veya hafif düşme görülür. Miyokardiyal kasılma artar. Kalp atımı düşer. Sempatik uyarılar azalır, atriyal atım düşer. Aktif kasların KG başına düşen kan akışı azalır, kaslar tarafından kullanılan oksijen artar (10,11,58).

Ancak sedanter grupta NO ve NABTH arasında beklenmeyen negatif bir ilişkinin bulunması ilginçtir. Bu konularda daha önce yapılan bir çalışma olmadığından bir karşılaştırma imkanımız yoktur. Bunun nedenlerini bu çalışmadaki bulgularla açıklamamız mümkün değildir. Ancak şu bir gerçektirki; bazal NO değerleri sporcu ve sedanterler için bu çalışmadaki ilişkilerin incelenmesinde aynı anlamı ifade etmemektedir. Zira NO ile incelediğimiz performans parametreleri arasındaki ilişkiler futbolcularda ve sedanterlerde farklı farklı bulunmuştur. O zaman Bazal kan NO değerleri antrenmanla kazanılmış ancak egzersizle tetiklenebilen bir potansiyel değer göstergesi olabilir.

Bu nedenle sedanterlerdeki bazal NO değerleri örneğin futbolcularda bu antrenmanların spesifik etkileri nedeniyle daha çok nöronal NOS enzim aktivitesi sonucu elde edilmiş bir NO oluşumu ve etkisi beklenirken, sedanterlerde bu böyle olmayabilir. Örneğin endotelial NOS, ya da indüklenebilir NOS'un etkisi ya da NO'nun etkilerini inhibe eden örneğin oksidanlar gibi farklı etkenlerin rolü de olabilir.

Futbolcular Mevkilerine Göre Araştırdığımız Parametreler Açısından İncelendiğinde:

Defans, orta saha ve forvet oyuncuları arasında incelenen temel parametreler (ATH, ANTH, LATH ve NABTH) için anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ancak sadece kalecilerin ATH, ANTH ve test esnasında alınan yol (TAYOL) değerleri sırasıyla; defans oyuncularının, orta saha oyuncularınınkinden, ve forvet oyuncularınınkinden, anlamlı olarak daha küçük bulunmuştur. Bu sonuçlar kaleciler açısından bakıldığında beklenen bir sonuçtur. Fakat dayanıklılık düzeyleri daha yüksek olması beklenen forvet ve ortasaha oyuncuları ile sedanterler arasında incelen performans parametreleri için anlamlı bir farkın olması beklenirdi. Ancak böyle bir farklılık bulunamamıştır. Bunun nedeni sezon sonunda lige uzunca bir aranın verilmiş olması olabilir. Zira bizim çalışmamız sezon bitiminde bir iki ay sonra yani sezona hazırlık periyodu esnasında yapılmıştır. Bu süre antrenmansız kalmak antrenmanla kazanılmış olan adaptasyonların bir çoğunun kaybedilmesi için yeterlidir (7,10,11,58). Bu nedenle bu sonuçlar yeni futbol sezonu başlamadan önce antrenmanlarının planlanmasında yol gösterici olabilir.

Özetle; NO'nun egzersiz ve sonrasındaki toparlanma basamağı esnasındaki ilişkilerde önemli bir rol oynaması mümkündür. Egzersizle kazanılan bu adaptasyon potansiyeli futbolcuları sedanterlerden NO fonkiyonu açısından farklı yapabilir. Böylece, NO'nun yukarıda bahsedilen birçok regülatuar rolünün akut ve kronik egzersizlerde farklı farklı olması da mümkün olabilir.

Ayrıca yapılan çalışmalarda sedanter ve egzersiz grupları arasında bazal NO düzeyleri açısından anlamlı bir farkın bulunmamasına rağmen aerobik kapasite ile kan NO düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (13-17). Bu bulgular herhangi bir kan NO farkı olmamasına rağmen egzersiz antrenmanı ile oluşmuş ve egzersizle tetiklenebilen bir vazodilatör ve metabolik regülatör bir potansiyelin varlığını işaret edebilir. Bir başka çalışmada; nitrik oksidin bir prekürsörü olan L-arjinin desteğinin insanlarda submaksimal bir egzersiz esnasındaki laktat değerlerini düşürdüğü (37) ve NO üretimindeki artışla birlikte çalışma kapasitesini arttırdığı bulunmuştur (38,39). Ayrıca nitrik oksid inhalasyonunun kalp hastalarının egzersiz kapasitesini arttırdığı saptanmıştır (40).

Bu bulgular, gerek egzersiz ile indüklenen NO artışı ile gerekse diyet ve farmakolojik manipulasyonlar ile birlikte NO artışı sağlanarak kişilerin egzersiz kapasitelerinin arttırılabileceğini göstermektedir.

Higashi ve ark(35), orta yaşlı (N=32) kişilerde günde 30 dk.lık hızlı yürüme şeklindeki (haftada 5-7 kez yapılan) 12 haftalık bir egzersizden sonra; hipertansiflerin yanısıra normatansiflerde de endotele bağımlı vazorelaksasyonun NO salınımındaki artış aracılığıyla iyileştiğini açıklamışlardır.

Fiziksel egzersiz esnasındaki shear stresi NO üretiminde önemli bir faktördür. Fiziksel egzersiz intrakoronar kan akımını arttırır ve bu yüzden epikardiyal damarların endotelyumunda shear stresi artar ve sonuç olarak konditans damarların vazodilatasyonuna neden olur. Uzun süre içerisinde egzersizle indüklenen kan akımı, eksperimental koşullarda NOS'un mRNA'nın ekspresyonunu arttırır. Son yapılan insan ve hayvan çalışmalarında fiziksel egzersiz programından sonra endotele bağımlı vazodilatasyonunun iyileştiği tespit edilmiştir (38). Ayrıca hayvan çalışmalarında, egzersiz, epikardiyal damar çapında genişlemelere neden olur. NO, egzersiz esnasındaki metabolik kontrolü, multipl mekanizmalarla etkilediği gösterilmiştir. Bunlar aşağıda verilmiştir (17).

1-İskelet kası ve kardiyak kan akımında artış, artan oksijen, substrat ve regülatuar hormon taşınması (örneğin insülin), 2-Artan glikoz alımı ve glikolizin, mitokondriyal solunumun ve fosfokreatinin yıkımının inhibisyonu ile intrasellüler kas enerji depolarının korunması, 3-kontraktıl fonksiyonun regülasyonu, NO'nun, kan akımı, substrat kullanımı ve kontraktıl fonksiyon üzerindeki bu etkilerinin temelde iskemiden korunmaya dönük olduğu görülmektedir.

Bu nedenlerle, miyokardiyum dahil aktif kasa artan kan ve substrat taşınması artan egzersiz performansına yani fiziksel fitnes 'a bariz bir katkıda bulunur. Uzun süreli olarak da metabolik enzim değişiklikleri ve damarların yeniden yapılanmasını sağlayabilir (17).

6. ÖNERİLER

6.1. Gelecekteki Çalışmalar ile İlgili Öneriler

- a. Bu çalışma bilgilerimize göre, futbolcularda ve sedanterlerde, saha koşullarında, ATH, ANTH, LATH ve NABTH gibi egzersiz performans parametreleri ile bazal NO değerleri arasındaki ilişkileri inceleyen ilk çalışmadır. Daha farklı yaş gruplarında ve spor branşlarında kontrollü çalışmalar yapılarak, farklı fizyolojik temeldeki antrenmanların NO seviyesine etkileri incelenebileceği düşünülmektedir.
- b. NO, sadece bir vazodilatör değil aynı zamanda, antioksidan, antiinflamatuvar, antikoagülan, antihipertansif ve metabolik regülatuar özelliklere de sahiptir ve koroner kalp hastalığı ve hipertansiyon gibi hastalıklar için bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle bu tür hastaların kontrollü egzersizler sonrasında ölçülen fizyolojik parametreleri ve NO ilişkisi incelenmeye değer bir diğer araştırma olarak gözlenmiştir.

6.2. Çalışma Sonuçlarının Pratikte Uygulanma Önerileri:

- a. Bu çalışmaya sonuçlarının uygulamada getireceği en önemli katkı; sezon başı transfer sezonunda futbolcu seçim kriterlerinde nitelikli eleman ve zaman ihtiyacı duyulan ATH ve ANTH testlemeleri yerine bazal NO değerlendirmeleri ile sporcuların geçmiş sezondaki dayanıklılık durumları açıklanabilir.
- b. Sezon başı ve sezon süresince önceden belirlenen periyotlarda alınan bazal NO değerlerinin düşen aerobik dayanıklılık değerleri ile ilişkilendirilerek sporcuların sürantrene düzeyi hakkında fikir sahibi olunabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Glaister M, Multiple sprint work : physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med* (2005) 35(9):757-77
2. Yo Bangsbo J, L. Nørregaard, and F. Thorsøe. Activity profile of competition soccer. *Can. J. Sports Sci* (1991) 16: 110–116
3. Mohr M, and J. Bangsbo. Development of fatigue towards the end of a high level soccer match. *Med. Sci. Sports Exerc* (2001) 33: 215
4. Fohrenbach R, Buschmann J, Liesen H, Hollmann W, Mader A . [Speed and endurance in soccer players of various sport classes] *Schweiz Z Sportmed* (1986) Sep;34(3):113-9
5. Reilly T : Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*. Jun (1997) 15(3):257-63
6. Ahmaidi S, Granier P, Taoutaou Z, Mercier J, Dubouchaud H, Prefaut C . Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. *Med Sci Sports Exerc* (1996) 28(4):450-6)
7. Shephard RJ: *Biochemistry of Physical Activity*. Charles C Thomas Publ, Springfield, Illinois USA, 1984.
8. Dupont G, Blondel N, Berthoin S . Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive recovery. *Eur J Appl Physiol*(2003) Aug;89(6):548-54
9. Stallknecht B, Vissing J, Galbo H. Lactate production and clearance in exercise. Effects of training. A mini-review. *Scand J Med Sci Sports*. Jun (1998) 8(3):127-31 Review.
10. Astrand PO, Rodahl K: *Textbook of Work Physiology*. McGraw Hill Co., New York, 1986.
11. Akgün N: *Egzersiz Fiziyojisi*, Cilt I, 4.Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir,1993.
12. Francaux MA, Jacqmin PA, Sturbois XG . The maximum lactate clearance: a new concept to approach the endurance level of an athlete. *Arch Int Physiol Biochim Biophys*. Jan- Feb (1993) 101(1):57-61
13. Turgay F: *Düzenli egzersizin kan paraokonaz ve aril esteraz aktiviteleri ile homosistein ve nitrik oksit düzeyleri üzerine etkilerinin incelenmesi*. Doktora tezi.İzmir.Dokuzeylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.Biyokimya AD.2004.

14. Jungersten L, Ambring A, Wall B, Wennmalm A . Both physical fitness and acute exercise regulate nitric oxide formation in healthy humans. *J Appl Physiol* (1997) 82(3):760-4
15. Coyle EF: Integration of the physiological factors determining endurance performance ability, in: *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Holloszy JO, Ed., Waverly Co., Williams and Wilkins, Philadelphia, (1995) Vol 3 1995.
16. Costill DL, Coyle E, Dalsky G, Evans W, Fink W, Hoopes D. Effects of elevated plasma FFA and insulin on muscle glycogen usage during exercise. *J Appl Physiol* (1977) 43: 695-9
17. Kingwell BA. Nitric oxide-mediated metabolic regulation during exercise. effects of training in health and cardiovascular disease *The FASEB j* (2000) ; 14:1685-1696.1
18. Berliner JA, Navab M, Fogelman AM, Frank JS, Demer LL, Edwards PA, Watson AD, Lusis AJ. Atherosclerosis: basic mechanisms. Oxidation, inflammation, and genetics. *Circulation* (1995) 91:2488-2496
19. Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol* (1979) 42: 25-34
20. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke S, Müller R, Hollmann W . Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* 6 (1985) 117-30
21. Walsh ML, Banister EW. Possible mechanism of the anaerobic threshold (a review). *Sports Med* (1988) 5: 269-302
22. Astrand PO, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology*. McGraw Hill Co., New York, 1986
23. Akgün N: *Egzersiz Fizyolojisi*, Cilt II 4.Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1993.
24. Coyle EF: Integration of the physiological factors determining endurance performance ability, in: *Exercise and Sport Sciences Reviews*, Holloszy JO, Ed., Vol. 23, A Waverly Co, Williams and Wilkins, Philadelphia, 1995.
25. Madsen O, Lohberg M. The lowdown on lactate. *Swimming Technique*. (1987) 24: 21-6,
26. Brooks GA : Anaerobic threshold review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* (1985) 17: 22-31

27. Stamler JS, Meissner G. Physiology of nitric oxide in skeletal muscle. *Physiol Rev* (2001); 81(1):209-237. Review.
28. Moncada S, Higgs A. The L-arginine-nitric oxide pathway. *N Engl J Med.* (1993) 30: 329-32,
29. Ellis G, Adatia I, Yazdanpanah M, Makela SK. Nitrite and nitrate analyses: a clinical biochemistry perspective. *Clin Biochem* (1998) 31(4):195-220. Review.
30. Reid MB. Nitric oxide, reactive oxygen species, and skeletal muscle contraction . *Med Sci Sports Exerc* (2001) 33(3):371-376.
31. Cannon RO. Role of nitric oxide in cardiovascular disease: focus on the endothelium. *Clin Chem.* (1998) 44(8 Pt 2):1809-19. Review .
32. Britten MB, Zeiher AM, Schachinger V. Clinical importance of coronary endothelial vasodilator dysfunction and therapeutic options. *J Intern Med* (1999) 245(4):315-27. Review.
33. Tietz NW. *Textbook of Clinical Chemistry.* WB Saunders Co, Philadelphia 1986
34. Haskell W, Sims C, Myll J, Bortz, W St Goar, F Alderman E .Coronary artery size and dilating capacity in ultradistance runners. *Circulation* (1993) 87: 1076-1082
35. Higashi Y, Sasaki S, Kurisu S, Yoshimizu A, Sasaki N, Matsuura H, Kajiyama G, Oshima T. Regular aerobic exercise augments endothelium-dependent vascular relaxation in normotensive as well as hypertensive subjects: role of endothelium-derived nitric oxide. *Circulation* (1999) Sep 14;100(11):1194-202
36. Maxwell A, Schauble E, Bernstein D, Cooke J . Limb blood flow during exercise is dependent on nitric oxide. *Circulation* (1998) 98,369-374
37. Schaefer A, Piquard F, Geny B, Doutreleau S, Lampert E, Mettauer B, Lonsdorfer J. L-arginine reduces exercise-induced increase in plasma lactate and ammonia. *Int J Sports Med.* (2002) 23(6):403-7
38. Maxwell AJ, Ho HV, Le CQ, Lin PS, Bernstein D, Cooke JP . L-arginine enhances aerobic exercise capacity in association with augmented nitric oxide production. *J Appl Physiol* (2001)Mar;90(3):933-8
39. Martin Burtcher, Fritz Brunner, Martin Faulhaber, Barbara Hotter and Rudolf Likar. The Prolonged Intake Of L-Arginine-L-Aspartate Reduces Blood Lactate Accumulation And Oxygen Consumption During Submaximal Exercise *Journal of Sports Science and Medicine.* (2005) 4: 314 – 322

40. Koelling TM, Kirmse M, Di Salvo TG, Dec GW, Zapol WM, Semigran MJ. Inhaled nitric oxide improves exercise capacity in patients with severe heart failure and right ventricular dysfunction. *Am J Cardiol*. Jun (1998) 15;81(12):1494-7
41. Higashi Y, Yoshizumi M. Exercise and endothelial function: role of endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive patients *Pharmacol Ther.* (2004) 102(1):87-96. Review.
42. Green DJ, Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R. Effect of exercise training on endothelium derived nitric oxide function in humans. *J Physiol* (2004) Nov 15;561(Pt 1):1-25.
43. Wang J, Wolin MS & Hintze TH. Chronic exercise enhances endothelium-mediated dilation of epicardial coronary artery in conscious dogs (1993) *Circ Res* 73, 829–838
44. McConell GK, Huynh NN, Lee-Young RS, Canny BJ, Wadley GD. L-Arginine infusion increases glucose clearance during prolonged exercise in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab* (2006) Jan;290(1):E60-E66.
45. Hayashi T, Wojtaszewski JF, and Goodyear LJ. Exercise regulation of glucose transport in skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab* (1997) 273: E1039–E1051
46. Lee AD, Hansen PA, and Holloszy JO. Wortmannin inhibits insulin-stimulated but not contraction-stimulated glucose transport activity in skeletal muscle. *FEBS Lett* (1995)361: 51–54
47. Lund S, Holman GD, Schmitz O, and Pedersen O. Contraction stimulates translocation of glucose transporter GLUT4 in skeletal muscle through a mechanism distinct from that of insulin. *Proc Natl Acad Sci USA* (1995) 92: 5817–5821
48. Bradley SJ, Kingwell BA, and McConell GK. Nitric oxide synthase inhibition reduces leg glucose uptake but not blood flow during dynamic exercise in humans. *Diabetes* (1999) 48: 1815–1821
49. Frandsen U, Hoffner L, Betak A, Saltin B, Bangsbo J, and Hellsten Y. Endurance training does not alter the level of neuronal nitric oxide synthase in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* (2000) 89: 1033–1038
50. Roberts CK, Barnard RJ, Jasman A, and Balon TW. Acute exercise increases nitric oxide synthase activity in skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab* (1999) 277: E390– E394,

51. Young ME and Leighton B. Evidence for altered sensitivity of the nitric oxide/cGMP signalling cascade in insulin-resistant skeletal muscle. *Biochem J* (1998) 329: 73–79,
52. Bode-Böger SM, Böger RH, Schroder EP, and Frolich JC. Exercise increases systemic nitric oxide production in men. *J Cardiovasc Risk* (1994)1: 173–178
53. Mortensen SP, Gonzalez-Alonso J, Damsgaard R, Saltin B, Hellsten Y. Inhibition of nitric oxide and prostaglandins, but not endothelial-derived hyperpolarizing factors, reduces blood flow and aerobic energy turnover in the exercising human leg. *J Physiol.*(2007) Mar 8; [Epub ahead of print]
54. Lacerda AC, Marubayashi U, Balthazar CH, Leite LH, Coimbra CC. Central nitric oxide inhibition modifies metabolic adjustments induced by exercise in rats .*Neurosci Lett* (2006) Dec 20;410(2):152-6.
55. H. Galbo EA, Richter NJ, Christensen and Holst JJ. Sympathetic control of metabolic and hormonal responses to exercise in rats, *Acta Physiol. Scand* 102 (1978) pp. 441–449.
56. Lima NRV, Coimbra CC and Marubayashi U. Effect of intracerebroventricular injection of atropine on metabolic responses during exercise in untrained rats. *Physiol. Behav.* 64 (1998), pp. 69–74.
57. R.H. Coker and M. Kjaer, Glucoregulation during exercise: the role of the neuroendocrine system. *Sports Med* (2005) 35: pp. 575–583
58. FoxBowers.Foss: *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. Editör.Dr.Hakan Yaman. Bağırğan Yayınevi.Ankara,1999
59. Thomas C, Sirvent P, Perrey S, Raynaud E, Mercier J. Relationships between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. *J Appl Physiol* (2004) Dec 97(6):2132-8.
60. Freund H, Oyono-Enguelle S, Heitz A, Marbach J, Ott C, Zouloumian P, and Lampert E. Work rate-dependent lactate kinetics after exercise in humans. *J Appl Physiol* (1986) 61: 932–939
61. Freund H and Zouloumian P. Lactate after exercise in man. I. Evolution kinetics in arterial blood. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* (1981) 46: 121–133
62. Freund H, Lonsdorfer J, Oyono-Enguelle S, Lonsdorfer A, and Bogui P. Lactate exchange and removal abilities in sickle cell patients and in untrained and trained healthy humans. *J Appl Physiol* (1992)73: 2580–2587

63. Brooks GA, Brauner KE, and Cassens RG. Glycogen synthesis and metabolism of lactic acid after exercise. *Am J Physiol* (1973) 224: 1162–1166
64. Brooks GA and Gaesser GA. End points of lactate and glucose metabolism after exhausting exercise. *J Appl Physiol* (1980)49: 1057–1069
65. Bergman BC, Horning MA, Casazza GA, Wolfel EE, Butterfield GE, and Brooks GA. Endurance training increases gluconeogenesis during rest and exercise in men. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 278: E244–E251, 2000.
66. Spriet LL, Lindinger MI, McKelvie RS, Heigenhauser GJ, and Jones NL. Muscle glycogenolysis and H⁺ concentration during maximal intermittent cycling. *J Appl Physiol*(1989) 66: 8–13
67. Dubouchaud H, Butterfield GE, Wolfel EE, Bergman BC, Brooks GA. Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1, and MCT4 in human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab* (2000) 278(4):E571-9
68. Brooks, GA. Mammalian fuel utilization during sustained exercise. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol* (1998) 120: 89-107
69. Brooks, GA, Dubouchaud H, Brown M, Sicurello JP, and Butz CE. Role of mitochondrial lactate dehydrogenase and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle. *Proc Natl Acad Sci USA* (1999) 96: 1129-1134
70. Garcia, CK, Goldstein JL, Pathak RK, Anderson RG, and Brown MS. Molecular characterization of a membrane transporter for lactate, pyruvate, and other monocarboxylates: implications for the Cori cycle. *Cell* (1994)76: 865-873
71. Donovan, CM, and Brooks GA. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *Am J Physiol Endocrinol Metab* (1983) 244: E83-E92
72. Bonen, A, McCullagh KJ, Putman CT, Hultman E, Jones NL, and Heigenhauser GJ. Short-term training increases human muscle MCT1 and femoral venous lactate in relation to muscle lactate. *Am J Physiol Endocrinol Metab* (1998) 274: E102-E107
73. Brooks, GA. Lactate production under fully aerobic conditions: the lactate shuttle during rest and exercise (1986) *Fed Proc* 45: 2924-2929
74. Brooks, GA, Butterfield GE, Wolfe RR, Groves BM, Mazzeo RS, Sutton JR, Wolfel EE, and Reeves JT. Decreased reliance on lactate during exercise after acclimatization to 4,300 m. *J Appl Physiol* (1991) 71: 333-341

75. Borch KW, Ingjer F, Larsen S, Tomten SE. Rate of accumulation of blood lactate during graded exercise as a predictor of "anaerobic threshold". *J Sports Sci* (1993) 11: 49-55,
76. Vermaak WJ, Ubbink JB, Barnard HC, Potgieter GM, van Jaarsveld H, Groenewald AJ. Vitamin B₆ nutrition status and cigarette smoking. *Am J Clin Nutr* (1990) 51:1058-1061.
77. Urso ML, Clarkson PM. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* (2003) 15;189(1-2):41-54. Review.
78. Cai H, Harrison DG. Endothelial dysfunction in cardiovascular diseases: the role of oxidant stress. *Circ Res. Review* (2000) 87(10):840-4
79. Higashi Y, Yoshizumi M. Exercise and endothelial function. role of endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive patients. *Pharmacol Ther* (2004) Apr;102(1):87-96
80. Oyono-Enguelle S, Heitz A, Marbach J, Ott C, Gartner M, Pape A, Vollmer JC, Freund H. Blood lactate during constant-load exercise at aerobic and anaerobic thresholds. *Eur J Appl Physiol* (1990) 60: 321-30
81. Juel C, Holten MK, Dela F. Effects of strength training on muscle lactate release and MCT1 and MCT4 content in healthy and type 2 diabetic humans. *J Physiol* (2004) Apr 1;556(Pt 1):297-304
82. Francaux MA, Jacqmin PA, Sturbois XG. The maximum lactate clearance: a new concept to approach the endurance level of an athlete. *Arch Int Physiol Biochim Biophys. Jan-Feb* (1993)101(1):57-61
83. Stanley WC, Gertz EW, Wisneski JA, Neese RA, Morris DL, and Brooks GA. Lactate extraction during net lactate release in legs of humans during exercise. *J Appl Physiol* (1986) 60: 1116–1120
84. Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med* (2001) 31(1):1-11 .Review.
85. Banfi G, Malavazos A, Iorio E, Dolci A, Doneda L, Verna R, Corsi MM. Plasma oxidative stress biomarkers, nitric oxide and heat shock protein 70 in trained elite soccer players. *Eur J Appl Physiol* (2006) Mar;96(5):483-6
86. Maeda S, Miyauchi T, Kakiyama T, Sugawara J, Iemitsu M, Irukayama-Tomobe Y, Murakami H, Kumagai Y, Kuno S, Matsuda M .Effects of exercise training of 8 weeks and detraining on plasma levels of endothelium-derived factors,

- endothelin-1 and nitric oxide, in healthy young humans. *Life Sci* (2001) 69:1005–1016
87. Woodman CR, Muller JM, Laughlin MH, Price EM. Induction of nitric oxide Synthase mRNA in coronary resistance arteries isolated from exercise-training pigs. *Am J Physiol* (1997) 273:H2575–H2579
88. Vassalle C, Lubrano V, Domenici C, L'Abbate A . Influence of chronic aerobic exercise on microcirculatory flow and nitric oxide in humans. *Int J Sports Med* (2003)24:30–35
89. Brites FD, Evelson PA, Christiansen MG, Nicol MF, Basílico MJ, Wikinski RW, Llesuy SF. Soccer players under regular training show oxidative stress but an improved plasma antioxidant status. *Clin Sci* (1999) 96:381–385
90. Manukhina EB, Downey HF, Mallet RT. Role of nitric oxide in cardiovascular adaptation To Intermittent hypoxia. *Exp Biol Med* (Maywood) (2006) Apr;231(4):343-65
91. Sugawara J, Murakami H, Maeda S, Kuno S, Matsuda M. Change in post-exercise vagal reactivation with exercise training and detraining in young men *Eur J Appl Physiol* (2001) Aug;85(3-4):259-63
92. Darr KC, Bassett DR, Morgan BJ, Thomas DP . Effects of age and training status on heart rate recovery after peak exercise. *Am J Physiol* (1988) 254:H340-343
93. Hagberg JM, Hickson RC, Ehsani AA, Holloszy JO Faster adjustment to and recovery from submaximal exercise in the trained state. *J Appl Physiol* (1980) 48:218-224
94. Imai K, Sato H, Hori M, Kusuoka H, Ozaki H, Yokoyama H, Takeda H, Inoue M, Kamada T . Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* (1994) 24:1529-1535
95. Savin WM, Davidson DM, Haskell WL Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. *J Appl Physiol* (1982) 53:1572-1575
96. Sessa WC, Pritchard K, Seyedi N, Wang J & Hintze TH . Chronic exercise in dogs increases coronary vascular nitric oxide production and endothelial cell nitric oxide synthase gene expression. *Circ Res* (1994) 74, 349-353
97. Mohan RM, Choate JK, Golding S, Herring N, Casadei B & Paterson DJ . Peripheral pre-synaptic pathway reduces the heart rate response to sympathetic

- activation following exercise training: role of NO. *Cardiovasc Res* (2000) 47: 90-98
98. Sears CE, Choate JK & Paterson DJ (1998). Inhibition of nitric oxide synthase slows heart rate recovery from cholinergic activation. *J Appl Physiol* (1998) 84, 1596-1603
99. Danson EJ, Paterson DJ. Enhanced neuronal nitric oxide synthase expression is central to cardiac vagal phenotype in exercise-trained mice. *J Physiol.* (2003) Jan 1;546(Pt 1):225-32.
100. Yamamoto K, Miyachi M, Saitoh T, Yoshioka A & Onodera S . Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. *Med Sci Sports Exerc* (2001) 33: 1496-1502
101. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE & Lauer MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med* (1999) 341, 1351-1357
102. Vandecasteele G, Eschenhagen T, Scholz H, Stein B, Verde I & Fischmeister R. Muscarinic and beta-adrenergic regulation of heart rate, force of contraction and calcium current is preserved in mice lacking endothelial nitric oxide synthase. *Nat Med*(1999) 5: 331-334

8. EKLER

EK -A İZİN BİLDİRGESİ

Futbolda performansı bireysel beceriler belirler. Ancak becerilerin hayata geçirilmesi için iyi bir aerobik dayanıklılık gereklidir. Futbolda aerobik dayanıklılığın kriteri olarak artık aerobik ve anaerobik eşik değerleri kullanılmaktadır. Futbolda performansı sınırlayabilecek düzeyde laktat birikimi olabilmektedir. Bu nedenle laktatın müsabaka esnasındaki dinlenme aralıklarında verimli ve etkin bir şekilde uzaklaştırılması iyi bir dayanıklılık gerektirir. Aerobik kapasite ile vazodilatör anti oksidan ve metabolik bir regülatör madde olan bazal nitrik oksit düzeyleri arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bu nedenle biz bu çalışmada beklentilerimiz doğrultusunda “PROFESYONEL FUTBOLCULAR VE SEDANTERLERDE AEROBİK VE ANAEROBİK EŞİK DEĞERLERİ VE LAKTAT ELİMİNASYONU İLE KAN NİTRİK OKSİT SEVİYELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ’ni planlamış bulunmaktayız.

Bu çalışmaya katılmanız halinde size verilecek bir randevuya göre çim sahada submaksimal bir şiddette başlayan ve şiddeti volunterel bir yorgunluğu kadar devam eden kesikli bir egzersiz ve sonrasındaki pasif toparlanma periyodlarını içeren bir egzersize tabi tutulacaksınız.

İzin Özgürlüğü

Aşağıda açıklanan performans ve biokimyasal testlere katılmak için vereceğiniz karar, tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Testler sırasında herhangi bir nedenle çalışmayı bırakma kararı verebilirsiniz. Bunun karşılığı olarak da herhangi bir yükümlülüğünüz bulunmamaktadır. Çalışma sonunda elde edilen veriler sadece bu çalışmada kullanılacak, katılımcıların bilgisi olmadan başka bir amaçla kullanılmayacaktır. Bu testlere katılmanız size ilave bir mali yük getirmeyecektir.

Test Hakkında Bilgiler

Egzersizden 1-2 gün önce bir gecelik açlık sonrası yaklaşık 12 ml kol veninizden kan alınacaktır. Belirtilen miktarda kan vermenin size sağlık açısından herhangi bir zararı olmayacaktır. Bu kan numunelerinden hemogram (kan sayımı) ve kan nitrik oksit düzeyleriniz belirlenecektir.

Bu çalışmaya gönüllü katılan deneklere fiziksel ölçümler (Boy, kilo, vücut kitle indeksi), aerobik ve anaerobik eşik hızı, nabız ve laktat toparlanma hızları tesbit edilecektir.

Tüm testler gruplar halinde kademeli olarak yapılan hafif bir kahvaltıdan 2 saat sonra ve sabah saat: 9-12 arasında yapılacaktır. Bu egzersiz testi ısınma hariç toplam olarak yaklaşık 50-55 dk sürecektir. Bu her sağlıklı kişinin yapabileceği ölçüde bir efor olup sağlık açısından herhangi bir tehlike oluşturmamaktadır. Ancak efor sırasında herhangi bir sıkıntı ya da rahatsızlık duymanız halinde bunu testi yapan doktora hemen bildirmelisiniz. Testler esnasında hasta olmanız durumunda test başka bir zamana bırakılacaktır.

Test Protokolü : Çim sahada standart bir ısınma sonrasında 8 km/h hızla başlayan, her bir kademesi 5 dakika süren ve her kademe sonunda 1.2 km/h hız arttırımının yapıldığı ve kademeler arasında 1 dakikalık pasif dinlenme intervallerin bulunduğu, volünterel yorgunluğa kadar devam eden bir egzersiz ve sonrasındaki 15 dakikalık bir pasif dinlenme periyodundan ibarettir. Denekler, her bir kenarı 20 m olan altıgen şeklindeki işaretli bir parkuru, mekik koşusu şeklinde koşacaklardır. Denekler aynı altıgenin her bir kenarının başlangıç noktasında yer alacaklardır. Koşu hızı her bir 20 m' de bir sinyal sesi veren bir teyp ile denetlenecektir. Katılımcı birinci duyduğu sinyal sesinde koşusuna başlar ve ikinci sinyal sesini duyduğunda ise diğer 20 m önündeki arkadaşının yerini almış olacaktır. Denek birinci sinyali kaçırıp ikincisine yetişir ise teste devam eder. Eğer denek iki sinyali üst üste kaçırırsa yani ; artık artan tempoya ayak uyduramayacak kadar yorulmuşsa onun için test sona erdirilecektir. Test yaklaşık 6-7 kademe sürecektir. Her bir kademe sonunda kalp atım hızları (HR) pulsemetre (Sportstester PE300) ile okunacak ve laktat ölçümü için parmak ucundan kan alınacaktır. Egzersiz süresi dinleme aralıkları dahil toplam 35-40 dk sürecektir.

Toparlanma Periyodu

AT ve ANT'nin belirlenmesi amacıyla yapılan egzersizin bitiminden sonraki pasif toparlanma periyodunda yapılacaktır. Her bir denekten Laktat eliminasyon hızını saptamak için testin bitiminden sonraki 2.inci, 4.cü ve 15.ci dakikalarda olmak üzere toplam 3 kez parmak ucundan kan alınacaktır. Denekler toplam 15 dakika süresince oturarak dinleneceklerdir. 2.ci ve 4.cü dakikaların herhangi birinde gözlenmiş olan pik laktat konsantrasyonu ile 15. dakikadaki laktat konsantrasyonu arasındaki farkın (azalmanın) geçen süreye (dakika olarak) bölünmesi ile elde edilen değer yani, bir dakikada kan laktat konsantrasyonunda meydana gelmiş olan düşme (Δ mM/dk), laktat eliminasyon hızı (LE) olarak isimlendirilecektir. Ayrıca egzersizin bitiminden hemen ve 3 dk sonraki nabız (HR)

değerleri alınacak olup bu iki değer arasındaki farkın geçen süreye bölünmesi ile elde edilen dakikadaki düşme miktarı ise nabızdaki toparlanma hızı ($\Delta HR/dk$) olarak isimlendirilecektir.

Olası Riskler

- Testlemeler esnasında, sağlıklı bireylerde çok nadir gözlenmekle birlikte, yüksek kan basıncı, baygınlık, baş dönmesi, algısal kayıp, lokal bölgede kassal yorgunluk, düzensiz kalp atım ritmi gibi rahatsızlıklar ile karşılaşabilirsiniz.
- Bu risklerin minimize edilmesi ve gerekli olduğunda müdahale edilebilmesi amacıyla, eğitilmiş ve tecrübeli sağlık personeli test süreçlerinde hazır tutulacaktır.
- Ön koldan venöz kan alımının yapılabilmesi için iğne benzeri, sivri ve sert bir cisim ile derinizin delinmesi gerekmektedir. Kan alımları esnasında ve sonrasında, parmak uçlarınızda kısa sürede geçecek olan ödem veya ufak çaplı yaralar oluşabilmektedir.

Sorgulama Hakkı

Yapılacak testler ve uygulanacak prosedürler hakkında yapılan açıklamalar yeterli gelmezse çalışmaya katılan bireyler, istediği her türlü soruyu Yrd. Doç. Dr. Selda BERKET ve Arş. Gör. Cüneyt DUMLUPINAR ya da aşağıda yazılı olan telefonlardan iletebilir.

Yrd. Doç. Dr. Selda BERKET : 0-236-231 46 45

Arş. Gör. Cüneyt DUMLUPINAR : 0-236-231 46 45

Yukarıda açıklanan performans testleri hakkında bilgi sahibi oldum. Araştırma projesine, kendi isteğimle katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının Adı ve Soyadı :

Tarih :

İmza :

EK-B : GÖNÜLLÜLERE VERİLECEK VERİLECEK FORM ÖRNEĞİ

ADI SOYADI :	
DOĞUM TARİHİ :	
ADRESİ :	
TEL. NO :	
MESLEĞİ VE EĞİTİM DURUMU :	
CİNSİYETİ :	
SİGARA İÇİYORSA GÜNDE KAÇ ADET İÇİYOR?	
NE KADAR SÜREDİR SİGARA İÇİYOR?	
ALKOL KULLANIYORSA NE SIKLIKLA İÇİYOR?	
KAÇ YILDIR ALKOL KULLANIYOR?	
HERHANGİ BİR ÖNEMLİ HASTALIK GEÇİRMİŞ Mİ YA DA ŞU ANDA HASTA MI?	
DEVAMLILIK KULLANDIĞI BİR İLAÇ VAR MI?	
AİLESİNDE 55 YAŞINDAN ÖNCE KALP KRİZİ GEÇİREN VARMİ ?	
AİLESİNDE KALP VEYA BAŞKA BİR CİDDİ HASTALIĞI OLAN VARMİ ?	
KAÇ YILDIR SPOR YAPIYOR?	
HANGİ TİPTE VE NE SIKLIKTA BİR SPOR YAPIYOR?	

Gönüllü Katılım

Bu araştırmaya katılma kararımı tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman, bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabilirim bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsam, ayrılma nedenlerimi, ayrılışımın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağım tedavileri doktorumla tartışacağım.

Hasta Kayıtlarımın Gizliliği

Hastalığımla ilgili bilgiler gizli kabul edilecektir. Doktorum, ekibi ve destekleyici firmanın temsilcileri dosyama inceleyebilirler. Bazı bilgiler T.C. Sağlık Bakanlığı veya başka idari merciler tarafından yerinde veya belgelerin ulaştırılması yoluyla incelenebilir. Her kim olursa, bu bilgileri kişisel kabul edecek ve gizliliğini koruyacaktır.

Yazılı iznim olmadan, benimle ilgili tıbbi bilgiler başka kimse tarafından görülemez ve açıklanamaz. Eğer bu çalışmanın sonuçları yayınlanırsa, benden sadece isimsiz olarak bahsedilecektir.

Çalışmadan Ayrılmamı Gerektirecek Durumlar

- Egzersiz programı esnasında gönüllü kendi iyi hissetmediği durumlarda.

Yeni Bilgiler Çalışmadaki Rolümü Nasıl Etkileyebilir

Çalışma sürerken ortaya çıkmış olan bütün yeni bilgiler bana derhal iletilecektir.

Çalışmaya Katılma Onayı

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi tedavim hakkındaki bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Hastanın adresi :
Hastanın telefonu :
Hastanın Adı Soyadı : İmzası
Tarih :
Vasinin Adı Soyadı : İmzası
Tarih :
Vasinin adresi ve telefonu : Rıza alam işlemine başından

Sonuna Kadar Tanıklık Eden

Kuruluş görevlisinin Adı Soyadı Görevi : İmzası
Tarih :
Açıklamaları yapan araştırmacının Adı Soyadı : İmzası
Tarih :

EK-C : FUTBOLCULARIN EŞİK TESTİ ESNASINDAKİ KİŞİSEL VERİLERİ

	1.BASAMAK		2.BASAMAK			3.BASAMAK		4.BASAMAK		5.BASAMAK		6.BASAMAK		7.BASAMAK	
	8km	8 km	9.2km	9.2 km	10.4 km	10.4km	11.6 km	11.6 km	12.8 km	12.8 km	14 km	14 km	15.2 km	15.2 km	MVG
	HR	LA	HR	LA	HR	LA	HR	LA	HR	LA	HR	LA	HR	LA	
1,00	139,00	2,00	148,00	1,30	159,00	2,30	179,00	2,50	192,00	6,00	203,00	11,50			3,00
2,00	145,00	4,00	179,00	5,10	182,00	6,30	187,00	9,80							6,00
3,00	120,00	2,50	140,00	2,30	153,00	2,00	166,00	3,30	173,00	6,60	185,00	17,50			4,00
4,00	132,00	3,40	148,00	4,00	164,00	3,70	176,00	6,00	189,00	10,00					3,00
5,00	152,00	1,80	157,00	1,70	178,00	2,40	186,00	4,80	192,00	6,80	203,00	12,70			3,00
6,00	159,00	2,00	165,00	2,40	176,00	4,00	187,00	8,40	194,00	11,60					4,00
7,00	145,00	3,00	160,00	3,30	174,00	4,00	179,00	5,70	189,00	9,40	187,00	12,00			3,00
8,00	144,00	4,00	152,00	2,40	165,00	3,60	176,00	5,00	184,00	7,00	186,00	13,00			5,00
9,00	164,00	2,60	167,00	2,80	182,00	3,50	193,00	7,80	197,00	9,20					4,00
10,00	145,00	3,80	160,00	5,10	175,00	5,40	185,00	6,70	192,00	10,20					6,00
11,00	159,00	2,80	169,00	2,90	183,00	3,80	192,00	7,30	200,00	12,30					5,00
12,00	145,00	2,30	155,00	2,20	160,00	6,30	175,00	8,40	185,00	10,70	188,00	13,00			4,00
13,00	148,00	3,00	158,00	2,30	166,00	2,90	176,00	4,70	190,00	10,40					4,00
14,00	136,00	1,70	146,00	1,70	160,00	3,00	182,00	4,00	193,00	5,30	202,00	10,80			3,00
15,00	135,00	2,70	158,00	3,90	173,00	3,60	184,00	7,00	195,00	12,00	188,00	12,00			5,00
16,00	152,00	3,60	168,00	2,70	180,00	5,00	190,00	7,20	200,00	14,80					5,00
17,00	132,00	2,20	148,00	1,30	159,00	1,80	171,00	3,20	177,00	5,60	177,00	9,00			3,00
18,00	126,00	1,40	142,00	1,20	155,00	1,70	170,00	2,70	184,00	5,80	191,00	12,80			3,00
19,00	134,00	2,50	157,00	1,50	170,00	2,00	180,00	3,20	188,00	7,00					4,00
20,00	175,00	3,00	159,00	3,50	191,00	3,20	166,00	5,80	169,00	9,70	226,00	19,30			3,00
21,00	156,00	1,70	162,00	2,10	165,00	3,40	168,00	6,70	176,00	11,50	189,00	12,80			3,00
22,00	150,00	4,70	162,00	3,00	175,00	4,30	180,00	5,00	192,00	7,60	200,00	13,40			3,00
23,00	161,00	3,50	170,00	4,30	177,00	4,60	185,00	9,10	190,00	15,60	187,00	19,00			4,00
24,00	150,00	4,00	158,00	4,70	174,00	5,40	184,00	8,00	193,00	9,70					6,00
25,00	152,00	3,20	162,00	2,70	173,00	4,40	184,00	5,20	187,00	6,50					4,00
26,00	143,00	2,10	149,00	1,70	158,00	3,00	168,00	5,10	176,00	8,10	180,00	12,00			4,00
27,00	134,00	5,60	147,00	2,80	158,00	4,00	169,00	8,00	172,00	10,50					3,00
28,00	139,00	3,60	152,00	3,40	163,00	5,00	175,00	5,70	185,00	11,60					3,00

29,00	119,00	2,60	127,00	1,60	133,00	3,50	146,00	2,10	155,00	5,70	162,00	7,00			5,00
30,00	129,00	5,30	149,00	2,20	155,00	2,50	168,00	3,40	178,00	4,10	188,00	7,50	177,00	7,60	5,00
31,00	132,00	2,60	147,00	1,70	157,00	1,60	167,00	2,30	172,00	2,30	186,00	5,70	193,00	7,50	5,00
32,00	130,00	3,00	137,00	4,00	144,00	3,80	153,00	5,90	172,00	3,80	175,00	5,00	179,00	14,80	4,00
33,00	117,00	3,60	130,00	2,10	140,00	1,50	158,00	2,50	173,00	3,90	182,00	6,90	190,00	10,50	4,00
34,00	135,00	2,10	150,00	2,10	160,00	3,60	171,00	2,70	185,00	4,70	187,00	7,70			5,00
35,00	138,00	3,00	151,00	3,00	163,00	5,30	174,00	5,60	178,00	5,70	187,00	7,00			4,00
36,00	140,00	2,00	143,00	2,20	154,00	1,70	159,00	2,20	173,00	3,00	182,00	5,00	184,00	6,80	3,00
37,00	140,00	3,00	150,00	2,00	161,00	2,50	170,00	3,10	181,00	4,40	181,00	8,00	193,00	9,40	4,00
38,00	142,00	3,00	153,00	3,60	160,00	3,30	165,00	2,00	183,00	4,00	185,00	6,10	194,00	10,60	3,00
39,00	136,00	2,70	146,00	2,00	158,00	2,70	160,00	4,00	167,00	5,30	177,00	10,80	175,00	7,60	5,00
40,00	134,00	1,90	143,00	1,40	155,00	3,40	160,00	2,10	168,00	3,70	174,00	7,50	176,00	7,00	4,00
41,00	132,00	4,20	146,00	2,60	160,00	3,10	172,00	4,00	174,00	8,80	180,00	8,60			3,00
42,00	115,00	2,50	127,00	2,20	140,00	3,20	151,00	2,00	162,00	3,10	171,00	5,40			3,00
43,00	121,00	3,40	131,00	2,40	140,00	2,80	150,00	3,50	160,00	6,00	177,00	8,10	175,00	10,30	3,00
44,00	126,00	2,40	136,00	2,50	146,00	1,80	157,00	3,50	167,00	3,60	178,00	5,40	183,00	7,70	4,00
45,00	137,00	3,80	155,00	2,50	164,00	2,40	173,00	4,00	175,00	6,20	179,00	6,00	188,00	9,50	5,00
46,00	116,00	2,00	120,00	1,40	135,00	2,20	146,00	2,50	155,00	7,30	170,00	8,00	181,00	9,00	4,00
47,00	136,00	2,20	144,00	1,20	153,00	1,50	167,00	3,20	174,00	4,10	180,00	7,00	190,00	12,50	5,00
48,00	154,00	3,10	169,00	3,70	185,00	4,40	193,00	6,30	202,00	10,20	200,00	13,10			3,00
49,00	132,00	3,10	141,00	2,90	152,00	2,90	161,00	4,30	169,00	7,70	179,00	13,10	187,00	16,40	4,00
50,00	147,00	3,10	161,00	3,10	175,00	3,70	190,00	5,60	200,00	10,00	207,00	16,80			3,00
51,00	143,00	2,50	157,00	2,20	169,00	3,30	185,00	4,00	192,00	6,00	203,00	11,60	206,00	16,40	5,00
52,00	147,00	2,40	127,00	2,00	143,00	2,70	152,00	4,00	163,00	7,00	166,00	12,40			3,00
53,00	169,00	2,80	167,00	4,00	155,00	2,50	179,00	3,50	188,00	4,80	201,00	6,40			4,00
54,00	141,00	3,10	150,00	2,20	159,00	2,70	169,00	3,40	180,00	5,80	186,00	3,20	207,00	15,00	4,00
55,00	131,00	4,00	151,00	2,50	168,00	3,20	184,00	4,70	194,00	8,50	200,00	13,00			5,00
56,00	140,00	3,00	151,00	4,50	163,00	6,10	179,00	9,00	185,00	11,00					6,00
57,00	154,00	3,70	168,00	3,70	183,00	5,00	193,00	5,80	200,00	9,60	203,00	13,00			4,00
58,00	131,00	3,50	137,00	3,00	148,00	3,50	163,00	4,40	193,00	6,50	188,00	13,10	175,00	20,40	4,00
59,00	130,00	3,40	156,00	3,80	174,00	5,20	183,00	8,70	195,00	13,60					6,00

60,00	160,00	2,80	141,00	1,90	151,00	3,10	162,00	4,00	173,00	6,00	183,00	11,50			3,00
61,00	148,00	3,40	160,00	3,70	170,00	5,10	182,00	8,00	185,00	14,50	190,00	17,70			4,00
62,00	145,00	2,80	155,00	2,10	166,00	3,20	178,00	4,40	183,00	6,80	192,00	13,80	183,00	14,30	4,00
63,00	130,00	2,30	136,00	3,00	142,00	3,50	159,00	5,00	172,00	8,80	179,00	14,00			4,00
64,00	178,00	2,70	163,00	2,60	182,00	3,40	187,00	4,40	196,00	9,30	200,00	14,00			4,00
65,00	118,00	3,30	193,00	2,40	148,00	2,50	177,00	4,40	184,00	6,60	193,00	11,40			5,00
66,00	150,00	3,30	169,00	4,90	182,00	6,60	192,00	11,40	192,00	15,00					3,00
67,00	143,00	3,20	162,00	2,00	170,00	2,70	181,00	3,30	189,00	6,50	190,00	7,30			5,00
68,00	131,00	2,60	143,00	2,00	157,00	3,70	169,00	3,30	180,00	6,20	181,00	11,00	179,00	14,50	4,00
69,00	151,00	3,00	160,00	2,80	176,00	4,00	185,00	7,60	190,00	10,60	195,00	22,90			6,00
70,00	147,00	3,70	151,00	2,70	157,00	3,40	167,00	5,80	170,00	5,20	178,00	10,00			5,00
71,00	148,00	2,90	148,00	2,90	162,00	3,90	172,00	3,60	183,00	5,20	185,00	7,20	202,00	14,40	5,00
72,00	140,00	3,40	150,00	2,90	163,00	3,50	174,00	4,40	181,00	8,40	192,00	10,20			3,00
73,00	130,00	3,00	138,00	2,80	147,00	3,80	156,00	6,00	162,00	8,60	174,00	13,30			4,00
74,00	132,00	4,00	142,00	2,90	152,00	3,40	165,00	4,10	174,00	7,00	186,00	11,30			4,00
75,00	130,00	3,50	140,00	3,20	153,00	4,00	162,00	5,10	174,00	10,00	191,00	12,30			4,00
76,00	139,00	3,20	156,00	3,00	174,00	5,10	189,00	5,90	196,00	8,40	205,00	14,00			4,00
77,00	161,00	3,30	167,00	3,90	179,00	5,60	185,00	7,00	189,00	10,00	197,00	13,80			5,00
78,00	132,00	3,30	147,00	2,00	157,00	2,50	170,00	3,10	181,00	4,80	190,00	8,10			5,00
79,00	139,00	4,70	148,00	3,50	157,00	4,00	167,00	7,00	174,00	9,00	182,00	10,30	194,00	12,00	3,00
80,00	160,00	3,50	153,00	2,40	166,00	3,80	173,00	3,30	180,00	5,00	187,00	8,80	192,00	10,20	3,00
81,00	154,00	3,30	162,00	4,60	170,00	3,90	179,00	5,70	178,00	8,40	210,00	13,20			4,00
82,00	140,00	2,90	149,00	2,20	143,00	4,60	165,00	3,20	174,00	4,50	190,00	8,20			5,00
83,00	147,00	3,00	151,00	2,00	163,00	4,40	171,00	4,20	177,00	4,00	191,00	6,80	203,00	13,80	4,00
84,00	142,00	3,30	155,00	3,40	164,00	3,70	167,00	4,10	181,00	7,00	188,00	12,70	190,00	12,80	3,00
85,00	136,00	3,60	145,00	3,00	154,00	4,00	158,00	6,80	172,00	8,00	186,00	11,50			3,00
86,00	138,00	3,70	156,00	3,50	167,00	3,80	181,00	5,70	193,00	7,40	205,00	11,00			5,00
87,00	134,00	4,30	144,00	3,10	145,00	3,87	159,00	4,30	174,00	5,30	176,00	5,70	184,00	13,20	3,00
88,00	130,00	4,60	135,00	3,50	149,00	3,50	155,00	4,30	166,00	6,50	178,00	14,70	188,00	15,30	5,00

MVG: Mevkilerine gruplar 3:Defans, 4:Orta saha, 5:Forvet, 6:Kaleci

HR: Kalp atım hızı, LA: Laktat

EK D : SEDANLERİN EŞİK TESTİ ESNASINDAKİ KİŞİSEL VERİLERİ

	1.BASAMAK			2.BASAMAK		3.BASAMAK		4.BASAMAK		5.BASAMAK		6.BASAMAK
	8km HR	8 km LA	9.2km HR	9.2 km LA	10.4 km HR	10.4km LA	11.6 km HR	11.6 km LA	12.8 km HR	12.8 km LA	14 km HR	14 km LA
	a/dk	Mm	a/dk	mM	a/dk	mM	a/dk	mM	a/dk	mM	a/dk	mM
1,00	160,00	4,00	150,00	9,00	169,00	7,70	186,00	4,80	200,00	8,60	193,00	8,60
2,00	182,00	2,60	135,00	8,00	202,00	11,30						
3,00	158,00	2,20	170,00	3,80	180,00	3,10	196,00	4,80	192,00	8,40		
4,00	165,00	2,80	181,00	3,90	191,00	6,40	197,00	11,30	200,00	10,50		
5,00	164,00	3,90	176,00	4,00	184,00	7,00	194,00	10,40	201,00	15,20	191,00	4,50
6,00	168,00	3,80	188,00	4,20	200,00	6,20	216,00	10,80				
7,00	135,00	3,30	146,00	3,20	160,00	3,70	170,00	4,10	180,00	5,70	195,00	9,10
8,00	141,00	3,20	157,00	2,60	171,00	3,50	187,00	6,10	196,00	15,00		
9,00	149,00	2,30	156,00	3,20	156,00	3,20	173,00	2,70	183,00	5,90	190,00	8,20
10,00	160,00	4,00	175,00	6,90	184,00	9,50						
11,00	157,00	4,20	170,00	7,00	181,00	10,70	185,00	12,20				
12,00	146,00	4,60	165,00	3,50	175,00	6,70	183,00	10,20	186,00	12,30		
13,00	155,00	4,00	166,00	5,40	180,00	7,40	189,00	9,00	198,00	13,60		
14,00	160,00	4,70	170,00	3,00	175,00	3,60	182,00	11,20	184,00	11,40		
15,00	155,00	3,10	163,00	3,80	174,00	5,00	182,00	6,30				
16,00	154,00	3,70	168,00	3,60	182,00	9,20	190,00	12,70	178,00	12,10	195,00	12,10
17,00	172,00	4,10	186,00	5,20	196,00	9,90						
18,00	140,00	3,80	145,00	2,60	154,00	2,70	166,00	3,70	175,00	5,70	192,00	7,50
19,00	175,00	3,60	182,00	5,50	198,00	12,80	192,00	10,30				
20,00	142,00	3,00	157,00	3,70	164,00	6,20	178,00	10,30	185,00	14,30		

9. ÖZGEÇMİŞ

Ad : Cüneyt
Soyad : Dumlupınar
Medeni Hali : Bekar
Doğum Tarihi : 10.08.1980
Doğum Yeri : Karşıyaka / İzmir
Uyruğu : T.C
Yabancı Dil : Almanca

Eğitim Durumu

- 2004 – 2007 Yüksek lisans
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi
Anabilim Dalı, Hareket ve Antrenman Bilim Dalı
- 1998 – 2004 Lisans
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, Antrenörlük
Eğitimi Bölümü
- 1997 – 1998 Lise
İzmir Şemikler Lisesi Türkçe Matematik Bölümü
- 1995 – 1997 Lise
İzmir Bornova Anadolu Lisesi Türkçe Matematik Bölümü