



**FEMORAL BÖLGEDE MANŞONLA YARATILAN
İSKEMİK ÖNKOŞULLAMA (İÖK) SONRASI KAS
KUVVETİ VE PERFORMANS PARAMETRELERİNDE
ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞKENLERİN İNCELENMESİ**

Selin BİÇER BAİKOĞLU

Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Murat KALDIRIMCI

Doktora Tezi-2017

**T. C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FEMORAL BÖLGEDE MANŞONLA YARATILAN
İSKEMİK ÖNKOŞULLAMA (İÖ_K) SONRASI KAS
KUVVETİ VE PERFORMANS PARAMETRELERİNDE
ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞKENLERİN İNCELENMESİ**

Selin BİÇER BAİKOĞLU

**Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı
Doktora Tezi**

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Murat KALDIRIMCI**

**ERZURUM
2017**

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPOR SAĞLIK BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

**FEMORAL BÖLGEDE MANŞONLA YARATILAN
İSKEMİK ÖNKOŞULLAMA (İÖ_k) SONRASI KAS
KUVVETİ VE PERFORMANS PARAMETRELERİNDE
ORTAYA ÇIKAN DEĞİŞKENLERİN İNCELENMESİ**

Selin BİÇER BAİKOĞLU

Tez Savunma Tarihi : 07.06.2017

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Murat KALDIRIMCI (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Erdiñ ŞİKTAR (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. İlhan ŞEN (Atatürk Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Akın ÇELİK (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mustafa BAŞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Onay

Bu çalışma yukarıdaki jüri tarafından **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Mehtap TAN
Enstitü Müdürü

Doktora Tezi
ERZURUM - 2017

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VI
SİMGELER VE KISATLMALAR DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLOLAR DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. İskelet Kası Fizyolojisi	3
2.2. İskelet Kasının Kasılma ve Gevşeme Mekanizması.....	4
2.3. İskelet Kası ve İskemi.....	5
2.4. İskemi.....	5
2.5. Reperfüzyon.....	7
2.6. İskemik Önkoşullama	8
2.7. İskemik Önkoşullamanın Mekanizması.....	8
2.7.1. Klasik (Erken) İskemik Önkoşullama.....	8
2.7.2. Gecikmiş İskemik Önkoşullama	9
2.8. İskemik Önkoşullamanın Klinik Çalışmaları	9
2.9. İskemik Adaptasyonun Yerel Etkileri.....	10
2.10. İskemik Önkoşullamanın Spor Biliminde Uygulanışı	10
2.11. Sporda İskemik Önkoşullamayla İlişkili Çalışmalar	11
2.12. Enerji Sistemleri	14
2.12.1. ATP (Adenozin Trifosfat).....	14
2.12.2. ATP-PC (Fosfojen) Sistem	14

2.12.3. Aerobik Sistem	15
2.13. Anaerobik Eşik – Laktat Eşiğı	15
2.14. Anaerobik Dayanıklılık.....	16
2.15. İncelenen Fizyolojik Parametreler	16
2.15.1. Kan-Laktat Konsantrasyonu	16
2.15.2. Oksijen Saturasyonu	17
2.15.3. Kalp Atım Hızı (Nabız) ve Önemi.....	17
2.15.4. Kan Basıncı (Tansiyon)	18
2.16. Uygulanan Testler.....	19
2.16.1. “Wingate” Anaerobik Güç Testi	19
2.16.2. “Wingate” Anaerobik Güç Testinin Temelleri	19
2.16.3. “Wingate” Anaerobik Test Protekolü	20
2.17. Kuvvet.....	21
2.18. Kuvvetin Sınıflandırılması.....	21
2.19. İzokinetik Kuvvet testi.....	22
2.19.1. İzokinetik Testin Uygulanması	23
2.19.2. İzokinetik Ölçüm Sistemine Ait Terimler	23
2.19.3. İzokinetik Aletlerin Kullanımı, Amaçları ve Önemi	24
3. MATERYAL VE METOT.....	25
3.1. Çalışma Grubu	25
3.2. Veri Toplama Araçları	25
3.2.1. Antropometrik Ölçüm Araçları.....	25
3.2.2. Fizyolojik Ölçüm Araçları	26
3.2.3. Deneysel Testler Öncesi Hazırlık	27
3.3. Fizyolojik Parametrelerin Ölçümü.....	27

3.3.1. Dinlenik Kalp Atım Hızı ve Oksijen Saturasyonun Belirlenmesi	27
3.3.2. Kan Basıncının Belirlenmesi	28
3.3.3. İskemik Önkoşullamanın Yaratılması	29
3.3.4. Kan-Laktat Seviyesinin Belirlenmesi	29
3.4. Test Protokolünün Uygulanışı	30
3.4.1. İzokinetik Kuvvet Testinin Uygulanışı	30
3.4.2. “Wingate” Anaerobik Güç Testinin Uygulanışı	32
3.5. İstatistiksel Analiz.....	33
4. BULGULAR.....	34
5. TARTIŞMA.....	54
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	65
EKLER	78
EK-1. ÖZGEÇMİŞ	78
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU	79
EK-3. GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLMESİ ve RIZASININ	
ALINMASI PROTOKOLÜ	80

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmada ve doktora hayatım süresince değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, benden her türlü desteğini, hoşgörüsünü ve karşılaştığım zorluklarda yardımını esirgemeyen tez hocam Sayın Doç. Dr. Murat KALDIRIMCI'ya en derin sevgi ve şükranlarımı sunarım.

Yine doktora tezi sürecinde bilgi ve donanımları ile bana yol gösteren İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde Uzman Okutman Sayın Cevat GÜLER'e, doktora tezim boyunca her zaman yakın ilgi ve bilimsel olarak desteğini esirgemeyen İstanbul Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Erdem KAŞIKÇIOĞLU ve Spor Hekimi Şensu DİNÇER'e, fiziksel testlerin yapılması ve yürütülmesi sırasında teknik bilgisi ve donanımı ile yardımını esirgemeyen egzersiz uzmanı Sayın Türker ŞAHİNKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım. Katkılarından ve yardımlarından dolayı Genel Cerrahi Uzmanı Dr. Serkan BAİKOĞLU'na sevgilerimle teşekkür ederim. Ayrıca tez çalışmama gönüllü olarak katılan ve her zaman disiplinli bir şekilde testlere gelen İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde okuyan 15 değerli öğrenci arkadaşlarıma, ölçümler sırasında yardımcı dokunan bütün İstanbul Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim Dalında çalışan hekim ve tekniker arkadaşlara ayrı ayrı teşekkürü bir borç biliyorum. Eğitim hayatım boyunca desteklerini hep yanımda hissettiğim sevgili annem ve sevgili babama, çalışma sürecinde ilgisiyle ve sevgisi ile beni destekleyen sevgili eşim ve tabiki minicik elleri ile en zor anlarımda bana sarılan canım kızıma en içten sevgilerimle teşekkür ederim.

Selin BİÇER BAİKOĞLU

ÖZET

Femoral Bölgede Manşonla Yaratılan İskemik Önkoşullama (İÖ_K) Sonrası Kas Kuvveti ve Performans Parametrelerinde Ortaya Çıkan Değişkenlerin İncelenmesi

Amaç: İskemik adaptasyonun doku ve iskelet kasıda dahil olmak üzere oksijen taşınmasını geliştirmek ve yapılan maksimal egzersizlerde performansı arttırmada bölgesel ve sistematik etkileri vardır. Yapılan bu çalışmanın amacı alt ekstremitelere uygulanan iskemik önkoşullama ve reperfüzyon sonrası anaerobik güç ve kas kuvveti üzerindeki etkilerini incelemektir. Aynı zamanda çalışmanın odak noktası olarak maksimal yapılan egzersizler boyunca performanstaki güç çıkışlarında iskemik önkoşullamanın etkisi üzerinde durmaktır.

Materyal ve Metot: Çalışmaya İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde okuyan 14 gönüllü erkek öğrenci katıldı. Çalışma grubunun yaş ortalamaları $21,93 \pm 1,5$ yıl, ağırlık ortalaması $71,66 \pm 9,24$ kg ve boy ortalaması $176,13 \pm 6,13$ cm olarak kaydedildi. Çalışmanın tüm detayları deneklere anlatılıp onayları alındıktan sonra ardışık günlerde “Wingate” ve izokinetik testleri uygulandı. İskemik önkoşullamanın etkisinin belirlenmesi için katılımcıların her iki bacak femoral bölgesinde oluşturulan iskemi sonrası tekrar edilen testlerden elde edilen verilerin analitikleri değerlendirildikten sonra tekrarlı ölçümlerin arasındaki fark anlamlılıkları test edildi.

Bulgular: Deneklere uyguladığımız her iki bacak iskemi ve iskemi reperfüzyon periyodundan sonra yapılan “Wingate” ve izokinetik test sonuçları göz önüne alındığında istatistiksel olarak bütün güç değerleri iskemi sonrası mutlak değerler olarak yüksek olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p < 0.05$).

Sonuçlar: Tek siklusta gerçekleştirilen iskemi ve reperfüzyon uygulamalarının anaerobik güç değerlerinde ve herhangi bir değişikliğe yol açmadığı gibi, ayrıca izokinetik ölçümlerde gerek fleksör gerekse ekstansör kas kuvveti ve işlevinde akut bir etkiye yol açmadığı da ortaya konuldu.

Anahtar Kelimeler: İskemik Önkoşullama, izokinetik kuvvet testi, “Wingate” anaerobik güç testi

ABSTRACT

Changes in Muscle Activity and Performance After Cuff-induced Ischemic Preconditioning (IPC) Around the Femoral Zone

Goal: Ischemic adaptation has local and systemic effects on improving oxygenation and maximal exercise performance on both fibers and skeletal muscles. The aim of this study is to examine the post-effects of ischemic preconditioning and reperfusion applied to extremities on anaerobic capacity and muscle force. Additionally, the study focuses on the effects of ischemic preconditioning on force output during maximal exercise performance.

Materials and Method: The study sample consists of 14 volunteer male students studying at İstanbul University, Faculty of Sports Sciences. The average age of the participants was $21,93 \pm 1,5$ years, the average weight was $71,66 \pm 9,24$ kg and the average height was $176,13 \pm 6,13$ cm. The participants were informed about all the details of the study and gave their consent. “Wingate” and isokinetic tests were then applied to the participants consecutively. With the aim of determining the effects of ischemic preconditioning, the data analytics obtained from the repeated tests after ischemia emerged in the femoral zones of the participants was assessed, and the significant differences among the repeated tests were checked.

Findings: Considering the “Wingate” and isokinetic test results which were conducted after ischemia and reperfusion periods applied to both legs, there was no statistically meaningful difference found although the absolute values after ischemia were high in all power values ($p < 0.05$).

Results: It was found that the ischemia and reperfusion periods applied on one cycle did not result in any change in anaerobic power and, during the isokinetic measurements, there was no acute effect on both flexor and extensor muscle force and functions.

Key Words: Ischemic preconditioning, isokinetic force test, “Wingate” anaerobic force test

SİMGELER VE KISATLMALAR DİZİNİ

ATP	: Adenozin Trifosfat
ADP	: Adenozin Difosfat
İÖ_K	: İskemik Önkoşullama
İ/R	: İskemi/Reperfüzyon



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No

Sayfa No

Şekil 3.1. Vücut ağırlığı ölçümü için kullanılan TESS-RP marka elektronik baskül	26
Şekil 3.2. Dinlenik kalp atım hızı ve oksijen saturasyonunun ölçümünde kullanılan pulse oksimetre	28
Şekil 3.3. Çalışmaya katılan deneklerin fizyolojik parametrelerinin ölçümü	28
Şekil 3.4. Çalışmaya katılan deneklerde iskemik önkoşullamanın yaratılması.....	29
Şekil 3.5. Kan-Laktat seviyesinin belirlenmesinde kullanılan laktat cihazı.....	30
Şekil 3.6. Çalışmaya katılan deneklerin izokinetik kuvvet testi uygulaması	31
Şekil 3.7. Çalışmaya katılan deneklerin “Wingate” anaerobik güç testi uygulaması...	32

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. İskemik Önkoşullamanın Uygulanış Protokolleri.....	11
Tablo 2.2. İskemik Önkoşullama ile İlgili Yapılmış Olan Çalışmalar ve Test Protokolleri	13
Tablo 3.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Aletlerin Markası, Ait Olduğu Firma.....	27
Tablo 4.1. Tüm Katılımcılara (n:14) Ait Antropometrik Özellikler ile Dinlenik Kalp Atım Hızı, Oksijen Saturasyonu ve Kan Basıncı Değerleri.....	34
Tablo 4.2. İskemi/Reperfüzyon Öncesi ve İskemi/Reperfüzyon Sonrası İzokinetik Kuvvet Testinin Nanparametrik t Test Sonuçları	35
Tablo 4.3. İskemi/Reperfüzyon Öncesi ve İskemi/Reperfüzyondan 30 Dakika Sonra İzokinetik Kuvvet Testinin t Test Sonuçları	36
Tablo 4.4. İskemi/Reperfüzyon Sonrası ve İskemi/Reperfüzyondan 30 Dakika Sonra Yapılan İzokinetik Kuvvet Testinin t Test Sonuçları	38
Tablo 4.5. Laktik Asit Seviyesine Göre İskemi/Reperfüzyon Öncesi İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması	39
Tablo 4.6. Laktik Asit Seviyesine Göre İskemi/Reperfüzyon Sonrası Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması	41
Tablo 4.7. Laktik Asit Seviyesine Göre İskemi/Reperfüzyondan 30 Dakika Sonra Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması.....	43
Tablo 4.8. Alt Ekstremitte Baskın Bacağa Göre İskemi/Reperfüzyon Öncesi Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması	45
Tablo 4.9. Alt Ekstremitte Baskın Bacağa Göre İskemi/Reperfüzyon Sonrası Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması	46

Tablo 4.10. Alt Ekstremitte Baskın Bacağa Göre İskemi/Reperfüzyon Yapıldıktan 30 Dakika Sonra Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması	48
Tablo 4.11. İskemi/Reperfüzyon Öncesive İskemi/Reperfüzyon Sonrası “Wingate” Anaerobik Güç Testinin t Test Sonuçları	49
Tablo 4.12. Laktik Asit Değerleri Eşik Üstü ve Eşik Altı Olan Deneklerde İskemi/Reperfüzyon Öncesi Yapılan “Wingate” Anaerobik Güç Testi t Test Sonuçları.....	50
Tablo 4.13. Laktik Asit Seviyesi Eşik Üstü ve Eşik Altı Olan Deneklerde İskemi/Reperfüzyon Sonrası Yapılan “Wingate” Anaerobik Güç Testi t Test Sonuçları.....	51
Tablo 4.14. Baskın Bacağa Göre İskemi Öncesi, İskemiden Hemen Sonra (0. Dakika) ve İskemiden Sonra 3. Dakikadaki Laktik Asit Eşik Düzeylerine Göre Parametrelerin Kıyaslanması	52

1. GİRİŞ

Performansın fiziksel ve motorik özellikleriyle olan yakın ilişkisi günümüzde spor bilimcilerin araştırma alanlarının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Sporcuların branşlarına özgün sportif performanslarını tahmin edebilmek onların antrenmanlarını yönlendirmek açısından önemli olmaktadır. Bu nedenler sıklıkla spor bilimcilerini değişik spor branşlarındaki sporcuların fizyolojik ölçümlerini saha veya laboratuvar şartlarında yapmaya ve sonuçların performansla ilişkisini tespit etmeye yönlendirmiştir.^{1,2} Maksimum performans; Bir sporcunun egzersiz ya da antrenman sırasında yapmakta olduğu bir hareketi istemli olarak yerine getirmedeki yeterlilik güç derecesi ve çeşitli aktivitelerin gerçekleşmesi olarak değerlendirilir.³ Üst düzey performansın değerlendirilmesindeki amaç, fiziksel aktivite sırasında iskelet kaslarının kasılmasında kullanılan enerji sistemlerine göre meydana gelen enerjinin bilinmesidir. Kişinin yapabileceği en yüksek fiziksel aktivite sırasında ihtiyacı olan oksijen hücrenin foksiyonlarını yerine getirebilmesi için gerekli olan temel moleküldür. Arterlerde oluşan tıkanma sonucu kan akımının azalmasıyla birlikte dokuya veya organlara yeteri kadar oksijen gidememesi durumu iskemi, tekrardan düzenli olarak dokuya kan akışının sağlanması sonucunda oluşan duruma ise reperfüzyon denilmektedir.^{4,5} Kısa süreli tekrarlayan iskemi/reperfüzyon ataklarının ardından oluşabilecek daha uzun süreli iskemik periyotların hücre, doku veya organ hasarına karşı dirençli hale gelmesi ile gerçekleşen koruyucu bir mekanizmaya İskemik Önkoşullama (İÖK) denmektedir.⁶ İÖK ile ilgili yapılan pek çok çalışmanın sonucunda ortaya çıkan olumlu etkilerinin görülmesiyle birlikte sporcuların iskelet kası ve egzersiz performansı üzerinde de olumlu etkilerinin olabileceği öngörülerek spor bilimlerinde etkileri incelenmeye başlanmıştır. Yapılan son çalışmalarda iskemi de kısa nöbetler yaratarak sporcuda anaerobik ve aerobik enerji üretimini ve güç çıkışını arttırdığı görülmektedir.⁷ İskemik

adaptasyon doku ve iskelet kasında dahil olmak üzere oksijen taşınmasını geliştirmek ve maksimal yapılan egzersizlerde performansı arttırmada yerel ve sistematik etkileri vardır.⁸ Yapılan bu çalışmanın amacı sporcuların alt ekstremitelerine iskemik önkoşullama ve reperfüzyon uygulayarak toparlanma, anaerobik dayanıklılık ve kas kuvveti üzerindeki etkilerini incelemektir. Aynı zamanda çalışmanın odak noktası olarak maksimal yapılan egzersizler boyunca performanstaki güç çıkışlarına iskemik önkoşullamanın etkisi üzerinde durmaktır. Çalışmamızın önemli olabilecek sonuçları arasında, yorucu egzersizlerden sonra performansımızı arttırmak için İÖ_K ile ilgili bilgilerimizi arttırmamıza yarayacaktır. Çalışmamızın amacıyla orantılı olarak hipotezimizde basınçlı manşon ile yaratılan İÖ_K faktörü ile birlikte yapılan egzersiz basınçlı manşon ile oluşturulacak iskemiye bağlı uyum sonrası daha olumlu gelişeceğidir. Eğer çalışmamız sonucunda İÖ_K'nın atletik performansımızı arttırdığı kanıtlanırsa rehabilitasyon tekniklerinde ve performans geliştirme programlarında uygulanmaya başlayabilir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İskelet Kası Fizyolojisi

Kas hücreleri elektriksel, kimyasal ve mekanik olarak uyarılabilmektedirler ve uyarıldıklarında kas hücresi boyunca yayılan mekanik aksiyon potansiyeli oluşturmaktadırlar. Kas hücresinde oluşan aksiyon potansiyeli sonucunda hücresel kasılma mekanizmaları devreye girerek kasılma yanıtı oluşmaktadır. Kaslar genel olarak iskelet kas, düz kas ve kalp kası olmak üzere üç tipe ayrılmaktadır. Düz kas homojen tek bir kategoriden oluşmamaktadır. Vücut kaslarının büyük kısmı iskelet kasından meydana gelmektedir.⁹

İskelet kası anatomik ve fonksiyonel olarak birbirinden bağımsız kas liflerinden oluşmuştur. İskelet kaslarının büyük bir kısmı iki ayrı tendon arasında uzanır. Kası oluşturan kas lifleri tendonlar arasında birbirinden bağımsız ve paralel olarak uzanır. Her bir kas lifi sarkolemma adı verilen zar ile çevrili çekirdekli ve uzun bir kas hücresidir. Kas lifleri birbirinden ayrı, filamanlara bölünebilen miyofibrillerden ve iskelet kasını kasılma birimlerini bir arada durmasını sağlayan yapısal proteinleri içermektedir. İskelet kasının kasılabilmesinde miyozin, aktin, tropomiyozin ve troponin önemli rol oynayan proteinlerdir.⁹

Kas liflerine mikroskop altında bakıldığında çapraz-çizgili bir görünüme sahip olduğu görülmektedir. Bu görünüme kas lifinin içerisinde düzgün bir organizasyon sergileyen filamentler ve yapısal proteinlerin maruz kaldığı ışığın farklı kırılması sebep olmaktadır.¹⁰

Kas hücresinde kasılabilen en küçük fonksiyonel birime sarkomer adı verilir ve sarkomer iki z çizgisi arasında yer almaktadır. Mikroskop altındaki çizgili görünümünün büyütülmüş şeklinde açık ve koyu renkli bantlar halinde görülmektedir.

Koyu bant yapısında A bandı, H diski, M çizgisi, aktinler ve miyozinler

bulunurken, Açık bant yapısında I bandı, Z çizgisi ve yalnız aktinler bulunmaktadır. Her bir açık görünen I bandı Z çizgisi adı verilen bir hat ile ikiye bölünmüştür. Koyu görünen A bandının ortasında daha açık görünen H diski ve H diskinin ortasından geçen M çizgisi bulunmaktadır.⁹

Kas yapısını oluşturan proteinler kasılmaya katılan miyoflamentler ve yapısal proteinler olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Miyoflamentlerde kendi içerisinde ince ve kalın miyoflamentler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

İnce flamentler aktin, troponin ve tropomiyozinden meydana gelmektedir. Kalın flamentler ise miyozin II ve yapısal proteinlerden oluşmaktadır.¹⁰

2.2. İskelet Kasının Kasılma ve Gevşeme Mekanizması

Kas hücresi uyarılması sonucu hücre menbranı depolarize olup aksiyon potansiyeli oluşmaktadır. T tübül aracılığı ile aksiyon potansiyeli kas hücresinin derinliklerine iletilmekte ve daha sonra sarkoplazmik retikulumdaki ryanodin kanalları açılarak kalsiyumiyonları stoplazmaya geçişi gerçekleşmektedir.¹¹

Stoplazmada artan kalsiyum Troponin C ye bağlanması ile Troponin molekülü döner ve troponin I ve troponin T yerinden kayar. Troponin T yer değiştirilmesiyle birlikte tropomiyozin aktin üzerindeki bölgeden ayrılır. Bu ayrılma sonucunda miyozin başının bağlanacağı F-aktin bölgeleri ortaya çıkar ve miyozin başı ile F-aktin bağlantısı gerçekleşir. Bu bağlanma sonucunda miyozin başı fosforillenir ve ATPaz etkinliği kazanmış olur. Miyozin başı ATP'den ADP (Adenozin Difosfat) ve fosfat (P) ayrılması sonucunda aktin-miyozin-ADP-fosfat kompleksi oluşur. Bu kompleks aktin ve miyozin başı arasında 90 derecelik bir açı oluşur. Bu kompleksten fosfat ve ADP sırayla ayrılır ve açı 45 dereceye düşerek aktin miyozin üzerinde yer değiştirmiş olur ve kasılma gerçekleşmiş olur.⁹

Aktin ve miyozin kompleksi 45 derecelik açıdan kurtulup normal konumuna

dönebilmesi için miyozin başına ATP bağlanması gerekmektedir. Buna ATP nin gevşetici etkisi denilir. Kasın tam olarak gevşiyebilmesi için sarkoplazmik retikulum üzerinde Calsiyum-ATPaz pompası ATP harcayarak kalsiyum içeri alınmalıdır.¹¹

2.3. İskelet Kası ve İskemi

Bir ya da birden fazla kısa süreli iskeminin ardından, kısa süreli olarak reperfüzyonun tekrarlanması sonucunda oluşan İskemik Önkoşullama, iskelet kasıda dahil olmak üzere çeşitli damarların ve dokuların iskemik toleransını arttırmaktadır.^{12,13} 1998 yılında Birnbaum ve ark.¹⁴ İÖK'nın iskelet kasına yönelik ilk uygulamasını tavşanın femoral arterindeki kan akımını tekrarlı periyotlar şeklinde kısıtlayarak yapmışlardır. Çalışmalarının sonucu olarak iskemi riski taşıyan bölgenin miyokardiyal enfarkt alanında iskemi uygulamalarından sonra azalma olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Thomas ve ark.¹⁵ fiziksel aktivitenin, iskelet kas sistemini, iskemi/reperfüzyon yaralanmalarından koruyup korumadığını ve iskemi/reperfüzyon sonrası sürekli aktivitenin, iyileşme oranını artırıp artırmadığını araştırmışlar ve İ/R öncesi yapılan fiziksel aktivitenin daha az kas hasarına neden olduğunu tespit etmişlerdir. İskeminin iskelet kası üzerine etkisini inceleyen farklı bir çalışmada da İÖK'nın, iskelet kasının iskemik toleransını arttırdığı beyan edilmiştir.¹⁶

Uzun süreli iskeminin kaslar üzerinde de olumsuz etkileride mevcuttur. İskelet kasının uzun süreli iskemisini kullanan, hayvanlara odaklı araştırmalarda, İÖK'nın ATP tüketimini,^{17,18} ikincil hassas mitokondriyal potasyum-ATP kanallarının (Mkatp) açılma miktarının düşürdüğünü,¹⁹ iskelet kası opioid reseptör aktivasyonu sağladığını ve kas enerji potansiyelinde iskemi nedenli azalmalara neden olduğu görülmüştür.²⁰

2.4. İskemi

Arterlerde oluşan tıkanma sonucu kan akımının azalmasıyla birlikte dokuya yeteri kadar oksijen gidememesi durumu İskemi olarak tanımlanmaktadır.^{6,21,22} Kan

akımının kısmen ya da tamamen kısıtlanması sonucunda oksijenden yoksun kalan dokudaki hücrelerin fonksiyonlarını yerine getirememesi ile başlayıp ve hücrelerin ölümüne kadar gidebilen bir dizi kimyasal olay gerçekleşmektedir. Oksijen molekülü sayesinde hücre fonksiyonlarını yerine getirebilmektedir. Aerobik metabolizma, gerekli olan oksijenin hücrenin fonksiyonlarını sürdürebilmesi karşılamaktadır. Aerobik metabolizma koşmak, yürümek, yüzmek gibi uzun süreli yapılan ve devamlılığı olan fiziksel aktivitelerin gerçekleşmesi için önemli bir enerji kaynağıdır. Belirli bir nedene bağlı olarak hücreye ulaşan oksijen miktarının azalması çalışma şiddetinin artması durumlarında ise anaerobik metabolizma devreye girmektedir. Hücresel süreç mitokondride oksijen ile oluşan ATP miktarının azalması ile başlamaktadır. Hücre içi ATP miktarı azalınca ATP'ye bağımlı Sodyum/ Potasyum (Na^+/K^+) pompaları yeteri kadar çalışamaz ve hücre içinde sodyum birikmeye başlamaktadır. Sodyum birikimi ile hücre içerisine su çekilerek hücresel şişmede başlamış olmaktadır.²³ Hücre içi ATP azalması sonucu siklik Adenozin monofosfat (siklik AMP) artmaktadır. Artan siklik adenozin monofosfat anaerobik glikolizi fosfofruktokinaz enzimini uyarak arttırmaktadır. Artan anaerobik glikoliz sonucunda laktik asit birikip pH'ı azaltarak hücre içini asidik hale getirmektedir.²⁴ Hücre içi asidoz nükleer kromotinin kümelenmesine sebep olmaktadır. Hücresel şişme ve pH düşüşü ribozomların endoplazmik retikulumdan ayrılıp sitoplazmik köpükler oluşmasına ve protein sentezinin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu aşamaya kadar olan süreçte hücrede glikoz kaybı, protein sentezinin bozulması, mitokondrinin içinde kalsiyum (Ca^+) kümelenmesi, mitokondrinin biraz şişmesi, hücrenin şişmesi ve hücre iskeletinin deformasyonu gerçekleşmektedir ve oluşan iskemik hasar kalıcı değildir.²⁵ İskemik nedenin ortadan kalkması sonucu hücreye yeniden oksijenin ulaşip aerobik metabolizmaların devreye girmesi ile hücre kendini tamir edebilmektedir. Geri dönüşümsüz iskemik süreç ATP

üretimini durması ve hücre membran yapısının bozulması sonucunda zedelenen membranlardan stoplazmaya ve mitokondriye kalsiyum girişı ile başlamaktadır. Lizozomal enzimler hasar gören lizozom menbranından stoplazmaya geçer ve ortamdaki kalsiyum ile aktifleşerek otolizi başlatmaktadır.²⁶

2.5. Reperfüzyon

Doku ve organda iskemiye neden olan etken ortadan kaldırılarak doku ve organda bozulmuş olan kan akımının tekrardan düzenlenmesi sonucunda oluşan duruma “reperfüzyon” denilmektedir.^{4,27} Reperfüzyonun, iskemik dokuda enerji ihtiyacının sağlanması, hücre rejenerasyonu, hücrenin beslenmesi ve toksit metabolitlerin uzaklaştırılması gibi olumlu etkileri vardır. Böylece, reperfüzyon iskemik hasarın düzeltilmesi için gerekli bir süreçtir. Fakat iskemik dokuya oksijenlenmiş kanın tekrardan dönmesi, o dokuda daha fazla hasara yol açan bir reaksiyon sürecinide başlattığı söylenmektedir.^{4,5} Morfoloik olarak iskemi süresince ATP üretimi azalmakla birlikte enerji gereksinimi devam ettiği için ATP tüketimide devam etmektedir. ATP tüketimi sonucu önce ADP'ye son olarakta adenozine kadar indirgenmektedir. Adenozinde inozin üzerinden hipoksantine dönüşmektedir. Bu aşamada dokunun yeniden oksijene kavuşması ksantin oksidaz enzimini aktive ederek hipoksantinden ürik asit oluşmakta ve bu reaksiyon esaniasında serbest oksijen radikalleri oluşmaktadır.²⁸ Oluşan bu serbest oksijen radikalleri superoksit dismutaz ve katalaz enzimileri ile su ve oksijene dönüştürülür. İskemi süresinin uzaması oluşan serbest oksijen radikali miktarını arttırmakta ve elimine edilmeyen serbest oksijen radikalleri dokuya zarar vermektedir. Serbest oksijen radikalleri doğrudan tüm biyolojik maddeler (proteinler, polisakkaritler, nüleik asitler, yağ asitleri vb.) ile reaksiyona girerek yapısını bozarak ve dolaylı yoldan ise polimorfonükleer lökositleri dokuya çekmek suretiyle hasar oluşturmaktadır.²⁹ İskemi süresi ne kadar uzun olursa reperfüzyon hasarıda o derece

büyük olmaktadır.

2.6. İskemik Önkoşullama

Kısa bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşen iskemi-reperfüzyon (İ/R) ataklarının sonrasında, miyokardiyumu, daha sonraki asıl gerçekleşecek olan İ/R hasarına karşı dayanıklı hale getirdiği ve koruyucu etkisinin olduğu görülmüştür ve “İskemik Önkoşullama” olarak adlandırılmıştır.⁶ Farklı bir deyişle bir veya birden daha fazla kısa süreli olan iskemik periyotlarından sonra ilerki dönemlerde daha uzun süreli gerçekleşecek olan iskemik periyotlara karşı hücre, doku veya organı koruyan bir mekanizmadır. İlk olarak Murry ve ark.⁶ 1986 yılında köpekler üzerinde yaptıkları çalışmalarının sonucunda İskemik Önkoşullamayı tanımlamışlardır¹⁴. Daha sonra yapılan çalışmalarda İÖK'nın kalp kasındaki hasara karşı koruyucu etkisiyle birlikte kalp ritim bozukluğuna, koroner arter hasar ve mikrovasküler işlevsel bozulmaya yönelik olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir.

2.7. İskemik Önkoşullamanın Mekanizması

İskemik Önkoşullamanın mekanizması hücresel düzeyde tam olarak bilinmesede, protein kinaz C aktivasyonu, adenosin reseptör uyarılması ve ATP'ye bağımlı potasyum kanallarının aktive olmasında önemli etkisi olduğu düşünülmektedir³⁰. İnfarktüs öncesi angina gelişmiş olan hastalarda infarktüs sonrasında iskemik önkoşullama mekanizmaları ile oluşan miyokardın korunması iki farklı dönem ile sağlanmaktadır. İlk dönem Klasik (erken) Önkoşullama ve ikinci dönem Gecikmiş Önkoşullama olmak üzere iki fazdan oluşmaktadır.³⁰

2.7.1. Klasik (Erken) İskemik Önkoşullama

Klasik İskemik Önkoşullama; myokarda giden kan akışında yüksek miktarda azalmaya neden olan etkenlerin olduğu bir veya birden çok iskemik hecme infarktüs gelişimini geciktirmesi olarak tanımlanmaktadır.³¹ İlk dönem olan Klasik (erken)

İskemik Önkoşullama, iskemi gerçekleşikten sonraki ilk dakikalar içinde başlamakta etkisi 3 saat kadar devam etmektedir. Erken iskemik önkoşullama kalıcı bir etkiye sahip olmamakla birlikte önemli bir koruma sağlamaktadır ve oluşmasında protein sentezine gereksinim duyulmamaktadır. İskemik önkoşullama hücrenin metabolizmasını düzenlemek koşulu ile hücrenin yaşamsal sürekliliğini korumakla birlikte hücrenin apoptozu (programlı ölümü) engellemektedir.

2.7.2. Gecikmiş İskemik Önkoşullama

Marber ve ark.³² İÖK'nın 24. saatinde kardiyoprotektif etkinin tekrardan başladığını görmüş ve oluşan bu durumu ise Gecikmiş İskemik Önkoşullama (ikinci pencere dönemi) olarak adlandırmışlardır.

İskemi-reperfüzyonun zamansal olarak değişkenliğini gösteren az sayıdaki çalışmada zaman değişikliğinin 24 saate kadar uzayabildiği ileri sürülmektedir. İkinci pencere dönemi olarakta adlandırılan bu dönemde önkoşullamanın etkisi 24 saatten sonra belirginleşmekte ve etkisi 96 saate kadar devam edebilmektedir. Ayrıca bu süre zarfında protein sentezine ihtiyaç duyulmaktadır.^{33,34,35} Gecikmiş İskemik Önkoşullama mekanizmasının anlaşılabilir olması için çeşitli hipotezler bulunmaktadır. Endojen nitrik oksidin myokardiyal korumanın bu geç dönemde önemli bir tetikleyici ve mediatör olduğu kabul edilmektedir. İskelet kasında ise klasik (erken) İÖK 1-4 saat arasında, gecikmiş İÖK etkisi ise 24-48 saat olarak gösterilmektedir.²⁵

2.8. İskemik Önkoşullamanın Klinik Çalışmaları

1986 yılında Murry tarafından köpek myokardı üzerinde tanımlandıktan sonra ilk kez Deutshc ve ark.³⁶ tarafından insanlar üzerinde iskemiye karşı myokardiyal adaptasyon koroner anjiyoplasti sırasında gösterilmiştir. 1995 yılında Kloner ve ark.³⁷ yapmış olduğu çalışmalarında enfarktüs öncesi geçirilen anjine atağının (göğüs bölgesindeki şiddetli ağrı) daha sonra gelişebilecek kalp krizi üzerinde geçici bir

etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

2.9. İskemik Adaptasyonun Yerel Etkileri

İlk çalışmalar kalp dokusu üzerinde yapıldıktan sonra İÖ_K'nın hücre düzeyindeki mekanizması ve koruyucu etkisi farklı doku tiplerinde de araştırılmaya başlanmıştır.³⁸ İskemik önkoşullamanın olumlu etkilerinin gözlemlendiği önemli organlardan biride karaciğerdir. Yapılan çalışmalarda, ısı ile oluşturulan önkoşullama sayesinde iskemiye karşı hepatik korunma sağlanmıştır.³⁹ Neely ve Keith⁴⁰ kedi akciğeri üzerinde yaptıkları İÖ_K'nın iskemi-reperfüzyon hasarını önemli ölçüde azalttığını ifade etmişlerdir. İÖ_K'nın olumlu etkileri böbreklerde de gözlenmiştir. Isı şok uygulaması ile gerçekleşen İÖ_K'nın koruyucu etkisi transplate böbrekte iskemi-reperfüzyon hasarına karşı koruyucu bir etkisinin olduğunu göstermiştir.⁴¹ İÖ_K'nın, uzun süreli iskemide, ATP boşaltımı, glikojen atımı⁴² ve laktat salınımı sağlayarak, metabolizma etkililiğini arttırdığı görülmüştür.^{43,44} Buna ek olarak, İÖ_K, damar genişlemesi sağlamakta,⁴⁵ fonksiyonel sempatoizi arttırmakta, stres altında endotelial ve mikrovasküler fonksiyonu koruyarak, iskelet kan akışını iyileştirebileceği de yapılan çalışmaların sonuçlarında gösterilmiştir.^{46,47}

Bu bulgulara dayanarak, İÖ_K egzersiz kapasitesi ve performansını geliştirmek için yeni bir müdahale yöntemi olarak ilgi uyandırmıştır.^{8,48}

2.10. İskemik Önkoşullamanın Spor Biliminde Uygulanışı

Deneklerin kas kütlesindeki farklılıklar, iskemi-reperfüzyon döngülerinin sayısı ve süresi süresi, İÖ_K ile egzersizin başlaması arasındaki zaman aralığı gibi faktörleri göz önünde bulundurduğumuzda, İÖ_K uygulamasının en iyi yöntemi tam olarak bilinmemektedir.

Literatürleri incelediğimizde ulaştığımız İskemik önkoşullama ve egzersiz performansı üzerine yapılan 8 çalışmanın 5 tanesinde denek ve kontrol grupları

oluşturulurken, 3 tanesinde randomize şekilde oluşan çaprazlama denek grupları ile randomize şekilde yapılmıştır. İÖ_K çoğunlukla sistolik kan basıncının 50 mmHg üstünde ya da 220 mmHg basınçta iskemi oluşturularak uygulanmıştır.^{49,25} Manşon basıncına bağlı nöromusküler hasarın olmaması için olabildiğince geniş olan manşon tercih edilmelidir ve arteriyel akımı kesen minimum basınç kullanılmalıdır.^{50,51} En sık görülen İÖ_K protokolü 5 dakikalık iskeminin 3 ile 5 set döngüsünü içermektedir.²⁵ İÖ_K'nın uygulama alanı olarak çift ya da tek tafaalı olmak üzere üst kol ve bacak bölgelerinden oluşmaktadır.^{8,52,48} Ayrıca çalışma öncesinde katılımcılar tarafından kafein, alkol, sigara ve ergonejik yardım vb. gibi maddelerin alınmaması gerekmektedir.^{53,54} Test protokollerinin uygulanışı Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. İskemik Önkoşullamanın Uygulanış Protokolleri

PROTOKOLLERİN UYGULANIŞI
1. Turnike basıncı sistolik kan basıncından 50 mmHg yada 220 mmHg üstünde
2. 3,4 yada 5 tekrar 5 dakikalık oklüzyon ve reperfüzyon
3. Çift ya da tek taraflı olmak üzere üst kol ya da bacak
4. Testler öncesi kafein, alkol, ergonejik yardım gibi maddelerin kullanılmaması

2.11. Sporda İskemik Önkoşullamayla İlişkili Çalışmalar

De Groot ve ark.⁸ 15 sağlıklı bisikletçi (12 erkek, 3 kadın) üzerinde yaptıkları çalışmalarında iskemik önkoşullamanın fiziksel egzersiz performanslarını ve maksimum tüketilen oksijen miktarını arttıracaklarını amaçlamışlardır. Çalışmalarını her iki bacakta sırasıyla 5'er dakikalık 3 adet iskemi serisi protokolü kullanarak bir egzersiz testi uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda Maksimum tüketilen oksijen miktarı değerinde ve anaerobik güç çıktısında artma olduğu tespit edilmiştir.

Crisafulli ve ark.²¹ 2011 yılında 17 sağlıklı erkek katılmış ve katılımcıların maksimum bisiklet performansları değerlendirilmiştir. Çalışmalarında De Groot ve ark.

kullandıkları test protokolünü kullanarak her iki üst bacakta sırasıyla 5'er dakikalık iskemi oluşturarak egzersiz testi uygulamışlardır. Çalışmanın sonunda maksimum tüketilen oksijen miktarında bir artış gözlemlenmezken (pik güç ve toplam iş) maksimal iş yükünde %4'lük bir artış tespit edilmişler ve performans artışının, kişinin anaerobik kapasitesindeki bir iyileşme sonucu olduğunu ileri sürmüşlerdir. İÖ_K'nın kas kuvveti ve güç çıkışının arttırılmasında ve sprint performansının^{22,48} geliştirilmesinde pozitif yönde bir role sahip olduğu yapılan farklı bir çok çalışmalarda ortaya konmuştur ve bu çalışmaların sonucunda İÖ_K'nın anaerobik performansı arttıracığı vurgulanmıştır.

Clevidence ve ark.⁵² 2012 yılında yaptıkları çalışmalarında 12 sağlıklı erkek bisikletçi üzerinde yaptıkları çalışmalarının sonucunda submaksimal bisiklet sürme performansı üzerinde herhangi bir iyileşme rapor etmemişlerdir.

Gibson ve ark.⁵³ çalışmalarını 16 erkek ve 9 kadın olmak üzere toplam 25 sağlıklı katılımcıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında her bacağı sırayla 3×5 dakika 220 mmHg basınçta iskemi oluşturmuşlardır. Çalışma sonrasında elde edilen verilerin istatistiksel sonuçlarında İÖ_K'nın önemli bir etkisi bulunmamıştır. Bununla beraber, bayan katılımcılarda küçük ve olumsuz bir etki gözlenmiştir.

Gibson ve ark.⁵⁴ 7 erkek ve 9 kadın çeşitli takım sporlarında yer alan toplam 16 sporcuda İskemik Önkoşullama'nın etkisini araştırmışlardır. İÖ_K yaratıldıktan sonra aralarında 24 saniyelik dinlenmeler verilerek deneklere 5×6 saniye hızlı koşular yapılmıştır. Çalışma sonucunda pik tork ve toplam işgücü değerlerinde değişiklik görülmediğini bildirmişlerdir.

Jean-St Michel ve ark.⁴⁸ 9 erkek ve 9 kadın üst düzey elit yüzücünün katıldığı çalışmalarında, üst ekstremiteye yönelik 5 dakika iskemi 5 dakika reperfüzyon olarak 4 periyottan oluşan sistolik kan basıncından +15 mmHg basın üzerinde olacak şekilde test protokolü uygulamışlardır. Testten 45 dakika önce yapılan İÖ_K uygulamasının elit

yüzücülerde 100-200 m maksimal yüzme performanslarında kişisel en iyi yüzme ortalamalarından %1.1 oranında daha fazla bir artış olduğu rapor edilmiştir.

Marocola ve ark.⁵⁵ 15 amatör yüzücü üzerinde yaptıkları çalışmada üst kolda 4x5 dakika 220 mmHg basınçta oluşturdukları İÖ_K çalışmalarında yüzme performanslarında önemli bir değişiklik olmadığını ortaya koymuşlardır. Marocola ve ark.⁵⁶ 13 erkek üzerinde yaptıkları farklı bir çalışmalarının sonucunda performans değerinde ve laktat seviyelerinde bir değişiklik olmadığını yorumlamışlardır. Spor alanında yapılmış olan çalışmalar daha rahat incelenebilmesi için tablolastırılmış ve Tablo 2.2’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 2.2. İskemik Önkoşullama ile İlgili Yapılmış Olan Çalışmalar ve Test Protokolleri

ÇALIŞMA	ÇALIŞMA DESENİ	ÇALIŞMA GRUBU	ÇALIŞMA PROTOLÜ	ÇALIŞMA ALANI	İÖ _K ÇALIŞMA SONUCU
de Groot ve ark. (2010)	Randomize, kontrollü çaprazlama	12 erkek, 3 kadın, sağlıklı bisikletçi	3x5 dakika 220 mmHg	Çift taraflı bacağın üst kısmı	VO ₂ max. artış Pik tork artış
Crisafulli ve ark. (2011)	Randomize, kontrollü çaprazlama	17 erkek gönüllü	3x5 dakika Sistolik kan basıncı + 50 mmHg	Çift taraflı bacağın üst kısmı	VO ₂ max. sabit Max. iş yükünde %4 artış
Clevidence ve ark. (2012)	Randomize, kontrollü çaprazlama	12 sağlıklı erkek bisikletçi	3x5 dakika 220 mmHg	Tek taraflı bacağın üst kısmı	Performans sabit
Gibson ve ark. (2013)	Randomize, sham ve test grubu, çaprazlama	16 erkek, 9 kadın sağlıklı katılımcı	3x5 dakika 220 mmHg	Tek taraflı bacağın üst kısmı	Performans sabit
Gibson ve ark. (2015)	Randomize, sham ve test grubu, çaprazlama	7 erkek, 9 kadın takım sporcuları	3x5 dakika 220 mmHg	Tek taraflı bacağın üst kısmı	Pik tork sabit Toplam iş gücü sabit
Jean-St Michel ve arkadaşları (2011)	Randomize, sham ve test grubu, çaprazlama	9 erkek, 9 kadın elit yüzücü	5x5 dakika Sistolik kan basıncı+15 mmHg	Çift taraflı kolun üst kısmı	Maks. yüzme performans artış
Marocola ve arkadaşları (2015)	Randomize, sham ve test grubu, çaprazlama	13 erkek sporcu	4x5 dakika 220 mmHg	Tek taraflı bacağın üst kısmı	Performans değeri sabit
Marocola ve arkadaşları (2015)	Randomize, sham ve test grubu, çaprazlama	15 erkek amatör yüzücü	4x5 dakika 220 mmHg	Çift taraflı kolun üst kısmı	Maks. yüzme performansı sabit, laktat sabit

2.12. Enerji Sistemleri

Metabolik süreçlerin bilinmesi kişinin fiziksel aktivite içerisindeyken sınırlarını belirlemesinde oldukça önemlidir.⁵⁷ Kasın kasılabilmek için kimyasal enerjinin mekanik enerjiye dönüştürülmesi sonucunda ortaya çıkan enerjiye ihtiyaç duymaktadır.⁵⁸ Ortaya çıkan enerjinin kaynağı protein, karbonhidrat ve yağ gibi enerjiden zengin olan organik fosfat bileşiklerden oluşmaktadır.⁵⁹

2.12.1. ATP (Adenozin Trifosfat)

Besinlerin parçalanması ile oluşan enerji, tüm kas hücrelerinde depolanabilen ve adenozin trifosfat (ATP) olarak bilinen kimyasal bir bileşiğin yapımında kullanılmaktadır. ATP'nin yapısı karmaşık bir bileşik olan adenozin ve daha basit bir yapı olan üç tane fosfat grubundan meydana gelmektedir. İki fosfat grubunun birleşmesiyle oluşan bağa Yüksek Enerji Bağı denilmektedir. Bu bağlardan biri çözüldüğünde yani 1 mol ATP parçalandığında hem 7 ile 12 kilokalori enerji, hem de Adenozin Difosfat (ADP) ve fosfat (P) oluşmaktadır.⁶⁰ Enerjinin bir dizi tepkime sonucunda başka bir enerjiye dönüşmesine biyokimyasal açıdan “Eşleşme Reaksiyonu” denilmektedir. Anaerobik metabolizmada ATP'nin yenilenmesi ile ilgili olarak açıklanan metabolik sistemlerden ikisi, ATP-kreatin fosfat ve laktik asit sistemidir.

2.12.2. ATP-PC (Fosfojen) Sistem

Kısa süreli yüksek efor gerektiren aktivitelerde enerji kullanımı için ihtiyaç duyulan ilk enerji sistemidir. Hazır enerji sistemi olarakda adlandırılmaktadır ve kas dokusunun içinde depo halde bulunan ATP ve Kreatinfosfatın (PC) bileşiminden elde edilmektedir ve bunların tümüne birden fosfojen sistem denilmektedir.⁶¹ Parçalandığında ATP gibi yüksek enerji ortaya çıkarmaktadır. Halter, sprint, atmalar, kayakta atlama gibi saniyeler içinde gerçekleşen maksimal güç gerektiren müsabaka

spor branşlarına özgü gerekli enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır ve maksimal yoğunlukta ve saniyeler içinde yapılan spor branşlarında performansı etkileyen önemli bir kaynaktır.⁵⁷

2.12.3. Aerobik Sistem

Enerji sağlamak amacı ile karbonhidrat ve yağların ortamda bulunan oksijen ile birleşmesi sonucunda su ve karbondioksit kadar ayrışmasına aerobik yol denilmektedir.⁵⁵ Glikojen oksijenin varlığında glikoz molekülü olarak karbondioksit ve suya dönüşür ve sonuç olarakta 38-39 mol ATP üretilmektedir.⁶¹ Aerobik glikolizde ortamdaki oksijenden dolayı laktik asit birikmesi olmaz. ATP yenilenmesi durmaksızın devam ettiği için laktik asit birikimine engel olmaktadır.

2.13. Anaerobik Eşik – Laktat Eşiği

Anaerobik eşik Wasserman ve McIlroy⁶² tarafından solunumsal eşik olarak tanımlanmıştır. Anaerobik eşik, yapılan işin şiddetinin ya da anaerobik metabolizmanın ivmelendiği andaki oksijen tüketimi olarak tanımlanır.⁶³ Anaerobik glikoliz ile elde edilen enerjinin daha belirgin kullanımı sonucunda, kasta oluşan laktik asitin kana geçmesinin hızlanması ve kandan aynı oranda uzaklaştırılamaması ve birikmeye başlamasıdır.⁶⁴ Anaerobik eşik, aerobik enerji üretiminin yetersiz kaldığı durumlarda ve anaerobik metabolizmanın devreye girdiği yapılan iş şiddetini ya da kullanılan oksijen miktarını belirlemek için kullanılır.⁶⁵ Anaerobik eşik kan laktat seviyesini, egzersiz yükünü periyodik olarak sürekli arttırdığımız esaniyede ölçülebilir.⁶⁶ Kasta depo halinde bulunan ATP ve kreatin fosfattan gelen enerji, hafif şiddete ve sabit bir yükte yapılmaya başlanan bir egzersizin ilk 20 saniyesi için kullanılmaktadır. Devam eden çalışmanın şiddeti yüksek ise kasta laktat üretimi ve birikimi başlar. Laktat, istirahatte ve yapılan egzersiz şiddetine göre farklı düzeylerde olabilmektedir. Fakat, üretimi ile emisyonu arasındaki fark, kanda biriken laktatın miktarını belirlemektedir. Egzersizin

şiddetinin artması ile birlikte kaslar tarafından üretilen son ürün olan laktik asitin kan ve kasta birikim hızı, kan tarafından uzaklaştırılan laktik asit miktarının üzerine çıkar.⁶⁷ Laktat eşik değeri kişilere göre farklılıklar gösterse de dinlenik koşullarda genel olarak kabul edilen değer 0,55-2,2 mmol/L arasındadır.

2.14. Anaerobik Dayanıklılık

Kişinin yapabileceği, yoğunluğu maksimum düzeyde olan fiziksel aktivitelerin 45-120 saniye arasında devam eden ve ihtiyacı olan oksijen miktarının karşılanamaması durumu Anaerobik Dayanıklılık olarak tanımlanmaktadır. Birim zamandaki değeri Anaerobik Güç olarak isimlendirilmekte ve kgm/saniye, kgm/dakika, watt cinsinden gösterilmektedir.⁶¹ Anaerobik dayanıklılık ile aktiviteye devam edebilmek için gerekli enerji anaerobik glikoliz yoluyla sağlanmaktadır.⁶³ Anaerobik metabolizma sırasında kas ve kan laktat konsantrasyonu yükselmekte ve buda yorgunluğa sebep olmaktadır. Anaerobik aktivite sırasında patlayıcı güç ortaya konduğu için yorgunluk meydana gelmektedir ve buda aktivitenin uzun süre devamlılığını engellemektedir.

2.15. İncelenen Fizyolojik Parametreler

2.15.1. Kan-Laktat Konsantrasyonu

Laktat iyonu ve hidrojen iyonunun birleşimi sonucunda laktik asit meydana gelmektedir.⁶⁸ Laktik asit seviyesi kan ve kasta yüksek seviyeye ulaşmasının sonucunda yorgunluğa yol açmaktadır. Bu yüzden kas ve kanda laktik asit düzeyinin bilinmesi yapılan egzersizler hakkında bilgi vermektedir. Laktik asit üretimi hafif şiddetteki fazla efor gerektirmeyen egzersizlerde laktik asit üretimi daha az düzeyde gerçekleşmektedir. Egzersiz sırasında sadece laktat üretimi gerçekleşmez aynı zamanda tüketimide gerçekleşmektedir. Yapılan araştırmalarda egzersiz sonrası toparlanmada kastan kana sadece %10 laktadın geçtiği, %90'nın ise kasta tüketildiği belirtilmiştir.⁶⁹ Bununla birlikte egzersiz sırasında kastan kana laktat geçişinin ve kas laktat konsantrasyonun

arttığıda Jorfeild ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir. Egzersiz devam ederken laktatın bir kısmı oksidasyon ile tüketilmektedir. Ayrıca laktik asidin çok düşük miktarı vücuttan idrar ve terleme yoluyla atılmaktadır.⁷⁰ Bir süre sonra üretim ve eliminasyon dengelenir ve böylece bir Laktat steady state'i oluşur. 2 mmol civarında olan kan laktat konsantrasyonuna Aerobik Eşik denmektedir. Kısacası yüksek efor gerektiren egzersizlerde ilk etapta kandaki laktat üretimi artmakta fakat bir süre sonra laktat emilasyonu gerçekleşmekte ve laktat üretimi ve emilimi dengelenmektedir. Daha sonra yapılan egzersiz şiddetleri kademeli olarak arttıkça kandaki ani laktat konsantrasyonun yükselmesi gerçekleşecek ve bu durumda Maksimum Laktat Steady state olarak isimlendirilmiştir. Kan laktat konsantrasyonunda üst düzey elit sporcuda 7 mmol civarı olduğu bildirilmişken her sporcunun kişisel farklılıkları olabileceğinden dolayı genel olarak 3-5 mmol arasında olduğu tespit edilmiş ve ortalama olarak 4 mmol olarak kabul edilmiştir. Bu durumda ‘‘Anaerobik Eşik’’denmektedir.⁷¹

2.15.2. Oksijen Saturasyonu

Oksijenin %98 gibi büyük bir kısmı kanda alyuvarlarda bulunan hemoglobine bağlı olarak taşınmaktadır. %2'lik gibi az bir miktarı ise çözülmüş halde bulunmaktadır. Kanda alyuvarlarda bulunan hemoglobine bağlı olarak taşınan oksijen miktarına oksijen saturasyonu (SpO₂) denir.⁷² Her 100 mL kanda yaklaşık 15 g hemoglobin bulunur. Her 1g hemoglobin molekülü %100 oksijen doygunluğunda 1.34 mL oksijen bağlayabildiği için, Oksijenin kanda maksimum taşınma kapasitesi 20 mL oksijendir. Oksijen saturasyonu genelde pulse oksimetre cihazı ile ölçülmektedir.⁷²

2.15.3. Kalp Atım Hızı (Nabız) ve Önemi

Ritim bozukluğu olmayan bir kalbin 1 dakikalık süre zarfında sinoatriyal düğümünden çıkan uyarı sayısı,⁷³ bu uyarı sonucunda kalbin ventriküllerinde oluşan kasılma sayısına eşittir. Buda kalp hızı veya nabız olarak adlandırılmaktadır⁷⁴. Nabız,

arterlerin vücut yüzeyinden hissedilebildiği el bileğinde radial arterden, boyunda karotis arterden, kasıkta femoral arterden ve ayaküstünde arteria pedisten alınabilmektedir. Yetişkin bir insanın nabız birçok çevresel ve kişisel faktörlerden etkilenmesi nedeniyle değişkenlik gösterse de ortalama olarak yetişkin bir insanın kalp atım hızı 70 atım/dakika olarak kabul edilmektedir. Sporcularda ise yaptıkları antrenmanlar sonrasında kalp atım hacimlerinde artış meydana geldiği için yani kalpten bir kasılmada pompalanan kan miktarının artması nedeni ile kalp atım hızı daha düşük olmaktadır. Bazen bir dakikada 60 atım/dakika altına kadar düşebilmektedir. Egzersiz sırasında tüketilen oksijen miktarı ile kalp atım hızı arasında düz bir orantı bulunmaktadır. Yani sabit bir egzersiz sırasında sporcunun kalp atım hızı artıyorsa kalbin tükettiği oksijen miktarı da artıyor demektir. Aynı şiddette ve yoğunlukta egzersiz yapan iki sporcunun kalp atım hızları karşılaştırıldığında daha düşük kalp atım hızına sahip sporcunun kalbi daha verimli çalışıyor demektir. Kısacası; sporcularda kalp atım hızına bakılarak egzersizin şiddeti ve yüklenmeleri ayarlanabilmektedir.⁷⁵

2.15.4. Kan Basıncı (Tansiyon)

Kan basıncı kanın damar çeperine uyguladığı kuvvettir. Kanın vücut içerisinde dolaşımı için gereken basınç kuvvetidir. Kalbin kasılması (sistol) ve gevşemesi (diastol) sırasında, kanın damar çeperlerine yaptığı basınçtır. İki tür kan basıncı vardır.

Sistolik kan basıncı; kalbin kasılması sırasında yani vücuda kan pompalanmasıyla oluşan basınçtır ve 120 mmHg gibi yüksek bir düzeye sahiptir.

Diastolik Kan basıncı; kalbin kasılmasının ardından gevşemesi esanesinde başlayan kanın damar çeperine yaptığı basınca diastolik kan basıncı denmektedir ve 80 mmHg civarında düşük bir düzeye sahiptir. Egzersiz sırasında sistolik ve diastolik kan basıncından meydana gelen artış kıyaslandığında sistolik kan basıncında daha belirgin bir artış vardır ve diastolik kan basıncında çok az miktarda değişim görülür.⁷⁶

2.16. Uygulanan Testler

2.16.1. “Wingate” Anaerobik Güç Testi

Anaerobik gücü belirlemek amacı ile yapılan testlerden biri olan “Wingate” anaerobik güç testi anaerobik performansı hem ortalama güç hemde pik tork bileşenleri hakkında bilgi verebilen bir testtir.⁷⁷ “Wingate” anaerobik güç testi 1970’li yıllarda İsrail’de geliştirilmiştir. 1974 yılından sonra bütün dünyada anaerobik güç parametreleri ile ilgili bilgi edinerek sporcunun performansını değerlendirmek amacı ile birçok spor fiziyojisi laboratuvarlarında kullanılmaya başlanmıştır.⁷⁸ Test bireyin zirve anaerobik güç, ortalama anaerobik güç toplam güç ve yorgunluk indeksini hakkında bilgi vermektedir.

Kolay kullanımı ile birlikte, emniyetli olması ve kullanımı sırasında maliyeli yüksek olmayan araç ve gerece ihtiyaç duyulması; kişilerde özel bir yetenek gerektirmemesi, her yaş grubunda,⁷⁹ kadın ve erkeklerde,⁸⁰ farklı spor branşlarında^{81,82} ve fiziksel uygunluk düzeyine sahip kişilere uygulanabilir olmasının yanında, alt ekstremitelerde olduğu kadar üst ekstremitelerde de kullanılabilir olması⁸³ testin yaygın olarak uygulanma sebeplerindendir.

2.16.2. “Wingate” Anaerobik Güç Testinin Temelleri

“Wingate” anaerobik güç testi 1970’ler de kullanılmaya başlanmıştır.⁸⁴ “Wingate” anaerobik güç testi, referans noktası olarak maksimal oksijen tüketimini aldığı zaman, tam olarak maksimal üstü bir testi temsil eder çünkü “Wingate”, bireyin maksimal oksijen kapasitesinin çok üzerine çıkmak zorunda kaldığı, yüksek güç gerektirir. Sonuç olarak; “Wingate” testinin fiziyojistik temelleri testin önemli bir bileşeni olan anaerobik sistemin katkısına odaklanarak daha iyi anlaşılacaktır.⁸⁵ “Wingate” anaerobik güç testinin ilk birkaç saniyesi büyük ölçüde fosfojen sistem tarafından desteklenmektedir. 30 saniyelik “Wingate”deki toplam iş için hem laktik

asit hem de fosfojen sistem tarafından enerji üretilir.⁸⁶

2.16.3. “Wingate” Anaerobik Test Protokolü

“Wingate” protokolü 5 farklı periyodu ile sınırlandırılmıştır. Bunlar sırasıyla (1) hazırlık periyodu, (2) toparlanma periyodu, (3) ivmelenme periyodu, (4) “Wingate” testi ve (5) soğuma periyodudur.^{87(s.92)}

Hazırlık periyodu; 50-60 rpm’de aralara 4-6 saniye maksimal pedal hızında, 5 dakika boyunca düşük şiddetten orta düzeyde şiddete doğru artan pedal çevirmeyi ifade eder.⁸⁸

Toparlanma periyodu; Isınma periyodu bittikten sonra ve “Wingate” testinin başlangıcı arasında 2 ile 5 dakika arasında olan bir toparlanma süresidir. Isınma periyodu sırasında oluşabilecek yorgunluğu önlemek için 2 dakikadan aşağı olmaması gerekmektedir.^{87(s.92)}

İvmelenme periyodu; Toparlanma periyodundan hemen sonra gerçekleşir ve iki bölümü içerir. İlk bölüm; bir dirence karşı birey yaklaşık 5-10 saniye 20-50 rpm pedal çevirmeyi içerir. İkinci bölüm; 2-5 saniye süreyle birey pedal hızını maksimuma doğru çıkarırken bisikletin kefesine test esaniyeasında kullanılmak üzere belirlenmiş olan ağırlık yüklenmektedir. Toplam ivmelenme periyodu, 7 ile 15 saniye arasında sürmektedir.^{87(s.92,93)}

“Wingate” testi; önceden belirlenmiş olan dirence karşı bisiklet ergonometresinde herbiri 5 saniye süren 6 aralıklı bölümden oluşmakla birlikte toplam 30 saniye boyunca maksimal düzeyde pedal çevirmeyi içermektedir.⁸⁸

Soğuma periyodu; “Wingate” testinin sona ermesi ile başlar ve minimal dirençte pedal çevirmeyi içeren, 2-3 dakikalık bir bölümdür.⁸⁹

Zirve anaerobik güç, genellikle “Wingate” anaerobik güç testi’ nin ilk 2. saniye, 5. saniye, 8. saniye, ya da 10. saniyesindeki en yüksek mekanik gücü temel alır.⁸⁸

Ortalama güç ise test süresince meydana getirilen ortalama gücü ifade eder. Toplam iş, 30 saniyedeki dirence karşı çevrilen pedal devir sayısını temsil eder. En düşük güç, test boyunca meydana getirilen en düşük mekanik güçtür. Yorgunluk indeksi, test sırasında görülen güç azalmasının yüzde şeklinde ifade edilmesidir.^{87(s.95)}

2.17. Kuvvet

Kuvvet, belli bir kas grubunun en yüksek seviyede kuvvet ya da tork (döngüsel kuvvet) üretebilesi olarak tanımlanır.^{88,89} Kas kuvvetinin, sportif verim düzeyi ile anlamlı bir ilişki içerisinde. Günay ve Yüce⁹⁰ yaptıkları çalışmalarında kuvvet kavramını, bireyin bir dirence karşı koyma ya da kendi vücudunu dirence karşı hareket ettirme yetisi şeklinde tanımlamışlardır.

2.18. Kuvvetin Sınıflandırılması

Günümüzde kuvvet sınıflandırmasında dört yaklaşım kabul edilmektedir.⁹¹

1.Sınıflama genel kuvvet ve özel kuvvet olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Bir spor branşına özgü olmayan, tüm kas gruplarının çok yönlü şekilde ürettiği kuvvete genel kuvvet, belli bir spor dalına özgü olan kuvvete ise özel kuvvet denilmektedir. Belirli bir sportif etkinliğin özelliklerine bağlı olarak, kas gruplarının hareket düzeyine uygun biçimde geliştirilmesi olarak ifade edilmektedir.⁹¹

2. Sınıflama maksimal kuvvet, çabuk kuvvet ve kuvvette devamlılık alt bölümlerinden oluşmaktadır. Maksimal kuvvet, sporcunun karşı koyması gerektiği en üst düzey zorlukta ortaya çıkarılan kuvvettir. Karşı konulması gereken kuvvette azalma oldukça maksimal kuvvete olan gereksinimde azalacaktır. Ayrıca maksimal kuvvet dayanıklılık, ağırlık kaldırma düzeyi ve sürat ile ilişkili olarak değişmektedir.⁹² Çabuk kuvvet en yüksek hızda ve çabuk bir şekilde kuvvet gelişimi sağlama özelliğidir. Egzersiz ya da aktivite sırasında oluşan yorgunluğa karşı hareketin devamlılığını sağlayan kuvvete kuvvette devamlılık denilmektedir.⁹³

3.Sınıflama olarak Statik Kuvvet ve Dinamik Kuvvet vardır. Yapılan bir hareket esaniyeasında kasın boyunda büyük bir değışiklik olmuyorsa buna statik kuvvet, kasın boyunda kısalma meydana geliyorsa da dinamik kuvvet denilmektedir.⁹¹

4.Sınıflama mutlak kuvvet ve relatif kuvvetten oluşmaktadır. Mutlak kuvvet vücut ağırlığı göz önünde bulundurulmadan ortaya konan en yüksek kuvvet düzeyini tanımlamaktadır. Relatif (göreceli) kuvvet ise sporcunun maksimal kuvveti ile, vücut ağırlığı ya da yağsız vücut kütlesi arasındaki oran olarak tanımlanır.⁹⁴

2.19. İzokinetik Kuvvet testi

James Perrine tarafından geliştirilen izokinetik kuvvet kavramı 1967 yılında Hislop ve Perrine⁹⁵ tarafından bilimsel literatürlerde kullanılmaya başlanmıştır.⁹⁶ Thistle ve ark.⁹⁷ daha sonra tanımı genişletmiş ve literatürlere sunmuşlardır. İzokinetik egzersizlerinin ilk uygulamaları ise Moffroid ve ark.⁹⁸ tarafından 1969 yılında yapılmıştır. Johnson ve Siegel⁹⁹ tarafından 1978 yılında diz ekstansiyonu üzerine güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Cybex markalı cihazın dinamometresinin geçerlilik ve güvenilirliği ilk olarak Murray ve ark.¹⁰⁰ tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar sabit hızda ortaya çıkan, böylece momentumun kazanılmadığı veya kaybedilmediği kas hareket tipini izokinetik hareket olarak tanımlamışlardır. Ayarlanan hıza ulaştığında kuvvetin artması aynı şekilde izokinetik cihazda da artan bir direncin oluşmasına neden olmaktadır. Test etme cihazı egzersizin açışal hızını kontrol etmektedir ve bu yolla kas sisteminin hareket aralığındaki her açıda azami gerilim ortaya çıkarmasına olanak sağlamaktadır.¹⁰¹

İzokinetik ölçüm için ölçüm birimi, çoğunlukla Newton metre (N*m) olarak da adlandırılan tork değeridir.

Günümüzde izokinetik kuvvet testinin uygulanabilmesi için kullanılan dinanometreler arasında çeşitli cihaz markaları yer almaktadır.

2.19.1. İzokinetik Testin Uygulanması

Cihazın kullanımı için test öncesinde ölçüm yapılacak olan eklem/kas grubuna uygun şekilde kalibrasyonunun yapılmış olması ve kişinin genel sağlık durumunun uygun olması gerekmektedir. Kişiye yapılacak olan harekete uygun vücut ve eklem pozisyonlanması yapılarak cihaz üzerine yerleştirilip sabitlendikten sonra egzersiz tipi açısından bilgilendirilme yapıp test uygulamasına geçilmelidir. Test yapılacak olan kas grubu test öncesinde submaksimal egzersizler ile 10-15 dakika ısıdırılmalı ve germe uygulanarak kas esnekliğinin sağlanması gerekmektedir.¹⁰² Dinamometrenin aksı kişiye göre ayarlandıktan sonra önceden seçilmiş olan test hızında hastanın 1-10 kez submaksimal, en az bir kez de maksimal kasılma olmak üzere deneme tekrarı yaparak teste hazırlanması gerekmektedir. Tek taraflı değerlendirme yapılacak ise önce sağlam taraftaki bacağın değerlendirilmesi yapılmalıdır. Test esnasında kişinin maksimum düzeyde kasılma yapabilmesi için sözel komutlar verilerek kişi teste motive edilebilmektedir.

2.19.2. İzokinetik Ölçüm Sistemine Ait Terimler

Kuvvet (Newton, N): Cisimleri hareket ettiren, durduran, yönünü değiştiren dış kaynağa bağlı olarak uygulanan etkidir. Değeri Newton cinsinden gösterilmektedir.¹⁰³

Moment (Newton, N): Kas kuvveti uygulanan eklemden hareket ile sonuçlanan efektin vektöryel ifadesidir. Değeri Newton cinsinde gösterilmektedir.¹⁰³

Tork (Newton-metre, Nm): Belli bir eksen etrafında cismi döndürmek amacıyla uygulanan kuvvetin ölçütüdür. Değeri Newton-metre cinsinden gösterilmektedir.¹⁰⁴

Maksimal Tork (Newton-metre, Nm): Tüm eklem hareket açıklığında belirli bir açısal hız ile elde edilen maksimum torktur. Değer birimi Newton-metre olarak gösterilmektedir.¹⁰⁴

Pik tork (Peak Tork): Zirve gücün vücut ağırlığı ile normalize edilmiş

oranıdır.¹⁰⁴

Açısal Hız: Birim zaman zarfında eklem açısında oluşan değişikliktir. Birimi derece / saniyedir.¹⁰³

Toplam ve Maksimum İş (Total Work, Joule): Testin belirlenen dk/saniye hızdaki başlangıcından bitimine kadar yapılan toplam işi göstermektedir. Birimi Joule'dur.¹⁰³

Ortalama Güç (Average Power): Yapılan toplam işin zamana bölünmesiyle ifade edilmektedir. Birimi Watt'tır.¹⁰³

2.19.3. İzokinetik Aletlerin Kullanımı, Amaçları ve Önemi

İzokinetik cihazların kullanım amacı kas kuvvetinin niceliksel ölçümü, kas dengesinin ve kuvvetinin belirlenmesi, kas-bağ doku arasındaki yaralanmalarının değerlendirilmesi ve kas ya da kas gruplarına uygun antrenman ve rehabilitasyonların hazırlanması gibi birçok amaçlarla kullanılmaktadır. İzokinetik test sonrasında kasın zayıf olduğu hareket açısı belirlenerek bu zayıflığın ortadan kaldırılması için kişiye uygun olan egzersiz planlaması yapma olanağı vermektedir.¹⁰² Ayrıca açık ve kapalı kinetik zincir egzersizlerine olanak sağlayan izokinetik cihazlar, sportif antrenman amaçlı da kullanılmaktadır.¹⁰⁵

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Çalışma Grubu

Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Yönetim Kurulu ve Etik Kurulu (13.08.2015) onayı alındıktan sonra deneklerin seçiminde yapı özellikleri bakımından boy, kilo, yaş özellikleri birbirine benzer yapıdaki denekler seçildi. Çalışmaya hipertansiyon, damar sorunu, diyabet sorunu, kalp rahatsızlığı, akciğer hastalığı ve herhangi bir kas ve iskelet sistemi problemi olmayan bireyler dahil edildi. Ayrıca çalışmaya katılan deneklerin sürekli olarak ilaç kullanmamalarına ve geçmiş 6 aylık süre boyunca herhangi bir sportif aktiviteye düzenli katılmış olmamalarına dikkat edildi. Alkol, sigara ve madde kullanımı veya herhangi bir ergonejik destek kullanımı açısından sorgulama yapıldı. Çalışmamızı etkileyecek olan bütün bu olumlu ve olumsuz faktörler değerlendirildikten sonra çalışmamızın denek grubunu İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi bölümünde okuyan 20-24 yaşları arasındaki 15 sağlıklı gönüllü erkek öğrenci oluşturdu. Çalışmalar sırasında 1 katılımcı testlere planlanan şekilde katılamaması sebebiyle çalışmadan çıkarıldı ve çalışma 14 sağlıklı erkek katılımcı ile tamamlandı. Katılımcılar çalışma öncesinde sözlü şekilde detaylı olarak bilgilendirildi ve bilgilendirilmiş olur formunu okuduktan sonra kabul edip imzaladılar. Deneklere yapılması planlanan uygulama ve testler 8:00-12:00 saatleri arasında hafif bir kahvaltıdan sonra yapıldı.

3.2. Veri Toplama Araçları

3.2.1. Antropometrik Ölçüm Araçları

Çalışmaya katılan katılımcıların boy uzunlukları hassaslık derecesi ± 0.01 mm olan Holtain Harpenden marka boy ölçer ile vücut ağırlığı ölçümleri ise hassaslık derecesi ± 0.1 kg olan Tess-RP marka elektronik baskülle ölçüldü. Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Vücut ağırlığı ölçümü için kullanılan TESS-RP marka elektronik baskül

Vücut ağırlığı ölçümleri standart spor kıyafeti olan şort ve tişört içerisinde, ayakkabısız olarak standart tekniklere uygun şekilde yapıldı. Deneklerin boy uzunluk ölçümü için ayakları çıplak ve düz zemine tam temas halinde iken baş frankfurt düzleminde ölçüm tablası başın verteksine gelecek şekilde pozisyon aldıktan sonra ölçüm tahtası ve zemin arasında kalan mesafe ölçülerek elde edilen değerler not alındı.

3.2.2. Fizyolojik Ölçüm Araçları

Femoral bölgede iskemi oluşturmak için Erka Marka bacak manşonu ile uygulama yaptık. “Wingate” anaerobik güç testi ise Monark Ergomedic 894E marka cihaz, izokinetik kuvvet testi için Cybex Norm (Humac) cihazı ve tansiyon ölçümü için Erka Marka el tansiyon aleti kullanıldı. Laktik asit ölçümleri için Lactace SCOUT marka cihaz, katılımcıların kalp atım hızlarının ve oksijen saturasyonlarının ölçümü için ise Pulse Oksimetre cihazı kullanıldı.

Tablo 3.1. Çalışmada Kullanılan Cihaz ve Aletlerin Markası, Ait Olduğu Firma

Cihaz/Alet	Marka/Ülke
Boy Ölçer	Holtain Harpenden (İngiltere)
Elektronik Baskül	TESS-RP (İngiltere)
Bacak Manşonu	Erka, (Almanya)
“Wingate”	Monark Ergomedic 894e (İsveç)
İzokinetik Test	Cybex Norm-Humac (Amerika)
Laktat	Ft 1 Tra/ (Avustralya)
Laktat Cihazı	Lactate SCOUT (Avustralya)
Oksimetre	Pulse Oksimetre (Çin)
Tansiyon Aleti	Erka (Almanya)

3.2.3. Deneysel Testler Öncesi Hazırlık

Çalışma ile ilgili yapılacak olan deneysel testler için İstanbul Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Laboratuvarından ve uygulamalı çalışmalar için ise Spor Bilimleri Fakültesinin spor salonunda gerçekleştirmek için resmi izinler alındıktan sonra araştırmaya başlandı. Çalışmaya katılacak olan deneklere her çalışma öncesi gerekli bilgilendirilme yapıldı. Deneysel testlerin öncesinde deneklerin boy, kilo yaş, nabız, tansiyon ve oksijen saturasyon değerleri kayıt altına alındı. Deneysel testlerin ölçümlerinin alınmasından 24 saat öncesine kadar deneklerden alkol, kafein ve ergojenik yardım kapsamına giren maddeleri kullanmamaları ve egzersiz yapmamaları istendi.

3.3. Fizyolojik Parametrelerin Ölçümü

3.3.1. Dinlenik Kalp Atım Hızı ve Oksijen Saturasyonun Belirlenmesi

Katılımcılar kalp atım hızlarının ve oksijen saturasyonlarının ölçümü için İstanbul Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Laboratuvarına geldikten sonra sedye üzerine sırt üstü yatay pozisyonda sabit bir şekilde uzandırılıp 5 dakika süreyle konuşmamaları ve hareket etmemeleri istendi ve bu şekilde dinlenmeleri sağlandı. Bu durumda bekletilen katılımcıların dinlenik kalp atım hızlarını ve arteriyel oksijen

basınçlarını ayak başparmağına takılan pulse oksimetre cihazı ile ölçüm aldıktan sonra değerleri kaydedildi. Dinlenik kalp atım hızı ve oksijen saturasyonunun ölçümünde kullanılan pulse oksimetre cihazı Şekil 3.2’de gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Dinlenik kalp atım hızı ve oksijen saturasyonunun ölçümünde kullanılan pulse oksimetre

3.3.2. Kan Basıncının Belirlenmesi

Kan basıncı yine aynı şekilde katılımcı yata ve dinlenik pozisyondayken, iskemi oluşturulmadan önce bir hekim tarafından el tansiyon aletinin brakiyel arter üzerine yerleştirilerek ölçüldü ve çıkan değerler aynı anda kayıt altına alındı. Çalışmaya katılan deneklerin fizyolojik ölçümlerin alınması Şekil 3.3’de gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Çalışmaya katılan deneklerin fizyolojik parametrelerinin ölçümü
(Fotoğraf katılımcının izni alınarak kullanılmıştır.)

3.3.3. İskemik Önkoşullamanın Yaratılması

Denekler şort ve tişörtlerini giydikten sonra iskemi yaratılmadan önce sedye üzerinde sırt üstü yatırılarak kalp atım hızı, oksijen saturasyonu ve kan basınçları ölçüldü. Deneklerin her iki bacağına aynı anda 5 dakika süreyle sistolik kan basınç seviyesine eşit bacak manşonu basıncıyla femoral bölgeye kompresyon uygulanarak kan akımı durduruldu ve iskemi oluşturuldu. Tüm katılımcıların fizyolojik değerleri iskemi başladıktan sonra her dakika başında ölçülerek kontrol edildi ve çıkan değerler aynı anda kayıt altına alındı. İskemi süresince bacak renginde morarmalar gözlemlendi. Çalışmanın başında deneklere herhangi bir rahatsızlanma olması ya da kendini iyi hissetmemesi gibi bir durum gözlenmesi halinde iskeminin sonlandırılacağı bilgisi verilmiş olmasına rağmen testi erkenden sonlandırmayı gerektirecek düzeyde herhangi bir sorunla karşılaşılmadı. Deneklerde iskemi yaratılması Şekil 3.4’de gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Çalışmaya katılan deneklerde iskemik önkoşullamanın yaratılması (Fotoğraf katılımcının izni alınarak kullanılmıştır.)

3.3.4. Kan-Laktat Seviyesinin Belirlenmesi

İskemik önkoşullama yaratılmadan önce denekler sedye üzerinde sırt üstü yatay pozisyonda iken dinlenik laktat değerleri ölçüldü. Daha sonra iskeminin yaratacağı kan-

laktat seviyesini ölçmek amacıyla her iki bacağı birden 5 dakika boyunca sistolik kan basınç seviyesine eşit bacak manşonu basıncıyla femoral bölgeye kompresyon uygulanarak kan akımı durduruldu ve iskemi oluşturuldu. Bacak manşonlarının çıkarılıp reperfüzyonun başlaması ile birlikte 0., 3., 5., 7. ve 10. dakikalarda kan laktat seviyeleri el işaret parmak ucu alkollü pamukla temizlendikten sonra lanset kullanılarak delindi ve ilk damla kan silindikten sonra ikinci damla kan laktat cihazı kitine aktarılarak ölçüm yapıldı. Test öncesinde kullanım klavuzunda yazan şekilde cihazın kalibrasyonu yapıldı. Kan laktat cihazı Şekil 3.5’de gösterilmektedir.



Şekil 3.5. Kan-Laktat seviyesinin belirlenmesinde kullanılan laktat cihazı

3.4. Test Protokolünün Uygulanışı

3.4.1. İzokinetik Kuvvet Testinin Uygulanışı

İlk gün deneysel testler için İstanbul Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı laboratuvarına genel 14 denek izokinetik test öncesinde ısınmaya başlamadan belirlenen fizyolojik parametrelere bakıldı. Ölçümleri alındıktan sonra 5 dakika boyunca 60-65 rpm (dakikadaki pedal sayısı) devirde ergometrik bisiklet ile ısındıktan sonra 5 dakika süreyle germe egzersizi yaptırıldı. Deneklerin izokinetik test öncesi hazırlıkları tamamlandıktan sonra baskın ve nanbaskın bacakta 60⁰/saniye açısal hız çalışmasında 4 tekrar deneme, 4 tekrar test yapıldı. Daha sonra 180⁰/saniye açısal hız çalışmasında ekstansiyon ve fleksiyon hareketleri ile 4 denemenin ardından 30 tekrar yaparak test

sonlandı. İzokinetik test sonucunda denek grubundan elde edilen veriler kayıt altına alındı. Çalışmaya katılan deneklerin izokinetik kuvvet test uygulaması Şekil 3.6’da gösterilmektedir.



Şekil 3.6. Çalışmaya katılan deneklerin izokinetik kuvvet testi uygulaması
(Fotoğraf katılımcının yazılı izni ile kullanılmıştır)

Katılımcılar iskemi sonrası izokinetik ölçümlerinin alınabilmesi için baz değerlerinin olmadığı ilk testten 3 gün sonra tekrardan spor fizyolojisi laboratuvarına gelmeleri istendi. Test öncesinde katılımcıların fizyolojik parametrelerine bakıldıktan sonra dinlenik yatay pozisyonda her iki bacağı birden 5 dakika boyunca sistolik kan basınç seviyelerine eşit bacak manşonu basıncıyla femoral bölgeye kompresyon uygulanarak kan akımı durduruldu ve iskemi oluşturuldu. İskemi-reperfüzyonun ardından 5 dakika boyunca 60-65 rpm devirde ergometrik bisiklet ile ısınmalarını tamamladılar ve erken önkoşullama için izokinetik kuvvet testi tekrardan uygulandı. Testin bitiminden 30 dakika sonra gecikmiş önkoşullamanın etkisini ölçmek amacıyla katılımcılara tekrardan izokinetik testin tekrarını gerçekleştirdik.

3.4.2. “Wingate” Anaerobik Güç Testinin Uygulanışı

İzokinetik kuvvet testinin ardından katılımcılara 1 haftalık bir dinlenmesi süresi verildikten sonra “Wingate” anaerobik güç testinin yapılması için İstanbul Üniversitesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Spor Fizyolojisi Laboratuvarına gelen 14 denneğin fizyolojik değerleri ölçüldükten sonra 5 dakika boyunca 60-65 rpm devirde pedal çevirerek ısınmalarını tamamladılar. Isınmasını tamamlayan denekler “Wingate” anaerobik güç testine tabi tutuldu. Testini tamamlayan denekleri 2 gün sonra spor fizyolojisi laboratuvarına tekrardan çağırıldı. Test öncesinde deneklerin fizyolojik değerleri ölçüldükten sonra sedye üzerine uzandırılarak her iki bacakta aynı anda 5 dakika boyunca benzer şekilde iskemi oluşturuldu. İskemi sırasında deneklerin tansiyon, nabız ve oksijen saturasyonları kontrol etmeye devam edildi. 5 dakikanın sonunda iskemi sonlandırılıp reperfüzyonun başlaması ile birlikte denekler 5 dakika boyunca pedal çevirerek ısınmalarını gerçekleştirdikten sonra “Wingate” anaerobik güç testine girdiler ve elde edilen değerleri aynı anda kayıt altına alındı. Çalışmaya katılan deneklerin “Wingate” anaerobik güç testi uygulaması Şekil 3.7’de gösterilmektedir.



Şekil 3.7. Çalışmaya katılan deneklerin “Wingate” anaerobik güç testi uygulaması (Fotoğraf katılımcının yazılı izni ile kullanılmıştır)

3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda test ölçümlerimiz bittikten sonra elde ettiğimiz veriler bilgisayar ortamında SPSS 20 paket programı ile değerlendirmesini yapıldı. Araştırmamızdaki denek grubunun antropometrik ölçüm değerleri, fizyolojik parametre değerleri ve iskemi-reperfüzyon öncesi, hemen sonrası ve 30 dakika sonrası izokinetik testi, deneklerin baskın bacaklarına göre İ/R öncesi, İ/R'dan hemen sonra ve İ/R'dan 30 dakika sonrasında izokinetik kuvvet testi ve iskemi-reperfüzyon öncesi ve sonrası “Wingate” testi ve laktik asit değerleri araştırmamızın değişkenleri olarak kaydedildi.

Verilerin analizinde İ/R öncesi, İ/R hemen sonrası ve İ/R'dan 30 dakika sonrasında izokinetik kuvvet test değerleri ile İ/R öncesi “Wingate” ve İ/R sonrası “Wingate” test sonuçları parametreleri arasındaki değişkenlerin incelenmesi için Paired samples t testi ile analizi yapıldı. Grupların ortalamalarının birbiriyle anlamlılık açısından değerlendirildiğinde dağılım genişliğine uygun olacak şekilde independent t testi ve Mann-Whitney u testi kullanıldı. Ayrıca katılımcıların baskın sağ bacak ve sol bacak olarak izokinetik kuvvet test parametrelerinin ve laktik asit parametrelerinin incelenmesinde ise tekrarlı Varyans analizi kullanıldı. Test sonuçlarından elde edilen verilerin anlamlılık düzeyi olarak $p < 0.05$ 'den olan değerler istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edilerek değerlendirilmeler yapıldı.

4. BULGULAR

Yapılan bu çalışmanın amacı sporcuların alt ekstremitelerine iskemik önkoşullama ve reperfüzyon uygulayarak anaerobik dayanıklılık ve kas kuvveti üzerindeki etkilerini incelemektir. Aynı zamanda çalışmanın odak noktası olarak maksimal yapılan egzersizler boyunca performanstaki güç çıkışlarına iskemik önkoşullamanın etkisi üzerinde durmaktır. Araştırmada katılımcıların ölçümelerini almak için kullandığımız testlerin istatistiksel sonuçları yaptığımız testler doğrultusunda sırasıyla tablolar halinde aşağıda sunulmaktadır.

Testler öncesinde deneklerin antropometrik özellikleri ile dinlenik kalp atım hızı, oksijen saturasyonu ve kan basıncı değerleri Tablo 4.1’de verilmektedir.

Tablo 4.1. Tüm Katılımcılara (n:14) Ait Antropometrik Özellikler ile Dinlenik Kalp Atım Hızı, Oksijen Saturasyonu ve Kan Basıncı Değerleri

PARAMETRELER	Ort. $\pm$ SS
Yaş (yıl)	21,93 $\pm$ 1,5
Boy (cm)	176,13 $\pm$ 6,13
Kilo (kg)	71,66 $\pm$ 9,24
Oksijen Saturasyonu (SpO2)	96,20 $\pm$ 4,26
Kalp Atım Hızı (atım/dakika)	72,60 $\pm$ 8,96
Sistolik Kan Basıncı (mm/hg)	115,60 $\pm$ 8,49
Diyastolik Kan Basıncı (mm/hg)	72,00 $\pm$ 8,88

Ort. $\pm$ SS = Ortalama $\pm$ Standart Sapma

Tablo 4.2. İskemi/Reperfüzyon Öncesi ve İskemi/Reperfüzyon Sonrası İzokinetik Kuvvet Testinin Nanparametrik t Test Sonuçları

PARAMETRE	İ/R ÖNCESİ İZOKİNETİK TEST	İ/R SONRASI İZOKİNETİK TEST	t	P
Pik tork (Newton-metre) 60⁰/sağ bacak/ekstensör	169,3 ± 8,0	164,8 ± 6,4	,866	,402
Pik tork 60⁰/sol bacak /ekstensör	168,0 ± 7,8	156,9 ± 4,7	1,816	,092
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /ekstensör	176,8 ± 9,1	182,2 ± 7,7	-,964	,353
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /ekstensör	177,2 ± 8,4	173,3 ± 5,1	,585	,568
Pik tork 60⁰/sağ bacak /ekstensör/%BW	240,1 ± 11,9	232,6 ± 7,9	1,093	,294
Pik tork 60⁰/sol bacak /ekstensör/%BW	235,3 ± 7,7	221,2 ± 6,7	1,734	,107
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /ekstensör/%BW	251,7 ± 13,5	256,5 ± 9,9	-,648	,528
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /ekstensör/%BW	248,2 ± 8,2	244,7±7,7	,389	,704
Pik tork 60⁰/sağ bacak /fleksör	118,0±5,3	110,3±5,2	1,813	,093
Pik tork 60⁰/sol bacak /fleksör	105,6±5,0	107,7±4,6	-,615	,549
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /fleksör	138,5±6,2	133,3±6,0	1,070	,304
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /fleksör	123,0±5,7	130,4±5,3	-1,931	,076
Pik tork 60⁰/sağ bacak /fleksör/%BW	168,5±8,8	156,0±7,0	2,160	,050
Pik tork 60⁰/sol bacak /fleksör/%BW	148,5±6,7	152,0±6,7	-,679	,509
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /fleksör/%BW	197,2±10,5	188,5±8,3	1,368	,195
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /fleksör%BW	173,1±7,7	183,8±7,4	-1,974	,070
Toplam işekstensör/sağ bacak /değer	1505,0±55,3	1501,5±58,1	,089	,931
Toplam iş ekstensör/sol bacak /değer	1456,5±75,4	1452,5±53,4	,095	,925
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /%BW	2113,0±51,3	2109,7±64,6	,059	,954
Toplam iş ekstensör/sol bacak /%BW	2032,5±62,8	2042,5±59,4	-,170	,867
Toplam iş fleksör/sağ bacak /değer	1269,0±61,4	1201,5±65,2	2,196	,047
Toplam iş fleksör/sol bacak /değer	1228,7±57,7	1185,9±45,3	1,019	,327
Toplam iş fleksör/sağ bacak /%BW	1793,5±84,5	1689,4±79,7	2,220	,045
Toplam iş fleksör/sol/%BW	1727,1±64,8	1672,2±60,7	,973	,348

P = Anlamlılık Değeri

Tablo 4.2’de iskemi/reperfüzyon öncesi ve iskemi/eperfüzyon hemen sonrası yapılan izokinetik nanparametrik t test sonuçlarına bakıldığında özellikle 60⁰ sağ ekstansör kas gruplarının iş tekrarı değerlerinde ve 60⁰ sol fleksör kas gruplarının iş tekrarı değerlerinde, 60⁰ sol fleksör kas gruplarının pik tork değerinde ve sol ekstansör

kasların toplam iş değerlerinde iskemi/reperfüzyon sonrası yapılan izokinetik testinde kuvvette artış olduğu görülmesine rağmen istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı ($p<0,05$).

Diğer parametreler incelendiğinde sağ ve sol ekstansör kas gruplarının 60° deki pik tork değerlerinde ve sol ekstansör kaslarının 60° deki iş tekrarı değerlerinde ve sağ fleksör kas grubunun 60° deki iş tekrarı değerlerinde, sol fleksör kas grubunun toplam iş değerlerinde ve sağ ekstansör kas gruplarının toplam iş değerlerinde iskemi/reperfüzyon sonrasında yapılan izokinetik testinde iskemi-reperfüzyondan öncesinde yapılan izokinetik testine göre kuvvette azalmalar olduğu tespit edildi.

Ayrıca sağ fleksör kas grubunun 60° deki pik tork değeri ve sağ fleksör kas grubunun toplam iş değerlerinde iskemireperfüzyon sonrası yapılan izokinetik testinde ise istatistiksel olarak anlamlı şekilde kuvvette azalma olduğu görüldü ($p<0,05$).

Tablo 4.3. İskemi/Reperfüzyon Öncesi ve İskemi/Reperfüzyondan 30 Dakika Sonra İzokinetik Kuvvet Testinin t Test Sonuçları

PARAMETRE	İ/R ÖNCESİ İZOKİNETİK TEST	İ/R 30 DK SONRA İZOKİNETİK TEST	t	P
Pik tork 60° /sağ bacak/ekstensör	169,3 ± 8,0	172,1 ± 7,8	-,441	,667
Pik tork 60° /sol bacak /ekstensör	168,0 ± 7,8	156,9±4,4	2,101	,056
İş tekrarı 60° /sağ bacak /ekstensör	176,8 ± 9,1	186,3±8,6	-1,452	,170
İş tekrarı 60° /sol bacak /ekstensör	177,2 ± 8,4	172,7±4,5	,752	,466
Pik tork 60° /sağ bacak /ekstensör/%BW	240,1 ± 11,9	242,6±9,8	-,289	,777
Pik tork 60° /sol bacak /ekstensör/%BW	235,3 ± 7,7	221,5±6,0	2,027	,064
İş tekrarı 60° /sağ bacak /ekstensör/%BW	251,7 ± 13,5	262,1±10,5	-1,178	,260
İş tekrarı 60° /sol bacak /ekstensör/%BW	248,2 ± 8,2	244,0±7,1	,496	,628
Pik tork 60° /sağ bacak /fleksör	118,0±5,3	113,6±4,2	1,175	,261
Pik tork 60° /sol bacak /fleksör	105,6±5,0	111,6±4,9	-1,331	,206
İş tekrarı 60° /sağ bacak /fleksör	138,5±6,2	137,5±5,0	,260	,799
İş tekrarı 60° /sol bacak /fleksör	123,0±5,7	135,1±5,7	-2,315	,038

Tablo 4.3. (Devamı)

Pik tork 60⁰/sağ bacak /fleksör/%BW	168,5±8,8	160,7±6,3	1,429	,177
Pik tork 60⁰/sol bacak /fleksör/%BW	148,5±6,7	158,2±7,9	,177	,157
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /fleksör/%BW	197,2±10,5	194,3±7,7	,512	,617
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /fleksör/%BW	173,1±7,7	191,9±9,1	-2,499	,027
Toplam iş şekstensör/sağ bacak /değer	1505,0±55,3	1594,0±55,7	-2,091	,057
Toplam iş şekstensör/sol bacak /değer	1456,5±75,4	1463,4±62,5	-,175	,864
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /%BW	2113,0±51,3	2241,1±55,1	-2,145	,051
Toplam iş ekstensör/sol bacak /%BW	2032,5±62,8	2052,8±62,7	-,363	,722
Toplam iş fleksör/sağ bacak /değer	1269,0±61,4	1244,0±51,7	,534	,602
Toplam iş fleksör/sol bacak /değer	1228,7±57,7	1212,7±37,2	,339	,740
Toplam iş fleksör/sağ bacak /%BW	1793,5±84,5	1757,9±74,8	,545	,595
Toplam iş fleksör/sol/%BW	1727,1±64,8	1712,7±55,8	,222	,828

P = Anlamlılık Değeri

Tablo 4.3 incelendiğinde iskemi/reperfüzyon öncesi yapılan izokinetik kuvvet testi ile iskemi/reperfüzyondan 30 dakika sonra yapılan izokinetik kuvvet test sonuçlarına bakıldığında sağ bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerinde, sol bacak fleksör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerinde, sol bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki iş tekrarı değerinde ve sağ ve sol bacak ekstansör kas gruplarının toplam iş değerlerinde iskemi/reperfüzyondan 30 dakika sonrası yapılan izokinetik kuvvet testine göre kuvvette artış olduğu görülmesine rağmen istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı (p<0,05).

Ayrıca sol fleksör kas grubunun 60⁰ deki iş tekrarı parametresinde istatistiksel olarak anlamlı derecede kuvvette artış olduğu görüldü (p<0,05).

Test sonuçlarına göre diğer parametreler incelendiğinde sol bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerinde, sağ bacak fleksör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerinde, sol bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki iş tekrarı değerinde, sağ bacak fleksör kas grubunun iş tekrarı değerinde ve sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının

toplam iş değerlerinde iskemi/reperfüzyondan 30 dakika sonrasında yapılan izokinetik kuvvet testinde iskemi/reperfüzyondan öncesinde yapılan izokinetik kuvvet testine göre kuvvette azalmalar olduğu tespit edildi.

Tablo 4.4. İskemi/Reperfüzyon Sonrası ve İskemi/Reperfüzyondan 30 Dakika Sonra Yapılan İzokinetik Kuvvet Testinin t Test Sonuçları

PARAMETRE	İ/R SONRASI İZOKİNETİK TEST	İ/R 30 DK SONRA İZOKİNETİK TEST	t	P
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör	164,8 ± 6,4	172,1 ± 7,8	-1,865	,085
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör	156,9 ± 4,7	156,9±4,4	,000	1,000
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /ekstensör	182,2 ± 7,7	186,3±8,6	-1,043	,316
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör	173,3 ± 5,1	172,7±4,5	,227	,824
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /ekstensör/%BW	232,6 ± 7,9	242,6±9,8	-1,869	,084
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	221,2 ± 6,7	221,5±6,0	-,072	,944
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /ekstensör/%BW	256,5 ± 9,9	262,1±10,5	-1,043	,316
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	244,7±7,7	244,0±7,1	,177	,862
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	110,3±5,2	113,6±4,2	-,846	,413
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	107,7±4,6	111,6±4,9	-1,737	,106
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	133,3±6,0	137,5±5,0	-,936	,366
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	130,4±5,3	135,1±5,7	-1,672	,118
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör/%BW	156,0±7,0	160,7±6,3	-,898	,386
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /fleksör/%BW	152,0±6,7	158,2±7,9	-1,952	,073
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör/%BW	188,5±8,3	194,3±7,7	-,967	,351
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /fleksör/%BW	183,8±7,4	191,9±9,1	-1,960	,072
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /değer	1501,5±58,1	1594,0±55,7	-2,038	,062
Toplam iş ekstensör/sol bacak /değer	1452,5±53,4	1463,4±62,5	-,313	,760
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /%BW	2109,7±64,6	2241,1±55,1	-2,109	,055
Toplam iş ekstensör/sol bacak /%BW	2042,5±59,4	2052,8±62,7	-,198	,846
Toplam iş fleksör/sağ bacak /değer	1201,5±65,2	1244,0±51,7	-,951	,359
Toplam iş fleksör/sol bacak /değer	1185,9±45,3	1212,7±37,2	-,770	,455
Toplam iş fleksör/sağ bacak /%BW	1689,4±79,7	1757,9±74,8	-1,088	,296
Toplam iş fleksör/sol/%BW	1672,2±60,7	1712,7±55,8	-,865	,403

P= Anlamlılık Değeri

Tablo 4.4'te verilen iskemi/reperfüzyon sonrası ve iskemi/reperfüzyondan 30 dakika sonrası izokinetik nanparametrik t test sonuçları incelendiğinde sağ bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değeri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerleri, sağ-sol bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki iş tekrarı değerinde, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerleri, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının toplam iş değerleri ve sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının toplam iş değerlerine bakıldığında genel olarak İ/R'dan hemen sonra yapılan izokinetik kuvvet testinde bakılan parametrelerde çıkan sonuçlara göre 30 dakika sonrasında tekrarlanan izokinetik kuvvet testi sonuçlarında süren bir artış olduğu görülmesine rağmen kuvvette gelişen bu artışın istatistiksel açıdan bakıldığında anlamlı derecede olmadığını da vurgulamak gerekir (p<0,05).

Tablo 4.4'de çıkan bu değerlerle birlikte sol bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerinde ve sol bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki iş tekrarı değerinde İ/R sonrası yapılan izokinetik kuvvet test sonuçlarının 30 dakika sonrasındada yapılan kuvvet tesinde aynı değerlerini koruduğunu görülüyor.

Tablo 4.5. Laktik Asit Seviyesine Göre İskemi/Reperfüzyon Öncesi İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması

PARAMETRE	LAKTİK ASİT EŞİK ALTI (n=10)	LAKTİK ASİT EŞİK ÜSTÜ (n=4)	f	P
Pik tork 60⁰/sağ bacak/ekstensör	171,3±20,1	164,5±51,1	,138	,717
Pik tork 60⁰/sol bacak /ekstensör	165,5±31,9	174,2±24,0	,240	,633
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /ekstensör	178,3±23,1	173,2±59,0	,057	,815
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /ekstensör	176,9±36,6	178,0±18,1	,003	,956
Pik tork 60⁰/sağ bacak /ekstensör/%BW	253,1±23,4	207,7±71,1	3,505	,086
Pik tork 60⁰/sol bacak /ekstensör/%BW	241,9±22,9	219,0±39,9	1,884	,195
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /ekstensör/%BW	264,5±29,9	219,7±81,3	2,459	,143
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /ekstensör/%BW	258,2±25,2	223,2±32,2	4,730	,050

Tablo 4.5. (Devamı)

Pik tork 60⁰/sağ bacak /fleksör	119,4±16,9	114,7±28,9	,146	,709
Pik tork 60⁰/sol bacak /fleksör	105,4±20,6	106,2±16,9	,005	,943
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /fleksör	140,2±20,0	134,5±34,0	,157	,666
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /fleksör	122,3±23,3	125,0±19,3	,041	,842
Pik tork 60⁰/sağ bacak /fleksör/%BW	177,8±26,2	145,2±41,4	3,200	,099
Pik tork 60⁰/sol bacak /fleksör/%BW	154,7±22,8	133,2±27,5	2,266	,158
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /fleksör/%BW	208,2±30,8	170,0±49,5	3,143	,102
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /fleksör/%BW	199,9±26,0	180,5±35,3	1,766	,209
Toplam iş ekstansör/sağ bacak /değer	1450,2±214,2	1642,0±115,6	2,783	,121
Toplam iş ekstansör/sol/değer	1384,2±281,6	1637,2±214,4	2,577	,134
Toplam iş ekstansör/sağ bacak /%BW	2134,2±180,0	2060,2±239,5	,404	,537
Toplam iş ekstansör/sol bacak/%BW	2273,1±181,3	2161,2±272,2	,069	,798
Toplam iş fleksör/sağ bacak /değer	1227,3±226,6	1373,2±233,3	1,168	,301
Toplam iş fleksör/sol bacak /değer	1193,9±203,1	1315,7±253,2	,903	,361
Toplam iş fleksör/sağ bacak /%BW	1182,3±147,9	1289,0±86,3	,261	,619
Toplam iş fleksör/sol bacak /%BW	1754,6±180,9	1658,5±384,5	,429	,525

P = Anlamlılık Değeri

Tablo 4.5’de verilen laktat seviyesinin eşik altı ve eşik üstü olan katılımcıların iskemi/reperfüzyon öncesi izokinetik test parametrelerinin kıyasladığımızda sağ bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerleri ve sağ ve sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerlerinin %BW değeri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerleri, sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerlerinin %BW değeri, sağ bacak ekstansör kas gruplarının toplam iş değerleri ve sol bacak fleksör kas grubunun toplam iş değerinin %BW değerine bakıldığında laktik asit seviyesi eşik altı olan (n=10) katılımcıların laktik asit seviyesi eşik üstünde olan (n=4) katılımcılara göre İ/R öncesi yapılan izokinetik kuvvet test sonuçlarında baktığımız yukarıda yazan parametre değerleri daha yüksek olduğu fark ediliyor.

Ayrıca sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerinde ve sol fleksör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerinde, sol bacak fleksör kas grubunun 60⁰ deki iş tekrarı değerinde ve 60⁰ deki iş tekrarı değerinin %BW değerinde, sol bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerlerinde laktik asit seviyesi eşik üstünde olan (n=4) katılımcının laktik asit seviyesi eşik altı olan (n=10) katılımcıya oranla izokinetik kuvvet testinde değerlendirdiğimiz parametre sonuçları daha yüksek bulundu.

Toplam iş düzeyinde değerlendirdiğimiz zaman sol bacak ekstansör kas grubunda ve sağ bacak ekstansör kas grubunun %BW değerinde ve sağ-sol bacak fleksör kas grupları incelendiğinde laktik asit seviyesi eşik üstünde olan (n=4) katılımcının laktik asit seviyesi eşik altı olan (n=10) katılımcıya oranla izokinetik kuvvet testi sonuçları daha yüksek bulundu.

Tablo 4.6. Laktik Asit Seviyesine Göre İskemi/Reperfüzyon Sonrası Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması

PARAMETRE	LAKTİK ASİT EŞİK ALTI (n=10)	LAKTİK ASİT EŞİK ÜSTÜ (n=4)	f	P
Pik tork 60⁰/sağ bacak/ekstensör	159,2±18,9	179,0±32,4	2,102	,173
Pik tork 60⁰/sol bacak /ekstensör	151,8±14,0	169,7±21,6	3,460	,088
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /ekstensör	176,7±23,7	196,2±39,6	1,341	,269
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /ekstensör	169,5±15,1	183,0±27,3	1,452	,251
Pik tork 60⁰/sağ bacak /ekstensör/%BW	235,4±20,3	225,7±50,0	,284	,604
Pik tork 60⁰/sol bacak /ekstensör/%BW	224,5±21,3	213,0±35,2	,580	,46
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /ekstensör/%BW	260,3±27,2	247,2±60,5	,330	,576
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /ekstensör/%BW	250,4±21,2	230,7±43,4	1,361	,266
Pik tork 60⁰/sağ bacak /fleksör	105,4±11,0	122,7±32,1	2,463	,143
Pik tork 60⁰/sol bacak /fleksör	104,7±15,2	115,5±22,5	1,107	,313
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /fleksör	127,8±14,8	147,2±34,9	2,294	,156
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /fleksör	126,9±17,5	139,2±25,4	1,105	,314

Tablo 4.6. (Devamı)

Pik tork 60⁰/sağ bacak /fleksör/%BW	156,8±18,4	154,2±44,9	,024	,878
Pik tork 60⁰/sol bacak /fleksör/%BW	154,7±22,5	145,2±34,1	,380	,549
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /fleksör/%BW	199,9±26,0	180,5±35,6	1,143	,275
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /fleksör/%BW	187,3±23,7	175,2±39,5	,510	,489
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /değer	1422,5±196,7	1699,0±127,7	6,596	,025
Toplam iş ekstensör/sol bacak/değer	1405,7±216,7	1569,7±81,7	2,083	,175
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /%BW	2273,1±181,3	2161,2±272,2	,910	,381
Toplam iş ekstensör/sol bacak/%BW	2073,0±240,9	1966,2±171,4	,640	,439
Toplam iş fleksör/sağ bacak /değer	1127,3±213,7	1387,0±238,1	3,979	,069
Toplam iş fleksör/sol bacak /değer	1182,3±147,9	1289,0±86,3	-1,334	,207
Toplam iş fleksör/sağ bacak /%BW	1668,5±293,1	1741,7±350,7	,161	,695
Toplam iş fleksör/sol bacak /%BW	1694,9±210,6	1615,5±290,5	,331	,576

P= Anlamlılık Değeri

Tablo 4.6’da verilen laktik asit seviyesine göre iskemi/reperfüzyon sonrası izokinetik test parametrelerinin kıyasladığımızda sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değeri, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerinde, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değeri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerinde ve toplam iş düzeyinde sağ-sol bacak fleksör kas gruplarında ve sağ bacak fleksör kas grubunun %BW değeri ile birlikte ekstansör kas gruplarının sol bacakta değerleri incelendiğinde, laktik asit seviyesi eşik altı olan (n=10) katılımcıların laktik asit seviyesi eşik üstünde olan (n=4) katılımcılara göre İ/R sonrası yapılan izokinetik kuvvet test sonuçları daha düşük çıkmıştır.

Tablo 4.6’daki diğer parametreleri incelediğimizde ise sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerinin %BW değeri, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerinin %BW değeri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerinin %BW değeri, sağ-sol bacak fleksör kas

gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerinin %BW değerinde, sağ- sol bacak ekstansör kas gruplarının %BW değerinin toplam iş değerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasada laktik asit seviyesi eşik altı olan (n=10) katılımcıların laktik asit seviyesi eşik üstünde olan (n=4) katılımcılara göre İ/R sonrası yapılan izokinetik kuvvet test sonuçları yüksek çıkmıştır.

Tablo 4.7. Laktik Asit Seviyesine Göre İskemi/Reperfüzyondan 30 Dakika Sonra Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması

PARAMETRE	LAKTİK ASİT EŞİK ALTI (n=10)	LAKTİK ASİT EŞİK ÜSTÜ (n=4)	f	P
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör	168,0±23,0	182,5±43,7	,685	,424
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör	152,3±13,2	168,5±21,1	3,085	,105
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /ekstensör	181,1±25,4	199,5±47,7	,917	,357
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör	169,9±14,4	179,7±23,3	,945	,350
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /ekstensör/%BW	247,4±23,3	230,7±63,5	,558	,469
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	225,6±15,5	211,2±35,5	1,182	,298
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /ekstensör/%BW	266,3±24,2	251,7±69,3	,368	,555
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	250,9±19,0	227,0±38,7	2,518	,139
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	110,7±13,9	121,0±17,6	1,238	,288
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	107,9±13,9	121,0±27,7	1,452	,251
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	135,0±18,8	143,7±20,8	,584	,460
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	131,0±15,3	145,5±33,2	1,325	,272
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör/%BW	164,0±22,0	152,7±28,9	,629	,443
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /fleksör/%BW	160,4±26,9	152,7±39,6	,178	,680
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör/%BW	190,0±24,3	184,7±49,6	,273	,790
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /fleksör/%BW	195,4±29,6	183,2±48,0	,341	,570
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /değer	1543,0±216,1	1721,5±134,2	2,302	,155
Toplam iş ekstensör/sol bacak/değer	1415,5±248,4	1583,2±159,5	1,527	,240
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /%BW	2101,6±255,1	2130,0±239,9	-,191	,852
Toplam iş ekstensör/sol bacak/%BW	2079,7±232,9	1985,7±259,7	,438	,521
Toplam iş fleksör/sağ bacak /değer	1212,3±200,9	1323,2±171,1	,935	,353
Toplam iş fleksör/sol bacak /değer	1144,8±145,9	1288,7±202,7	-1,502	,159
Toplam iş fleksör/sağ bacak /%BW	1796,5±286,0	1661,5±276,7	,647	,437
Toplam iş fleksör/sol bacak /%BW	1751,2±215,3	1616,7±180,6	1,202	,294

P = Anlamlılık Değeri

Tablo 4.7’de verilen laktik asit seviyesine göre iskemi/reperfüzyondan 30 dakika sonra ölçülen izokinetik test parametrelerinin kıyasladığımızda sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değeri, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerinde, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değeri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerinde ve toplam iş düzeyinde sağ-sol bacak fleksör kas gruplarında ve sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarında ve sağ bacak ekstansör kas grubunun %BW değerinde ve sağ-sol bacak fleksör kas grubunun %BW değerinde ekstansör kas gruplarının sol bacakdaki değerleri incelendiğinde laktik asit seviyesi eşik altı olan (n=10) katılımcıların laktik asit seviyesi eşik üstünde olan (n=4) katılımcılara göre İ/R’dan 30 dakika sonrasında yapılan izokinetik kuvvet test sonuçlarının daha düşük olduğu görülüyor.

Tablo 4.7’deki diğer parametreleri incelediğimizde ise sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerinin %BW değeri, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerinin %BW değeri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerinin %BW değeri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerinin %BW değerinde, sağ bacak ekstansör kas gruplarının %BW değeri ve sağ-sol bacak kas gruplarının %BW değerinin toplam iş değerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasada laktik asit seviyesi eşik altı olan (n=10) katılımcıların laktik asit seviyesi eşik üstünde olan (n=4) katılımcılara göre İ/R’dan 30 dakika sonrasında yapılan izokinetik kuvvet test sonuçları yüksektir.

Tablo 4.8. Alt Ekstemite Baskın Bacağa Göre İskemi/Reperfüzyon Öncesi Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması

PARAMETRE	BASKIN SAĞ BACAK (n=11)	BASKIN SOL BACAK (n=3)	f	P
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör	171,0±32,3	163,0±22,8	,161	,695
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak/ekstensör	168,9±16,1	164,6±65,2	,046	,834
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör	179,0±38,0	168,6±18,1	,204	,660
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak/ekstensör	177,4±12,5	176,3±75,7	,003	,959
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör/%BW	239,0±48,5	244,3±34,0	,031	,863
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	235,0±29,7	236,6±32,8	,007	,934
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /ekstensör/%BW	251,0±55,1	254,3±40,2	,009	,925
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	247,0±28,9	252,3±44,1	,063	,806
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	122,5±19,9	101,6±8,1	2,995	,109
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	108,9±12,7	93,6±35,5	1,585	,232
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	143,8±23,8	119,3±6,8	2,940	,112
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	128,3±14,9	103,6±34,5	3,733	,077
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör/%BW	171,9±33,1	156,0±37,2	,519	,485
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /fleksör/%BW	152,0±25,3	136,0±25,1	,944	,351
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör/%BW	201,1±39,0	183,0±45,1	,484	,500
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /fleksör/%BW	199,6±26,3	175,0±36,0	2,454	,143
Toplam işekstensör/sağ bacak /değer	1548,0±181,4	1347,0±258,6	2,470	,142
Toplam işekstensör/sol bacak /değer	1471,9±229,9	1403,0±497,5	,128	,727
Toplam işekstensör/sağ bacak /%BW	2143,9±195,2	2000,0±157,0	1,360	,266
Toplam işekstensör/sol bacak /%BW	2231,3±233,9	2277,0±28,6	,000	,986
Toplam işfleksör/sağ bacak /değer	1337,7±208,0	1017±74,0	6,555	,025
Toplam işfleksör/sol bacak /değer	1237,9±217,2	1195,0±254,8	,087	,774
Toplam işfleksör/sağ bacak /%BW	1231,0±125,9	1145,6±194,9	2,48	,178
Toplam işfleksör/sol bacak /%BW	1715,0±268,4	1771,3±134,5	,118	,737

P= Anlamlılık Değeri

İskemi/reperfüzyon öncesi yapılan İzokinetik kuvvet testinde katılımcıların baskın bacaklarına göre ortaya çıkan parametre sonuçlarını Tablo 4.8’de incelediğimizde sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerleri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerleri, sağ-sol bacak ekstansör kas

gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerleri, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının toplam iş değerleri ve sağ-sol fleksör kas gruplarının toplam iş değerlerindeki parametreler baskın bacağı sağ olan katılımcıların İ/R öncesi yapılan izokinetik kuvvet testinde baskın bacağı sol olan katılımcılara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Aynı şekilde Tablo 4.8'i incelediğimizde sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerlerinin %BW'e oranı, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerlerinin %BW'e oranı, sol bacak ekstansör kas grubunun toplam iş değerinin %BW oranı ve sol bacak fleksör kas grubunun toplam iş değerinin %BW parametreleri incelendiğinde ise baskın bacağı sol olan katılımcıların İ/R öncesi yapılan izokinetik kuvvet testinde baskın bacağı sağ olan katılımcılara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9. Alt Ekstremitte Baskın Bacağa Göre İskemi/Reperfüzyon Sonrası Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması

PARAMETRE	DOMİNANT SAĞ BACAK (n=11)	DOMİNANT SOL BACAK (n=3)	f	P
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör	167,0±23,1	156,6±30,6	,423	,528
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak/ekstensör	156,9±17,7	157,0±21,7	,000	,994
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör	184,9±28,7	172,6±33,3	,403	,537
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak/ekstensör	174,2±19,4	170,0±22,2	,108	,748
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör/%BW	232,3±31,5	233,6±27,7	,004	,950
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	217,6±22,3	234,3±35,6	1,046	,327
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /ekstensör/%BW	256,7±40,9	256,0±26,6	,001	,978
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	242,1±28,9	254,3±32,3	,398	,540
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	114,0±20,3	97,0±11,1	1,871	,196
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	109,1±14,6	102,6±29,2	,312	,587
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	137,8±23,1	117,0±13,1	2,146	,169
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	132,8±16,5	121,6±32,6	,722	,412
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör/%BW	158,5±26,3	147,0±30,7	,427	,526

Tablo 4.9. (Devamı)

Pik tork 60⁰/sol bacak /fleksör/%BW	152,0±22,8	152,0±39,2	,000	1,000
İş tekrarı 60⁰/sağ bacak /fleksör/%BW	191,3±31,0	178,0±37,0	,408	,535
İş tekrarı 60⁰/sol bacak /fleksör/%BW	185,0±26,1	179,6±40,3	,080	,783
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /değer	1544,6±194,8	1343,3±265,2	2,203	,164
Toplam iş ekstensör/sol bacak /değer	1451,0±185,6	1458,3±295,7	,003	,958
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /%BW	2137,5±212,7	2007,6±336,2	,662	,432
Toplam iş ekstensör/sol bacak /%BW	2010,2±237,3	2160,6±115,0	1,085	,318
Toplam iş fleksör/sağ bacak /değer	1262,1±236,9	979,0±108,2	3,878	,072
Toplam iş fleksör/sol bacak /değer	1186,0±182,7	1185,6±142,1	,000	,998
Toplam iş fleksör/sağ bacak /%BW	1743,5±278,2	1491,0±341,5	1,791	,206
Toplam iş fleksör/sol bacak /%BW	1641,6±218,2	1784,3±270,5	,925	,355

P = Anlamlılık Değeri

İskemi/reperfüzyon sonrası yapılan izokinetik kuvvet testinde katılımcıların baskın bacaklarına göre ortaya çıkan parametre sonuçlarını Tablo 4.9’da incelediğimizde sağ bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerleri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerleri, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerleri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerleri, sağ bacak ekstansör kas grubunun toplam iş değeri ve sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının toplam iş değerlerindeki parametreler baskın bacağı sağ olan katılımcıların İ/R sonrası yapılan izokinetik kuvvet testinde baskın bacağı sol olan katılımcılara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9’u incelemeye devam ettiğimizdesol bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerleri, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerlerinin %BW’e oranı, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerlerinin %BW’e oranı, sağ bacak ekstansör kas grubunun toplam iş değerinin %BW oranı ve sol bacak fleksör kas grubunun toplam iş değerinin %BW parametreleri incelendiğinde ise baskın bacağı sol olan katılımcıların İ/R öncesi yapılan izokinetik kuvvet testinde baskın bacağı sağ olan katılımcılara göre daha yüksek değerlere sahip

olduğu görülmektedir.

Tablo 4.10. Alt Ekstremitte Baskın Bacağa Göre İskemi/Reperfüzyon Yapıldıktan 30 Dakika Sonra Ölçülen İzokinetik Kuvvet Test Parametrelerinin Kıyaslanması

PARAMETRE	BASKIN SAĞ BACAK (n=11)	BASKIN SOL BACAK (n=3)	f	P
Pik tork 600/sağ bacak/ekstensör	174,7±25,6	162,6±45,9	,381	,548
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak/ekstensör	157,8±14,9	153,6±26,3	,134	,720
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör	189,7±29,4	174,0±46,8	,537	,478
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak/ekstensör	173,1±15,2	171,3±27,0	,023	,882
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak/ekstensör/%BW	243,5±37,6	239,3±42,4	,028	,869
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	219,6±24,1	228,3±17,0	,335	,573
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /ekstensör/%BW	264,0±40,9	255,3±41,1	,105	,751
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /ekstensör/%BW	241,1±28,1	255,0±22,5	,611	,449
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	118,2±12,1	97,0±119,1	5,812	,033
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	114,1±18,9	143,3±15,1	,872	,369
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör	143,3±15,1	116,3±19,1	6,836	,023
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /fleksör	138,4±22,1	123,0±16,8	1,233	,289
Pik tork 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör/%BW	164,8±19,4	146,0±36,4	1,558	,236
Pik tork 60 ⁰ /sol bacak /fleksör/%BW	159,1±29,5	155,0±36,3	,042	,842
İş tekrarı 60 ⁰ /sağ bacak /fleksör/%BW	162,3±25,4	159,0±35,2	1,803	,204
İş tekrarı 60 ⁰ /sol bacak /fleksör/%BW	193,3±35,4	187,0±36,1	,073	,791
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /değer	1607,4±170,8	1544,6±363,5	,200	,662
Toplam iş ekstensör/sol bacak /değer	1471,0±197,0	1435,3±400,1	,051	,825
Toplam iş ekstensör/sağ bacak /%BW	2137,6±216,2	2102,4±326,4	,107	,749
Toplam iş ekstensör/sol bacak /%BW	2038,0±237,8	2107,0±263,8	,191	,670
Toplam iş fleksör/sağ bacak /değer	1288,0±195,1	1082,6±56,0	3,080	,105
Toplam iş fleksör/sol bacak /değer	1231,0±125,9	1145,6±194,9	,879	,367
Toplam iş fleksör/sağ bacak /%BW	1789,5±280,6	1642,0±299,4	,637	,440
Toplam iş fleksör/sol bacak /%BW	1707,9±164,5	1730,6±384,1	,026	,875

P = Anlamlılık Değeri

İskemi/reperfüzyondan 30 dakika sonrasında yapılan izokinetik kuvvet testinde

katılımcıların baskın bacaklarına göre ortaya çıkan parametre sonuçlarını Tablo 4.10’da incelediğimizde sağ-sol bacak ekstansör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerleri, sağ bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerleri, sağ-sol bacak ekstansör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerleri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerleri, sağ bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki pik tork değerlerinin %BW değeri, sağ-sol bacak fleksör kas gruplarının 60⁰ deki iş tekrarı değerlerinin %BW değerinde, sağ-sol bacak ekstansör ve fleksör kas gruplarının toplam iş değerlerindeki parametreler baskın bacağı sağ olan katılımcıların İ/R’den 30 dakika sonrası yapılan izokinetik kuvvet testinde baskın bacağı sol olan katılımcılara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu fakat istatistiksel açıdan incelendiğinde anlamlı bir sonuç olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.11. İskemi/Reperfüzyon Öncesi ve İskemi/Reperfüzyon Sonrası “Wingate” Anaerobik Güç Testinin t Test Sonuçları

PARAMETRELER	İ/R ÖNCESİ WİNGATE	İ/R SONRASI WİNGATE	t	P
Pik tork (W)	611,7±36,4	643,4±43,0	-1,173	,262
Pik tork (W/kg)	8,6±0,3	8,9±0,3	-,671	,514
Ort. Güç (W)	473,5±28,9	488,9±26,8	-,766	,457
Ort. Güç (W/kg)	6,7±0,2	6,9±0,2	-,802	,437
En az Güç (w)	259,4±29,5	309,1±23,4	-1,720	,109
En az Güç (W/kg)	3,6±0,3	4,3±0,2	-1,752	,103
Güç Düşüşü (W)	352,2±24,2	322,9±24,6	1,050	,313
Güç Düşüşü (W/kg)	5,0±0,3	4,5±0,2	1,152	,270
Güç Düşüşü (W/s)	11,7±0,8	10,2±0,8	1,507	,156
Güç Düşüşü (W/s/kg)	0,1±0,0	0,1±0,0	,897	,386
Güç Düşüşü (%)	58,6±3,5	51,6±2,0	1,508	,156

P = Anlamlılık Değeri

Sporcuların alt ekstremitelerine iskemik önkoşullama ve reperfüzyon uygulayarak anaerobik dayanıklılık ve kas kuvveti üzerindeki etkilerini incelemek

amacı ile yaptığımız çalışmada iskemi/reperfüzyon öncesi ve sonrası yapılan “Wingate” testlerinde elde edilen parametrelere bakıldığı zaman pik tork ortalamasının iskemi öncesinde $611,7 \pm 36,4$ iken, iskemi sonrasında $643,4 \pm 43,0$ olarak bulundu. İskemik önkoşullama “Wingate” testinde artış olduğunu göstermiş fakat istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilmedi ($p < 0,05$). İ/R öncesi yapılan testin ortalama güç değeri $473,5 \pm 28,9$ iken, İ/R sonrası $488,9 \pm 26,8$ olduğu, İ/R öncesi “Wingate” güç düşüşü $352,2 \pm 24,2$ İ/R sonrasında $322,9 \pm 24,6$ olduğu tespit edildi. Yapılan analizler sonucunda İskem/reperfüzyon öncesi ve sonrası “Wingate” test sonuçlarının anlizler sonucunda aralarında istatistiksel açıdan anlamlı bir farka rastlanmadı.

Tablo 4.12. Laktik Asit Değerleri Eşik Üstü ve Eşik Altı Olan Deneklerde İskemi/Reperfüzyon Öncesi Yapılan “Wingate” Anaerobik Güç Testi t Test Sonuçları

PARAMETRE	LAKTİK ASİT EŞİK ALTI (n=10)	LAKTİK ASİT EŞİK ÜSTÜ (n=4)	t	P
Pik tork (W)	$609,2 \pm 137,6$	$617,8 \pm 154,5$	-,103	,920
Pik tork (W/kg)	$8,8 \pm 1,2$	$8,2 \pm 1,1$	,740	,473
Ort. Güç (W)	$470,3 \pm 111,1$	$481,4 \pm 117,2$	-,166	,871
Ort. Güç (W/kg)	$6,8 \pm 1,0$	$6,4 \pm 0,8$	,591	,565
En az Güç (W)	$243,7 \pm 120,2$	$298,7 \pm 82,7$	-,830	,423
En az Güç (W/kg)	$3,4 \pm 1,5$	$4,0 \pm 0,7$	-,642	,533
Güç Düşüşü (W)	$365,5 \pm 95,6$	$319,0 \pm 78,5$	,856	,409
Güç Düşüşü (W/kg)	$5,3 \pm 1,2$	$4,2 \pm 0,5$	1,572	,142
Güç Düşüşü (W/s)	$12,1 \pm 3,1$	$10,6 \pm 2,6$	,857	408
Güç Düşüşü (W/s/kg)	$0,1 \pm 0,0$	$0,1 \pm 0,0$	1,581	,140
Güç Düşüşü (%)	$61,3 \pm 14,7$	$51,8 \pm 3,5$	1,246	,237

P= Anlamlılık Değeri

Çalışmamıza katılan 14 deneğin İ/R öncesinde laktik asit eşik altı ve eşik üstü düzeylerine baktığımızda eşik altı olan (n=10) ve eşik üstü olan (n=4) deneklerin “Wingate” test sonuçlarını Tablo 4.12’de incelediğimizde laktik asit eşik altı olan deneklerin pik tork ortalaması İ/R öncesinde $609,2 \pm 137,6$ iken, laktik asit eşik üstü olan

deneklerin $617,8 \pm 154,5$ olarak bulunmuştur. İ/R öncesi yapılan testin ortalama güç değeri laktik asit eşik altı olan denekelerde $470,3 \pm 111,1$ iken, laktik asit eşik üstü olan deneklerde $481,4 \pm 117,2$ olduğu, en az güç (W) düzeyine bakıldığında laktik asit eşik altı olan denekelerde $243,7 \pm 120,2$ iken, laktik asit eşik üstü olan deneklerde $298,7 \pm 82,7$ olduğu gözlenmektedir. Aynı şekilde güç düşüşü (W) parametresine bakıldığında laktik asit eşik altı olan denekelerde $365,5 \pm 95,6$ iken, laktik asit eşik üstü olan deneklerde $319,0 \pm 78,5$ olduğu gözlemlendi. Yapılan analizler sonucunda iskemi/reperfüzyon öncesi yapılan “Wingate” anaerobik güç test sonuçlarının analizlerinde laktik asit düzeyi eşik altı olan ve laktik asit eşik üstü olan kişiler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farka rastlanmadı.

Tablo 4.13. Laktik Asit Seviyesi Eşik Üstü ve Eşik Altı Olan Deneklerde İskemi/Reperfüzyon Sonrası Yapılan “Wingate” Anaerobik Güç Testi t Test Sonuçları

PARAMETRELER	EŞİK ALTI LAKTİK ASİT (n=10)	EŞİK ÜSTÜ LAKTİK ASİT (n=4)	t	P
Pik tork (w)	617,3±166,1	708,8±147,4	-,956	,358
Pik tork (w/kg)	8,6±1,3	9,6±1,6	-1,209	,250
Ort. Güç (w)	470,3±101,2	535,3±94,1	-1,104	,291
Ort. Güç (w/kg)	6,8±0,9	7,3±1,0	-,907	,382
En az Güç (w)	284,3±73,6	371,0±99,0	-1,815	,095
En az Güç(w/kg)	4,1±0,8	5,0±1,0	-1,689	,117
Güç Düşüşü (w)	316,9±105,5	337,7±55,9	-,367	,720
Güç Düşüşü (w/kg)	4,5±1,0	4,6±0,8	-,182	,858
Güç Düşüşü (w/s)	10,5±3,5	9,4±2,0	,603	,558
Güç Düşüşü (w/s/kg)	0,1±0,0	0,1±0,0	,623	,545
Güç Düşüşü (%)	52,1±8,5	50,5±4,9	,347	,735

P= Anlamlılık Değeri

Laktik asit eşik üstü ve laktik asit eşik altı olan kişilerde İ/R sonrası yapılan “Wingate” nanaparametrik t test sonuçlarını Tablo 4.13’de incelediğimizde laktik asit

eşik altı olan deneklerin pik tork ortalaması İ/R sonrasında $617,3 \pm 166,1$ iken, laktik asit eşik üstü olan deneklerin $708,8 \pm 147,4$ olarak bulundu. İ/R sonrası yapılan testin ortalama güç değeri laktik asit eşik altı olan denekelerde $470,3 \pm 101,2$ iken, laktik asit eşik üstü olan deneklerde $535,3 \pm 94,1$ olduğu, En az güç (W) düzeyine bakıldığında laktik asit eşik altı olan denekelerde $284,3 \pm 73,6$ iken, laktik asit eşik üstü olan deneklerde $371,0 \pm 99,0$ olduğu gözlemlendi. Aynı şekilde güç düşüşü (W) parametresine bakıldığında laktik asit eşik altı olan denekelerde $316,9 \pm 105,5$ iken, laktik asit eşik üstü olan deneklerde $337,7 \pm 55,9$ olduğu gözlemlendi. Yapılan analizler sonucunda iskemi/reperfüzyon sonrası yapılan “Wingate” anaerobik güç test sonuçlarının analizlerinde laktik asit düzeyi eşik altı olan ve laktik asit eşik üstü olan kişiler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farka rastlanmadı.

Tablo 4.14. Baskın Bacağa Göre İskemi Öncesi, İskemiden Hemen Sonra (0. Dakika) ve İskemiden Sonra 3. Dakikadaki Laktik Asit Eşik Düzeylerine Göre Parametrelerin Kıyaslanması

PARAMETRE	BASKIN SAĞ BACAĞ (n=11)	BASKIN SOL BACAĞ (n=3)	f	P
İskemi öncesi laktat	$2,17 \pm 0,36$	$1,73 \pm 0,61$	2,666	,128
0. dakika laktat	$1,83 \pm 0,77$	$2,89 \pm 2,16$	2,911	,114
3. dakika laktat	$3,23 \pm 1,96$	$1,90 \pm 0,30$	1,305	,276

P= Anlamlılık Değeri

Çalışmamıza katılan alt ekstremitelerde baskın bacağı sağ olan denekler (n=11) ile baskın bacağı sol olan (n=3) deneklerin iskemi öncesi bakılan laktik asit değerleri kıyaslandığında baskın bacağı sağ olanlarda $2,17 \pm 0,36$ mmol iken, sol baskın bacaklılarda $1,73 \pm 0,65$ mmol olduğu saptandı. İskemi sonrası 0. dakikada bakılan laktik asit değerlerinde sağ bacaklı baskın deneklerde $1,83 \pm 0,77$ mmol iken, baskın sol bacaklılarda $2,89 \pm 2,16$ mmol bulundu. İskemi sonrası 3. dakikada baskın sağ bacaklı

deneklerde $3,23 \pm 1,96$ mmol iken baskın bacağı sol olan deneklerde $1,90 \pm 0,30$ mmol olarak tespit edildi. Çalışma yöntemimizde oluşturmaya çalıştığımız büyük kas kitlesi iskemisi özellikle 3. dakika laktik asit değerlerinde anlamlı olmayan yükselmelere yol açtığı görüldü.



5. TARTIŞMA

Sporcuların egzersiz performanslarını arttırmaya yönelik çok sayıda bilimsel uygulama, veri ve öneriler ileri sürülmesine rağmen son zamanlarda bu konuda yapılan araştırmalar arasında en merak uyandıran olanı İskemik Önkoşullamadır (Ischemic Preconditioning). Bu yöntem pahalı olmadığı ve kolaylıkla uygulanabilir olduğu için, egzersiz performansını arttırmak, müsabaka ve yarışlarda avantaj sağlamak isteyen sporcular için ilgi çekici bir yöntem olarak uygulanmaya çalışılmaktadır. Yapılmış olan birçok çalışmada İskemik Önkoşullamanın sporcularda laboratuvar ortamında kas gücü ve kinematiği ile ilişkisinin etkileri ortaya konulmaya çalışılmasına rağmen, akut etkileri konusunda farklı bulgu ve sonuçlar ortaya konmuştur. İskemik Önkoşullama yönteminde kasılma mekanizmalarında özellikle reperfüzyon sonrasında ortaya çıkan mekanizmalar ve bunların kas kuvveti üzerine olan etkileri üzerine çalışılmıştır. Çalışmamızda, iskemik etkinin kas kuvveti ve kuvvetinde oluşan akut değişiklikleri ortaya koymayı amaçladık. İlk yapılan çalışmalarda küçük kas gruplarında kısa süreli iskemiler yaratılarak yapılmış olmasına rağmen, daha sonraları daha büyük kas kitleleri içeren uzun süreli çok tekrarlı çalışmalar yapılmıştır. İlk etapta küçük kas kitlelerinin dahil edildiği çalışmalarda konuyla ilişkili olarak Jean-St ve ark.⁴⁸ gerçekleştirdiği çalışmada yüzücülerde tek kolla yaptıkları iskemi çalışması sonrasında 100-200 m'lik maksimal yüzme testi sonucunda, kişisel performanslarında istatistiksel olarak anlamlı denebilecek artışların olduğu rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada ise, 20 erkek ve 5 kadın dalgıcın katılımıyla yapılmış olan çalışmada tek taraflı üst kolda iskemi yaratılmış ve sonuç olarak yüzme mesafesinde artma sağlandığı ortaya konulmuştur.¹⁰⁶ Bu araştırmalardan farklı olarak unilateral üst kolda iskemi oluşturularak yapılan diğer bir çalışmada ise Jones ve ark.¹⁰⁷ 18 sağlıklı erkek katılımcının maksimum koşu performanslarında değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Yapılan küçük kas kitlesinin

dahil edildiği üst kol çalışmalarının akabinde alt ekstremitelerin tek taraflı şekilde dahil edildiği çalışmalara odaklanılmıştır. Benzer şekilde, Foster ve ark.¹⁰⁸ alt ekstremitede unilateral üst bacakta yaratılan iskeminin performans üzerine etkisi araştırılmış fakat diğer çalışma sonuçlarına zıt bir şekilde olumlu bir etkinin gelişmediği rapor etmişlerdir. Yapılmış olan bu çalışmayı benzer şekilde destekleyen başka bir çalışmada ise üst bacak femoral bölgede tek taraflı iskemi oluşturduktan sonra bisiklet testi uygulamışlar fakat aerobik ve anaerobik performansda olumlu bir etkinin oluşmadığını göstermişlerdir.⁵²

Ortaya konulmuş olan bu farklı sonuçlar ile iskeminin performans yönünde etkisini araştırmak için daha büyük kas gruplarını iskemik koşullandırma sürecine dahil edilmesi gerekliliği ileri sürülmüştür. Bu amaçla, De Groot ve ark.⁸ alt ekstremitede femoral bölgede her iki bacakta sırayla dönüşümlü olarak tekrarlayan iskemi/reperfüzyon döngüsünü gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonunda, maksimum tüketilen oksijen değerleri, iskelet kası ve güç çıkışında olumlu bir artış olduğunu ileri sürmüşlerdir. Benzer bir yöntem kullanarak gerçekleştirilmiş olan başka bir araştırmada Crifulli deneklerin üst bacak femoral bölgesinde dönüşümlü olmak üzere iskemi oluşturmuş fakat araştırmanın sonucu olarak maksimum tüketilen oksijen değerinde artış olmazken maksimum yaptıkları iş yükünde artış sağladıklarını bildirmişlerdir.^{22,8}

Çalışmamızda, iskemik önkoşullama sürecini deneklerde daha etkin ortaya çıkarmak adına olabildiğince büyük iskelet kas kitlelerini dahil etmek için her iki alt ekstremitayı aynı süre boyunca iskemiye maruz bıraktık. Bu doğrultuda her iki alt ekstremita inguinal ligamanın altından femoral bölgeden oklüde ettik. Aynı anda daha büyük kas gruplarının iskemiye dahil edilmiş olması kas kuvveti ve performans ilişkisini daha iyi bir şekilde ortaya koyabilmek için oldukça değerli olabileceğini düşündük. Küçük kas gruplarında oluşturulan iskeminin yaratacağı sistemik etkinin ve

adaptif değişikliklerin zayıf olabileceğini de kabul etmek gerekir. Daha büyük kas kitlelerinin değişik kas grupları üzerine oluşabilecek olan sistemik etkinin kritik öneme sahip olduğunu düşünmekteyiz. Bu şekilde her iki ekstremitenin 5 dakika süreyle gerçekleştirilen oklüzyonuyla birlikte iskelet kası düzeyinde ortaya çıkarılmaya çalışılan iskemi ve art etkileri kas kuvveti ve kinematiği açısından farklı testlerle ortaya koymaya çalıştık. İki farklı kas testinin farklı zamanlarda aynı yöntemle gerçekleştirilen iskemi sonrası etki ve değişiklikleri ortaya konmuş olması dolayısıyla çalışmamız orjinal özellikler taşımaktadır. Ayrıca, iskemik koşullandırma sonrası izokinetik test incelemelerinin iskemi sonrası ve subakut periyottaki değişikliği ortaya çıkarma uğraşımızda çalışmaya özgün nitelikler sağlamaktadır. Konuyla ilişkili yapılmış olan çalışmalar gözönüne alındığında iskemi ve reperfüzyon hasarında izokinetik veriler üzerine etkisini gösteren literatürde şu ana kadar yapılmış son derece az sayıda çalışma bulunmaktadır. İskemi sonrası izokinetik test değerleri göz önüne alındığında, dikkat çeken bulgulardan birisi, sağ fleksör kas grubunun 60⁰ deki pik tork değerleri ve toplam iş değeri iskemi sonrası hemen gerçekleştirilen izokinetik testinde daha düşük bulunmuş olması, iskeminin erken dönem etkilerine bağlı olabileceğini düşündürmektedir. Oluşan bu etkinin ekstansör kas grubunda ve diğer açılarda ortaya çıkması iskemik periyodun heterojen bir şekilde değişik bölge kas gruplarında akut bir etki olarak yansıdığını düşündürmektedir. Bu sonuç bu değerle ilişkili olarak sağ fleksör kas grubunda toplam iş değerinin devam eden iskemi hasarını daha belirgin bir şekilde göstermesi farklı bölge kaslarının kas tipi özelliklerinden kaynaklanabileceği ileri sürülebilir.

İskemiden sonra 30. dakikadaki subakut periyotta sağ fleksör grup kaslarının 60⁰ deki pik değerleri iskemi öncesi değerlerine döndüğünü saptadık. İlginç olarak, sağ fleksör kas grubu dışında da sağ ekstansör ve sol taraf fleksör grup kaslarında kuvvet değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasa bile dikkate değer bir artış

görülmektedir (iş tekrarı 60⁰/sağ ekstansör, pik tork 60⁰ sağ ekstansör). Ayrıca, elde edilen bu sonuçlar İ/R hasarının subakut etkilerinden her kas grubunda aynı zamansal eğride, aynı süratte gitmediğini ortaya koymuştur. Sağ fleksör ile 60⁰ deki bulguları destekleyen diğer önemli bir parametre ise sağ fleksör kas grubunun toplam iş değeridir. Bu değerlerde benzer bir şekilde iskemi sonrası istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha küçük değerlerde olmasına rağmen iskemi sonrası 30. dakika değerlerinde artış bulunmaktadır. Subakut periyot değerleri incelendiğinde sol fleksör pik tork değerleri iskemiden hemen sonra istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen artmış olduğu görüldü. Bu etki vücut kas kitlesiyle düzeltilmiş değerler dikkate alındığında ise, iskemiden 30 dakika sonrasında da artma eğiliminde olduğunu saptadık. Elde edilen bu bulgular, akut periyottan sonraki 30. dakikadan itibaren iskemi hemen sonrası ortaya çıkan kasılmadaki depresyonun kaybolduğu, değişik bölge kas gruplarında reaksiyonel bir şekilde artışların görülmeye başlandığı ortaya koymaktadır. Elde edilen bu sonuçlar, iskemik önkoşullama periyodunun hemen sonra ve belirli bir toparlanma sürecinde zamansal değişkenliğini ortaya koyucu niteliktedir. İlk başlarda iskemiden hemen sonraki fonksiyonlardaki olumsuz etkisi sonraki zaman dilimlerinde toparlanma ve artış şeklinde kendini gösterdi. Sağ fleksör kas grupları özellikle 60⁰ de iskemide bu kuvvet kaybından etkilenmiş olduğu görülmesine rağmen özellikle sol fleksör grup aynı açılarda tam tersi bir yönelim içinde olduğu tespit edildi.

Ortaya çıkan bulguların bir kısmında iskeminin kas kuvveti üzerine olan akut etkisinin beklenenin tam tersine paradoksik yanıtlar taşıyabileceğini ortaya koymaktadır. Her kas grubunda aynı etkinin aynı zaman diliminde oluşamayabileceği gerçeğini de bir kez daha destekler niteliktedir. Her iki taraf kas grubunda pik kuvvetlerdeki bu değişikliğe rağmen toplam iş, yani egzersizin sürdürülebilirlik özellikleri hem iskeminin hemen sonrasında hem de iskemiden 30 dakika sonrası

değerlerinde paradoksik şekilde düşüklüğe yol açmaktadır. Sol fleksör gruptaki artmış değerlere rağmen toplam işteki mutlak kayıpların bir diğer sebebide 30 dakika aralıklarla yapılan iki tekrarının oluşturduğu kas kinetik ve metabolik kayıplardan da kaynaklı olabileceğini düşünmekteyiz.

Fleksiyon ve ekstansiyon kas gruplarının, tüm açılardaki pik tork ve toplam iş değerleri iskemik reperfüzyon hasarı sonrası ve 30 dakika sonrası ekstremiteelerin baskın ve baskın olmaması açısından kıyaslandığında herhangi bir anlamlı farklılık ortaya koyamadık. Bu durum iskemi/reperfüzyon her iki bacak seviyesinde (zamansal heterojeniteye rağmen) benzer şekilde etki ettiğini düşündürmektedir. Sadece, sol ekstansör kas grubu değerlerinin ve iskemiye cevap yanıtının farklı olmasından büyük bir kısmında baskın olmayan bacağın, tek uygulamalı iskemi reperfüzyon uygulamasının heterojen ve paradoksik yanıtlardan kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz. İskemi-reperfüzyon siklus sayısının bu süreçte kas kuvvet çalışmalarında önemli bir etkinliği olabileceği bir gerçektir.

Literatürlerde şu ana kadar yapılmış son derece az sayıdaki çalışmada Paradis-Deschenes ve ark.¹⁰⁹ güç arttırıcı egzersizler yapan 8 erkek ve 9 kadın katılımcı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında sürekli maksimal kontraksiyonlar (kasılmalar) esnasında performans, ve $\dot{V}O_K$ 'ya vazoaktif (damar etkin) ve oksidatif tepkilerin cinsiyete göre etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada tek taraflı sağ bacak uyluk bölgesine yerleştirilen manşon basıncı aracılığıyla İ/R döngüsü yaratarak test protokolünü oluşturmuşlar ve kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. İzokinetik test değerlendirmesinde 80^0 - 120^0 arasında 5 tekrarlı ölçümlerde pik kuvvet değerlerine bakılmıştır. Ölçülen değerlerde, kadınlarda 5. tekrar kuvveti dışındaki tüm kuvvetlerin erkek ve kadın cinsiyetleri için İ/R grubundan daha yüksek değerlerde olduğunu saptamışlardır. Çalışmalarının sonucu olarakta kas gücünün erkelerde kadınlardan daha

fazla arttığı, dinlenik kan miktarının her iki cinsiyet için benzer oranda arttığı ve oksijen salınımının erkeklerde artarken kadınlarda bu etkinin azaldığını rapor etmişlerdir.¹⁰⁷ Bu bağlamda İÖ_K'nın erkeklerde egzersiz kapasitesini daha belirgin arttırırken kadınlarda bu etkinin daha siliik bir şekilde seyrettiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca bu çalışmada kan akımının Near İnfra Red Spektroskopu (NIRS) yöntemiyle incelenmiş olduğu bu çalışmada ortaya çıkan bu farklı sonuçların, kadın ve erkek gruplarında iskelet kas yapı ve lif tiplerinin değişken olmasından kaynaklanabilir olabileceğini ileri sürmüştür.

Yayınlanmış diğer çalışmalardan farklı olarak, çalışmamızda deneklere farklı günlerde olmak üzere “Wingate” testide uyguladık. Deneklerde gerçekleştirilen her iki bacak iskemi ve iskemi reperfüzyon periyodundan sonra yapılan “Wingate” testi sonuçları göz önüne alındığında istatistiksel olarak bütün güç değerleri (toplam iş, toplam güç, ortalama güç) iskemi sonrası mutlak değerler olarak yüksek bulunmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir fark bulunmadı. Bu sonuçlar iskemi-reperfüzyon döngüsünün anaerobik kuvvet üzerine etkisinin az düzeyde olabileceğini fakat bu etkinin yöntemle ilişkili olarak sınırlı düzeyde olduğunu düşündürmektedir. İzokinetik testin aksine “Wingate” testiyle ilişkili olarak farklı yöntemlerle yapılmış olan iskemi-reperfüzyon çalışmalarının bir kısmında anlamlı farklılıkların olduğu da ortaya konulmasına rağmen konuyla ilişkili farklı sonuçlar bildiren önemli sayıda makale vardır.^{110, 111} Patterson ve ark.¹¹⁰ 14 erkek sporcuyla birlikte yaptıkları 6 tekrar 12 saniyelik sprint testinin sonucunda ortalama güç ve pik tork değerlerinde artış olduğunu tespit etmişler. Kraus ve ark.¹¹¹ iskemi yaratarak yaptıkları “Wingate” test çalışmalarında Patterson ve ark. destekler nitelikte pik tork ve ortalama güç değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu ve İÖ_K'nın anaerobik performansı arttırdığı yönünde bir geri bildirimde bulunmuşlardır. Farklı bulgular ortaya koyan çalışmalarda ise, İÖ_K'nın performansı olumlu yönde arttırmadığını rapor

etmişlerdir.^{112,113} Lalonde ve ark.¹¹² yapmış olduğu çalışmanın sonucu ise İÖ_K'nın “Wingate” test parametrelerinin hiçbir değerinde artış olmadığı yönündedir. Yöntemde “Wingate” testi kullanılarak yapılan bir diğer araştırmada 15 amatör bisikletçide 4 set 5 dakikalık tek taraflı üst bacakta 250 mmHg basınçta iskemi yarattıktan hemen sonra “Wingate” testine tabi tutulmuşlardır uygulamışlar. Elde ettikleri verilerin sonucunda ortalama güç ve pik tork parametrelerinde her tekrarda istatistiksel olarak anlamlı düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir. Güç ve zirve parametrelerindeki düşüşü destekleyen başka bir çalışmada Hittinger ve ark.¹¹⁴ 15 triatloncunun her iki bacağın üst kısmına iskemi oluşturarak elde ettikleri veriler doğrultusunda anaerobik performansı iyileştirmedigini bir kez daha ortaya konulmuştur. Anaerobik performans üzerlerine etkisini inceleyen bütün bu çalışmaların sonuçlarının farklı oluşunun en önemli sebeplerinden birisi üzerinde çalışılan denek grubunun özellikleri yanında uygulanan iskemik yöntemde değişkenlik gösterdiğinden kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

Toplamda 30 saniyelik sürede gerçekleştirilen “Wingate” testi düşünüldüğünde, gerçekleştirilmiş iskeminin iskelet kasında depo edilmiş ve glikolitik yolla elde edilen enerji döngüsüne olan çok önemli bir etkisinde olamayabileceğini metabolik süreç düşünüldüğünde hipotetik olarak speküle edebiliriz.

Bütün bu sonuçlara rağmen özellikle anaerobik güç parametrelerinin ve iskemi-reperfüzyona akut cevabının istatistiki olarak anlamlılık göstermemesine rağmen oluşabilecek kronik iskemik-reperfüzyonun kronik etkilerinin tam olarak nasıl değiştiğini ve gerçekleşeceğini henüz bilmemekteyiz. Akut iskemik etkinin anlamlı bir fark yaratmamasına laboratuvar koşullarında uyguladığımız “Wingate” testinde ölçmüş olduğumuz 30 saniyelik enerji çıkışının iskelet kası düzeyindeki depolanmış olan yüksek enerjili fosfattan kaynaklanmış olması oluşturmuş olan iskeminin bu enerji kaynağında kısmi bir etkiye yol açabildiğinde ayrıca ileri sürülebilir.

Çalışma yöntemimizde oluşturmaya çalıştığımız büyük kas kitlesi iskemisi özellikle 3. dakika laktik asit değerlerinde anlamlı olmayan yükselmelere yol açmış olmasına rağmen bu etki zamansal seviyede çok belirgin artış olarak karşımıza çıkmamıştır. Buradaki iskemik döngüyü sadece plazma laktik asit şekli ile yorumlayabilmenin mümkün olmadığını ortaya koymaktadır. Özellikle İ/R döngüsünde oluşabilecek etkilerin laktik asit düzeyinde takip edebilmenin mümkün olmadığını ortaya koymaktadır. Çalışmamızda kas içi laktik asit düzeyine bakamamış olmamız laktik asitteki değişikliğin önemini zayıflatmaktadır. Araştırmamızla benzer bir çalışma yapan Bailey ve ark.⁴⁶ 13 antrenmanlı erkek sporcu üzerinde yaptıkları çalışmalarında İÖ_K'nın artan maksimal ve submaksimal egzersiz sırasında aerobik performans üzerine etkisini incelemişler ve submaksimal test sırasında her bir iş yükü artış evresinde laktat konsantrasyonunun azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca egzersiz sonrası kan-laktat değeri anaerobik kapasitenin bir göstergesi olabileceği için, bazı çalışmalar, İÖ_K ile kontrol grupları arasında kan laktat değerlerini kıyaslamıştır ve İÖ_K ile egzersiz sonrası kan laktat değerlerinde hiçbir etki farklılığı görmemişlerdir.^{110, 113, 52, 115}

Elde ettiğimiz bütün bu bulgu ve sonuçlara rağmen çalışmamız önemli bir takım sınırlılıklar taşımaktadır. Bunlardan en önemlisi etik unsurlar gösterilerek gerçekleştirilen iskemi- reperfüzyon siklusunun tek set olarak kullanımı, her iki bacakta büyük bir kas kitlesinin dahil edilmesi bir takım hemodinamik ve vasküler dayanabileceği risklerden kaçınılmak için planlanmıştır. Diğer bir güçlük ise, denek sayısının bir takım istatistiki veriler açısından düşük olmasıydı. İlerde yapılacak çalışmaların büyük kas kitle gruplarının ilgilendirecek iskemi set sayısının daha fazla olduğu çalışmaların yapılması elde edilen silik bulguların daha da berraklaşmasını sağlayacaktır.

Ayrıca, çalışmamızda kullandığımız denek grubunun çalışma öncesinden 6 ay

gibi bir süre spor yapmamış olması sporculardaki iskemi-reperfüzyon döngüsünü gerek izokinetik gerekse “Wingate” açısından merak uyandırmaktadır. İleride bu yöntem ile yapılacak olan çalışmalar yöntemi kurularak yapılacak olan çalışmalar pratikte yöntemin kullanılabilirliğini daha iyi test edebileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızda, cinsiyet değişkenliğini kontrol edebilecek olan denek grubu olarak sadece erkek cinsiyet kullanılmıştır. Kadın cinsiyetinde İ/R hasarına verilebilecek cevabın performansa etkisinin nasıl olabileceği konusunda yeterli veri bulunmamaktadır. Kadınlarda İ/R hasarının performansa etkisi ayrı bir tartışma konusudur.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tek siklуста her iki alt ekstremitede gerçekleştirilen iskemi ve reperfüzyon uygulamalarının anaerobik güç değerlerinde herhangi bir değişikliğe yol açmadığı gibi, ayrıca izokinetik ölçümlerde gerek fleksör gerekse ekstansör kas kuvveti ve işlevinde akut bir etkiye yol açmadığını ortaya koyduk. Subakut süreçte görülen bir takım değişikliklerin iskemi ve reperfüzyon döngüsünün zamansal değişkenliğini kanıtlar niteliktedir. Ayrıca, çalışmamızla iskemi-reperfüzyon döngüsünün heterojen ve paradoksik etkileri gösterdiğini ortaya koymuş olmamız konuyla ilişkili çalışma sonuçlarının farklılığını da açıklar niteliktedir.

İskemik Önkoşullama'nın sporcuların gerek aerobik gerekse anaerobik egzersiz performansları üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak için, daha kontrollü ve mekanizmaları test edebilen çalışmalara gereksinim vardır. Genel olarak yapılan çalışmalara bakıldığında İÖ_K ile ilgili değişikliklerin daha doğru tespiti için yapılan çalışmalarda kullanılan denek seçimlerindeki çeşitliliğinde ve örneklem boyutlarında artış yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca sporcuların bireysel seviyelerine uygun olacak şekilde İÖ_K protokolleri ve egzersiz yöntemleri oluşturulmalıdır. İÖ_K'ya tepki veren ve vermeyen parametreler arasında kıyaslamalar yapılarak incelenmelidir. Sporculara uygulanan İÖ_K öncesinde istenilen kısıtlamaların uygulanabilirliği ile ilgili daha aydınlatıcı bilgiler verilmeli ve yapılan çalışmanın ciddiyeti hakkında sporculara sık sık geri bildirimler verilerek çalışma disiplini çalışmanın başlangıcından bitimine kadar en üst seviyede tutulması sağlanmalıdır. Gelecekteki İÖ_K çalışmaları (1) çalışma sırasında fizyolojik mekanizmalara ait bilgileri arttırıcı yönde olmalıdır, (2) performansı arttırmaya yönelik olacak İÖ_K protokolleri geliştirilmesi ve İÖ_K ile egzersizin başlaması arasında optimal zaman aralığının belirlenmesi gerekmektedir, (3) İÖ_K'nın uygulanabilirliği konusunda pratik ve kolaylaştırıcı yöntemler tespit edilmesine

odaklanılmalıdır. Genel olarak, sporcuların aerobik ve anaerobik olarak performanslarını arttırmada İÖ_K'nın uygulanabilirliği, ümit vericidir fakat daha fazla araştırmaya gereksinim olduğuda yadsınmaz bir gerçektir.



KAYNAKLAR

1. Rhodes EC, McKenzie DC. Predicting marathon times from anaerobic threshold measurements. *Phys Sportsmed*, 1984, 12: 95-98.
2. Thorland W, Sandy S, Refsell M. Anaerobic threshold and maximal oxygen consumption rates as predictors of cross country running performance. *Med Sci Sports Exerc*, 1980, 12: 87.
3. Nagle FJ. Physiological assessment of maximal performance. *Exerc Sport Sci Rev*, 1973, 1: 313-338.
4. Granger DN, Korthuis RJ. Physiologic mechanisms of postischemic tissue injury. *Annu Rev Physiol*, 1995, 57: 311-332.
5. Zimmerman BJ, Granger DN. Mechanisms of reperfusion injury. *Am J Med Sci*, 1994, 307: 284-292.
6. Murry CE, Jennings RB, Reiber KA. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation*, 1986, 74: 1124-1136.
7. Barr MW. The Effect of Ischemic Preconditioning on Repeated Supramaximal Sprints. The College of Health Sciences and Professions of Ohio University. Master of Science, Ohio: Ohio University, 2011.
8. De Groot P, Thijssen D, Sanchez M, Ellenkamp R, Hopman MT. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol*, 2010, 108:141-146.
9. Şemin İ. İskelet Kasında Kasılma. İçinde: *Tıbbi Fizyoloji*, Çavuşoğlu H, Yeğen B, Aydın Z, Alican İ, (Çeviri editörleri). *Medical Physiology*, Guyton AC, Hall JE. 1. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri, 2001: 67-93.
10. Wackerhage H, Woods NM. Exercise-induced signal transduction and gene regulation in skeletal muscle. *J Sports Sci Med*, 2002, 1: 103-114.

11. Webb RC. Smooth muscle contraction and relaxation. *Adv Physiol Educ*, 2003, 27: 201-206.
12. Mounsey RA, Pang CY, Boyd JB, Forrest C. Augmentation of skeletal muscle survival in the latissimus dorsi porcine model using acute ischemic preconditioning. *J Otolaryngol*, 1992, 21: 315-320.
13. Gürke, L, Marx A, Sutter PM, Frentzel A, Salm T, Harder F, Seelig J, Heberer M. Ischemic preconditioning improves post-ischemic skeletal muscle function. *Am Surg*, 1996, 62: 391-394.
14. Birnbaum Y, Hale SL, Kloner RA. Ischemic preconditioning at a distance: reduction of myocardial infarct size by partial reduction of blood supply combined with rapid stimulation of the gastrocnemius muscle in the rabbit. *Circulation*, 1997, 96: 1641-1646.
15. Walters TJ, Garg K, Corona BT. Activity attenuates skeletal muscle fiber damage after ischemia and reperfusion. *Muscle Nerve*, 2015, 52: 640-648.
16. Gürke L, Mattei MD, Chaloupka K, Marx A, Sutter PM, Stierli P, Harder F, Heberer M. Mechanism of ischemic preconditioning in skeletal muscle. *J Surg Res*, 2000: 18-27.
17. Addison PD, Neligan PC, Ashrafpour H, Khan A, Zhong A, Moses M, Forrest CR, Pang CY. Noninvasive remote ischemic preconditioning for global protection of skeletal muscle against infarction. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2003, 285: 1435–1443.
18. Schroeder CA Jr, Lee HT, Shah PM, Babu SC, Thompson CI, Belloni FL. Preconditioning with ischemia or adenosine protects skeletal muscle from ischemic tissue reperfusion injury. *J Surg Res*, 1996, 63: 29–34.
19. Loukogeorgakis SP, Williams R, Panagiotidou AT, Kolvekar SK, Donald A, Cole

- TJ, Yellon DM, Deanfield JE, MacAllister RJ. Transient limb ischemia induces remote preconditioning and remote postconditioning in humans by a K(ATP) channel-dependent mechanism. *Circulation*, 2007, 116:1386–1395.
20. Pang CY, Yang RZ, Zhong A, Xu N, Boyd B, Forrest CR. Acute ischaemic preconditioning protects against skeletal muscle infarction in the pig. *Cardiovasc Res*, 1995, 29: 782-788.
 21. Crisafulli A, Tangianu F, Tocco T, Concu A, Mameli O, Mulliri G, Caria MA. Ischemic preconditioning of the muscles improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. *J Appl Physiol*, 2011, 111: 530-536.
 22. Bailey TG, Jones H, Gregson W, Atkinson G, Cable NT, Thijssen DH. Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2012a, 44: 2084–2089.
 23. Semenza GL. Cellular and molecular dissection of reperfusion injury ROS within and without. *Circ Res*, 2000, 86: 117-118.
 24. Yenson, M. *İnsan Biyokimyası*. 5. Baskı. İstanbul, Beta Yayınları, 1984: 58.
 25. Tapuria N, Kumar Y, Habib MM, Abu AM, Seifalian AM, Davidson BR. Remote ischemic preconditioning: a novel protective method from ischemia reperfusion injury-a review. *J Surg Res*, 2008, 150: 304–330.
 26. Gillani S, CaoJ, Suzuki T, Hak DJ. The effect of ischemia reperfusion injury on skeletal muscle. *Injury*, 2012, 43: 670-675.
 27. Grace PA. Ischemia-reperfusion injury. *Br J Surg*, 1994, 81: 637-647.
 28. Carden DL, Grander DN. Pathophysiology of ischemia-reperfusion injury. *J Pathol*, 2000, 190: 255-266.
 29. Gourdin MJ, Bree B, De Kock M. The impact of ischemia-reperfusion on the blood vessel. *Eur J Anaesthesiol*, 2009, 26: 537-547.

30. Baines CP, Goto M, Downey JM. Oxygen radicals released during ischemic preconditioning contribute to cardioprotection in the rabbit myocardium, *J Mol Cell Cardiol*, 1997, 29: 207-216.
31. Schott RJ, Rohmann S, Braun ER, Schaper W. Ischemic preconditioning reduces infarct size in swine myocardium. *Circ Res*, 1990, 66: 1133-1142.
32. Marber MS, Latchman DS, Walker JM, Yellon DM. Cardiac stress protein elevation 24 hours after brief ischemia or heat stress is associated with resistance to myocardial infarction. *Circulation*, 1993, 88: 1264-1272.
33. Carroll R, Yellon DM. Myocardial adaptation to ischemia the preconditioning phenomenon. *Int J Cardiol*, 1999, 68: 93-101.
34. Schulz R, Cohen MV, Behrends M, Downey JM, Heusch G. Signal transduction of ischemic preconditioning, *Cardiovasc Res*, 2001, 52: 181-198.
35. Ylitako K, Niemela M, Linnaluoto M, Valkama J, Mattila K, Peuhkurinen K. Evidence suggesting coronary vasodilation as the principal mechanism in the warm-up phenomenon. *Am Heart J*, 2001, 141:1018-1025.
36. Deutshc E, Berger M, Kussmaul WG, Hirshfeld JW, Hermann HC, Laskey WK. Adaptation to ischemia during percutaneous transluminal coronary angioplasty. Clinical, hemodynamic, and metabolic features. *Circulation*, 1990, 82: 2044-2051.
37. Kloner RA, Bolli R, Marban E, Reinlib E, Braunwald E. Medical and cellular implications of stunning, hibernation, and preconditioning: an NHLBI workshop. *Circulation*, 1998, 97: 1848-1867.
38. Hutter MM, Sievers RE, Barbosa V, Wolfe CL. Heatshock protein induction in rat hearts. A direct correlation between the amount of heat-shock protein induced and the degree of myocardial protection. *Circulation*, 1994, 89: 355-360.

39. Fernandez L, Heredia N, Peralta C, Xaus C, Rosello-Catafau J, Rimola A, Marco A, Serafin A, Deulofeu R, Gelpi E, Grande L. Role of ischemic preconditioning and the portosystemic shunt in the prevention of liver and lung damage after rat liver transplantation. *Transplantation*, 2003, 76: 282-289.
40. Neely CF, Keith IM. A1 adenosine receptor antagonists block ischemia-reperfusion injury of the lung. *Am J Physiol*, 1995, 268: 1036-1046.
41. Redaelli CA, Tien YH, Kubulus D, Mazzucchelli L, Schiling MK, Wagner ACC. Hyperthermia preconditioning induces renal heat shock protein expression, improves cold ischemia tolerance, kidney graft function and survival in rats. *Nephron*, 2002, 90: 489-497.
42. Lintz JA, Dalio MB, Joviliano EE, Piccinato CE. Ischemic pre and postconditioning in skeletal muscle injury produced by ischemia and reperfusion in rats. *Acta Cir Bras*, 2013, 28: 441–446.
43. Addison PD, Neligan PC, Ashrafpour H, Khan A, Moses M, Forrest CR, Pang CY. Noninvasive remote ischemic preconditioning for global protection of skeletal muscle against infarction. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2003, 285: 1435–1443.
44. Schroeder CA Jr, Lee HT, Shah PM, Babu SC, Thompson CI, Belloni FL. Preconditioning with ischemia or adenosine protects skeletal muscle from ischemic tissue reperfusion injury. *J Surg Res*, 1996, 63: 29–34.
45. Enko K, Nakamura K, Yunoki K, Miyoshi T, Akagi S, Yoshida M, Tohn N, Sangawa M, Nishii N, Nagase S, Kohno K, Morita H, Kusano KF, Ito, H. Intermittent arm ischemia induces vasodilatation of the contralateral upper limb. *J Physiol Sci*, 2011, 61: 507–513.
46. Bailey TG, Birk GK, Cable NT, Atkinson G, Green DJ, Jones H, Thijssen DH.

- Remote ischemic preconditioning prevents reduction in brachial artery flow-mediated dilation after strenuous exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2012b, 303: 533–538.
47. Wang WZ, Stepheson LL, Fang XH, Khiabani KT, Zamboni WA. Ischemic preconditioning-induced microvascular protection at a distance. *J Reconstr Microsurg*, 2004, 20: 175–181.
 48. Jean-St-Michel E, Manlhiot C, Li J, Tropak M, Michelsen MM, Schmidt MR, Mccrindle BW, Wells GD, Redington AN. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 2011, 43: 1280–1286.
 49. Lebon V, Carlier PG, Brillault-Salvat C, Leroy-Willig A. Simultaneous measurement of perfusion and oxygenation changes using a multiple gradient-echo sequence: Application to human muscle study. *Magn Reson Imaging*, 1998, 16: 721-729.
 50. Ochoa J, Fowler JT, Gilliatt WT. Anatomical changes in peripheral nerves compressed by a pneumatic tourniquet. *J Anat*, 1972, 113: 433-455.
 51. Moore MR, Garfin SR, Hargens AR. Wide tourniquets eliminate blood flow at low inflation pressures. *J Hand Surg Am*, 1987, 12: 1006-1011.
 52. Clevidence MW, Mowery RE, Kushnick MR. The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. *Eur J Appl Physiol*, 2012, 112: 3649-3654.
 53. Gibson N, White J, Neish M, Murray A. Effect of ischemic preconditioning on land-based sprinting in team-sport athletes. *Int J Sports Physiol Perform*, 2013, 8: 671-676.
 54. Gibson N, Mahony B, Tracey C, Fawkner S, Murray A. Effect of ischemic

- preconditioning on repeated sprint ability in team sport athletes. *J Sports Sci*, 2015, 33: 1182-1188.
55. Marocolo M, da Mota GR, Pelegrini V, Appell Coriolano HJ. Are the beneficial effects of ischemic preconditioning on performance partly a placebo effect? *Int J Sports Med*, 2015, 36: 822–825.
 56. Marocolo M, Willardson JM, Marocolo IC, da Mota GR, Simao R, Maior AS. Ischemic preconditioning and placebo intervention improves resistance exercise performance. *J Strength Cond Res*, 2016, 30: 1462-1469.
 57. Sloan AW, Weir JB. Nomograms for prediction of body density and total body fat from skinfold measurements. *J Appl Physiol*, 1970, 28: 221-222.
 58. Bar-Or O. The “wingate” anaerobic test. An update on methodology, reliability, and validity. *Sports Med*, 1987, 4: 381-394.
 59. Samuel AA, Toriola AL. Effects of different runnings programmes on body fat and blood pressure in schoolboys aged 13-17 years. *J Sports Med Phys Fitness*, 1988, 28: 267-273.
 60. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. The Physiological Basis of Physical Education. Çeviri: Cerit M. *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*, 2. Baskı. Ankara, Spor Yayınevi ve Kitapevi, 2012: 10-14.
 61. Yıldız SA. Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Anlamı Nedir? *Solunum Derg*, 2012, 14: 1–8.
 62. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol*, 1964, 14: 844-852.
 63. Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SANİYE, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas Exchange during exercise. *J Appl Physiol*, 1973, 35: 236-243.
 64. Myers, J, Ashley E. Dangerous Curves: Perspective on exercise, lactate, and the

- anaerobic threshold. *Chest* , 1997, 111: 787-795.
65. Nikolic Z, Ilic N. Maximal oxygen uptake in trained and untrained 15 years old boys. *Br J Sports Med*, 1992, 26 : 36-38.
 66. Davis JA, Vodak P, Wilmore JH, Vodak J. Kurtz P. Anaerobic threshold and maximal aerobik power for three modes of exercise. *J Apple Physiol*, 1976, 41 : 544-550.
 67. Menzies P, Menzies C, Mciintyre L, Paterson P, Wilson J, Kemi, OJ. Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *J Sports Sci*, 2010, 28: 975–982.
 68. Brooks GA. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc*, 1985, 17: 22-34.
 69. Hermansen L, Vaage O. Lactate disappearance and glycogen synthesis in human muscle after maximal exercise. *Am J Physiol*, 1977, 233: 422-429.
 70. Brooks GA. The lactate shuttle during exercise and recovery. *Med Sci Sports Exerc*, 1986, 18: 360-368.
 71. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke R, Müller R, Hollmann W. Justification of the 4-mm/l lactate threshold. *Int J Sports Med*, 1985, 6: 117-130.
 72. Eriksson B. Physical training oxygen supply and muscle metabolism in 11-13 years old boys. *Acta Physiol Scand Suppl*, 1972, 384: 1-48.
 73. Hossack KF, Bruce RA. Maximal cardiac function in sedentary normal men and women: comparison of age-related changes. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*, 1982, 53: 799-804.
 74. Günay M, Şıktar E, Şıktar E, Yazıcı M. *Egzersiz ve Kalp*, 1. Baskı. Ankara, Sonçağ Yayıncılık ve Matbaacılık, 2014: 36-37.
 75. Rubai BJ, Moddy JM. Effects of respiration on size and function of the athletic

- heart. *Journal Sports Med Phys Fitness*, 1991, 31: 257-264.
76. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*, 2. Baskı. Ankara, Gazi Kitabevi, 2010: 172-567.
77. Inbar O, Bar-Or O. Anaerobic characteristics in male children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 1986, 18: 264-269.
78. Reiser RF, Maines JM, Eisenman JC, Wilkinson JG. Standing and seated wingate protocols in human cycling: A comparison of standard parameters. *Eur J Appl Physiol*, 2002, 88: 152-157.
79. Armstrong N, Welsman JR, Williams CA, Kirby BJ. Longitudinal changes in young people's short-term power output. *Med Sci Sports Exerc*, 2000, 32: 1140-1145.
80. Martin RJF, Dore E, Twisk J, Van Praagh E, Hautier CA, Bedu M. Longitudinal changes of maximal short-term peak power in girls and boys during growth. *Med Sci Sports Exerc*, 2004, 36: 498-503.
81. Bencke J, Damsgaard R, Saekmose A, Jorgenson P, Jorgenson K, Klausen K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and nonelite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scand J Med Sci Sports*, 2002, 12: 171-178.
82. Melhim AF. Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwondo. *Br J Sports Med*, 2001, 35: 231-234.
83. Duche P, Ducher G, Lazzer S, Dore E, Tailhardat M, Bedu M. Peak power in obese and nonobese adolescents: effects of gender and braking force. *Med Sci Sports Exerc*, 2002, 34: 2072-2078.
84. Inbar O, Bar-Or O. Anaerobic characteristics in male children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 1986, 18: 264-269.

85. Green S. Measurement of anaerobic work capacities in humans. *Sports Med*, 1995, 19: 32-42.
86. Kaczowski W, Montgomery DL, Taylor AW, Klissourous V. The relationship between muscle fiber composition and maximal anaerobic power and capacity. *J Sports Med Phys Fitness*, 1982, 22: 407-413.
87. Şahin G. Anaerobik Bisiklet. İçinde: *Egzersiz Fizyolojisi, Laboratuvar El Kitabı*, Özer MK, (Çeviri editörü). Exercise Physiology, Laboratory Manuel, Beam W, Adams G. 6. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık, 2013: 89-98.
88. Weineck, J. Fitness Training in Fotboll. Çeviri: Bağırhan T. *Futbolda Kondisyon Antrenmanı*, 4. Baskı. Ankara, Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2011: 117-205.
89. Dahab KS, McCambridge TM. Strength training in children and adolescents. *Sports Health*, 2009, 1: 223-226.
90. Günay M, Yüce AT, Çolakoğlu T. *Futbol Antrenmanlarının Bilimsel Temelleri*, 2. Baskı. Ankara, Seren Ofset, 1996: 150.
91. Muratlı S. *Çocuk ve Spor*, 2. Baskı. İstanbul, Nobel Yayınevi. 2007: 4-116.
92. Dündar U. *Antrenman Teorisi*, 2. Baskı. Ankara, Bağırhan Yayınevi, 1995: 3-151.
93. Açıkkada C, Ergen E. *Bilim ve Spor*, 1. Baskı. Ankara, Büro Tek Ofset Matbaacılık, 1990: 14-40.
94. Stone MH, Sands WA, Pierce KC, Carlock J, Cardinale M, Newton RU. Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2005, 37: 1037-1043
95. Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther*, 1967, 47: 114- 117.
96. Perrin DH. Reliability of isokinetic measures. *J Athl Training*, 1986, 21: 319-321.
97. Thistle HG, Hislop HJ, Moffroid M, Lowman EW. Isokinetic contraction: A new

- concept of resistive exercise. *Arch Phys Med Rehabil*, 1967, 48: 279- 282.
98. Moffroid MT, Whipple R, Hofkosh J, Lowman E, Thistle H. A study of isokinetic exercise. *Phys Ther*, 1969, 49: 735-747.
99. Johnson J, Siegel D. Reliability of an Isokinetic Movement of the Knee Extensors. *Res Q*, 1978, 49: 88-94.
100. Murray MP, Gardner GM, Mollinger LA, Sepic SB. Strenght of isometric and isokinetic contraction: knee muscles of men aged 20 to 86. *Phys Ther*, 1980, 60: 412-419.
101. Brown LE, Whitehurst M, Findley BW, Gilbert R, Groo DR., Jimenez JA. Effect of repetitions and gender on acceleration range of motion during knee extension on an isokinetic device. *J Strength Cond Res*, 1998, 12: 222-225.
102. Wilkin LD, Haddock BL. Isokinetic strength of collegiate baseball pitchers during a season. *J Strength Cond Res*, 2006, 20: 829–832.
103. Deniz E. Diz osteoartritinde denge-koordinasyon egzersizlerinin intraartiküler hyaluronik asit uygulamasının ve fizik tedavinin ağrı fonksiyonel proprioseptif bozukluk ve yaşam kalitesi üzerine kısa dönemdeki etkinliklerinin karşılaştırılması. Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği, Uzmanlık Tezi, İstanbul: Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 2005.
104. Iossifidou AN, Baltazopoulos V. Peak power assessment in isokinetic dynamometry. *Eur J Apply Physiol*, 2000, 82: 158-160.
105. Güral B, Yılmaz İ. İzokinetik kuvvet antremanı. *Spormetre*, 2013, 11: 1-11.
106. Kjeld T, Rasmussen MR, Jattu T, Neilsen HB, Secher NH. Ischemic preconditioning of one forearm enhances static and dynamic apnea. *Med Sci Sports Exerc*, 2014, 46: 151–155.
107. Jones H, Nyakayiru J, Bailey TG, Green DJ, Cable NT, Sprung VS, Hopkins ND,

- Thijssen DH. Impact of eight weeks of repeated ischaemic preconditioning on brachial artery and cutaneous microcirculatory function in healthy males. *Eur J Prev Cardiol*, 2015, 22: 1083–1087.
108. Foster GP, Westerdahl DE, Foster LA, Hsu JV, Anholm JD. Ischemic preconditioning of the lower extremity attenuates the normal hypoxic increase in pulmonary artery systolic pressure. *Respir Physiol Neurobiol*, 2011, 179: 248–253.
109. Paradis-Deschênes P, Joanisse DR, Billaut F. Sex-specific impact of ischemic preconditioning on tissue oxygenation and maximal concentric force. *Front Physiol*, 2017, 7: 674-682.
110. Patterson SD, Bezodis NE, Glaister M, Pattison JR. The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. *Med Sci Sports Exerc*, 2015, 47: 1652–1658.
111. Kraus AS, Pasha EP, Machin DR, Alkatan M, Kloner RA, Tanaka H. Bilateral Upper Limb Remote Ischemic Preconditioning Improves Anaerobic Power. *Open Sports Med J*, 2015, 9: 1-6.
112. Lalonde F, Curnier DY. Can anaerobic performance be improved by remote ischemic preconditioning? *J Strength Cond Res*, 2015, 29: 80–85.
113. Paixao RC, da Mota GR, Marocolo MF. Acute effect of ischemic preconditioning is detrimental to anaerobic performance incyclists. *Int J Sports Med*, 2014, 35: 912–915.
114. Hittinger EA, Maher JL, Nash MS. Ischemic preconditioning does not improve peak exercise capacity at sea level or simulated high altitude in trained male cyclists. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2015, 40: 65–71.

115. Ferreira TN, Sabino-Carvalho JL, Lopes TR, Ribeiro IC, Succi JE, DA Silva AC, Silva BM. Ischemic preconditioning and repeated sprint swimming: a placebo and nocebo study. *Med Sci Sports Exerc*, 2016, 48: 1967-1975.



EKLER

EK-1. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Selin BİÇER BAİKOĞLU Doğum tarihi: 15/02/1981 Doğum Yeri: İstanbul Medeni Hali: Evli Uyruğu: T.C. Adres: İstanbul Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, 34320 İSTANBUL Tel: 0530 521 22 23 Faks: 0212 473 72 79 E-mail: ersanturan2002@hotmail.com
Eğitim
Lise: Dumlupınar Lisesi / MERSİN (2001) Lisans: Mersin Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu (2005-2009) Yüksek Lisans: Mersin Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı (2009-2013) Doktora: Atatürk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı (2013-2017)
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce:
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar
-
İlgi Alanları ve Hobiler
Spor, kitap, bilgisayar

EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU

SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ALT ETİK KURUL KARARI

Spor Sağlık Bilimleri Anabilim Dalı doktora öğrencisi Selin Biçer BAİKOĞLU' nun
"Femoral Bölgede Manşonla Yaratılan İskemik Önkoşullanma (IPC) Sonrası Kas
Kuvveti ve Performans Parametrelerinde Ortaya Çıkan Değişkenlerin İncelenmesi"
başlıklı doktora tez çalışması görüşüldü.

İlgilinin doktora tez çalışması alt etik kurulda onaylanarak mevcudun oybirliği ile
karar verildi. 13.08.2015

ADI SOYADI	GÖREVİ	İMZA
Doç. Dr. Murat KALDIRIMCI	Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Etik Alt Kurul Başkanı	M. K.
Doç. Dr. İlhan ŞEN	Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Etik Alt Kurul Başkan Yardımcısı	İ. Ş.
Yrd.Doç. Dr. Orcan MIZRAK	Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Etik Alt Kurul Üyesi	O. M.
Yrd. Doç. Dr. Ahmet ŞİRİNKAN	Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Etik Alt Kurul Üyesi	A. Ş.
Yrd. Doç. Dr. Yunus ÖZTAŞYONAR	Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Etik Alt Kurul Üyesi	Y. Ö.

EK-3. GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLMESİ ve RIZASININ ALINMASI PROTOKOLÜ

GÖNÜLLÜLERİN BİLGİLENDİRİLDİĞİ VE RIZASININ ALINDIĞI GÖSTEREN ANA ESASLAR

Femoral Bölgede Manşonla Yaratılan İskemik Önkoşullama Sonrası Kas Kuvveti ve Performans Parametrelerinde Ortaya Çıkan Değişkenlerin İncelenmesi'

Spor biliminin uğraş konularının başında performansın tüm boyutları ile artırılması gelmektedir. Sporcuların başarısının temelinde sporu en sağlıklı ve en iyi performansta yapmaları yatmaktadır ve bu sebeple performanslarını geliştirmek için sürekli olarak bedensel yeteneklerini ve bunu sağlayacak olan bilimsel bilginin sınırlarını zorlamaktadırlar. Maksimum performans; bir kişinin veya sporcunun fiziksel bir aktiviteyi (egzersiz, antrenman gibi) yerine getirmedeki yeterlilik kapasitesinin derecesi ve çeşitli fiziksel antrenman uygulamalarının etkinlik derecesi olarak değerlendirilir. Maksimum performans değerlendirmesindeki ana amaç, fiziksel aktivite sırasında iskelet kaslarında aerobik ve anaerobik metabolizmayla açığa çıkan enerji miktarının değerlendirilmesidir. Anaerobik enerji sistemi kısa sürede tamamlanan ve maksimum güç gerektiren spor branşlarında kullanılan bir terimdir. Maksimal ve supramaksimal fiziksel aktivite sırasında iskelet kaslarının anaerobik enerji transfer sistemlerini kullanarak meydana getirdiği iş kapasitesi “anaerobik kapasite” olarak tanımlanmaktadır. Egzersiz yoğunluğu yükseldiğinde, oksijen yetersizliğinin başladığı noktada, ATP re-sentezi anaerobik metabolizmayla desteklenir. Kas ve kanda laktik asit birikmeye başlar. İş yükü artırılarak yapılan egzersiz testinde anaerobik eşik değer gaz değişim yöntemleriyle tayin edilirse, Anaerobik Eşik Değer diye tanımlanır. Anaerobik eşik değer aerobik kapasite derecesinin önemli göstergesidir. Bir dokuya giden kan akımı kesildiğinde, o dokudaki hücrelerinin işlevlerinin bozulması ile başlayan ve hücre ölümüne kadar ilerleyen bir dizi kimyasal olay gerçekleşir. Hücresel işlevlerin

gerçekleşebilmesi için gerekli temel molekül oksijendir. Normal hücre işlevleri için gerekli olan yüksek enerjili fosfat bağları aerobik metabolizma ile sağlanmaktadır. Oksijen yetersizliği durumunda ise anaerobik metabolizma devreye girmektedir; bu olay da laktik asit ve toksik metabolitlerin birikimi ile sonuçlanmaktadır. Arterlerde herhangi bir nedene bağlı olarak çıkan tıkanma sonucu dokuya giden kan akımının bozulması iskemi olarak tanımlanır. İskemiye neden olan etken ortadan kaldırılarak dokuya kan akımının tekrar düzenlenmesine reperfüzyon denir. İskelet kası ve egzersiz performansı üzerine yapılan çalışmada iskemi ve reperfüzyonun tekrarlı olarak oluşan nöbetlerine İskemik Önkoşullama denir. Yapılan son çalışmalarda iskemi de kısa nöbetler yaratarak sporcuda anaerobik ve aerobik enerji üretimini ve güç çıkışını arttırdığı görülmektedir. İskemik adaptasyon doku ve iskelet kasında dahil olmak üzere oksijen taşınmasını geliştirmek ve maksimal yapılan egzersizlerde performansı arttırmada yerel ve sistematik etkileri vardır. Yapılan bu çalışmanın amacı sporcuların alt ekstremitelerine iskemik önkoşullanma ve reperfüzyon uygulayarak toparlanma, anaerobik dayanıklılık ve kas kuvveti üzerindeki etkilerini incelemektir. Aynı zamanda çalışmanın odak noktası olarak maksimal ve supramaksimal yapılan egzersizler boyunca performanstaki güç çıkışlarına iskemik önkoşullanmanın etkisi üzerinde durmaktır.

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Yapılan bu çalışmanın amacı iskemik önkoşullama faktörü ile yapılan egzersizin sporcuların alt ekstremitelerine basınçlı manşon ile iskemi oluşturarak uzun dönemde toparlanma, anaerobik dayanıklılık ve kas kuvveti üzerine yarattığı fizyolojik etkilerini incelemektir. Kişiler için beklenen yararlar egzersiz sırasında toparlanma, anaerobik dayanıklılık ve kas kuvveti gibi fizyolojik etkilerinin olumlu bir şekilde gelişmesidir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Genel cerrahi uzmanı doktor Serkan Baikoğlu veya onun görevlendireceği bir hekim yada araştırmacı tarafından muayene edileceksiniz ve bulgular kaydedilecektir. Uygulama sonucunda uygun görülürse bu çalışmaya alınacaksınız.

Çalışmaya katılacak olan kişilere sadece fiziksel muayene yapılacak herhangi bir gelişimsel tetkik uygulanmayacaktır.

Bu araştırmada size “wingate” anaerobik güç testi ve izokinetik kuvvet testi uygulanacaktır. Bu araştırmada yer almanız öngörülen süre 4-6 hafta ve haftada 2 gündür. Bu araştırmada sizin için manşonla basınç uygulanan bölgede ufak tefek morlukların oluşabilmesi gibi riskler ve rahatsızlıklar söz konusu olabilir.

Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir.

Proje yürütülmesi esnasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirsiniz (ancak araştırmacılar zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacaktır). Bu durumda da sonraki bakımınız garanti altına alınacaktır. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma da tutulabilirsiniz.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun tedavisi sorumlu araştırmacı tarafından yapılacak, tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük talep edilmeyecektir.

Genel Cerrahi Uzmanı Dr. Serkan Baikoğlu 0530 505 586 75 25

Karadeniz Cad. Barış Mah. Asevler Apt. 2/8 Beylikdüzü İSTANBUL

BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Katılımcı

Ad-Soyad :

Adres :

Telefon :

İmza :

Velisi

Ad-Soyad :

Adres :

Telefon :

İmza :

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Ad-Soyad :

Adres :

Telefon :

İmza :

Görüşme Tanığı

Ad-Soyad :

Adres :

Telefon :

İmza :