



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**KESİNTİLİ PNÖMATİK KOMPRESYON
MASAJININ ELİT TEKVANDOCULARDA
MAKSİMAL EGZERSİZ SONRASI AKUT
ALGISAL YORGUNLUK VE FİZYOLOJİK
TOPARLANMA ÜZERİNE ETKİSİ**

Gamze ATALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Ahmet AYAR

TRABZON-2018

ONAY

Bu tez Yüksek Lisans standartlarına Uygun Bulunmuştur.

Prof. Dr. Ahmet AYAR

Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı



Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fizyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Gamze ATALI'nın hazırladığı “Kesintili Pnömatik Kompresyon Masajının Elit Tekvandocularda Maksimal Egzersiz Sonrası Akut Algısal Yorgunluk ve Fizyolojik Toparlanma Üzerine Etkisi” başlıklı tez KTÜ Lisansüstü Eğitim- Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca kapsam ve bilimsel kalite yönünden değerlendirilerek Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Ahmet AYAR



Yüksek Lisans Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Ahmet AYAR



Prof. Dr. Selim KUTLU



Doç. Dr. Mukadder OKUYAN



Tarih: .../.../2018

Bu tez KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../2018 tarih vesayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ali Osman KILIÇ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının KTÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzu standartlarına uygun olarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

.../.../2018

Gamze ATALI

İthaf

Bu yüksek lisans tezimi, benim bu günlere gelmemde emeği olan ve desteklerini esirgemeyen anneme, babama, eşıme ve tüm hocalarıma ithaf ediyorum

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında benden bilgilerini, deneyimlerini ve desteğini esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım KTÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Ahmet AYAR'a, her zaman yanımda olan, bana inanan ve güvenen, varlığımın anlamı olan değerli aileme en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Gamze ATALI



Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından TYL-2017-6014 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL ve ONAY	
BEYAN	
TEŞEKKÜR	
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLERİN DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ ve AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER	6
4.1. Masajın Fizyolojik Etkileri	6
4.2. Masajın Sportif Performansa Etkisi	7
4.3. Masajın Toparlanma Üzerine Etkisi	8
4.4. Tekvando Sporu	9
4.5. Tekvando Sporu İçin Fizyolojik Gereklilikler	10
4.6. Sportif Performans	11
4.6.1. Performansı Etkileyen Faktörler	11
4.6.1.1. Yaş	11
4.6.1.2. Cinsiyet	12
4.6.1.3. Kinantropometrik Özellikler	12
4.6.1.4. Genetik	12
4.6.1.5. Kalp Hızı	13
4.6.1.6. Aerobik Kapasite	14
4.6.1.7. Anaerobik Kapasite	16
4.6.1.8. Anaerobik Eşik	17
4.6.1.9. Yorgunluk	18
4.7. Egzersiz Sonrası Toparlanma	19
4.7.1. Toparlanma Hızına Etki Eden Faktörler	21
4.7.2. Toparlanma Yöntemleri	21

4.7.2.1. Aktif Toparlanma	22
4.7.2.2. İntermitant Pnömatik Kompresyon Masajı	23
4.8. Kardiyopulmoner Kapasite ve Sportif Performans	24
4.8.1. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi	24
4.8.1.1. Bisiklet Ergometresi Protokolleri	27
4.8.1.2. Kardiyopulmoner Egzersiz Testini Sonlandırma Kriterleri	28
4.8.1.3. Kardiyopulmoner Egzersiz Testinde Ölçülebilen Temel Parametreler	28
5. GEREÇ ve YÖNTEM	30
5.1. Etik Kurul Onayı	30
5.2. Çalışmaya Katılan Kişilerin Seçimi	30
5.3. Bilgilendirilmiş Onam Formu	30
5.4. Egzersiz Testi Uygunluk ve Onam Formu	30
5.5. Çalışma Dizaynı	30
5.6. Ölçümler	31
5.6.1. Vücut Kitle İndeksi (VKİ) Ölçümü	31
5.6.2. Spirometre Testi	31
5.6.3. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi	32
5.6.4. Borg'un Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)	33
5.7. Müdahale	33
5.7.1. Pnömatik Kompresyon Masaj Protokolü	33
5.7.2. Aktif Toparlanma Protokolü	35
5.8. İstatistiksel Analiz	35
6. BULGULAR	36
6.1. Bazal Kalp Hızı Değerleri	36
6.2. Maksimum İş Yüğü Değerleri	36
6.3. Pik VO ₂ (Zirve Oksijen Alımı) Değerleri	38
6.4. Solunumsal Eşik (Anaerobik Eşik) VO ₂ Değerleri	39
6.5. Beklenen Pik VO ₂ Düzeylerine Göre Ölçülen Pik VO ₂ 'nin Yüzdesi	40
6.6. Kalp Atım Hızında Değişim	41
6.7. Kalp Hızı Yedeği	42
6.8. Solunum Değişim Katsayısı (RER)	44
6.9. Algılanan Zorluk Derecesi (Borg Ölçeği)	45
7. TARTIŞMA ve SONUÇ	47

8. KAYNAKLAR	55
9. EKLER	65
9.1. Ek 1. Bilgilendirilmiş Onam Formu	65
9.2. Ek 2. Egzersiz Testi Uygunluk ve Onam Formu	66
9.3. Ek 3. Borg'un Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)	68
10. ETİK KURUL ONAYI	69
11. ÖZGEÇMİŞ	72



TABLÖLAR DİZİNİ**Tablo****Sayfa****Tablo 1.** Fiziksel özelliklerin kalıtımsal geçiş oranları

13



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. Katılımcı tekvandocuların yaş ve vücut kitle indeksi ortalama değerleri	36
Şekil 2. Elit tekvandoculararda pnömatik masajla toparlanma ve aktif toparlanma protokollerinde tükeninceye kadar gerçekleştirilen birinci ve ikinci maksimum efor bisiklet ergometre testinde ortalama maksimum iş yükü grafiği	37
Şekil 3. Elit tekvandoculararda pnömatik masajla toparlanma ve aktif toparlanma protokollerinde tükeninceye kadar gerçekleştirilen birinci ve ikinci maksimum efor bisiklet ergometre testi ile belirlenen ortalama pik VO_2 değerleri	38
Şekil 4. Elit tekvandoculararda pnömatik masajla toparlanma ve aktif toparlanma protokollerinde tükeninceye kadar gerçekleştirilen birinci ve ikinci maksimum efor bisiklet ergometre testi anaerobik eşikte pik VO_2 grafiği	40
Şekil 5. Elit tekvandoculararda pnömatik masajla toparlanma ve aktif toparlanma protokollerinde tükeninceye kadar gerçekleştirilen birinci ve ikinci maksimum efor bisiklet ergometre testinde beklenen pik VO_2 düzeylerine göre ölçülen pik VO_2 'nin % grafiği	41
Şekil 6. Elit tekvandoculararda tükeninceye kadar gerçekleştirilen maksimum efor bisiklet ergometre testinden sonra kalp atım hızında değişim parametresi bakımından toparlanma üzerine pnömatik masaj ve aktif toparlanma protokollerinin etkisi	42
Şekil 7. Elit tekvandoculararda tükeninceye kadar gerçekleştirilen maksimum efor bisiklet ergometre testinden sonra kalp hızı yedeği parametresi bakımından toparlanma üzerine pnömatik masaj ve aktif toparlanma protokollerinin etkisi	43
Şekil 8. Elit tekvandoculararda tükeninceye kadar gerçekleştirilen maksimum efor bisiklet ergometre testinden sonra solunum değişim katsayısı (RER) parametresi bakımından toparlanma üzerine pnömatik masaj ve aktif toparlanma protokollerinin etkisi	44

Şekil 9. Elit tekvandoculara tükeninceye kadar gerçekleştirilen maksimum efor bisiklet ergometre testinden sonra algılanan zorluk derecesi (Borg ölçeği) bakımından toparlanma üzerine pnömatik masaj ve aktif toparlanma protokollerinin etkisi



RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 1. Pnömatik kompresyon cihazı	34
Resim 2. Kol ve bacak manşonu (İkişer adet dört bölmeli)	34



KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AE	Anaerobik Eşik
ATP	Adenozin Trifosfat
BR	Solunum Yedeği
C(a-v)O ₂	Arteriovenöz Oksijen Farkı
CO ₂	Karbondioksit
CP	Kreatin Fosfat
EKG	Elektrokardiyografi
HR	Kalp atım Hızı (Heart Rate)
IC	İnspiratuvar Kapasite
IPC	İntermitant Pnömatik Kompresyon
KH	Kalp Hızı
KPET	Kardiyopulmoner Egzersiz Testi
MET	Metabolik Eşitlik (Metabolik Equivalent)
Min-Max	Minimum- Maximum
MVV	Maksimum İstemli Ventilasyon
O ₂	Oksijen
PC	Fosfokreatin
PETCO ₂	Tidal Volüm Sonu Karbondioksit Parsiyel Basıncı
PETO ₂	Tidal Volüm Sonu Oksijen Parsiyel Basıncı
PH	Hidrojenin Gücü (Power of Hydrogen)
Pik VO ₂	Zirve Oksijen Alımı
R	Solunum Değişim Oranı
RER	Solunum Değişim Katsayısı
RQ	Solunum Katsayısı
SaO ₂	Arteriel Oksijen Satürasyonu
SpO ₂	Oksijen Satürasyonu
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
SS	Standart Sapma
SV	Stroke Volüme, Atım Hacmi
VC	Vital Kapasite

VCO_2	Karbondioksit Üretimi
VD	Fizyolojik Ölü Boşluk
VE	Dakika Ventilasyonu
VKI	Vücut Kütle İndeksi
VO_2	Oksijen Tüketimi
$VO_{2\max}$	Maksimum Oksijen Tüketimi
TV	Tidal Volüm
WR	Work Rate (iş yükü)



1. ÖZET

Kesintili Pnömatik Kompresyon Masajının Elit Tekvandocularda Maksimal Egzersiz Sonrası Akut Algısal Yorgunluk ve Fizyolojik Toparlanma Üzerine Etkisi

Kısa zamanda ardışık müsabakanın yapıldığı spor dallarında, sporcuların optimum başarısı için sporcuyu yeni müsabaka ve antrenmana kadar dinlendirmek, bir önceki aktivite sonucu oluşan yorgunluk belirtilerini ortadan kaldırıp toparlanmayı hızlandırmak kritik önem arz etmektedir. Sporcu masajı, aktif toparlanma protokolü, kriyoterapi, suya daldırma, hiperbarik oksijen tedavisi, nonsteroid anti-enflamatuar ilaçlar, kompresyon giysileri ve germe gibi yöntemler bu amaçla kullanılmakta ancak hangisinin etkinlik ve uygunluk bakımından ideal olduğu konusunda kesin bir kanı bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı, pnömatik kompresyon masajının tekvandocularda maksimum egzersiz sonrası toparlanma üzerine etkisini incelemektir. Bu amaçla, 10 erkek elit tekvandoçu bisiklet ergometresinde şiddeti giderek artan (5 watt/20 sn) test protokolünde (60 rpm sabit pedal hızı) maksimal egzersiz protokollü kardiyopulmoner egzersiz testi gerçekleştirdi. Testin hemen sonunda intermitant pnömatik kompresyon (alt ekstremitelere 20 dakika boyunca 80 mmHg, üst ekstremitelere 10 dakika boyunca 60 mmHg basınç) ile toparlanma protokolünün akut dönemde fizyolojik derlenme parametreleri (kalp hızı, kalp hızı yedeği ve solunum katsayısı) ve algısal yorgunluk (Borg ölçeği) üzerine etkileri aktif toparlanma (yük alınarak 30-35 devir/dk pedal çevirerek) ile karşılaştırmalı olarak incelendi. Pnömatik kompresyon masajı, aktif toparlanmayla karşılaştırıldığında solunum değişim katsayı (6. ve 7. dakikalarda), kalp hızı düşüşü (6-11 ve 12. dakikalarda), kalp hızı yedeği (6. dakikadan itibaren) gibi toparlanma parametreleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde üstün olduğu saptandı. Algılanan yorgunluk dereceleri bakımından protokoller arasında fark tespit edilmedi. Uygulama kolaylığı ve cihazın masaj uygulama standartizasyonu da dikkate alındığında, pnömatik kompresyon masajının tekvando şampiyonaları gibi ardışık turlar arasında sporcuların daha hızlı toparlanmasına ve sonraki turda daha iyi bir performans için faydalı ve uygulanabilir olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Sözcükler: Aerobik kapasite, aktif toparlanma, egzersiz, maksimum oksijen tüketimi, pnömatik kompresyon, toparlanma

2. SUMMARY

Effect of Pneumatic Compression Massage on Acute Perceptual Fatigue and Physiological Recovery Following Maximal Exercise in Elite Taekwondo Athletes

It is critically important in competitions that take place successively to allow athletes rest until the next competition and training and to accelerate their recovery by eliminating exertion caused by the previous competition, so that athletes can attain optimum success. Such methods as sportive massage, active recovery protocol, cryotherapy, water immersion, hyperbaric oxygen therapy, non steroidal anti-inflammatory drugs, compression suits and stretching methods are used to this end but it is not clear which method is ideal for efficacy and suitability. The current study focused on evaluating the effect of pneumatic compression massage on recovery after maximal exercise among athletes. For this purpose, 10 elite taekwondo athletes performed cardiopulmonary exercise test with maximal exercise protocol using cycle ergometer using incremental ramp test (5 watt/20 second, constant pedal rate of 60 rpm). Right after the test, using intermittent pneumatic compression (to lower extremities 80 mmHg for 20 minutes, for upper extremities 60 mmHg for 10 minutes) the effect of recovery protocol on parameters of physiological recovery during acute period (heart rate, heart rate reserve and respiratory exchange ratio) and perceived exertion (Borg scale) was assessed by comparing with active recovery (at 30-35 rpm pedaling). When pneumatic compression massage was compared to active recovery, it was determined that the massage was statistically better in terms of such recovery parameters as respiratory exchange ratio (in the 6th and the 7th minutes), decrease in heart rate (between the 6th and the 11th and in the 12th minutes), heart rate reserve (from the 6th minute). There was no difference between the protocols in terms of rating of perceived exertion. Considering its easy implementation and massage standardization, we think that pneumatic compression massage is helpful and can be used because it provides a fast recovery among the athletes in competitions that take place successively like taekwondo, and a better performance for the next competition.

Key Words: Active recovery, aerobic capacity, exercise, maximal oxygen uptake, pneumatic compression, recovery

3. GİRİŞ ve AMAÇ

Sporda başarının temelinde sporcunun sağlık ve performansı kritik öneme sahiptir. Antrenmanlar ve yarışmalar sırasında, profesyonel sporcular yüksek fiziksel ve psikolojik zorlamalara maruz kalabilirler. Tekrarlayan bu egzersiz stresleri performansta giderek düşmeye yol açabilir. Sürdürülebilir bir yüksek performans için etkin toparlanma çok önemlidir. Bu nedenle, atletler ve antrenörler egzersiz sonrası etkili ve olabildiğince hızlı bir toparlanma süreci sağlamak ve performansı bu yolla arttırmak/korumak için etkili toparlanma stratejileri geliştirme arayışlarını sürdürmektedir (1).

Bazı spor branşlarında kısa zaman aralıkları ile (bazen aynı gün hatta saat içinde) ardışık müsabakalar yapılmaktadır. Bu gibi durumlarda müsabaka anında yüksek efor göstermenin önemi kadar, bu yüksek efor gücünü tekrarlanacak olan müsabaka esnasında da koruma zorunluluğun önemi de gündeme gelmektedir. Bu amaçla müsabaka aralarının kısa olması nedeniyle zorlu müsabakalardan çıkmış sporcu yeni müsabakaya kadar dinlendirmek, yorgunluk belirtilerini ortadan kaldırıp toparlanmanın sağlanması gerekmektedir. Dolayısıyla etkin toparlanma özellikle bu tip spor branşlarında daha yüksek başarı sağlamaları ve sporcuların sağlıklı kalmaları için kritik öneme sahiptir (2).

Antrenman ve müsabakanın stres unsurları geçici olarak sporcunun performansını bozabilir. Bu bozulma, antrenman ve müsabakadan sonra dakikalar veya saatler sürebilir veya birkaç gün kadar daha uzun sürebilir. Antrenman ve müsabaka stresleri arasında uygun bir dengenin sağlanması ve sporcuların performansını en üst düzeye çıkarmak için toparlanma önemlidir (3).

Yüksek performans gerektiren bir antrenman veya sportif yarış sporcu akut ve kronik olarak strese sokabilir (laktik asit oluşumu vd). Anaerobik metabolizmaya bağlı laktik asit oluşumu pH düşmesi sonucunda kas kasılmasını ve sonuçta sportif kapasiteyi olumsuz etkiler. Anaerobik metabolizma sadece metabolik verimliliği (1 molekül glikozdan daha düşük ATP üretimi) olumsuz etkilemekle kalmaz artmış bir yorgunluğa yol açar ve sporcunun performansı düşer (2). Egzersiz sonrasında metabolik hız bir süre hızlı devam etmekte, bu dönemde fosfojen depoları tamamlanmakta, myoglobin oksijenasyonu sağlanmakta, kas ve kan dokuda biriken laktik asit uzaklaştırılmaktadır.

Bu dönem toparlanma olarak ifade edilir (4). Sporcuda antrenmanın ya da müsabakanın yoğun yüklenmelerinden sonra oluşan yorgunluğun en iyi şekilde giderilmesi toparlanma ile gerçekleşir. Toparlanma sporcu için çok önemlidir ve performansını ortaya koymasında önemli rol oynar (5).

Sporcular antrenman sonrası toparlanamazsa giderek yorulurlar ve bu olumsuz etki sporcuda uzun süreli performans kayıplarına yol açar. Ayrıca bağışıklık sistemi baskılanır ve enfeksiyonlara yakalanma ve sportif aktiviteye bağlı sakatlanma riskleri yükselir. Başka herhangi bir tıbbi sebep bulunmaması halinde bu duruma sporcuların aşırı egzersiz sendromu (overtraining), tükenmişlik, yıpranma veya kronik yorgunluk olarak ifade edilir (6).

Toparlanmanın öneminin anlaşılmasından sonra, sporcuların antrenman verimi ve müsabaka başarılarını artırmak için etkili ve verimli toparlanma yöntemleri geliştirme araştırma konusu ve bir disiplin haline gelmiştir (7). Bu yöntemler arasında masaj, soğuk suya daldırma, elektrik stimülasyonu, kompresyon, aktif toparlanma, germe, uyku, diyet stratejileri, hidroterapi ve akupunktur yer almaktadır (3, 7, 8). Spor masajı en yaygın toparlanma yöntemlerindendir. Egzersiz sonrası masajın, kas gücünün iyileştirmesini arttırdığı, geç evre kas ağrısını azalttığı bildirilmiştir (7). Masajın egzersiz sonucu gelişen kas gerginliğini, kas ağrısını, şişlik ve spazmı azalttığı, esnekliği, hareket açıklığını ve kasa kan akışını arttırdığı, kan laktat veya kreatin kinaz gibi maddelerin uzaklaştırılmasına katkı sağladığı inanılmaktadır (1).

Son zamanlarda intermitan pnömatik kompresyon da toparlanma yöntemleri arasında popülerlik kazanmıştır (7, 9). İntermitan kompresyon, pompaya bağlı pnömatik manşetlerin ekstremitelere uygulandığı basit bir cihazlı masaj tekniğidir. Oldukça güvenli ve görünüşte risksizdir. Kolay uygulanabilir olmasının yanında etkindir, çünkü yürüyüş esnasında kas kontraksiyonuyla bacak damarları üzerinde doğal olarak oluşan intermittan kompresyonu taklit eder (10). Ancak egzersiz sonrası toparlanma için bu yöntemin etkinliği hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır (7).

Farklı toparlanma yöntemlerinin egzersiz performansı üzerine etkileri tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Tekvando müsabakalarında olduğu gibi günde birden çok müsabakanın yapıldığı spor branşları için müsabakalar arasındaki dinlenme süreleri kısaldıkça bu kısa süreyi etkin değerlendirme ve toparlanmanın önemi de bir o kadar

artmaktadır. Kısılan bu dinlenme aralıklarında bir sonraki müsabaka için daha çabuk toparlanan sporcuların daha başarılı olabildikleri tartışılmazdır.

Ancak kulüplerde masaj uygulayıcılarının sınırlı olması, manüel masaj sırasında uygulanan basıncın ayarlanmasında ve sürdürülmesinde yaşanan standardizasyon zorlukları, toparlanma için alternatif yöntemler arasında yer alan soğuk uygulamalar sırasında bazı sporcularda soğuk hassasiyeti gelişmesi veya psikolojik rahatsızlık hissinin yaşanması, yine zıt (sıcak-soğuk) banyo veya duşlar, yüzme, soğuk suya dalma gibi toparlanma yöntemleri için ciddi maliyeti de olan ekstra ortamlara olan ihtiyaçlar bu gibi yöntemlerin etkinlik ve pratikliğini kısıtlamakta, benzeri hatta mümkünse daha etkin ve pratik yöntemlere olan ihtiyacı ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda alternatif toparlanma yöntemlerinden olan pnömatik kompresyonla masaj uygulaması ile ilgili çalışmalar yapılmış ancak uygulanan protokollerin bazıları sadece alt ekstremiteleri hedef almaktadır. Üst ekstremitelere yönelik etkili bir yöntem konusunda daha da kısır bilgiler mevcuttur. Bu nedenle pnömatik kompresyon uygulaması ile müsabaka ya da antrenman sırasında veya sonrasında meydana gelen yorgunluktan toparlanma konusunda; turnuvalarda ardışık fiziksel aktivite yapmak zorunda olan tekvandocular gibi yarışmacı sporcularda performansı korumak/artırmaya yönelik pratiğe uygulama potansiyeli olan bilgilere ihtiyaç vardır.

Bu tez çalışması, pnömatik kompresyon masajının elit tekvandocularda maksimal egzersiz aktivitesi sonrası fizyolojik ve algısal derlenme (toparlanma) üzerine etkisini incelemek amacıyla planlanmıştır.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Masajın Fizyolojik Etkileri

Masaj, eski uygarlıklardan beri birçok kültürde tedavi edici bir modalite olmuştur ve sporda kullanımı uzun bir geleneğe sahiptir (11). Sağlığı ve mutluluğu desteklemek amacıyla vücut dokularının ritmik basınç ve stroking ile mekanik manipasyonu olarak tanımlanır. Masaj müsabaka öncesi hazırlık, müsabakalar arasında ve müsabakadan sonra toparlanmaya yardımcı olmak gibi genel yaklaşımlarda özel sorunların tedavisinden daha çok kullanılır (12).

Spor masajı çeşitli şekillerde yapılabilir. Lokal veya genel olabileceği gibi el ile ya da mekanik (pnömasaj, hidromasaj, vibromasaj) yöntemler kullanılarak da yapılabilir (5).

Masajın tendon ve bağ doku gerginliğini iyileştirdiği, kas gerginliği ve spazmı azalttığı yönünde faydaları olduğu bildirilmektedir. Ayrıca masajın özellikle kas kan akışını hızlandığı için yoğun egzersiz sonrası kas toparlanmasını hızlandığı ve bu yolla sporda tekrarlanan aktiviteler için performansı olumlu etkilediği düşünülmektedir (11).

Egzersiz kaynaklı kas hasarı genellikle alışılmadık fiziksel aktivitenin ardından veya normal sürenin veya yoğunluğun üzerinde fiziksel aktiviteyi takiben yaşanır. Egzersiz kaynaklı kas hasarının başlamasından sorumlu mekanik faktörler tam olarak bilinmemekte olup bireysel yatkınlık gibi faktörler de rol oynamaktadır. Bununla birlikte, doğasında mekanik veya metabolik faktörlerin olduğu açıktır (13).

Masajın stres hormonu kortizolü düşürdüğü ve serotonin ve dopamin düzeylerini ise arttırdığı bildirilmiştir. Masaj yoluyla kas üzerindeki mekanik basınç, sinir sistemi aktivitesi ile ilişkilendirilmiştir. Bu sinirsel değişikliklerin kas gerginlikleri, spazm ve ağrı üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (14).

Masaj esnasında yüzeysel cilt üzerine uygulanan friksiyon, uygulama alanında yerel ısınmaya yol açar ve sonuç olarak lokal hiperemi sağlamak için önerilir. Bu yerel ısı artışının lokal mikrodolaşımda artış sonucu geliştiği düşünülmektedir (12).

Masaj ağrının algılanmasını veya ağrı eşiğini etkileyerek ağrı kontrolüne yardımcı olabilir. Herhangi bir yaralanma sonucu o bölgede zararlı kimyasallar oluştuğunda, ağrı

sinyalleri tetiklenerek merkezi sinir sistemine taşınır. Masaj uygulaması ile, hasara uğramış olan bu periferik sahalardaki ağrının azaltılmasında pozitif etkilere sahiptir. Masaj ile yaralanma bölgesindeki lokal dolaşım artırılarak ağrı oluşturan kimyasallar azaltılabilir veya uzaklaştırılabilir (15).

Kalp atış hızını azaltması, kan basıncını düşürmesi, endorfin gibi gevşeme maddelerini artırması gibi bazı kanıtlar masajın parasempatik aktiviteyi arttırdığını göstermiştir (12).

Masajın, kasın refleks aktivitesini değiştirdiği kastaki motor nöron aktivitesini inhibe ettiği belirtilmektedir. Hatta temel nörolojik refleksler üzerinde etkili olduğu da bildirilmiştir. Hoffman veya H-refleksi, spinal motor nöronların ve spinal refleks yolların indirekt olarak eksitabilitelerini ölçmede kullanılır. Bu konuda yapılan çalışmalarda, masajın H-refleks amplitüdünü düşürdüğü sonucuna varılmıştır (15).

4.2. Masajın Sportif Performansa Etkisi

Spor masajı, atletlerin performansını arttırmak, yorgunluğun üstesinden gelmek ve iyileşmeye yardımcı olmak amacıyla hem müsabaka öncesi hem de sonrası kullanılır. Kasa kan akışındaki artışın oksijenlenmeyi hızlandırması, kas sıcaklığını artırması ve kan fizyolojik pH'sının korunması egzersiz performansına yardımcı olacaktır. Teorik olarak kasa kan akışındaki artış egzersiz sonrası atık ürünlerin uzaklaştırılmasına yardımcı olmalı ve kasların onarımı için gerekli protein ve diğer besin maddelerinin iletimini arttırmalıdır. Artmış lenf akışı, kas interstisyel içeriğini azaltarak egzersiz sonrası şişme ve sertliği azaltabilir ve böylece kas problemlerini azaltabilir (12).

Gecikmiş kas ağrısı, alınlmamış eksentrik egzersizler sonrası görülebilen ağrılı bir durumdur. Mekanik ve manuel masajın bu durumda semptomları yatıştırdığına dair çalışmalar bulunmakla birlikte aksini iddia eden araştırmalar da mevcuttur (15).

Smith ve arkadaşları, eksentrik egzersiz sonrası uygulanan masajın gecikmiş kas ağrısını önemli derecede azalttığı sonucuna varmışlar (16). Farr ve arkadaşları, masajın 40 dakikalık yokuş aşağı yürüyüş sonrası ağrı, hassasiyet, izometrik kuvvet, izometrik kuvvet ve tek bacakla vertikal sıçrama mesafesi yönünden etkisini incelemişler ve masajın gecikmiş kas ağrısı üzerine olumlu etkisi olabileceği belirtmişlerdir (17).

Robertson, masajın tekrarlanan yüksek yoğunluklu bisiklet egzersizinden sonra laktat klerensi, kas gücü ve yorgunluk gibi toparlanma parametreleri üzerine etkisini incelemiş ve masaj uygulanan grup ile pasif toparlanma yapan grup karşılaştırıldığında sadece yorgunluk indeksinde masaj lehine anlamlı fark olduğunu bulmuştur (18). Zelikovski ve arkadaşları, koşucularda ve boksörlerde yapmış oldukları çalışmada pnömatik kompresyon masajı ile pasif toparlanma yöntemlerinin toparlanma laktat düzeylerindeki değişiklik açısından farklı olmadığını belirtmişlerdir (19). Hemmings ve arkadaşlarının, boksörlerde yapmış oldukları bir çalışmada masajın yumruklama gücüne olumlu etkisi olmadığı ancak psikolojik faydaları olabileceği sonucuna varmışlardır (11). Nunes ve arkadaşları, uzun mesafeli triatlon atletlerde yaptıkları bir çalışmada masajın müsabaka sonrası ağrı ve algılanan yorgunluğu azaltmada etkili olduğu belirtmişlerdir (20). Kargarfard ve arkadaşları, erkek vücut geliştiricilerinde yoğun egzersiz sonrası 30 dakikalık masaj uygulamasının toparlanma derecesini ve egzersiz performansını arttırabileceği sonucuna varmışlar (21). Ce ve arkadaşları, yorucu egzersiz sonrası uygulanan derin ve yüzeysel masaj ve pasif germe manevralarında maruz kalınan basıncın egzersiz sonrası kan laktat konsantrasyonuna anlamlı etki göstermediğini belirtmişler (22).

4.3. Masajın Toparlanma Üzerine Etkisi

Spor masajının en büyük avantajlarından birinin, özellikle müsabaka dönemlerinde yorgunluğun üstesinden gelmeye katkı sağlaması ve toparlanma süresinin azaltılması, dolayısıyla bir sonraki sportif aktivite için performansın arttırılması olduğuna inanılmaktadır. Birçok seçkin sporcu masajın başarılarının önemli bir parçası olduğuna inanıyor olsa da, bu bağlamda sadece masajın etkileri hala sorgulanmaktadır. Tedavi edici masaj, çeşitli yollarla yumuşak doku iyileşmesini kolaylaştırabilir. Masaj, primer ödemi ve travma bölgesindeki artan sıvı basıncından kaynaklanan sekonder ödem olasılığını azaltmaya yardımcı olabilir. Terapistler hasar gören bölgeye masaj uygulayarak, kan dolaşımını arttırırlar ve böylece iyileşmeyi hızlandırmaya yardımcı olurlar. Masajın mekanik basıncı, yapışık veya kasılmış bağ dokusu liflerini normal hizaya getirmek amacıyla tedavide kullanılır (12).

Kasların kasılma sırasındaki enerji üretimi oksijen sunumu ile eşlenik bir şekilde gerçekleştirilemezse metabolizma anaerobik olarak devam eder ve bu süreçte kaslarda

ve kanda laktik asit düzeyi yükselir (15). Laktat oluşumu pH'nın azalmasına, fosfofruktokinaz enziminin inhibisyonuna neden olur. Bu durumda glikoliz yavaşlarken, kas kasılması kısıtlanır. Laktat kas içinde ve kanda birikerek yorgunluğa neden olur (23). Yoğun antrenman sonrası tam olarak dinlenebilmek için antrenman sırasında kanda ve kasta biriken bu laktik asidin vucüttan tamamen uzaklaştırılması gerekir (24).

Masajın toparlanma amacıyla kullanılma nedenlerinden biri de laktatı uzaklaştırılmada hızlandırıcı rol oynamasıdır (23). Performansı etkileyen önemli faktörlerden biri de egzersiz ve müsabakadan sonra sporcuların istirahat değerlerine geri dönme süreleridir. Antrenman ve müsabakadan sonra biriken laktik asidin yol açtığı yorgunluktan en kısa sürede kurtulmak ve sonraki antrenman veya müsabakaya en iyi performansı gösterecek şekilde çıkmak, sporculara uzun müsabaka sezonunda avantaj sağlar (25).

Antrenman ve yarışma stresleri arasında uygun bir denge sağlanması ve sporcuların performansını en üst düzeye çıkarılmasında toparlanma önemlidir. Sporcuların bu dengeyi sağlamalarına yardımcı olmak için çeşitli toparlanma yöntemleri üzerinde durulmaktadır (3).

4.4. Tekvando Sportu

1994 yılında tekvando olimpik spor dalları arasına judo, boks ve güreş gibi mücadele sporlarında sonra 4. olarak girmiştir. 1975'te Kore'de ilk Dünya Şampiyonası düzenlenmiş, 1982 Seul, 1992 Barselona Olimpiyatlarında gösteri sporu olarak yapılmış ve 2000 Sidney Olimpiyatlarında ise resmi olarak yarışmalar programına dahil edilmiştir. Tekvando Dünya'da yaklaşık olarak 40 milyon kişinin yaptığı bir spor dalıdır ve 150 ülkede yapılmaktadır (26).

Müsabaka esnasında sporcular belirli standartlarda olan koruyucu yelek, el-ayak koruyucuları ve kuki kask giyinerek müsabakaya hazırlanırlar. Müsabaka sırasında yere düşen rakibe vurmak, belden aşağı vurmak ve yüze el ile vurmak yasaktır. Maçlar ikişer dakikalık 3 raunddan oluşur. Her raund arası 1 dakika dinlenme verilir. Tekvandoda nezaket ve saygı ifadesi olarak seyirciyi, hakemleri ve rakibi selamlayarak müsabakaya başlar ve yine selamlayarak müsabakayı bitirir (27).

Tekvando günümüzde Olimpiyat dövüş sporuna dönüşmüştür. Tekvando çeşitli yönetim organları tarafından uygulanmaktadır ancak Dünya Tekvando Federasyonu,

Dünya Şampiyonasındaki gibi olimpiyat yarışmalarının da düzenlenmesi ve kurallarının uygulanmasından resmi olarak sorumludur. Olimpik yarışmalara ek olarak Dünya Tekvando Federasyonu, sporcuları yaş, cinsiyet, beceri düzeyi ve ağırlık kategorilerine göre bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde düzenli olarak organize eder (28).

4.5. Tekvando Sporü İçin Fizyolojik Gereklilikler

Tekvando müsabakası kısa ve orta süreli yüklenme ve dinlenme periyotlarının birbirini takip ettiğı, sporcunun ringin her alanında, genellikle tüm gücünü (enerjisini) kullanarak birçok el ve ayak tekniklerinden oluşan hareketleri uygulamak zorunda olduğı interval bir spordur (29). Tekvandoda performansı etkileyen faktörlerden biri de (yarışmacının teknik, taktik, psikolojik ve fiziksel özelliklerine ilave olarak) fizyolojik özelliklerdir. Bu nedenle tekvando antrenmanı bu özel performans durumlarına göre yapılandırılmaktadır (28).

Tekvando, rakipten gelen ataklara verilen tepkiler, sürat, kuvvet, yüksek bir reaksiyon zamanı ve esneklik gerektiren ani hareketlerin yer aldığı karmaşık bir spordur. Bu nedenle, vücut uygunluğu, nöromusküler kapasite, iyi bir reaksiyon zamanı, etkin enerji üretim sağlayan metabolik uygunluk gibi fizyolojik faktörlerin bu spor için elverişli olması gerekir (29). Bunların bir kısmı genetik tabanlı, bir kısmı ise antrenmanla geliştirilebilen ve sürdürülebilen faktörlerdir.

Tekvando sporunda yarışma döneminde ilgili spor kuralları gereğı, başarılı yarışmacıların yarışma seviyesine bakılmaksızın tek bir gün boyunca birçok maçta yarışmaları gerekebilir. Tekvando müsabakalarının fiziksel aktivite ve fizyolojik gereksinimleri sporcuların aerobik ve anaerobik güç, kas gücü, esneklik, çeviklik gibi kapasite ve yeteneklerinin olmasını gerektirir (28).

Tekvando müsabakalarında el ve ayak tekniklerinin kullanım yüzdesi: el %30, ayak %70 şeklinde gerçekleştirilmektedir (27). Tekvando sporu sporcuların üst ve alt ekstremitelerini kullanmalarını sağlayarak, sporcuların fiziksel uygunluğa kavuşmalarını sağlar (26).

Sporcuların üst ve alt ekstremitelerde maksimum kuvvet özellikleri, kalça ve gövde fleksör kaslarda dayanıklılık özellikleri sergilemektedirler. Müsabaka sırasında hem aerobik hemde anaerobik metabolizma üzerine yapılan aşırı yüklenmeler maksimum kalp hızına yakın kalp hızı artışı yanıtları ve kanda yüksek laktat

konsantrasyonlarını ortaya çıkarır. Başarılı yarışmacıların yarışma seviyesine bakılmaksızın bir gün içinde birkaç maçta rekabet etmesi gerekebilir (28).

Hızlı bir toparlanma sporcunun dinlenme süresinin azalmasına ve bir sonraki müsabaka veya antrenmanda daha iyi performans göstermesine olanak sağlar. Gelişmiş bir aerobik kapasite ile desteklenen hızlı bir toparlanma süreci, tekrarının gerekli olduğu spor dallarında veya dinlenme aralarının gerekli olduğu takım sporlarında daha da önemlidir (30).

4.6. Sportif Performans

Bir sporcunun atletik iş üretebilme becerisi, üretim kapasitesi ve kalitesinin bileşkesi olarak kabul edilen sportif performans psikolojik, fizyolojik ve sosyo-kültürel faktörlere bağlıdır (31).

Sportif performans üzerine uzun dönem ve kısa dönemde etkili pek çok faktör vardır. Kalıtım, yaş, cinsiyet, biyoriitm, psikolojik faktörler, fiziki yapı (postür, antropometrik yapı), fizyolojik özellikler (enerji sistemi, iskelet kas sistemi, kalp-dolaşım sistem, solunum sistemi, sinir sistemi), biyomotorik özellikler (kuvvet, sürat, dayanıklılık, hareketlilik, esneklik, koordinasyon), hava koşulları (nem, sıcaklık, yağış, rüzgar), bulunulan coğrafi rakım, mevsimler, saha ve salon durumu (zemin, aydınlatma), beslenme, doping, sosyolojik faktörler (seyirci, sosyo-ekonomik durum), sporcunun kullandığı donanım (ayakkabı, mayo, şort), antrenman program ve şekilleri, araç ve gereçler, hastalıklar, antrenör ve teknik taktik sportif performansı etkilemektedir (32).

Fiziki performansın iyileştirilmesi, organizmanın maruz kaldığı fizyolojik strese verdiği yanıt olarak görülebilir. Bu durumda üç öge etkileşim halindedir. Bunlar; organizmanın antrenman sürecinde maruz kaldığı stres, toparlanma ve organizmanın reaksiyonudur (5).

4.6.1. Performansı Etkileyen Faktörler

4.6.1.1. Yaş

Yaş ile psişik ve fiziksel gelişim genellikle erişkinlik dönemine kadar ilişki halindedir ve yaşı performansa etkisi çok büyüktür. Dayanıklılık ve kuvvette meydana gelen değişimlerden başka, yaşla birlikte motor beceri de değişiklik göstermektedir.

Bununla birlikte belli bir yaştan sonra, bu değerler düşüşe geçer; kuvvetteki düşüş dayanıklılığa göre daha hızlı ve daha büyük olmaktadır. 30'lu yaşlarla birlikte sempatik tonusta meydana gelen azalma, laktik asit eşiği ve toleransı yükselmektedir (31).

4.6.1.2. Cinsiyet

Fiziksel olarak, kas kitlesinden, vücut kompozisyonuna, hormonal düzen ve seyirden oksijen tüketimine kadar kadın ve erkek arasında ciddi farklılıklar bulunmaktadır (31). Kadınlarda vücut ağırlığı ve kassal kuvvet erkeklere oranla daha düşüktür ve kaslar daha kolay yorulur ancak esneklik erkeklere nazaran daha yüksektir. Kadınların ağırlık merkezlerinin daha aşağıda bulunması nedeniyle sıçrama, atma ve atlama gibi spor branşlarında dezavantaj yaşanmasına neden olurken jimnastiğin bazı branşlarında bu durum avantaj sağlamaktadır (33).

4.6.1.3. Kinantropometrik Özellikler

İnsan vücudunun yapısına bakıldığında cinsiyete ve ağırlığa göre farklı oran ve yoğunluklarda kas, yağ ve kemik dokudan oluştuğu görülmektedir. Bu farklılıklar spor branşlarına göre gelişip değişebilmektedir. Yine bu oranların farklılığı performansı da etkilemektedir (34).

Egzersize aktif olarak katılan yağsız vücut kitlesi (kas) vücut yağ oranı ile ters orantılıdır. Vücut ağırlığının kilogram başına düşen aerobik kapasite azalır ve dolayısıyla bir kg vücut kitlesini hareket ettirmek için gerekli oksidatif enerji metabolizması düşer. Yağsız vücut kitlesi ile dayanıklılık ve kuvvet arasında büyük bir ilişki bulunmaktadır (33).

Vücuttaki yağ dokularının fazlalığı anaerobik ve aerobik çalışmalarını içeren tüm spor branşları için performansı olumsuz etkileyen bir durumdur. Vücut ağırlığı yağ yüzdesi az olan sporcu, yağ yüzdesi fazla olan sporcuya göre daha fazla güç, daha fazla patlayıcı kuvvet ve dayanıklılık göstermektedir. Bunda, vücut yağ oranının yüksek olması ile birlikte istenmeyen fazla ağırlığın sporcunun kuvvet, çeviklik, esnekliğin azalmasına ve aşırı derecede enerji sarfiyatına neden olabilmesinin etkisi vardır (35).

4.6.1.4. Genetik

Genetik altyapı sporda özellikle akciğer kapasitesi, dayanıklılık, kuvvet, kas kitlesi, kas liflerinin tipi ve oranları üzerinde önemli etki göstermektedir ve özellikle

kardiyopulmoner kapasite üzerindeki etkisi olduğuna dair önemli çalışmalar bulunmaktadır (36, 37).

Kardiyopulmoner kapasite antrenman ile artabilir fakat bu artış genetik altyapı ile sınırlıdır. Yine hücrelerdeki mitokondri sayısı da genetik altyapıya bağlı olarak antrenman ile artarken, kas hücrelerinin oksijeni etkili bir şekilde kullanabilmesi ve ATP oluşturabilme kapasitesinin de genetik özelliklerden etkilenebileceği düşünülmektedir (37).

Sporcunun genetik altyapısının sporda üstün olabilmek için gerekli potansiyeli belirleyen faktörlerden sadece biri olduğu unutulmamalıdır. Sporcunun genetik potansiyeli ne olursa olsun, antrenmanın süresi, sıklığı ve şiddetine, ayrıca diyet ve diğer faktörlere bağlı olarak sporculardaki kas lifi dağılımı da değişim gösterecektir (38) Tip 1 lifleri dayanıklılık, tip 2 lifleri ise yüksek atlama, atmalar, sprint gibi güç ve kuvvet gerektiren aktiviteler için uygunluk gösterir (39).

Genetiğin kuvvet, güç, dayanıklılık, kas lifi tipi, boyutu ve kompozisyonu, esneklik, nöromusküler koordinasyon, karakter ve diğer fenotiplere etkisi büyüktür. Yüksek sportif performans; antrenman, beslenme gibi uygun çevresel koşullar ve yüksek genetik potansiyelin birleşkesinin sonucu olarak ortaya çıkar (40).

Tablo 1. Fiziksel özelliklerin kalıtsal geçiş oranları (41)

Fiziksel Özellik	Kalıtsal Geçiş Oranı
Maksimum Oksijen Tüketim Değeri (Maks.VO ₂)	%50
Kardiyak Output	%42-46
Kas Lifi Tipi Dağılımı	%40-50
Patlayıcı Kas Gücü	%67

4.6.1.5. Kalp Hızı

İnsan kalbi dinlenme halinde 70-80 atım/dk atarken (bu değer 90 atıma çıkabilir), sporcularda 50 atım/dk, çok üst düzey maratoncularda ise 40-42 atım/dk olarak belirlenmiştir. Spor yapanlarda istirahat kalp atım sayısı düşmektedir (4, 42, 43).

Vagal uyarıdan oluşan parasempatik etki kalbin normal istirahat hızını baskın olarak belirler. Çünkü kalp peysmakırı olan sinoatriyal düğün dakikada istirahat kalp atım sayısından daha yüksek bir ritim doğurur. İstirahat kalp hızını azaltmanın ve vagal

tonusu arttırmanın tek yolu düzenli olarak egzersiz yapmaktır. Egzersizin başlaması ile birlikte vagal geri çekilme olur ve bu da kalp hızında 30-50 atım/dk artışa neden olur; fakat bunun üzerindeki artışlar sempatik aktivasyon sonucudur. Egzersiz seansından sonra, kalp hızında egzersize bağlı artışın geri dönmesine kalp hızı toparlanması denir. Toparlanma, egzersiz yapan bireyin kalp hızının, kan basıncının, solunum sayısı ve solunum katsayısının bazal düzeye dönmesine kadar devam eder ve bu da sporcunun form durumu, gerçekleştirilen aktivitenin şiddeti gibi faktörlere bağlı olarak farklı sürelerde gerçekleşir (44).

Antrenman şiddetinin belirlenmesinde kalp atım sayısı bir kriter olarak kabul edilmektedir (4). Maksimum kalp atım hızı ve sportif performans arasında yüksek bir ilişki bulunmaktadır (45). Maksimum kalp hızı, maksimal aerobik kapasitenin belirlenmesinde bir ölçüt olarak kullanılır (46). Maksimal kalp atım hızı, Karvonen formülü ($220 - \text{yaş}$ denklemi) kullanılarak belirlenebilir (46, 47).

4.6.1.6. Aerobik Kapasite

Sporcuların fiziksel kapasitesi, spor başarılarında önemli bir başarı unsuru oluşturmaktadır (48).

Egzersiz esnasında gerekli olan enerjiyi oluşturmak için kullanılacak oksijeni kaslara ulaştırabilme kapasitesi aerobik kapasite olarak ifade edilir. Bu nedenle aerobik kapasite akciğerler, dolaşım ve hematolojik sistemlerin fizyolojik kapasitelerine ve egzersiz sırasında aktif olan kasların oksidatif mekanizmalarının etkinliğine bağlıdır (49).

Maksimal oksijen tüketimi aerobik kapasitenin en iyi göstergesidir ve kardiyorespiratuar fitness için altın standart olarak kabul edilir. Büyük kas gruplarını içeren oksidatif metabolizmanın ulaşabileceği maksimum seviyeyi gösterir (50). Maksimum oksijen tüketimi, organizmanın, yoğunluğu giderek artan egzersiz esnasında birim zamanda tükettiği ve egzersiz yoğunluğunun daha da artmasıyla dahi artması mümkün olmayan maksimum oksijen miktarı olarak tanımlanır (48, 51). Maksimum oksijen tüketimini, maksimal fiziksel efor esnasında laboratuvar testleriyle doğrudan ölçmek mümkündür (48).

VO₂max egzersiz esnasında egzersiz kapasitesinin objektif ölçümüne olanak sağlar ve kardiyopulmoner sistemin üst limitlerini belirler. Fick prensibiyle ifade edilir

$VO_{2max} = (KH \times SV) \times [C(a-v)O_2]$. Maksimum oksijen tüketimi kardiyak output ve arteriyovenöz oksijen farkının çarpımına eşittir (52). Oksijenin taşınması alyuvar yoğunluğuna ve atım hacmi ile nabız sayısı çarpımının ürünü olan kardiyak debiye bağlıdır (53). Oksijen tüketimi, sağlıklı genç sedanter bireylerde egzersiz sırasında istirahat halindeki değerlerin 10 ila 15 misli artabilir, elit dayanıklılık sporcularında 20 kat veya daha fazla artışlara neden olabilir. Oksijen tüketimindeki bu artışlar kalp hızı ve atım hacmindeki akut artışlardan ve kalp vurum hacmini daha da artıran sol ventriküldeki yapısal değişiklikler (özellikle elit atletler) nedeniyle dört ila sekiz kat artışla ortaya çıkmaktadır. Kardiyak outputtaki artışlara, vücudun oksijenle ekstraksiyonunun iki katından üç katına kadar artması da eşlik eder. Antrenmanlı iskelet kaslarındaki kılcıl damar yoğunluğundaki artışlar oksijen ekstraksiyonunu artırır ve VO_{2max} 'ın antrenman ile yükselmesine katkıda bulunur (54).

Maksimal oksijen tüketimine ulaşmak için en az 3-4 dakikalık bir süre gereklidir. Bu durum kalp-damar sisteminin ve dokuların yüklenmeye uyumundaki durgunluktan kaynaklanır. Bu durumda; kalp debisi yükselir, vücuda kan dağılımı düzenlenir, kas liflerinde oksidasyon reaksiyonları artar, kasın kan debisi artar (5). Dayanıklılık sporcularında antrenmanlarla kardiyovasküler sistemin dinamik egzersize uyum geliştirmesi sonucunda egzersiz sırasında kalp debisi 5 kat yükselirken, akciğerde ventile edilen hava hacmi 10-12 kat artar ve kalp hızı 2-3 kat yükselir. Kalp atım hacmi ise yaklaşık iki kat olur (120-150 ml) (49).

VO_{2max} dakikada/litre olarak ölçülmesine rağmen, vücut ağırlığının her kilogramı için ifade edilir ve kişiler arası karşılaştırmalar yapılmasını kolaylaştırır (51). İstirahat oksijen tüketimi ortalama $3-4 \text{ ml /kg}^{-1} / \text{dak}^{-1}$ dır. Bu değer, 50-100 kg ağırlığındaki genç sağlıklı insanlarda, dinlenme sırasında dakikada 0.15 ila 0.4 litrelik oksijen tüketildiğini göstermektedir (54). Oksijen tüketimi yaklaşık olarak 3.5 ml/kg/dk olan istirahat değerinden, 15 kat daha fazla olan $30-50 \text{ ml/kg/dk}$ lık maksimal değerlere çıkabililir (50).

Maksimal oksijen tüketimi yaşa, vücut kompozisyonuna, cinsiyete veya vücut ölçülerine bağlıdır (4). 15-17 yaş civarında kişi maksimal aerobik güce ulaşır ve antrenmanlarla da geliştirebilir (55). VO_{2max} genellikle 30 yaştan başlamak üzere yılda

ortalama olarak %10 azalmaktadır fakat bu gerilemenin başlangıcı on yıl ertelenebilir ve oranı yoğun antrenmanla yavaşlayabilir (54).

Bir metabolik eşdeğer (MET, Metabolik equivalents) istirahat halindeyken tüketilen oksijen miktarı olarak tanımlanır ve vücut ağırlığı ile dakika başına tüketilen oksijen miktarının çarpına eşittir. 1 MET 70 kg bir birey için yaklaşık 3.5 ml /kg/dk, 1.2 kcal/dk'dır. MET kavramı, fiziksel aktivitelerin enerji maliyetini dinlenme metabolizma hızının bir katı olarak ifade etmek için kullanılan basit ve pratik bir yöntemdir. Metabolik eşdeğer aynı zamanda bir bireyin fonksiyonel kapasitesini veya aerobik gücünü tanımlamak ve güvenli bir şekilde katılabileceği bir faaliyet repertuarını sağlamak için rutin olarak kullanılır (51, 56).

Maksimal aerobik güç değerleri istirahat metabolik hız (MET= 3.5 ml/kg/dak) değerlerinin katları olarak da ifade edilebilir. Sedanter kişilerde 10 kat değerinin ($VO_2\max$ $3.5 \times 10 = 35$ ml/kg/dak) normal kabul edilmesine (28-42 ml/kg/dak) karşılık 12 kat ve üzeri MET değerleri, antrenman derecesi şiddetin göstergesi olarak kabul edilir. Bu değer elit atletlerde 60-80 ml/kg/dak seviyesine çıkabilir (49).

Üst düzey bir $VO_2\max$; uzun süren yoğun egzersizleri desteklemeye ve yoğun egzersizden sonra hızlı bir toparlanmayla aşırı yorgunluk göstermeksizin daha aktif olmaya yardımcı olur. Bu durum bireylerin uzun süreli yarışmalarda daha başarılı olmalarına olanak sağlar (5).

4.6.1.7. Anaerobik Kapasite

Anaerobik performans kavramı, kısa süreli yüksek şiddet içeren kas aktiviteleri için performans göstergesi olarak kabul edilirken, anaerobik güç ve kapasiteyi içermektedir (57).

Anaerobik güç birim zamanda anaerobik yoldan yani ATP-CP enerji kaynağını kullanarak meydana getirilebilen iştir. Anaerobik güç çeşitli spor branşlarında zaman zaman kullanılır ve sportif performans için önemlidir (58).

Anaerobik glikoliz ve fosfojen sisteminin kombinasyonundan elde edilen toplam enerji miktarı anaerobik kapasite olarak tanımlanmaktadır. Yaş ve cinsiyet, kas tipi, kas kitlesi ve kas kesit alanı, kalıtım, antrenman ve vücut kompozisyonu anaerobik performansı etkilemektedir. Anaerobik performans değerleri yüksek olan sporcuların

hızlı kasılan kas lif oranı ile kas hacimlerinin yüksek olduğu ve daha geniş kesit alanına sahip oldukları da belirlenmiştir. Kas kuvvetinin artması, kasların kısa süreli yüksek şiddetli aktivitelerde kasılma gücünü ve dolayısıyla anaerobik performansı da arttırmaktadır (57).

Yüklenme sırasında ATP'nin yenilenme sürecine ilişkin, anaerobik güç ATP-PC sisteme, anaerobik kapasite ise baskın olarak anaerobik glikolize dayanmakta ve sırası ile alaktasit ve laktasit süreçler olarak bilinmektedir (59).

Sporcularda anaerobik gücün yeterli düzeyde olması, ATP-CP enerji kaynağını kullanabilme yeteneğinin fazlalığı ile doğru orantılıdır. Anaerobik güç gelişimi, antrene olmuşluk süreci içerisinde enerji depolarında bulunan ATP-CP miktarlarının arttırılmış olması ve bunların kullanım hızının geliştirilmiş olması ile meydana gelecektir (60).

4.6.1.8. Anaerobik Eşik

Kaslara taşınan O₂ miktarı egzersiz şiddeti arttıkça artar. Egzersiz sırasında gereken enerji de aerobik sistemden sağlanır. Ancak aerobik sistemin yetersiz kaldığı egzersiz şiddetinin belli bir noktayı aştığında anaerobik metabolizma enerji üretimine katılmaktadır. ATP yenilenmesine anaerobik metabolizmalarında katıldığı bu egzersiz şiddetine anaerobik eşik adı verilir (4).

Çalışan kaslar tarafından üretilen laktik asit kan tarafından uzaklaştırılan miktarın üzerine çıkar ve kan laktat miktarında artma başlar. Laktik asitin artmaya başladığı değer bazı yazarlarca anaerobik eşik olarak kabul edilir (39).

Şiddeti düzenli olarak artan yüke karşı yapılan egzersiz testi sırasında AE'deki substrat kullanım durumunu gösteren solunum katsayısı (RQ) yaklaşık 1.00 olup karbonhidrat kullanımı göstermektedir (61).

Sağlıklı antrenmansız bireylerde maksimum oksijen kullanımının %55-65'i AE'e karşılık gelirken bu değer antrene dayanıklılık sporcularında VO₂max'ın %80'ine karşılık gelmektedir. AE laktik asit, kan pH ve hidrojen iyonu değerleriyle saptanabileceği gibi tamponlanma sonucu üretilen karbondioksit nedeniyle solunum yoluyla da değerlendirilir (39).

Sporcunun uygulayacağı optimal antrenman şiddetinin belirlenmesinde anaerobik eşik kullanılır. Sporcunun anaerobik eşiği ne kadar yüksek ise egzersiz için gerekli olan

enerjinin büyük bir kısmını aerobik yoldan sağlanır ve anaerobik enerjiyi yedek olarak tutulur. Böylece laktik asit birikimine bağlı olarak yorgunluk geciktirilebilmektedir (4).

4.6.1.9. Yorgunluk

Performans kapasitesinin azalması yorgunluk olarak ifade edilir. Psikik veya fiziki nedenlerle fiziksel aktivitenin şiddetinin ve düzeyinin sürdürülemez durumudur. Yorgunluk ilk olarak merkezi sinir sistemine yerleşir, çünkü bir sinir hücresinin kendini yenileyebilmesi kas hücresinden yedi kez yavaştır. Bu nedenle nörojenik toparlanmaya özen göstermek gerekir (5).

Antrenmanlar ile ilgili yorgunluk, tekrarlı uyarılarda kasın kuvvet üretme kapasitesinin azalmasıdır, üç temel kavram üzerine yoğunlaşır, merkezi yorgunluk; beyin ve omurilikteki mekanizmaları, periferik yorgunluk; motor nöronları ve kas fibrillerini, metabolik yorgunluk; enerji depolarını kapsar (53).

Yorgunluğun miktarı pek çok faktöre göre değişmektedir. Küçük kas gruplarında oluşan yorgunlukta, oksijen açığı, kası besleyen damarların çapındaki değişikliklerle dengelenebilirken; büyük kas gruplarında kanın maksimal oksijen taşıma kapasitesi aşılabılır. Yorgunluk ayrıca işin hızı ile de ilişkilidir. Kasılma ve gevşeme arasındaki süre çok kısa olursa, kısa dinlenme fazında arterial kapiller kanla yeterince dolmaz ve kan ve oksijen desteği yetersiz kalır. Bu durum statik işte daha belirgindir. Uzun süreli çalışmalarda enerji ikmali ve kullanımının dengede olması gerekmektedir (15).

Yorgunluk, sürekli submaksimal egzersiz sırasında ilk olarak merkezi sinir sisteminde dolaşan glikozun azalmasıyla gerçekleşir. Yorgunluk faktörü temel olarak beyindeki hipoglisemiden, daha sonra kas glikojeninin azalmasından kaynaklanırken, besin eksikliğinden kaynaklanan yorgunluk, aerobik olarak enerji üretmek için yeterli oksijen katkısı olsa bile gerçekleşir. Maksimal bir egzersiz esnasında yorgunluk sinirsel aktivitenin azalmasıyla ortaya çıkar. Bu duruma, kısmen nöromusküler ya da sinir iletilisinin bozulması neden olur (5).

Egzersiz şiddetine bağlı olarak aerobik metabolizmanın sınırlarının aşılması glikoliz hızını artırır, bunun sonucunda ise laktik asit oluşur. Laktik asit oluşumu ile birlikte pH düşer, pH düşmesi kas kasılmasını etkiler ve fosfofruktokinaz enzim inhibasyonuna neden olur. Glikoliz yavaşlar ve enerji veren metabolitler azalır. Kas ve kanda biriken laktik asit ise yorgunluğa yol açar ve sporcunun performansı düşer (2).

Kasın kan dolaşımının aksaması, ATP, CP ve glikojen düzeyinde meydana gelen azalmalar ve metabolitlerin birikimi (laktik asit v.b) yorgunluğa neden olmaktadır. Kas ağrıları, kaslarda meydana gelen sertlikler, ısı artışı ve asit-baz dengesinin bozulması da yine yorgunluğun oluşmasına neden olmaktadır (4).

Sporcuların tam olarak toparlanma gerçekleşmeden yaptıkları yüklenmeler yorgunluklarının kronikleşmesine, kronik yorgunluk ise sporcunun sakatlanmasına neden olabilmektedir (23).

Çalışma ile toparlanma oranının dengenin bozulması sonucunda gerçekleşen ve sporcunun yorgunluk durumunda iken yüksek yoğunlukta ve şiddette antrenmanlara devam ettirilmesi sürantrenman (overtraining) olarak tanımlanmıştır. Fiziksel egzersizlerden sonra meydana gelen yorgunluk; yeterli soluk alamamaktan kaynaklanan kısa süreli yorgunluk, sinir sisteminden kaynaklanan kronik yorgunluk, kas sisteminden kaynaklanan bir veya iki günlük dinlenmeyi gerektiren yorgunluk olarak üçe ayrılmaktadır (4).

Aşırı antrenman sendromundan kaçınmak ve optimum performansı yakalamak için sporcuların fizyolojik ve psikolojik toparlanmalarının antrenmanın bir parçası olarak programlanması gerekmektedir (23).

Müsabakanın herhangi bir bölümünde yorgunluk nedeniyle sporcunun yetenek ve koordinasyon performansı bozulabilir. Bu yüzden ki sporculardaki yorgunluk ve yorgunluğun teknik üzerine olumsuz etkileri antrenörler tarafından en aza indirilmek istenir (62).

4.7. Egzersiz Sonrası Toparlanma

Organizmanın bireysel performansı etkileyecek şekilde kondisyonun azalmasına karşılık olarak başlangıç kondisyon düzeyine ulaşması için geçen süre toparlanma olarak ifade edilmektedir. Önceden yapılmış aktivitenin şiddeti ve süresine göre toparlanmanın sağlanması değişiklik göstermektedir. Psikolojik verimlilik ve homeostatik dengenin tekrar kazanılması ile toparlanma süreci sona erer (63).

Sporcunun yaşamında toparlanma önemli bir yer tutar ve sporcunun performansını ortaya çıkarmasında önemli rol oynar. Vücut hızlıca toparlanmadıkça,

sporcu tam olarak antrenman yapamaz, planlanan işi gerçekleştiremez ya da umulan performansı gösteremez (5).

Toparlanmanın genel amacı; müsabaka veya antrenmanda meydana gelen yorgunluğu en aza indirmek veya ortadan kaldırmak, oluşan hasarları iyileştirmektir (64).

Egzersiz toparlanması setler arası toparlanma, antrenmanlar arası toparlanma olarak iki kategoriye ayrılabilir. Her ikisi için toparlanma, antrenman seansının şiddetine göre kullanılan enerji sistemlerine ve antrenmanın amacına bağlıdır (5).

Glikojen, ATP, PC ve yağlar egzersizin süresi, türü ve şiddeti bağlı olarak enerji kaynağı olarak egzersiz sırasında kullanılmaktadır. Bu nedenle egzersizde enerji depolarında boşalma meydana gelir. Kastaki ATP-PC ve glikojen kaynakları ile beraber karaciğerdeki glikojen egzersiz sonrasındaki toparlanma döneminde yenilenmektedir (4).

Dinlenme esnasında vücudun kendini toparlayabilmesi, harcanan enerjinin yenilenmesi ve antrenman sırasında biriken laktik asidin giderilmesine bağlıdır. Her iki durumda da ATP enerjisine ihtiyaç vardır. Yoğun antrenmanlardan sonra tam anlamı ile dinlenebilmek için antrenman sırasında kasta ve kanda biriken laktik asidin tamamen uzaklaştırılması gerekir (24).

Toparlanma, egzersiz sonucu oluşan metabolik artıkların uzaklaştırılması, su elektrolit dengesinin yeniden sağlanması, enerji maddelerinin yeniden sentezlenmesi, vücut sıcaklığının ve oksijen tüketiminin düşürülmesi gibi birçok faktöre bağlı olarak gerçekleşmektedir (2).

Antrenman ve toparlanma iyi ayarlanamadığında sporcunun bir süre sonra performansında düşüş meydana gelebilmekte, hatta sürantrene durumu oluşarak, müsabaka ve antrenmanlardan bir süre uzak kalınması söz konusu olabilmektedir (4).

İyi bir toparlanma süreci sporcunun yarışma ya da antrenman sonrası oluşan yorgunluktan kurtulmasına ve enerji rezervlerinin yeniden dolmasına imkan sağlar. Toparlanmanın tam anlamıyla gerçekleşmemesi durumunda sporcuda; kas sakatlığı ve kronik yorgunluk meydana gelebilmektedir. Bu durum sporcunun spordan belli bir süre uzaklaşmasına hatta sporu bırakmasına bile neden olabilmektedir (23).

4.7.1. Toparlanma Hızına Etki Eden Faktörler

1. Yaş: Yaş ilerledikçe genç bireylere göre ihtiyaç duyulan toparlanma süresi daha da uzar.
2. Deneyim: Deneyimli sporcular, deneyimsizlere göre daha az toparlanma sürecine gereksinim duyarlar.
3. Kas Lifi Tipi: Yavaş kas fibrilleri, hızlı kas fibrillerine göre daha geç yorulur.
4. Kullanılan Enerji Sistemi: Anerobik enerji yolunu zorlayan antrenman seansları, aerobik enerji yolunu zorlayan seanslardan daha kısa toparlanma dönemine ihtiyaç duyar.
5. Psikolojik Etmenler: Beynin gücü asla tam olarak kestirilemez. İş, finans, günlük yaşamdaki temel ve kişisel ilişkiler bunların tümü strese neden olabilir.
6. Besin Desteği: Antrenman diyetinde anahtar mikro ve makro besinlerin varlığı toparlanma üzerine önemli etki sağlar.
7. Atıkların Uzaklaştırılması: Antrenmanın sonucu üretilen atıklardan vücut kendini ne kadar hızlı kurtarırsa toparlanma o kadar hızlı gerçekleşir. (5).

Sağlık durumu sakat veya yaralı olup olmayışı, aerobik gücü, yapılan alıştırmanın enerji ihtiyacı, sporcunun yaptığı spor branşının özellikleri ve ihtiyaçları, İklimsel farklılıklar, yükseklik (Çevresel etmenler), özel yaşantı (Uyku, yaşam biçimi, kötü alışkanlıklar), rahatlatıcı, sakin, olumlu, güvenilir bir sosyal ortam, jetlak etkisi, özel toparlanma tekniklerinin kullanılması (masaj, ultrason, hidroterapi, termoterapi, kemoterapi (vitaminler), akupunktur, yoga, psikolojik tedavi (telkin ve motivasyon, rekreatif etkinlikler) ve cinsiyet toparlanma sürecine etki eden diğer faktörler arasında yer almaktadır (23).

4.7.2. Toparlanma Yöntemleri

Antrenman ve yarışma stresleri arasında uygun bir denge sağlanması ve sporcuların performansını en üst düzeye çıkarılmasında toparlanma önemlidir. Sporcuların bu dengelyi sağlamalarına yardımcı olmak için çeşitli toparlanma yöntemleri eğitimlerinin ayrılmaz bir parçası olarak kullanılır (3).

Bu amaçla sporcu masajı, aktif toparlanma, kriyoterapi, suya daldırma tedavisi, hiperbarik oksijen tedavisi, nonsteroid anti-enflamatuar ilaçlar, kompresyon giysileri, germe, elektromyostimulasyon ve kombinasyon yöntemleri kullanılır (3, 7, 9).

4.7.2.1. Aktif Toparlanma

Egzersiz sonrası yaygın olarak kullanılan bir toparlanma yöntemidir. Kalp hızını dinlenme değerlerine döndürmek, kasları germek, laktat konsantrasyonunu azaltmak, yüksek enerjili fosfat sentezlemek, miyoglobini, kan ve vücut sıvısını oksijenle doldurmak, az enerji tüketimiyle artmış dolaşım ve havalandırmanın sürdürülmesini desteklemek için kullanılır (65).

Aktif toparlanma sporcular için pratik bir seçenektir (66). Aktif toparlanma antrenman yada yarışmadan sonra daha düşük yoğunlukta yapılan egzersizlerdir (67).

Ağır antrenmanlarda (maksimal veya supramaksimal) aerobik metabolizmanın sınırlarının aşılması glikoliz hızını artırır sonuçta laktat oluşur. Laktat oluşumu ile birlikte pH düşer, pH'nın azalması fosfofruktokinaz enziminin inhibisyonuna neden olur ve glikoliz yavaşlar, enerji verici maddeler azalarak kas kasılması sınırlanır (18, 68).

Aktif toparlanma, öncelikle egzersiz yapan kasta laktatın oksidasyonunu, glikoneojenezle glikoza yeniden sentezlenmesini veya laktatın bu kaslardan kana akışını artırarak diğer dokularda da laktatın oksidasyonunu ve glikoza sentezlenmesini sağlayabilir (69).

Aktif toparlanma yapan kişilerde kaslardaki oksijenasyon seviyesinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Yine aktif toparlanma yapanlarda hemoglobin ve miyoglobin miktarının fazla olduğu gözlemlenmiştir (70).

Sahlin ve arkadaşlarına göre kan laktatının eliminasyon hızı VO_{2max} 'ın %35-40'ında en fazladır. Bunun nedeni VO_{2max} 'ın %40'ına kadar olan egzersiz şiddetlerinde metabolizmanın aerobik olmasıdır (71).

Aktif toparlanmadan en iyi şekilde faydalanmak için aktif toparlanmanın süresinin ve şiddetinin iyi ayarlanması gerekmektedir. Fazla yapılan aktif toparlanma sporcunun yorulmasına neden olurken, yüksek şiddette yapılması laktik asit artışının devam

etmesine neden olacaktır. Bu sebeple anaerobik eşiğin altında yapılmalı ve süre 10 dakika ile 30 dakika arasında olmalıdır (72).

Yapılan bir araştırmada, maksimal oksijen tüketiminin %35'inde 10 dakika yapılan aktif dinlenmenin, supramaksimal egzersizden sonraki 5. ve 10. dakikalar arasında kan laktat eliminasyonunu artırdığı sonucuna varılmış. Bu nedenle, yoğun egzersizlerden sonra pasif dinlenme yerine aktif dinlenme yapılmasının uygun olacağı düşünülmüştür (73).

4.7.2.2. İntermitant Pnömatik Kompresyon Masajı

İntermitant kompresyon ekstremitelere uygulanması kolay bir yöntemdir. Kolay olmalarına karşın etkindirler, çünkü yürüyüş esnasında kas kontraksiyonuyla bacak damarları üzerinde doğal olarak oluşan intermitant kompresyonu taklit eder. İlk ticari intermitant kompresyon sistemleri 1930'larda geliştirilmiş, ancak diğer basınç tedavileri yüzyıllardır kullanılmaktadır. Çeşitli intermitant kompresyon uygulamalarının klinik etkinliği ve kullanımının 70 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır (3).

Tarihsel kullanımı ameliyat sonrası için venöz stazın önlenmesi ve derin ven trombozu gelişimini önlemek olan pnömatik kompresyon günümüzde sporcularda da kullanılmaya başlanmıştır (7).

İntermitant pnömatik kompresyonunun ekstremitte hemodinamiğini, ekstremitte iskemisini ve ülser iyileşmesini arttırdığı bildirilmiştir. İntermitant pnömatik kompresyon egzersiz sonrası toparlanma yöntemi olarak hızla popülerlik kazanmıştır (9).

Pnömatik kompresyon cihazları, kişinin ekstremitelerine giydirilen, hava kompresyon pompasına bağlı şişme manşonlardan oluşur. Bu manşonlar istenilen zaman aralıklarıyla şişerek ve inerek pompalama etkisi oluşturur. Çok bölmeli manşonlar ayak bileğinden uyluğa doğru, peristaltik masaj etkisi oluşturacak şekilde düzenli aralıklarla kompresyon ve dekompresyon yaparak venöz pompa görevi görür. Pnömatik kompresyon cihazı için önerilen basınç 30-60 mmHg'dır. Ancak daha yüksek ya da daha düşük basınçlar da olabilir. Alt ekstremiteye daha yüksek basınç ve daha uzun süre uygulama tercih edilebilir (74).

Intermittant kompresyon cihazları ilk kullanımlarından beri birçok farklı formlarda (manşon dizaynı, kompresyon zamanı, basınç) geliştirilmiştir (10).

4.8. Kardiyopulmoner Kapasite ve Sportif Performans

4.8.1. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi

Kardiyopulmoner egzersiz testi, bireyin dinamik egzersiz sırasındaki kapasitesini değerlendiren non-invaziv bir uygulamadır. Tanısal ve prognostik amaçlı bilgiler sağlar. Sadece pulmoner ve kardiyovasküler sistemler değil bunun yanında kas iskelet sistemi de dahil olmak üzere egzersize karşı oluşan yanıtın bütüncül olarak değerlendirilmesine olanak sağlar. Sporda performans, antrenman öyküsü ve performansın genetik bazı ölçütlerini belirlemesinin yanı sıra, tanı almamış egzersiz intoleransının değerlendirilmesi ve fonksiyonel kapasitenin objektif olarak belirlenmesi amacıyla da uygulanmaktadır (75).

Kardiyopulmoner egzersiz testinin kullanıldığı durumlar:

1. Egzersiz toleransının değerlendirilmesinde
 - Fonksiyonel kaybın ve kapasitenin belirlenmesi,
 - Egzersiz kısıtlayıcı faktörlerin ve fizyopatolojik mekanizmaların belirlenmesi
2. Tanı konulmamış egzersiz intoleransının değerlendirilmesinde
 - İntoleransa kalp ve akciğer katılımının belirlenmesi
 - İstirahatteki kalp ve akciğerleri değerlendiren testlerle uyumlu olmayan egzersiz semptomları
 - İlk kardiyopulmoner testte değerlendirilemeyen, açıklanamayan nefes darlığı
3. Kardiyovasküler hastalığı olan hastaların değerlendirilmesi
 - Kalp yetmezliği olan hastalarda fonksiyonel değerlendirme ve prognoz
 - Kalp transplantasyonu yapılacak hastanın seçimi
 - Kalp rehabilitasyonu için egzersiz reçetesi ve egzersiz eğitimine verilen yanıtı izleme (Özel koşullar, örneğin kalp pilleri)
4. Solunum hastalığı olan hastaların değerlendirilmesi
 - Fonksiyonel bozukluğun değerlendirmesi

- Kronik obstrüktif akciğer hastalığı olanlarda;

Egzersiz kısıtlılığının saptanması ve buna katkıda bulunan faktörlerin değerlendirilmesi (iskemik kalp rahatsızlıkları)

Terapötik müdahalenin objektif belirlenmesinin gerekli olduğu ve standart pulmoner fonksiyon testi ile yeterince değerlendirilemediğinde

- İnterstisyel akciğer hastalıkları

Erken (gizli) dönem gaz değişim anormalliklerinin saptanması

Akciğer gazı değişiminin genel değerlendirmesi / izlenmesi

Hipoksemi derecesinin değerlendirilmesi ve O₂ tedavisinin reçete edilmesi

Egzersiz potansiyelini kısıtlayıcı faktörlerin belirlenmesi

Toksik tedaviye terapötik yanıtın belgelendirilmesi

- Pulmoner vasküler hastalık (dikkatli risk-fayda analizi gereklidir)
- Kistik fibrozis
- Egzersize bağlı bronkospazm

5. Spesifik klinik uygulamalar

- Ameliyat öncesi değerlendirme

Akciğer rezeksiyon cerrahisi

Major abdominal cerrahi geçiren yaşlı hastalar

Amfizem için akciğer hacmi rezeksiyon cerrahisi (halen araştırılmaktadır)

- Pulmoner rehabilitasyon için egzersiz değerlendirmesi ve reçetelenmesi
- Bozukluk ve işlevsel kısıtlılığın değerlendirilmesi
- Akciğer ve kalp transplantasyonu için değerlendirme (50).

Egzersiz Testinin Kontraendikasyonları: Akut miyokard infarktüsü (3-5 gün), anstabil angina pectoris, kontrol edilemeyen aritmiler, senkop, aktif endokardit, akut miyokardit ya da perikardit, semptomatik ileri derece aort stenozu, dekompanze kalp yetmezliği, akut pulmoner emboli veya pulmoner infarktüs, alt ekstremitelerde trombüs, dissekan aort anevrizma şüphesi, kontrolsüz astım, pulmoner ödem, oda havasında

istirahat saturasyonun %85'in altında olması, solunum yetmezliği, egzersizi etkileyebilecek ya da egzersizle etkilenebilecek rahatsızlıklar (enfeksiyon, böbrek yetmezliği, tirotoksikoz) ve kooperasyonu engelleyebilecek mental bozukluk mutlak kontraendikasyonlar içinde yer alırken, sol ana koroner arter stenozu, orta derecede stenotik valvüler kalp rahatsızlığı, istirahatte ağır arteriyel hipertansiyon (sistolik >200 mmHg, diastolik>120 mmHg), aritmi, ileri derecede atriyoventriküler blok, hipertrofik kardiyomiyopati, belirgin pulmoner hipertansiyon, ilerlemiş ya da komplike gebelik, elektrolit anomalileri ve egzersiz performansını etkileyecek ortopedik yetersizlik rölatif kontraendikasyonlar içinde yer almaktadır (50).

Kardiyopulmoner egzersiz testinin amacı egzersize katılan organlara belirli bir miktar stres uygulamaktır. Bu amaçla test esnasında büyük kas gruplarının örneğin alt ekstremita kaslarının kullanıldığı egzersizler tercih edilmektedir (75).

Kardiyopulmoner egzersiz testi, egzersizin yapılabileceği treadmill veya bisiklet ergometresi, gaz konsantrasyonlarının ölçülebilmesi için metabolik analizör, akım ve völümlerin ölçülebilmesi için flow sensörler, EKG'nin ölçülebilmesi için monitörler ve oksijen saturasyonunun takip edilebilmesi için pulse oksimetri ve verilerin kaydedilip değerlendirilmesini ve saklanmasını sağlayan dijital bir bilgisayardan oluşur (76).

Kardiyopulmoner egzersiz testlerinde yaygın olarak treadmill ve bisiklet ergometresi kullanılır. Çoğu durumda bisiklet ergometresi tercih edilmektedir. Talep edilen sebeplere ve ekipman kullanılabilirliğine bağlı olarak treadmill kabul edilebilir bir alternatif olabilmektedir (50).

Bisiklet ergometresi, yürüyüş ve koşmaya oranla daha az bilinen bir testtir. Ancak treadmillde testin durdurulması sırasında harekete bağlı olarak denge ile ilgili sorunlar yaşanabilmekte ya da test esnasında hastanın düşme riski söz konusu olabilmektedir. Treadmilde ölçülen maksimum oksijen tüketimi bisiklet ergometresinde ölçülenden %5-10 daha fazladır. Ayrıca bisiklet ergometresinin daha ucuz ve daha az yer kaplaması, kan basıncı ve EKG ölçümlerinde daha rahat yapılabilmesi gibi avantajları bulunmaktadır (75).

Treadmil ve bisiklet ergometresinde çeşitli protokoller kullanılmaktadır. Bu protokollerin sınıflandırması iş yükünün uygulanma biçimine dayanmaktadır.

1. Basamaklı artan egzersiz (her dakika) veya sürekli rampa protokolü

2. Çok fazlı egzersiz protokolü (her 3 dakikada bir, her seviyede “pseudo” - steady durumuyla)
3. Sabit iş yükü (aynı çalışma hızı, genellikle 5 ila 30 dakika arası)
4. Dinlenme süreleri ile ayrılmış ve giderek artan yüklerle (nadiren klinik olarak kullanılır) kısa süreli (3-4 dakika) sürekli iş gücü egzersizi içeren kesintili bir protokol (50).

4.8.1.1. Bisiklet Ergometresi Protokolleri:

Klinikte sıklıkla kullanılan basamaklı artan protokoldür. Bu testte bireyler ilk 3 dakika bazal ölçüm için sabit kalırlar. Daha sonraki 3 dakika pedala herhangi bir direnç uygulamadan boşa çevirirler ve sonraki iş yükü dakikada bir 5-25 watt arasında arttırılarak uygulamaya devam ettirilir. Pedal dakikada 40-70 arasında çevrilmelidir (ideal olarak 60 rpm’de). Hafif hastalarda pedala 25 watt ağır hastalarda ise 5 watt/dak direnç uygulamalıdır. Maksimum iş beklenen değer formülünden belirlenir sonrasında bu ideal egzersiz süresi olan 10 dakikaya bölünür ve dakikada ne kadar arttırım yapılması gerektiği hesaplanır. Bu hastanın durumuna göre değiştirilebilir. Dakika direncinin ne oranda artırması gerektiğini önceden belirleyebilmek veya tahmin edebilmek için iş formüllerden yararlanılabilir.

1. İstirahatte VO_2 (ml/dak)= $150 + (6 \times \text{kg})$
2. $VO_{2\text{max}}$ (ml/dak/kg) = $[\text{boy (cm)} - \text{yaş (yıl)}] \times 20$ (kadınlarda 14)
3. Dakikada artması gereken pedal direnci = $(VO_{2\text{max}} - VO_2 \text{ istirahat}) / 100$

Egzersizin maksimal veya submaksimal olduğuna kalp hızına bakılarak karar verilir. Maksimum olması için gerekli kalp hızı “220-yaş” formülü ile hesaplanır. Bunun %80’ine ulaşması maksimum olması için yeterlidir

Rampa protokolü de hemen hemen basamaklı artan protokolle benzerdir, tek farkı bu testte egzersiz boyunca pedala verilen yük sabit bir şekilde artar. Denekler test sırasında dayanabildikleri yük şiddetine kadar egzersiz yapmalı ve testi bırakacak aşamaya geldiklerinde en az 3 dakika düşük hızda ve herhangi bir dirence karşı iş yapmaksızın toparlanma yaptıktan sonra test bırakılmalı ve bu sürede de EKG sürekli monitörize edilmelidir. Böylelikle egzersiz esnasında yükselen kan basıncının aniden düşmesinin ve tehlikeli aritmilerin ortaya çıkmasının önüne geçilebilir (76).

Kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında deneğin ekshale ettiği havadaki O₂ (VO₂), CO₂ düzeyleri (VCO₂), dakika ventilasyonu (VE), dakika solunum sayısı, kalp hızı (HR), tidal volüm, inspiratuvar kapasite (IC), oksijen saturasyonu, EKG ritmi, iş yükü (work rate, WR), egzersiz süresi ve kan basıncı monitorize edilmektedir (77).

Bireyin iş yükü artarken oksijen tüketiminin artmadığı sabit kaldığı değer maksimum oksijen tüketimi (VO₂max) olarak ifade edilir. Maksimum oksijen tüketimi aerobik kapasitenin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir kriterdir (78).

4.8.1.2. Kardiyopulmoner Egzersiz Testini Sonlandırma Kriterleri

Fizyolojik limitlere ulaşmak amacıyla hastaya maksimal efor yaptırmak için test öncesinde ve test sırasında hastalar sözlü olarak cesaretlendirilmelidir. Kalp ritminin aşırı artması test sonlandırma kriteri olarak kullanılmaz.

Test sonlandırma kriterleri;

- İskemiye düşündürecek göğüs ağrısı
- İskemik EKG değişiklikleri
- Kompleks ektopi
- 2. veya 3. derece kalp bloğu
- Test sırasında sistolik basıncın en yüksek değerinden 20 mmHg'den fazla düşmesi
- Hipertansiyon (sistolik > 250 mmHg, diyastolik >120 mmHg)
- Ağır hipoksemi: SpO₂ ≤ %80 ve hipoksemi semptomlarının eşlik etmesi
- Ani gelişen solukluk, baş dönmesi ve bayılma
- Koordinasyon kaybı
- Mental konfüzyon
- Solunum yetmezliği bulguları
- Hastanın testi bırakmak istemesi (50).

4.8.1.3. Kardiyopulmoner Egzersiz Testinde Ölçülebilen Temel Parametreler

KPET ile egzersiz toleransının mekanizmasını ve intoleransının nedenlerini yorumlamamızı sağlayan ölçüm parametreleri elde edilir. Semptomlar (öncelikle dispne ve bacak yorgunluğu), kalp hızı, solunum hızı, oksijen saturasyonu, EKG ve kan basıncı

egzersiz sırasında yakından takip edilmelidir. Test sırasında ölçülen diğer parametreler ise şunlardır;

1. Metabolik parametreler: oksijen tüketimi (VO_2), karbondioksit üretimi (VCO_2), solunum değişim oranı (R), anaerobik esik (AT)
2. Kardiyak parametreler: kalp hızı rezervi (HRR), O_2 pulse (VO_2/HR)
3. Solunumsal parametreler: solunum yedeği (BR), dakika ventilasyonu (VE), tidal volum (TV), end tidal pressure of O_2 (PET O_2), end tidal pressure of CO_2 (PET CO_2)
4. Gaz değişim parametreleri: oksijen saturasyonu (SaO_2), ventilatuar eşitlikler (VE/VO_2 , VE/VCO_2)

Maksimum kardiyopulmoner egzersiz testi normal değerleri şu şekildedir:

- a. Oksijen tüketimi; $VO_{2max} > \%84.2$, anaerobik esik $> \%40 VO_{2max}$
- b. Kardiyovasküler sistem; O_2 pulse $> \%80$, kalp hızı rezervi $< 15/dk$, kan basıncı $< 220/90$ mmHg
- c. Solunum sistemi; solunum rezervi (VE_{max}/MVV) $> \%75$ veya $MVV - VE_{max} > 11$ lt, $VT/VC < 55$, frekans $< 60 /dk$
- d. Gaz değişimi; VE/VCO_2 (AT'de) < 34 , $VD/VT < 0.28$, PET $CO_2 < 0$, $PaO_2 > 80$ mmHg, $P(A-a) O_2 < 35$ mmHg (50).

5. GEREÇ ve YÖNTEM

5.1. Etik Kurul Onayı

Bu tez çalışması Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulunun 10 Ağustos 2016 tarih ve 488 sayılı yazısı ile onaylanmıştır.

5.2. Çalışmaya Katılan Kişilerin Seçimi

Çalışmada, müsabaka esnasında üst ve alt ekstremitelerini birlikte kullanan, günde birden fazla müsabakaya katılan sporcular hedef kitlesi seçilmiştir. Çalışmaya A Milli Takımlarında mücadele eden 6 erkek tekvandocu toplamda uluslararası müsabakalarda yarışan 10 elit erkek tekvandocu gönüllülük esasına göre dahil edildi. Gönüllülerin yaş aralığı 15-21 idi.

5.3. Bilgilendirilmiş Onam Formu

Çalışmaya katılan sporculara yapılacak tüm uygulamalar ve bu uygulamaların risklerini içeren bilgilerin yer aldığı ayrıntılı bir form sunularak okumaları istendi. Formda verilen bilgileri okuyup, çalışmaya katılmayı kabul edip formu imzalayan gönüllüler çalışmaya kabul edildi. Formun bir kopyası Ek 1’de gösterilmiştir.

5.4. Egzersiz Testi Uygunluk ve Onam Formu

Çalışmada kardiyopulmoner egzersiz testi aerobik kapasitenin ve fizyolojik toparlanma verilerinin belirlenmesinde kullanıldı. Bu test sporcunun egzersiz ve efora elverişliliği ile alakalı parametrelere ulaşmak amacıyla eforla zorlanma şartlarında yapıldığı için bazı güvenlik kriterlerini elimine etmek adına sorular içeren bir form verilerek okumaları ve soruları cevapları istendi. Belgeyi imzalayarak risk grubunda olmadığını beyan etmiş olan sporcular egzersiz testine alındı. Ek 2’de bu forma yer verilmiştir.

5.5. Çalışma Dizaynı

10 elit tekvando sporcusunda laboratuvar ortamında maksimal egzersiz sonrası aktif toparlanma ve intermitant pnömatik kompresyon ile derlenme protokollerinin algısal yorgunluk ve akut dönemde fizyolojik derlenme parametreleri üzerine etkileri incelendi. Sporcular bisiklet ergometresinde tükeninceye kadar iki ardışık maksimal egzersize tabi tutuldu. Sporcular ilk maksimal efor sonrası uygulanacak olan toparlanma

yöntemine göre iki gruba ayrıldı. Gruplardan birine toparlanma amacıyla intermitant pnömatik kompresyon masaj protokolü diğer gruba ise aktif toparlanma protokolü uygulandı. Her iki protokolde birinci maksimal efor sonrası ilk beş dakika bisiklet ergometresinde bisiklet çevirtildikten sonra İntermitant pnömatik kompresyon masajı protokolünde; alt ekstremitelere 20 dakika 80 mmHg basınçla, üst ekstremitelere 10 dakika 60 mmHg basınçla toplamda 30 dakika intermitant pnömatik kompresyon uygulaması yapıldı. Aktif toparlanma protokolünde ise; bisiklet ergometresinde 30 dakika toparlanma yaptırıldı. İkinci maksimal egzersiz sonrası her iki grupta da aynı toparlanma protokolü uygulandı. Her iki protokolden sonra bir sonraki egzersize kadar her sporcuya 15 dakika ihtiyaç molası verildi. İki hafta sonra gruplar çaprazlaştırılarak testler tekrarlandı. Çapraz tasarımlı bu araştırmada; gruplarda egzersiz testine tabi tutulan sporcularda toparlanma bir öncekinin alternatifi ile gerçekleştirilmiştir. Böylece aynı 10 elit tekvandocu her iki grupta da yer almıştır.

5.6. Ölçümler

5.6.1. Vücut Kitle İndeksi (VKİ) Ölçümü

Boy uzunluğunun (m), kilonun (kg) karesine oranı şeklinde ölçülen VKİ ölçümü ‘Tanita Body Composition Analyzer TBF-300 (FEED)’ marka cihaz kullanılarak gerçekleştirildi. Ölçümler sporcular cihaza çıplak ayak ile çıkartılarak yapıldı. Ölçüm öncesi mesanenin mümkün olduğunca boş olmasına ve üzerlerinde metal eşyaların olmamasına dikkat edildi.

5.6.2. Spirometre Testi

Ölçümler sırasında ‘masterscreen’ marka (O_2 ve CO_2) gaz analizatörü ve Lab manager 4.0 yazılım programının spirometre modülü kullanıldı. Burun mandalla kapatıldı ve ağızlığın yanlarından hava kaçağı olmamasına özen gösterildi. Sporculardan önce birkaç tekrarlı yüzeysel soluk almaları ve daha sonra derin bir inspiriyumu takiben, hızlı ve zorlu ekspiriyum yapıp tüm havayı boşaltmaları istendi. Kendilerini hazır hissetleri anda testi yapmaları istendi. Bu test sporcuların istirahat sırasındaki vital kapasitelerini ve solunum yedeklerini belirlemek için yapıldı.

5.6.3. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi

Egzersiz testi öncesi deneklere testi rahat yapmalarını sağlayacak şekilde giyinmeleri, bireylerin sabah kahvaltı yapmış olması ve öğlen yemeği yemiş olması istendi. Testten en az bir saat öncesinden itibaren yemek yememeleri ve sigara içmemeleri, normal hidrasyonu sağlayacak şekilde su içmeleri, test günü rutinin dışında aşırı yorucu aktivitelerden kaçınmaları ve testten bir önceki gece en az 6-8 saat uyumalarına dikkat edildi.

Kardiyopulmoner egzersiz testi sırasında VIA sprint 150P marka bisiklet modülü, bilgisayara entegre edilebilen QRS-card, 12 derivasyonlu EKG (Cardinal Health, Norristown, ABD), pulse oksimetre, ergometre ve gaz analizatörü donanımlı Cardinal Health marka (Norristown, ABD) Kardiyopulmoner egzersiz testi ünitesi ve Lab Manager 4.0 yazılım programı sistemi kullanıldı. Test sırasında iki dakikada bir tansiyon takibi ergoline marka tansiyon aleti ve ergoline marka tansiyon monitörü ile yapıldı.

Her testten önce gaz analizatörleri atmosfer havası ve karışımı önceden bilinen bir gaz havası ile kalibre edildi ve gaz maskesi her birey teste başlamadan önce dezenfekte edildi. ‘Breath-by-breath’ yöntemi ile her nefeste ölçüm yapan sistemle 5 sn’de bir kayıt alınarak solunum gaz değerleri takip edildi.

Egzersiz testi için bisiklet ergometrisi kullanıldı. Sporcular bisikleti 60 devir olacak şekilde çevirdi. Her sporcu için iş gücünün düzenli olarak arttırıldığı egzersiz testi, 5 dakika süreyle 20 watt’lık iş gücünde ısınma dönemi ile başladı. Isınma dönemi sonunda bisiklet ergometrenin iş gücü bilgisayar kontrollü olarak dakikada 15 watt (5 watt/20 sn) olarak arttırıldı. Bu artış bireyin form durumuna göre farklılıklar içermekte olup her bir bireyin pedal çeviremediği (40 rpm altına düşürülmeyecek) duruma kadar yani maksimum efor ile “gönüllü egzersiz yapma potansiyeli yönünden tükeninceye” kadar devam ettirildi. Daha sonra yük alınarak 30-35 devir/dk hızda gönüllünün bisikleti çevirmeye devam etmesi istendi. Toparlanma periyodu RER değeri 1.00’ın altına düşünceye kadar ve/veya kalp hızı 100 atım/dk’nın altına düşünceye kadar devam ettirildi ve test sonlandırıldı. Bu test ile sporcuların maksimal efor kapasiteleri (W_{max} , Watt), aerobik ve anaerobik iş kapasiteleri belirlendi.

Egzersiz testleri sırasında gönüllülerin kardiyak parametreleri 12 derivasyonlu EKG kaydı ile (VIASYS Healthcare Norristown, ABD) takip edildi. EKG ekranı izlenerek ST segmentinde çökme ya da yükselme olup olmadığı takip edildi. Akciğer gaz değişim parametreleri ise metabolik gaz ölçüm cihazı ile solunumdan solunuma her nefeste yapıldı (Master Screen CPX Jaeger Hoechberg, Almanya). Solunum parametreleri ise türbin volüm metre ile ölçülerek solunumdan-solunuma hesaplama ile değerlendirildi. Bu test sırasında metabolik (solunum katsayısı ve enerji-substrat kullanımı, RER), kardiyovasküler (kalp atım hızı, kalp atım yedeği ve O₂ puls) ve aerobik ve anaerobik egzersiz bölgeleri için ayrı ayrı değerlendirmeler yapıldı.

5.6.4. Borg'un Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)

Egzersizin şiddetini belirlemede kullanılan metodlardan biri ise egzersizin zorluk derecesini belirleyen Borg skalasıdır (İngilizce: Rating of Perceived Exertion, Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)). Bu skala bireylerin egzersizin zorluk derecelerini kendilerinin belirlediği subjektif bir yöntemdir. Skala, 6'dan 20'ye kadar olan değerleri ve bu değerlerin bazılarının yanında yazan zorluk ifadelerini içermektedir. Egzersizden önce sporculara sayısal değerlerin karşılıklarının yazıldığı tablo anlatıldı. Borg skalası gönüllülere egzersizden hemen önce, egzersiz sırasında tükendiğini ifade ettiği esnada ve toparlanmanın sonunda gösterilerek algıladıkları zorluk derecesi sayısal olarak belirtmeleri istendi. Ek 3'de bu skalaya yer verilmiştir.

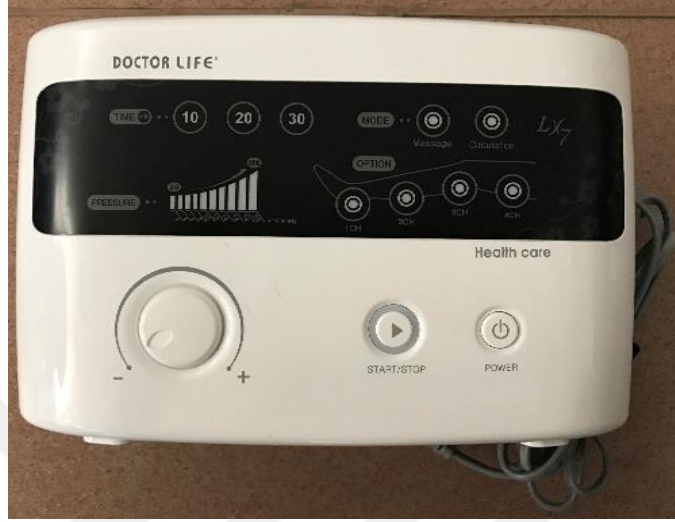
5.7. Müdahale

5.7.1. Pnömatik Kompresyon Masaj Protokolü

İntermitant Pnömatik kompresyon masaj uygulamasında Doctor Life LX7 marka pnömatik kompresyon cihazı (Resim 1), ikişer adet dört bölmeli kol ve bacak manşonları (Resim 2) ve manşon ile cihaz arasında bağlantıyı sağlayan birer adet çiftli ve tekli hortum kullanılmıştır.

Bu gruptaki gönüllüler kardiyopulmoner egzersiz testinde maksimum efor ile “egzersiz yapma potansiyeli yönünden tükeninceye” kadar egzersize devam ettirildi. Egzersize devam edemeyeceğini ifade etmelerinden sonra yük alınarak 30-35 devir/dk hızda 5 dakika daha bisikleti çevirmeye devam etmesi istendi. 5. dakikanın sonunda bisikletten indirilen gönüllülere uzun oturuş pozisyonunda alt ekstremitelerine 20 dakika

süre ile 80 mmHg basınç, üst ekstremitelere 10 dakika süre ile 60 mmHg basınçla intermitant pnömatik kompresyon cihazı toplamda 30 dakika uygulandı.



Resim 1. Pnömatik kompresyon cihazı



Resim 2. Kol ve bacak manşonu (İkişer adet dört bölmeli)

5.7.2. Aktif Toparlanma Protokolü

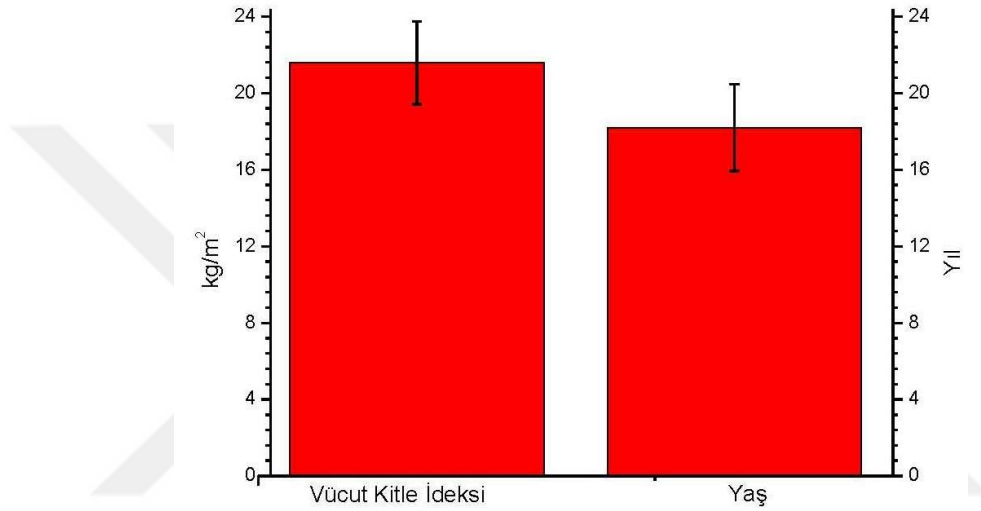
Bu gruptaki sporcular kardiyopulmoner egzersiz testinde maksimum efor ile ‘egzersiz yapma yönünden tükeninceye’ kadar egzersize devam ettirildi. Sporcuların egzersize devam edemeyeceğini ifade etmelerinden sonra yük alınarak 30-35 devir/dk hızında (pnömatik kompresyon masaj öncesi de uygulanan) 5 dakika daha bisikleti çevirmeye devam etmesi istendi. 5. dakikanın sonunda 30-35 devir/dk hızda bisiklet çevirmeye devam ettirilerek 30 dakika aktif toparlanma yaptırıldı.

5.8. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi SPSS 18 programı kullanılarak yapılmıştır. Protokollerin karşılaştırılmasında student t testi kullanılmıştır. Ölçümsel veriler ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunulmuştur. $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı olarak kabul edildi.

6. BULGULAR

Çalışmaya 10 erkek elit tekvando sporcusu dahil edildi. Araştırma çapraz geçişli dizayna sahip oldu; bu 10 sporcu hem aktif toparlanma protokolüne, hem de pnömatik masajla toparlanma protokolüne dahil edildi. Çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen 10 erkek sporcunun ortalama yaşları 18.2 ± 2.27 yıl; vücut kitle indeksi (VKİ) $21.59 \pm 2.17 \text{ kg/m}^2$ ($n=10$) olarak tespit edildi (Şekil 1).



Şekil 1. Katılımcı tekvandocuların yaş ve vücut kitle indeksi ortalama değerleri

6.1. Bazal Kalp Hızı Değerleri

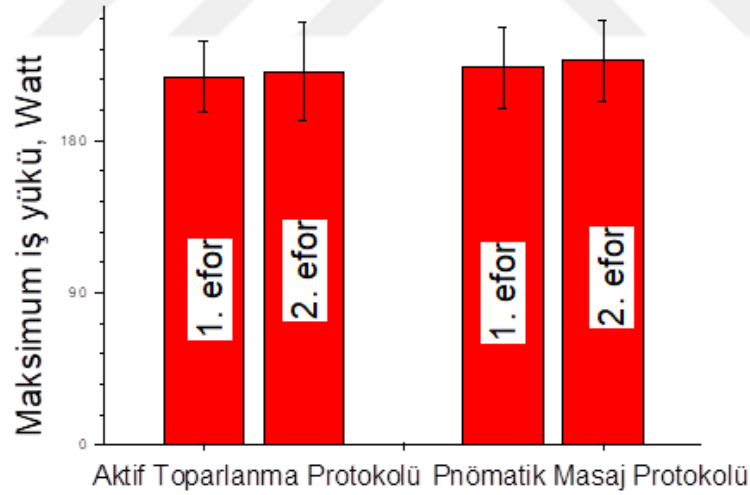
Sporcuların aktif toparlanma protokolünün uygulanacağı egzersiz testine başlangıçtaki ortalama kalp hızı 88 ± 16 atım/dakika, pnömatik masaj ile toparlanma protokolüne başlangıçtaki ortalama kalp hızı değerleri ise 81 ± 18 atım/dakika bulundu.

6.2. Maksimum İş Yüğü Değerleri

Her iki protokole de katılan aynı 10 sporcu için gerçekleştirilen maksimum iş yükü ortalama değerleri; aktif toparlanma protokollerinde gerçekleştirilen ilk efor testinde 218 ± 21 Watt (min-maks: 190-255 Watt, $n=10$) olarak saptandı, bu protokolde aktif toparlanma sonrası gerçekleştirilen ikinci efor testinde ise bu değer 220.5 ± 29 Watt (min-maks: 190-270 Watt, $n=10$) olarak belirlendi. Bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0.05$).

Maksimum iş yükü üzerine, pnömatik masaj ile toparlanma protokolünün etkisini incelemek için 2 hafta sonra sporcular pnömatik masajla toparlanma protokolüne tabi tutulduğunda ilk efor testinde kısmen daha yüksek bir maksimum iş yükü gerçekleştirildi (aktif toparlanma protokolü ilk efor testi: 218 ± 21 Watt; pnömatik masajın ilk efor testi: 223.5 ± 24.38) fakat bu fark aktif toparlanmanın ilk efor testine göre istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0.05$). Bu protokolde pnömatik masajın maksimum iş yükü üzerine olası etkisini belirlemek üzere gerçekleştirilen ikinci efor testinde ise maksimum iş yükü 227.5 ± 24.5 Watt gerçekleştirildi. Bu değer pnömatik masajın hemen öncesinde gerçekleştirilen birinci efor testi maksimum iş yükü ile karşılaştırıldığında aralarındaki fark da anlamlı değildi ($p > 0.05$).

Pnömatik masajla toparlanma protokolünde ikinci efor testinde aktif toparlanma ikinci efor testine göre daha yüksek maksimum iş yükü gerçekleştirildi (Aktif toparlanma ikinci efor testi: 220.5 ± 29 Watt; Pnömatik masajla toparlanma protokolünün ikinci efor testi: 227.5 ± 24.5 Watt) fakat bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0.05$) (Şekil 2).



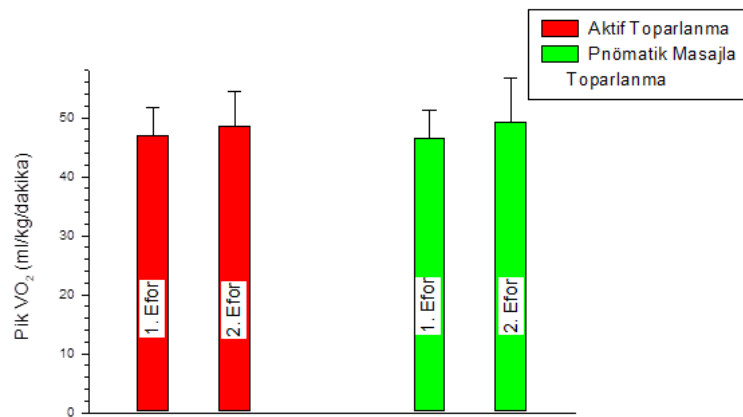
Şekil 2. Elit tekvandoculara pnömatik masajla toparlanma ve aktif toparlanma protokollerinde tükeninceye kadar gerçekleştirilen birinci ve ikinci maksimum efor bisiklet ergometre testinde ortalama maksimum iş yükü grafiği

6.3. Pik VO₂ (Zirve Oksijen Alımı) Değerleri

Her iki protokole de katılan aynı 10 sporcu için gerçekleşen ortalama pik VO₂ değerleri; aktif toparlanma protokollerinde gerçekleştirilen ilk efor testinde ortalama pik VO₂ değeri 46.94±4.83 ml/kg/dk olarak saptandı, bu protokolde aktif toparlanma sonrası gerçekleştirilen ikinci efor testinde ise bu değer 48.53±5.82 ml/kg/dk olarak belirlendi. Bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05).

Pnömatik masaj ile toparlanma protokolünün etkisini incelemek için 2 hafta sonra katılımcılar pnömatik masajla toparlanma protokolüne tabi tutulduğunda ilk efor testinde az daha düşük ortalama pik VO₂ gerçekleştirdi (aktif toparlanma protokolü ilk efor testi: 46.94±4.83 ml/kg/dk; pnömatik masajın ilk efor testi: 46.53±4.66 ml/kg/dk) fakat bu fark aktif toparlanmanın ilk efor testine göre istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05). Ancak, bu protokolde pnömatik masajın pik VO₂ üzerine etkisi bakımından gerçekleştirilen ikinci efor testinde 49.29±7.44 ml/kg/dk gerçekleştirdi, birinci efor testi arasındaki fark da anlamlı değildi anlamlı değildi (p>0.05).

Pnömatik masajla toparlanma protokolü ikinci efor testinde aktif toparlanma ikinci efor testine göre daha yüksek pik VO₂ gerçekleştirildi (Aktif toparlanma ikinci efor testi: 48.53±5.82 ml/kg/dk; Pnömatik masajla toparlanma protokolünün ikinci efor testi: 49.29±7.44 ml/kg/dk) fakat bu fark da istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05) (Şekil 3).



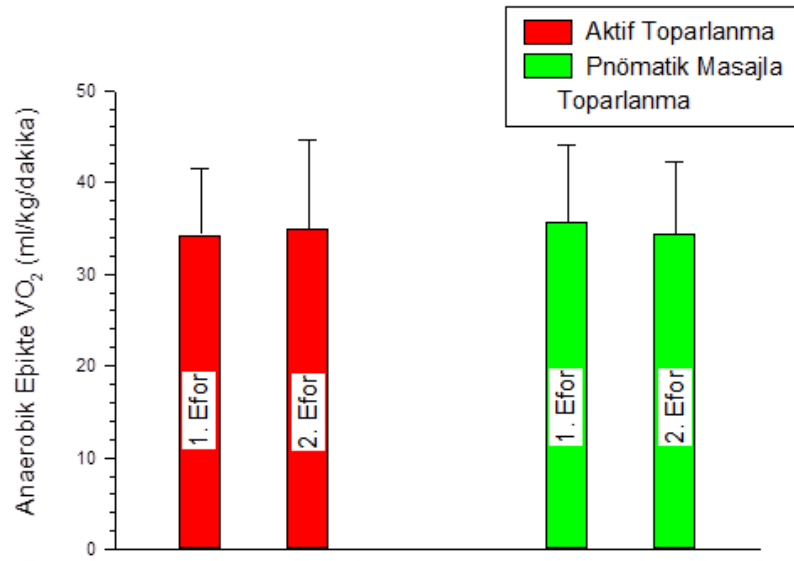
Şekil 3. Elit tekvandoculara pnömatik masajla toparlanma ve aktif toparlanma protokollerinde tükeninceye kadar gerçekleştirilen birinci ve ikinci maksimum efor bisiklet ergometre testi ile belirlenen ortalama pik VO₂ değerleri

6.4. Solunumsal Eşik (Anaerobik Eşik) VO₂ Değerleri

Her iki protokole de katılan aynı 10 sporcu için belirlenen anaerobik eşikte ortalama pik VO₂ değerleri; aktif toparlanma protokollerinde gerçekleştirilen ilk efor testinde anaerobik eşikte ortalama pik VO₂ değeri 34.25±7.23 ml/kg/dk olarak saptandı, bu protokolde aktif toparlanma sonrası gerçekleştirilen ikinci efor testinde ise bu değer 34.96±9.74 ml/kg/dk olarak belirlendi. Bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05).

Pnömatik masaj ile toparlanma protokolünün etkisini incelemek için 2 hafta sonra katılımcılar pnömatik masajla toparlanma protokolüne tabi tutulduğunda ilk efor testinde anaerobik eşikte daha yüksek ortalama pik VO₂ gerçekleştirildi (aktif toparlanma protokolü ilk efor testi: 34.25±7.23 ml/kg/dk; pnömatik masajın ilk efor testi: 35.62±8.40 ml/kg/dk) fakat bu fark aktif toparlanmanın ilk eforu testine göre istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05). Bu protokolde pnömatik masajın anaerobik eşikte pik VO₂ üzerine etkisi bakımından gerçekleştirilen ikinci efor testinde 34.36±7.78 ml/kg/dk olarak saptandı, birinci efor testi ile karşılaştırıldığında arasındaki fark anlamlı değildi (p>0.05).

Pnömatik masajla toparlanma protokolü ikinci efor testinde aktif toparlanma ikinci efor testine göre anaerobik eşikte daha düşük pik VO₂ gerçekleştirildi (Aktif toparlanma ikinci efor testi: 34.96±9.74 ml/kg/dk; Pnömatik masajla toparlanma protokolünün ikinci efor testi: 34.36±7.78 ml/kg/dk) fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05) (Şekil 4).

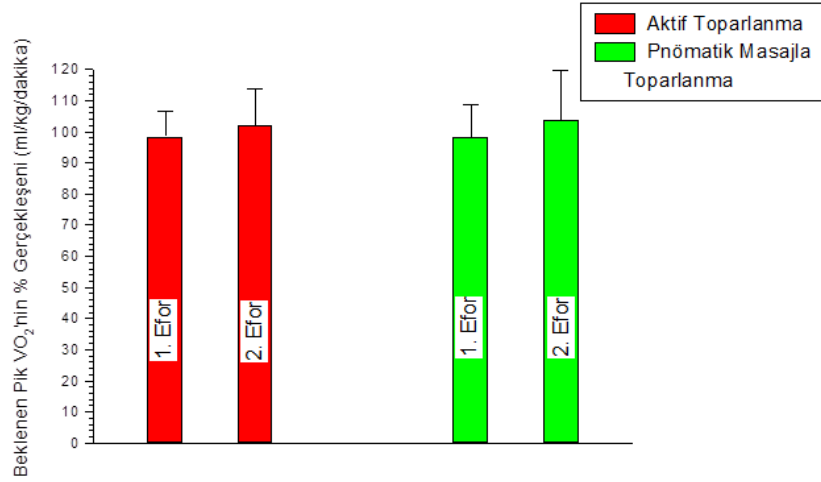


Şekil 4. Elit tekvandoculararda pnömatik masajla toparlanma ve aktif toparlanma protokollerinde tükeninceye kadar gerçekleştirilen birinci ve ikinci maksimum efor bisiklet ergometre testi anaerobik eşikte pik VO₂ grafiği

6.5. Beklenen Pik VO₂ Düzeylerine Göre Ölçülen Pik VO₂'nin Yüzdesi

Her iki protokole de katılan 10 sporcu için beklenen pik VO₂ düzeylerine göre ölçülen pik VO₂'nin %leri; aktif toparlanma protokollerinde gerçekleştirilen ilk efor testinde %98.4±8.41 olarak saptandı, bu protokole aktif toparlanma sonrası gerçekleştirilen ikinci efor testinde ise bu değer %102±11.96 olarak belirlendi. Pnömatik masaj ile toparlanma protokolünün etkisini incelemek için 2 hafta sonra katılımcılar pnömatik masajla toparlanma protokolüne tabi tutulduğunda ilk efor testinde daha düşük % gerçekleştirildi (aktif toparlanma protokolü ilk efor testi: %98.4±8.41; pnömatik masajın ilk efor testi: %98.2±10.55) fakat bu fark aktif toparlanmanın ilk efor testine göre istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05). Pnömatik masajla toparlanma protokolü ikinci efor testinde %103.7±16 gerçekleştirildi, birinci efor testi ile arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05).

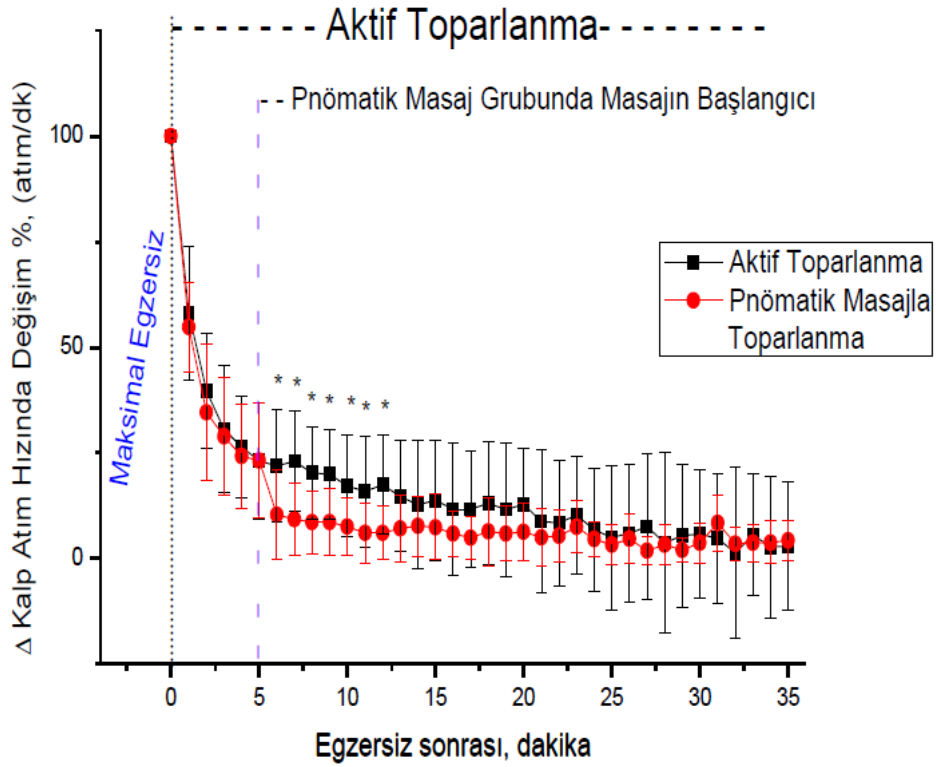
Pnömatik masajla toparlanma protokolü ikinci efor testinde aktif toparlanma ikinci efor testine göre daha yüksek beklenen pik VO₂ %'si gerçekleştirildi (Aktif toparlanma ikinci efor testi: %102±11.96; Pnömatik masajla toparlanma protokolünün ikinci efor testi: %103.7±16) fakat bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p>0.05) (Şekil 5).



Şekil 5. Elit tekvandoculara pnömatik masajla toparlanma ve aktif toparlanma protokollerinde tükeninceye kadar gerçekleştirilen birinci ve ikinci maksimum efor bisiklet ergometre testinde beklenen pik VO₂ düzeylerine göre ölçülen pik VO₂'nin % grafiği

6.6. Kalp Atım Hızında Değişim

Her iki protokolün birinci maksimal efor sonrası kalp atım hızındaki değişim yüzdesi Şekil 6'da görülmektedir. Şekil 6'da da görüldüğü gibi sporcular egzersizi bıraktıktan sonra (yük alındıktan sonra) toparlanma sürecinde kalp atım hızlarında azalma eğrisi gerçekleşti. Protokole göre 35 dakika takip edilen toparlanma evresinin 6. dakikasında kararlı duruma ulaşan bu düşüş, takip süresince ardından aynı düzeylerde seyretti. Egzersiz sonrası toparlanma evresinde kalp atım hızı değişim değerlerinin seyri hem aktif hem de pnömatik masajla toparlanma protokollerinde genel bağlamda benzerdi. Pnömatik masajla toparlanan grupta toparlanma aktif toparlanmaya göre kısmen daha hızlı olup; bu değer sadece 6-11. ve 12. dakikalar için istatistiksel olarak farklı bulundu ($p < 0.05$).



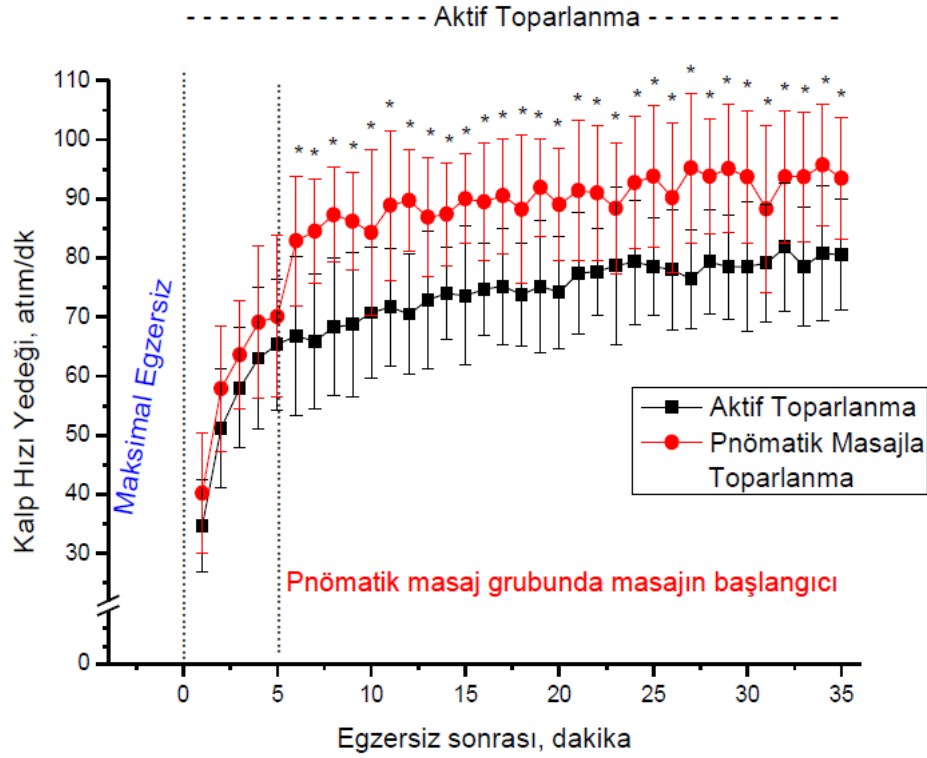
Şekil 6. Elit tekvandoculara tükeninceye kadar gerçekleştirilen maksimum efor bisiklet ergometre testinden sonra kalp atım hızında değişim parametresi bakımından toparlanma üzerine pnömatik masaj ve aktif toparlanma protokollerinin etkisi

Maksimal egzersiz sonrası (yük alınma - 0. dakika) toplamda 35 dakika boyunca her iki protokolde (pnömatik masaj ve aktif toparlanma) toparlanma süresi takip edildi. Sporculara toparlanmanın 5. dakikasına kadar her iki protokolde de bisiklet ergometresinde toparlanma uygulandı. Toparlanmanın 5. dakikadan sonra pnömatik masajla toparlanma grubuna pnömatik kompresyon cihazı ile 30 dakika daha toparlanma protokolü uygulandı. Aktif toparlanma grubunda ise 30 dakika daha bisiklet ergometresinde toparlanma yaptırılmaya devam edildi. *: Pnömatik masajla toparlanma grubunda aktif toparlanma grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

6.7. Kalp Hızı Yedeği

Her iki protokolün birinci maksimal efor sonrası kalp hızı yedeği değişimi Şekil 7'de görülmektedir. Şekil 7'de de görüldüğü gibi sporcular egzersizi bıraktıktan sonra (yük alındıktan sonra) toparlanma sürecinde kalp hızı yedeklerinde artma gözlemlendi. Protokole göre 35 dakika takip edilen toparlanma evresinde kalp hızı yedeği değerlerinin seyri hem aktif hem de pnömatik masajla toparlanma protokollerinin ilk 5

dakika boyunca genel bağlamda benzerdi. Pnömatik masajla toparlanan grupta toparlanma kısmen daha yüksek olup; bu değerler 6. dakikadan itibaren toparlanma protokolünün sonuna yani 35. dakikaya kadar olan dakikalarda istatistiksel olarak farklı bulundu ($p < 0.05$).

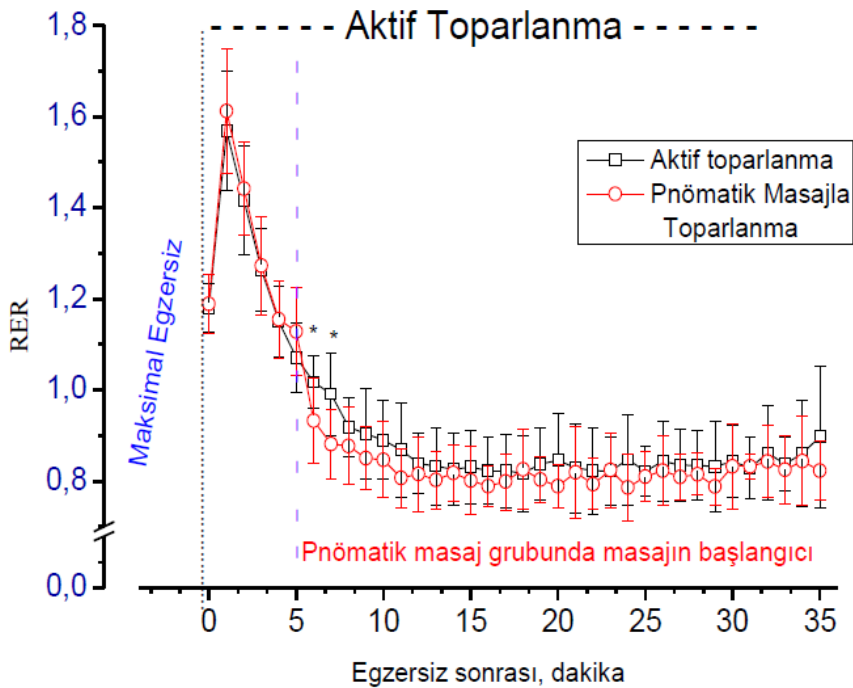


Şekil 7. Elit tekvandoculara tükeninceye kadar gerçekleştirilen maksimum efor bisiklet ergometre testinden sonra kalp hızı yedeği parametresi bakımından toparlanma üzerine pnömatik masaj ve aktif toparlanma protokollerinin etkisi

Maksimal egzersiz sonrası (yük alınma - 0. dakika) toplamda 35 dakika boyunca her iki protokolde (pnömatik masaj ve aktif toparlanma) toparlanma süresi takip edildi. Sporculara toparlanmanın 5. dakikasına kadar her iki protokolde de bisiklet ergometresinde toparlanma uygulandı. Toparlanmanın 5. dakikasıdan sonra pnömatik masajla toparlanma grubuna pnömatik kompresyon cihazı ile 30 dakika daha toparlanma protokolü uygulandı. Aktif toparlanma grubunda ise 30 dakika daha bisiklet ergometresinde toparlanma yaptırılmaya devam edildi. *: Pnömatik masajla toparlanma grubunda aktif toparlanma grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

6.8. Solunum Değişim Katsayısı (RER)

Şekil 8’de de görüldüğü gibi kişi egzersizi bıraktıktan sonra (yük alındıktan sonra) ilk dakikada ortalama RER değerlerinde yükseliş görüldü; bu yükseliş 1. dakika sonunda düşüşe geçmesine rağmen 3-4 dakika kadar testin sonlandığı dakikadaki değerin üzerinde seyretti. Dördüncü dakikadan sonra testi bırakma değerinin altına düşen RER, 5. dakikadan sonra bırakma değerine kıyasla istatistiksel olarak düşük seviyeye ulaştı. Protokole göre 35 dakika takip edilen toparlanma evresinin 10. dakikasında kararlı duruma ulaşan bu düşüş, takip süresince ardından aynı düzeyde seyretti. Egzersiz sonrası toparlanma evresinde RER değerlerin seyri hem aktif hem de pnömatik masajla toparlanma protokollerinde genel bağlamda benzerdi. Pnömatik masajla toparlanan grupta toparlanma kısmen daha yüksek olup; bu değer sadece 6. ve 7. dakikalar için istatistiksel olarak farklı bulundu ($p < 0.05$).



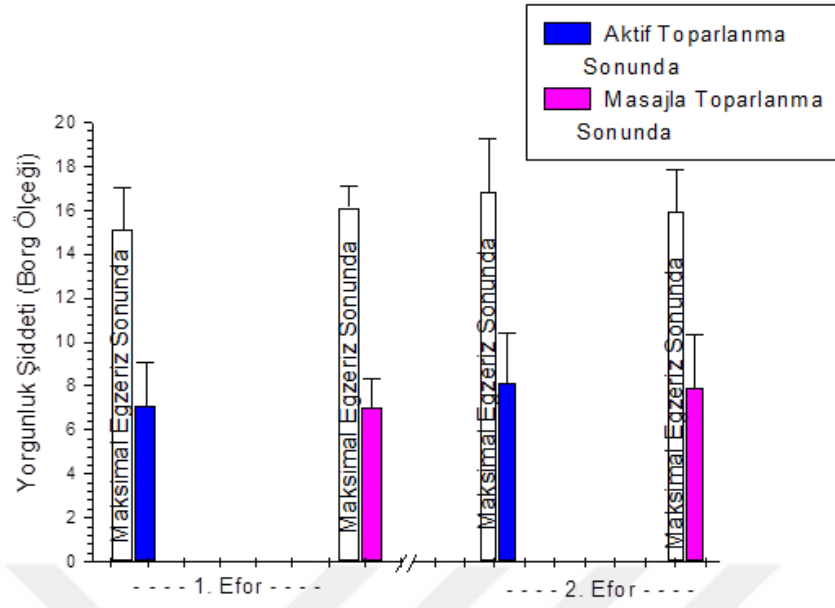
Şekil 8. Elit tekvandoculara tükeninceye kadar gerçekleştirilen maksimum efor bisiklet ergometre testinden sonra solunum değişim katsayısı (RER) parametresi bakımından toparlanma üzerine pnömatik masaj ve aktif toparlanma protokollerinin etkisi

Maksimal egzersiz sonrası (yük alınma - 0. dakika) toplamda 35 dakika boyunca her iki protokolde (pnömatik masaj ve aktif toparlanma) toparlanma süresi takip edildi. Sporculara toparlanmanın 5. dakikasına kadar her iki protokolde de bisiklet ergometresinde toparlanma uygulandı. Toparlanmanın 5. dakikasından sonra pnömatik masajla toparlanma grubuna pnömatik kompresyon cihazı ile 30 dakika daha toparlanma protokolü uygulandı. Aktif toparlanma grubunda ise 30 dakika daha bisiklet ergometresinde toparlanma yaptırılmaya devam edildi. *: Pnömatik masajla toparlanma grubunda aktif toparlanma grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

6.9. Algılanan Zorluk Derecesi (Borg Ölçeği)

Her iki protokole de katılan 10 sporcu için algılanan zorluk dereceleri Borg ölçeğine göre; aktif toparlanma protokolünde gerçekleştirilen ilk efor testinde 15.1 ± 1.91 olarak saptandı, bu protokolde toparlanma sonrası bu değer 7.1 ± 1.96 olarak belirlendi. Aktif toparlanma protokolünde gerçekleştirilen ikinci efor testinde bu değer 16.8 ± 2.48 , toparlanma sonrası bu değer 8.1 ± 2.29 olarak belirlendi ($p < 0.05$). Pnömatik masaj ile toparlanma protokolünün etkisini incelemek için iki hafta sonra katılımcılar pnömatik masajla toparlanma protokolüne tabi tutulduğunda ilk efor testinde algılanan zorluk derecesi 16.1 ± 0.99 , toparlanma sonrası bu değer 7.0 ± 1.33 olarak belirlendi ($p < 0.05$). Pnömatik masajla toparlanma protokolünün ikinci efor testinde bu değer 15.9 ± 1.91 , toparlanma sonrası 7.9 ± 2.42 olarak belirlendi ($p < 0.05$).

Hem aktif hem masajla toparlanma algılanan zorluk derecesini anlamlı ölçüde düşürdü. Fakat aktif toparlanma ile masajla toparlanma arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (Şekil 9).



Şekil 9. Elit tekvandoculara tükeninceye kadar gerçekleştirilen maksimum efor bisiklet ergometre testinden sonra algılanan zorluk derecesi (Borg ölçeği) bakımından toparlanma üzerine pnömatik masaj ve aktif toparlanma protokollerinin etkisi

7. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmaya toplamda uluslararası müsabakalarda yarışan 10 elit erkek tekvandocu (A Milli Takımlarında mücadele eden 6 erkek tekvandocu, uluslararası müsabakalarda yarışan 4 erkek tekvandocu) katıldı. Her iki test protokolünde sporcular bisiklet ergometresinde tükeninceye kadar iki ardışık egzersize tabi tutuldu. Sporcular maksimal egzersiz sonrası uygulanacak olan toparlanma yöntemine göre iki gruba ayrıldı. Gruplardan birine ilk efor sonrası toparlanma amacıyla pnömatik kompresyon masajı, diğer gruba ise aktif toparlanma yöntemi uygulandı. Tez prosedürü nedeniyle ilk beş dakikalık toparlanma her iki grup için aynı olup sonraki otuz dakikalık toparlanma sırasında farklı toparlanma yöntemleri (aktif ve pnömatik masaj) kullanıldı. Egzersiz sonrası toparlanma süresi toplamda 35 dakika olarak tutulmuştur. İkinci maksimal efor sonrası ise her iki test grubu için de aynı toparlanma protokolü (bisiklet ergometresinde aktif toparlanma) kullanıldı. Çalışmanın çapraz geçişli dizaynı nedeniyle katılan 10 sporcu her iki toparlanma protokolünde de yer aldı.

Yoğun fiziksel aktivite sonrasında insan organizmasının denge durumunu yeniden sağlaması süreci, yalnızca antrenman aralıklarının düzenlenmesi için değil, sağlığın korunması için de önemli bir gerekliliktir. Egzersiz ile yükselen kalp hızının başlangıç seviyelerine dönüşleriyle ilgili olarak; düşük şiddetli ve kısa süreli aktivitelerden sonra birkaç dakikaya ihtiyaç duyulduğu gibi (79) yüksek şiddetli yüklenmelerden sonra ise toparlanma süresi uzamaktadır (80).

Kalp atım hızının dinlenme düzeyine dönmesi için geçen süre ‘toparlanma kalp atım hızı’ olarak ifade edilir (53). Birçok araştırmacı, anormal kalp hızı toparlanmasını egzersizden sonraki ilk dakika içinde kişi hala ayakta iken kalp hızının ≥ 12 atım düşme kapasitesi gösterememesi olarak tanımlamışlar ve hem erkek hem de kadınlarda mortalitenin bağımsız bir belirleyicisi olduğunu saptamışlardır (81, 82).

Egzersiz sonrası kalp hızındaki bu düşüş hızı hem sağlık açısından hem de bir sonraki müsabakaya hazırlanan sporcuların fiziksel form olarak istirahat seviyelerine en kısa sürede dönmeleri açısından önem taşımaktadır.

Toparlanma için müdahale ve değerlendirme süresi 35 dakika tutulan bu çalışmada her iki toparlanma protokolünde (pnömatik masajla ve aktif toparlanma) egzersiz öncesi, egzersiz süresi boyunca ve toparlanma sırasında kalp atım hızı verileri

kardiyopulmoner egzersiz sisteminin bir parçası olarak 12 derivasyonlu EKG modülü aracılığı ile toplandı.

Araştırma verilerinin bir kısıtlılığı olarak, denekler sporcu olmalarına rağmen egzersize başlarken test ve laboratuvar ortamının verdiği stres nedeniyle nispeten yüksek bazal kalp hızı değerlerine sahip idi (aktif toparlanma 88 ± 16 atım/dakika, pnömatik masaj 81 ± 18 atım/dakika). Bu bağlamda ikinci teste geldiklerinde bu bazal değerler daha düşmüştü; ancak hala beklenen sporcu nabızı değerlerinin üzerindeydi. Ancak, hepsinde ısınma periyodunda başlangıca göre kalp atım hızlarında bir rahatlama elde edildi. Kalp atım hızı yönünden toparlanma verileri bu bazal değerler esas alınarak normalize edildi.

Bu çalışmada egzersizle birlikte artan kalp atım hızları egzersiz sonrası toparlanma süresince neredeyse başlangıç değerlerine kadar düştü. Egzersiz sonrası kalp atım hızındaki ilk 2-3 dakikadaki hızlı bir azalmayı, yavaş bir azalma takip etti (Şekil 6). Egzersiz sonrasında kalp atım hızı değerlerinde gözlenen bu eğilim literatürle uyumlu olup (4); bu seyrin mekanizması egzersiz sırasında kalp hızı artışının parasempatik çekilme ile sempatik aktivasyonun birleşiminden kaynaklandığı ve egzersiz sonrası vagal sinirin parasempatik sinir sistem tarafından yeniden aktive edilmesi yoluyla kalp atım hızının istirahat seviyelerine döndüğü şeklinde açıklanmaktadır (83-85).

Birinci maksimal egzersiz sonrası pnömatik masaj ile toparlanma ve aktif toparlanma protokollerinde egzersiz sonrası kalp atım hızı değişimi 35 dakikalık toparlanma süresinin sonunda her iki protokol için de kalp atım hızı verilerinin test başlangıç değerlerine yaklaşması nedeniyle toparlanmayı gerçekleştirdikleri sonucuna varılabilir. Her iki protokol karşılaştırıldığında pnömatik masajla toparlanma grubunda kalp hızı değişimi 6-11. ve 12. dakikalarda istatistiksel olarak anlamlı derecede hızlı bulundu (Şekil 6). Her iki protokolde de ilk beş dakikanın aktif toparlanma olduğu tekrar vurgulanırsa, masaj uygulamaya başlamanın bir dakika sonrasında anlamlı etki belirlenmiştir.

Kalp hızı yedeği, toparlanma sürecinin başlamasıyla birlikte her iki protokolde de artan bir grafik çizmiştir (Şekil 7). Pnömatik masajla toparlanma grubunda toparlanmanın 6. dakikasından itibaren toparlanmanın sonuna (35. dakikaya) kadar

sporcularda toparlanma kalp hızı yedeği bakımından daha etkin olmuştur. Hem kalp hızı değişiminde hem de kalp hızı yedeğinde 6. dakikadan itibaren gözlenen bu olumlu etki çalışma için dikkat çekicidir. Aslında toparlanma protokolünün 5. dakikasından itibaren uygulanmaya başlanan pnömatik masajın 1. dakikasının sonunda gözlemlenen bu olumlu etki pnömatik masaj uygulamasının daha erken uygulanmasıyla birlikte sporcuların daha kısa sürede toparlanabileceklerini düşündürmektedir.

Bu tez çalışmasında aktif toparlanma dik oturuş pozisyonunda yapılırken, pnömatik kompresyon masajı uzun oturuş pozisyonunda yapılmıştır. Farklı vücut pozisyonlarında yapılan toparlanmanın egzersiz sonrası kalp hızı toparlanmasına etkileri ile ilgili yapılmış çalışmalarda sırtüstü yatış pozisyonunda yapılan toparlanmanın dik oturma pozisyonunda yapılan toparlanmaya kıyasla kalp hızı toparlanması hızlandırdığı sonucuna varılmıştır (86-88). Bu bilgidен yola çıkarak pnömatik masajla yapılan toparlanmada görülen olumlu etkide uzun oturuş pozisyonun da etkisi olabileceği söylenebilir.

Yapılan bir çalışmada bisiklet ergometresinde test sonrası toparlanma amacıyla bir gruba alt ekstremitelere 30 dakika eksternal pnömatik kompresyon, diğer gruba 30 dakika taklit eksternal pnömatik kompresyon uygulamışlardır. Eksternal pnömatik kompresyon uygulamasında alt ekstremitelere 70 mmHg'lık basınç uygularlarken taklit uygulamada ise herhangi bir basınç uygulamamışlar. Sonunda tekrar bir test uygulamışlar ve peak power (Zirve gücü, Watt), ortalama güç (Watt), yorgunluk indeksi ve kalp hızında anlamlı bir fark bulamamışlar. Kan laktat konsantrasyonunu pnömatik kompresyon grubunda daha düşük bulmuşlar (89). Bu çalışmanın yöntemi ardışık egzersiz testi uygulaması bakımından bu tez çalışmasıyla benzerdir ancak uygulanan egzersiz test yöntemi ve uygulanan alternatif toparlanma protokolü açısından farklıdır. Pnömatik kompresyonun uygulanma süresi tez çalışmasıyla uyumlu ancak sadece alt ekstremiteye ve farklı basınçta uygulanması yönüyle benzer değildir. Bu çalışmanın iş yükü ve yorgunluk indeksi bulguları tez çalışması ile benzerlik gösterirken kalp hızı bulgusu yönünden benzer değildir. Warren ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada egzersiz sonrası uygulanan pasif toparlanma yönteminin aktif toparlanma yöntemine kıyasla kalp hızını toparlamada daha etkili olduğu sonucuna varmışlar (90). Bu nedenle farklı toparlanma yöntemleriyle yapılan karşılaştırmaların bulgularda farklılıklar yaratabileceği düşünülmektedir.

Waller ve arkadaşlarının dokuz sağlıklı erkekte yapmış oldukları çalışmada yoğun egzersiz sonrasında bir saat süren toparlanma protokolünde düşük basınçlı (20:15:10 mmHg) intermitant pnömatik kompresyon, yüksek basınçlı (70:65:60 mmHg) intermitant pnömatik kompresyon (IPK) ve pasif toparlanma yöntemleri karşılaştırılmıştır (91). IPK uygulamaları pasif toparlanma ile kıyaslandığında kalp hızını ve kan basıncını önemli derecede hızlı toparlandığı ancak düşük ve yüksek basınç IPK uygulamaları arasında ise fark olmadığı sonucuna varmışlar. IPK uygulamalarının yüksek şiddetli çalışma sonrasında dahi performans seviyelerini koruyabildiği özellikle vetikal sıçrama performansını arttırdığını bulmuşlardır (91). Çalışmada uygulanan toparlanma süresi, basınç ve karşılaştırılan toparlanma yöntemleri bu tez çalışması ile benzer değildir ancak pnömatik kompresyon uygulamasıyla kalp hızında görülen olumlu değişim tez çalışmasıyla benzerlik göstermektedir. Waller ve arkadaşlarının bir saatlik toparlanma süresinde pnömatik kompresyon masaj uygulamasıyla kalp hızında gördüğü olumlu etkiyi bu tez çalışmasında toplamda 35 dakikalık toparlanma süresinde gerçekleştirdik. Kısa zaman aralıklarıyla ardışık antrenman veya müsabaka gerçekleştiren sporcular için en kısa sürede toparlanıp bir sonraki antrenman veya müsabakada optimum performans ile çıkabilmeleri çok önemlidir.

Hanson ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmaya 21 bayan atlet katılmıştır. Bisiklet ergometresinde bir dakikalık wingate anaerobik testi takiben, her biri 20 dakika süren IPK (70:80:80:60 mmHg), aktif veya pasif toparlanma gruplarından birine katılımcılar rastgele dahil edilmiştir. Toparlanma sonrası, IPK grubunun ortalama kan laktat değeri pasif iyileşme grubuna kıyasla belirgin derecede düşük bulunurken, IPK ile aktif toparlanma arasında önemli bir fark bulamamışlardır. Kalp hızında ise gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna varmışlardır (92). Çalışmada tek bir egzersiz testinin uygulanmasından sonra ikinci bir teste tabi tutulmaması yönüyle benzer değildir. Ancak alt ekstremitelere uygulanan pnömatik kompresyon masajının uygulama sürenin 20 dakika olması, aynı pozisyonda (uzun oturuş) yaklaşık aynı basınç değerlerinde olması yönüyle benzerdir. Karşılaştırılan toparlanma yönteminden birinin de aktif toparlanma olması yönüyle benzerdir. Bu tez çalışmasında pnömatik masaj uygulamasıyla birlikte kalp hızında görülen olumlu etki Hanson ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada görülmemiştir (92). Bunun nedeninin toparlanma protokolünün sadece alt ekstremitelere uygulanması ve 20 dakikalık sürenin toparlanma

için yeterli olmaması olduğu düşünülmektedir. Bu tez çalışmasında toparlanma protokolü alt ve üst ekstremitelere toplamda 30 dakika uygulanmıştır.

Zelikovski ve arkadaşları 11 erkek gönüllüyü bisiklet ergometresinde maksimal inkremental egzersiz testinde yorulana kadar ardışık iki egzersiz testine tabi tutmuşlardır (19). Egzersiz testi aralarında 20 dakika boyunca toparlanma amacıyla pasif toparlanma ile pnömatik kompresyon masajın etkilerini karşılaştırmışlar. Alt ekstremitelere 50 mmHg basınçla 20 dakika uygulanan pnömatik masajın, sonrasında değerlendirilen egzersiz performansını %45 artırdığını bulmuştur. Gönüllülere uygulanan pnömatik masaj sonrası ikinci egzersizde pasif toparlanma sonrası ikinci egzersize kıyasla daha yüksek ortalama kalp hızı değerlerine ulaşılırken, egzersiz performans süresi de anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (19). Ardışık iki maksimal egzersiz testi arasında toparlanma protokolü uygulama yönüyle bu tez çalışmasıyla benzerdir. Ancak üst ekstremitelere pnömatik masaj uygulamasıyla ilgili kısır çalışmalar olması nedeniyle bu çalışmada da yine sadece alt ekstremitelere pnömatik kompresyon uygulanmıştır. Bu yönüyle bu tez çalışmasından ayrılmaktadır. Uygulama süresi alt ekstremiteler için bu tez çalışmasıyla benzer ancak uygulanan basınç daha düşük tutulmuştur. Karşılaştırılan toparlanma yöntemleri de benzer değildir.

Solunum değişim katsayısı (RER) karbondioksit üretiminin oksijen tüketimine oranı, VCO_2/VO_2 ile hesaplanır ve egzersiz yoğunluğu ile birlikte artar (93, 94). RER değeri dinlenme esnasında 0.70-0.75; orta derece egzersiz yoğunluğunda 0.85-0.90; maksimal yoğunlukta ise pik yapar 1.10-1.20. RER > 1.10 ise bireyin maksimum oksijen tüketimine ulaştığına (maksimal egzersiz performansı gösterildiğine) işaret eden ölçütlerden birini karşılamış olur (94). Yaptığımız çalışmada dinlenme değerlerinde olan RER değerleri egzersizle birlikte artmış ve her iki test protokolünde de sporcularımız maksimum oksijen tüketimine uygun RER değerlerine ulaşmışlardır (Şekil 8).

Çalışmamızın her aşamasında sporcuların RER değerleri ölçüldü. Şekil 8’de de görüldüğü gibi kişi egzersizi bıraktıktan (yük alındıktan) sonra ilk dakikada ortalama RER değerlerinde yükseliş görüldü; bu yükseliş 1. dakika sonunda düşüşe geçmesine rağmen 3-4 dakika kadar testin sonlandığı dakikadaki değerin üzerinde seyretti. Egzersiz sonrasında RER değerlerinde gözlenen bu eğilim literatürle uyumlu olup (95); bu seyrin mekanizması egzersizden hemen sonra VO_2 ’deki düşüşün ventilasyon ayar

oranını aşması ve buna bağlı olarak akciğerlerden daha fazla CO₂ atılımından kaynaklandığı, egzersiz sonrası RER değerlerinde hızlı artışın ardından hızlı bir azalmanın ise egzersiz sonrası asit-baz dengesinin yeniden kurulması için CO₂'in tutulmasından kaynaklanmaktadır (95). Bu durum, yüksek ventilasyon oranlarını ortaya çıkaran ve asit-baz düzenlemesinde daha fazla stres gerektiren yoğun egzersiz seanslarından sonra daha belirgindir (96).

Ayrıca RER, karbonhidrat ve yağların toplam enerji harcamasına göreceli katkısını dolaylı olarak belirlemek için sıklıkla kullanılır (93). Yüksek bir RER, karbonhidratların ağırlıklı olarak kullanıldığını, buna karşılık düşük bir RER'nin lipid oksidasyonunun gerçekleştirildiğini gösterir (93, 97). RER değerine bakılarak egzersiz esnasında kullanılan yakıt tipi belirlenir. RER=0.70, ise tek enerji kaynağı yağdır (enerjinin %100 kadarı yağdan karşılanır). RER, egzersiz yoğunluğuyla ilişkili olarak doğrudan yükselir. Az yoğun egzersizde yağ primer enerji kaynağıdır (RER<0.85) ve karbonhidrat yüksek yoğunluktaki egzersizde tercih edilen enerji kaynağıdır (RER>0.85) (94).

Toparlanma profilini test etmeyi hedefleyen bu tez çalışmasında egzersiz sonrası toparlanma süresi 35 dakika olarak tutulmuştur. Tekvando spor müsabakaları düşünüldüğünde bu süre daha kısa olacaktır. Zaten 11. dakikada maksimuma ulaşan RER bakımından toparlanma 35 dakika boyunca bu düzeyde kararlı olarak seyretti. Bu bağlamda, 6. ve 7. dakikalarda pnömatik masaj uygulamasının RER değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi toparlanması bulgusu bu spor branşı için anlamlı olabilir. Zira, bu masajın cihazla uygulanabilirliği bu uygulamanın çok fazla masaj personeli gerektirmeden (ve yine masaj protokolü uygulayıcıları arasında olması beklenen farklılıklardan arı olacağı için) her ortamda kolaylıkla uygulanabileceği göz önüne alındığında bu tez çalışmasının bu bulguları öneme arz edebilir ve gerçek hayatta uygulama potansiyeli mevcuttur.

Yapılan bir çalışmada masaj ile yapılan toparlanma sırasında vücudun enerji talepleri, benzer RER değerleri için oksijen alımını azaltarak pasif toparlanmaya kıyasla daha düşük bulunmuştur (98).

Hem aktif toparlanma hem de pnömatik masajla toparlanma protokollerinde maksimum egzersiz sonunda algılanan zorluk derecesi yüksek bulunmuştur ancak

toparlanma sonunda her iki protokolde bu değerler anlamlı bir şekilde düşmüştür. Ancak, toparlanmanın sağladığı düşüş bakımından her iki protokol arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Warren ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada egzersiz sonrası aktif toparlanma, pasif toparlanma ve elektriksel kas uyarımından oluşan üç toparlanma yöntemini karşılaştırmışlar. Algılanan zorluk derecesi pasif toparlanma ve elektriksel kas uyarımı yöntemlerinde anlamlı derecede düşük bulunurken aktif toparlanma yönteminde anlamlı fark bulunmamıştır (90). Bu tez çalışmasında pnömatik masaj yöntemiyle kıyaslanan aktif toparlanma yönteminde de algılanan zorluk derecesinde anlamlı fark bulunmamıştır bu yönüyle benzerdir.

Coffey ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada aktif, pasif ve kontrast su banyosu yöntemlerinin toparlanma üzerindeki etkilerini karşılaştırmışlardır (99). Algılanan yorgunluk derecesinde ise en etkili yöntemin kontrast banyo yöntemi olduğu belirtilmektedir (99). Chan ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada soğuk kompresyon terapisi, soğuk suya daldırma ve aktif toparlanma yöntemlerinin toparlanma üzerine etkilerini karşılaştırmışlar. Bu toparlanma yöntemleri arasında anlamlı bir fark bulamamışlar (100).

Toparlanma için müdahale ve değerlendirme süresi 35 dakika tutulan bu çalışmada her iki toparlanma protokolünde (pnömatik masajla ve aktif toparlanma) de sporcuların maksimum egzersiz sonrası toparlanma süresi sonunda, hem kalp atım hızı hem de solunum değişim parametreleri (RER) bakımından başlangıç değerlerine yakın düzeye döndüğü tespit edilmiştir.

Her iki toparlanma protokolü karşılaştırıldığında (aktif ve pnömatik masajla toparlanma) kalp hızı değişimi, solunum değişim katsayısı ve kalp hızı yedeği parametrelerinde pnömatik masajla toparlanma protokolünde 6. dakikadan itibaren istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi. Toplamda 35 dakika tutulan toparlanma protokolünün ilk beş dakikasının aktif toparlanma olduğu tekrar vurgulanırsa, masaj uygulamaya başlamanın bir dakika sonrasında toparlanma parametreleri bakımından anlamlı etki belirlenmiştir. Bu durum pnömatik masajla toparlanma yönteminin aktif toparlamaya kıyasla maksimal egzersizden hemen sonra daha hızlı toparlanma sağlayabileceğini göstermektedir.

Bu tez çalışmasında pnömatik kompresyon masajıyla, maksimal egzersiz sonrası egzersiz eforu hakkında algılanan zorluk derecesi bakımından aktif toparlanmaya kıyasla anlamlı bir farkı görülmemiştir. Ancak maksimum egzersiz sonrası maksimum yorgunluğa ulaşan sporcular aktif toparlanmayla düşük şiddette egzersiz yapmaya devam etmektense pnömatik masaj uygulamasıyla toparlanmayı tercih edeceklerini ve pnömatik masajla toparlanma sonrası kendilerini daha dinlenmiş hissettiklerini ifade ettiler. Bu durum pnömatik masaj uygulamasının sporcularda psikolojik olarak rahatlama da sağladığını düşündürmüştür. Masajın, gevşeme sağlayarak stres ve anksiyeteyi azaltmak, kendine güven duygusunu arttırmak ve emosyonel travmalar ile başa çıkmaya yardımcı olmak gibi psikolojik etkileri bulunmaktadır (15). Yoğun antrenman ve müsabaka dönemlerinde sporcuların psikolojik olarak rahatlamaları sportif performansları için önemlidir.

Ayrıca pnömatik kompresyon cihazının uygulama sırasında istenilen basıncın ayarlanması ve sürdürülmesinde standardın olması, uygulama sırasında rahatsızlık hissi vermemesi, sadece kulüp esas yerleşkesine bağlı bir alt yapı olmayıp istenilen yere götürülebilmesi (kamp yeri, deplasman...) ve kullanım kolaylığı nedeniyle hem sporcuların hem de antrenörlerin birçok toparlanma yöntemi içinde tercih nedeni olmasını sağlayabileceği öngörülmektedir.

Pnömatik kompresyon masajının tekvando şampiyonaları gibi ardışık müsabakalara katılan sporcuların, her tur sonrasında daha hızlı toparlanmasına ve sonraki turda daha iyi bir performans için faydalı ve uygulanabilir olabileceğini düşündürmektedir.

Gelecekte pnömatik kompresyon masajının farklı spor branşlarında, farklı toparlanma yöntemleriyle, değişik basınç ve sürelerde karşılaştırılarak kurgulanacak toparlanma çalışmaları üzerine etkilerini incelenerek literatüre katkıda bulunabilir. Araştırmanın bayan sporcular üzerinde de yapılması sonuçların cinsiyet yönünden mukayese edilmesine imkân sağlayacaktır.

Çalışmamızın ve ileride planlanacak yeni çalışmaların sonuçları sporcu sağlığı, sportif performans ve toparlanma alanında çalışan kişilere de ışık tutma ve daha geniş sporcu grubunda kanıtlanması durumunda spor alanından direk uygulamaya girme potansiyeli vardır.

8. KAYNAKLAR

1. Poppendieck W, Wegmann M, Ferrauti A, Kellmann M, Pfeiffer M, Meyer T (2016). Massage and performance recovery: A Meta-Analytical Review. *Sports Med* 46(2): 183-204.
2. Sarı R, Demirkan E, Kaya M (2016). Analyzing the effect of different recovery implementations upon blood lactic acid level and hearth rate on swimmers. *J Contemp Med* 6(4): 327-333.
3. Barnett A (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes does it help? *Sports Med* 36(9): 781-796.
4. Günay M, Tamer K, Cicioğlu G (2013). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*. Gazi Kitapevi, Ankara.
5. Karatosun H (2010). *Antrenmanın Fizyolojik Temelleri*. Üçüncü baskı. Altıntuğ Matbaası, Isparta.
6. Budgett R (1998). Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome. *Br J Sports Med* 32: 107-110.
7. Hoffman M, Badoski N, Chin J, Stuempfle K (2016). A randomized controlled trial of massage and pneumatic compression for ultramarathon recovery. *J Orthop Sports Phys Ther* 46(5): 320-326.
8. Gonzalez J, Terrados N, Ayuso J, Delextrat A, Jukic I, Vaquera A, et al. (2016). Evidence-based post-exercise recovery strategies in basketball. *Phys Sportsmed* 44(1): 74-78.
9. Cochrane D, Booker H, Mundel T, Barnes M (2013). Does intermittent pneumatic leg compression enhance muscle recovery after strenuous eccentric exercise? *Int J Sports Med* 34: 969-974.
10. Morris R (2008). Intermittent pneumatic compression systems and applications. *J Med Eng Technol* 32(3): 179-188.
11. Hemmings B, Smith M, Graydon J, Dyson R (2000). Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. *Br J Sports Med* 34: 109-115.

12. Weerapong P, Hume P, Kolt G (2005). The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Med* 35(3): 235-256.
13. Tee J, Bosch A, Lambert M (2007). Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage. *Sports Med* 37(10): 827-836.
14. Shin MS, Sung YH (2015). Effects of massage on muscular strength and proprioception after exercise-induced muscle damage. *J Strength Cond Res* 29(8): 2255-2260.
15. Yüksel İ (2007). *Masaj Teknikleri*. Alp Yayınevi, Ankara.
16. Smith LL, Keating M, Holbert D, Spratt D, Mc Cammon M, Smith S, Israel RG (1994). The effects of athlete massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase and neutrophil count: a preliminary report. *J Orthop Sports Phys Ther* 19(2): 93-99.
17. Farr T, Nottle C, Nosaka K, Sacco P (2002). The effects of therapeutic massage on delayed onset muscle soreness and muscle function following downhill walking. *J Sci Med Sport* 5(4): 297-306.
18. Robertson A, Watt J, Galloway S (2004). Effects of leg massage on recovery from high intensity cycling exercise. *Br J Sports Med* 38(2): 173-176.
19. Zelikovski A, Kaye C, Fink G, Spitzer S, Shapiro Y (1993). The effects of the modified intermittent sequential pneumatic device (MISPD) on exercise performance following an exhaustive exercise bout. *Br J Sports Med* 27(4): 255-259.
20. Nunes G, Bender P, de Menezes F, Yamashitafuji I, Vargas V, Wageck B (2016). Massage therapy decreases pain and perceived fatigue after long-distance ironman triathlon: a randomised trial. *J Physiother* 62(2): 83-87.
21. Kargarfard M, La E, Shariat A, Shaw I, Shaw B, Tamrin S (2016). Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. *J Sports Sci* 34(10): 959-965.

22. Ce E, Limonta E, Maggioni M, Rampichini S, Veicsteinas A, Esposit F (2013). Stretching and deep and superficial massage do not influence blood lactate levels after heavy-intensity cycle exercise. *J Sports Sci* 31(8): 856-866.
23. Gümüşdağ H, Egesoy H, Cerit E (2015). Sporda toparlanma stratejileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 8(1): 53-69.
24. Gürses V, Karabıyık H, Akgül M, Dölek B, Koz M (2016). The effects of hydrotherapy on recovery of swimmers. *IntJSCS* 4(2):607-614.
25. Seyis M, Cihan H, Ca İ (2011). Elit futbolcuların hazırlık periyodu ve müsabaka sezonu esnasındaki aerobik kapasite ve toparlanma sürelerinin oyun pozisyonlarına göre karşılaştırılması. *Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* 13(4): 24-38.
26. Tel M (2008). Bir spor dalı olarak taekwondo. *e-Journal of New World Sciences Academy Health Sciences* 3(4): 194-202.
27. Karanfilci M, Kabak B, Hamamcılar O, Arslanoğlu E (2013). Taekwondoda spor yaralanmaları ve çözüm önerileri. *Neyir Matbaacılık, Ankara*.
28. Bridge CA, Ferreira da Silva Santos J, Chaabe H, Pieter W, Franchini E (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Med* (44): 713-733.
29. Tural V (2005). Malatya’da bulunan ulusal seviyedeki taekwondo sporcuları ile bölgesel seviyedeki taekwondo sporcularının fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Malatya.
30. Demiriz M, Erdemir İ, Kayhan R (2015). Farklı dinlenme aralıklarında yapılan anaerobik interval antrenmanın, aerobik kapasite, anaerobik eşik ve kan parametreleri üzerine etkileri. *Uluslararası Spor, Egzersiz ve Antrenman Bilimi Dergisi* 1(1): 1-8.
31. Bayraktar B, Kurtoğlu M (2009). Sporda performans, etkili faktörler, değerlendirilmesi ve artırılması. *Klinik Gelişim* 22(1): 16-24.

32. Karakuş S, Kılınç F (2006). Postür ve sportif performans. Kastamonu Eğitim Dergisi 14(1): 309-322.
33. Koç H, Yüksel O (2003). Kadınlarda fiziksel ve fizyolojik performansın değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (9): 239-250.
34. Devecioğlu S, Pala R (2010). Boksörlerde vücut kompozisyonlarının sportif başarıya katkısı. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi 24(2): 115-122.
35. İmamoğlu O, Ağaoğlu S, Kışalı N, Çebi M (2010). Erkek milli judoculara aerobik, anaerobikgüç, vücut yağ oranı, el kavrama kuvveti ve vital kapasite aralarındaki ilişki. Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 1(3): 96-101.
36. Perusse L, Rankinen T, Rauramaa R, Rivera S, Bouchard C, Wolfarth B (2003). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2002 update. Med Sci Sports Exerc 35(8): 1248-1264.
37. Wolfarth B, Bray MS, Hagber JM, Perusse L, Rauramaa R, Rivera MA, et al. (2005). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2004 update. Med Sci Sports Exerc. 37(6): 881-903.
38. Egesoy H, Gümüşdağ H, Kartal A (2013). Gen dopingi ve sportif performans. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 6(1): 71-85.
39. Ergen E (2002). Egzersiz Fizyolojisi. Nobel Yayın No:367.
40. Koku F (2015). Sportif performansın genetik ile ilişkisi. Spor Hekimliği Dergisi 50: 21-30.
41. Işık A (2009). Sportif performans ve genetik. Klinik Gelişim Dergisi 21(1): 37-39.
42. Wilmore J, Stanforth P, Gagnon J, Leon A, Rao D, Skinner J, Bouchard C (1996). Endurance exercise training has a minimal effect on resting heart rate: the Heritage Study. Med Sci Sports Exerc 8(7): 829-835.
43. Cook S, Togni M, Schaub M, Wenaweser P, Hess O (2006). High heart rate: a cardiovascular risk factor? Eur Heart J 27: 2387-2393.

44. Ören H, Aytemir K (2008). Kalp hızı toparlanma indeksi (Heart Rate Recovery) : Klinik kullanım ve yöntemler. Türk Aritmi, Pacemaker ve Elektrofizyoloji Dergisi 6(3): 141-150.
45. Chamari K, Moussa-Chamari I, Galy O, Chaouachi M, Koubaa D, Hassen C, Hue O (2003). Correlation between heart rate and performance during Olympic windsurfing competition. Eur J Appl Physiol 89: 387-392.
46. Tanaka H, Monahan K, Seals D (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. Journal of American College Cardiology 37: 153-156.
47. Robergs R, Landwehr R (2002). The surprising history of the “HRmax=220-age” equation. Journal of Exercise Physiology Online 5(2): 1-10.
48. Rankovic G, Mutavdzic V, Toskic D, Preljevic A, Kocic M, Nedin-Rankovic G (2010). Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. Bosnian Journal of Basic Medical Sciences 10(1): 44-48.
49. Yıldız S (2012). Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Anlamı Nedir? Solunum Dergisi 14: 1-8.
50. American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. (2003). ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. Am J Respir Crit Care Med 167(2): 211-277.
51. Fleg JL, Pina IL, Balady GJ, Chaitman BR, Fletcher B, Lavie C, et al. (2000). Assessment of functional capacity in clinical and research applications: an advisory from the committee on exercise, rehabilitation, and prevention, council on clinical cardiology, american heart association. Circulation 102: 1591-1597.
52. AHA Scientific Statement. (2010). Clinician’s guide to cardiopulmonary exercise testing in adults. Circulation 122: 191-225.
53. Karatosun H (2008). Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Birinci baskı. Altıntuğ Matbaası, Isparta.
54. Joyner M, Casey D (2015). Regulation of increased blood flow (hyperemia) to muscles during exercise: a hierarchy of competing physiological needs. Physiological Reviews 95(2): 549-601.

55. Yüksel O, Koç H, Özdilek Ç, Gökdemir K (2007). Sürekli ve interval antrenman programlarının üniversite öğrencilerinin aerobik ve anaerobik gücüne etkisi. Sağlık Bilimleri Dergisi 16(3): 133-139.
56. Jette M, Sidney K, Blümchen G (1990). Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. Clin Cardiol 13(8): 555-565.
57. Erkıılıç A, Öz Ü, Özkan A. (2016). Beden eğitimi ve spor yüksekokulu'nda eğitim gören genç erkek sporcularda morfolojik değişkenler İle üst ekstremiteden elde edilen anaerobik performans değerleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. IntJSCS 4(1): 79-92.
58. Tetik S, Koç M, Atar Ö, Koç H (2013). Basketbolcularda anaerobik güç değerinin lig başarı sıralamasına göre değerlendirilmesi. Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi 4(2): 13-19.
59. Güvenç A, Çalman E, Fidan M (2011). Antrenmanlı çocuklarda farklı iş yüklerinin anaerobik performansa etkisi. Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 5(3): 274-282.
60. İmamoğlu O, Bostancı O, Kabadayı M (2004). Beden eğitimi ve spor bölümü öğrencilerinde 30 metre koşu ve margaria kalamen anaerobik güç ilişkisinin araştırılması. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi 2(4): 147-154.
61. Uğraş S, Algül S, Özçelik O (2013). İnsanlarda sabit yük egzersiz testi sırasında anaerobik eşik ile substrat kullanımı arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi 27(2): 63-67.
62. Mülazımoğlu O (2012). Genç basketbolcularda yorgunluğun şut tekniğine etkisi. Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi 14(1): 37-41.
63. Kellmann M (2002). Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes. Human Kinetics.
64. Bishop P, Jones, E, Woods A (2008). Recovery from training: a brief review: brief review. J Strength Cond Res 22(3): 1015-1024.

65. Saltin B (1973). Metabolic fundamentals in exercise. *Med Sci Sports* 5(3): 137-146.
66. West D, Cunningham D, Bevan H, Crewther B, Cook C, Kilduff L (2013). Influence of active recovery on professional rugby union player's ability to harness postactivation potentiation. *J Sports Med Phys Fitness* 53(2): 203-208.
67. Wilcock I (2005). The effects of water immersion, active recovery and passive recovery on repeated bouts of exercise and blood plasma fraction. Master of Health Science, Auckland University.
68. Sahlin K (1992). Metabolic factors in fatigue. *Sports Med* 13(2): 99-107.
69. Bangsbo J, Graham T, Johansen L, Saltin B (1994). Muscle lactate metabolism in recovery from intense exhaustive exercise: Impact of light exercise. *J Appl Physiol* 77(4): 1890-1895.
70. Koizumi K, Fujita Y, Muramatsu S, Manabe M, Ito M, Nomura J (2011). Active recovery effects on local oxygenation level during intensive cycling bouts. *J Sports Sci* 29(9): 919-926.
71. Sahlin K, Katz A, Henriksson J (1987). Redox state and lactate accumulation in human skeletal muscle during dynamic exercise. *Biochem J* 245(2): 551-556.
72. Burke L, Loucks A, Broad N (2006). Energy and carbohydrate for training and recovery. *J Sports Sci* 24(7): 675-685.
73. Harbili E, İnal A, Gökbel H, Harbili S, Akkuş H (2007). Yoğun egzersizden sonra aktif dinlenmenin kan laktat eliminasyonuna etkileri. *Genel Tıp Dergisi* 17(4): 191-196.
74. Bakar Y, Berdici B, Şahin N, Pala Ö (2014). Lymphedema after breast cancer and its treatment. *J BreastHealth* 10: 6-14.
75. Ceylan E (2014). Kardiyopulmoner egzersiz testleri. *J Clin Exp Invest* 5(3): 504-509.
76. Gürsel G (2000). Egzersiz testleri: klinik tanıdaki yeri ve hasta takibindeki önemi. *Eurasian J Pulmonol* 2(4): 175-192.

77. Ulubay G, Eyüboğlu F (2006). Kardiyopulmoner egzersiz testleri. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi* 54(1): 90-98.
78. Whipp B, Ward S, Lamarra N, Davis J, Wasserman K (1982). Parameters of ventilatory and gas exchange dynamics during exercise. *J Appl Physiol* 52: 1506-1513.
79. Sandercock GRH, Brodie DA (2006). The use of heart rate variability measures to assess autonomic control during exercise. *Scand J Med Sci Sports* 16(5): 302-313.
80. Borresan J, Lambert MI (2008). Autonomic control of heart rate during and after exercise. *Sports Medicine* 38(8): 633-646.
81. Jagathesan R, Kaufmann PA, Rosen SD, Rimoldi OE, Turkeimer F, Foale R, Camici PG (2005). Assessment of the long-term reproducibility of baseline and dobutamine-induced myocardial blood flow in patients with stable coronary artery disease. *J Nucl Med* 46: 212-9.
82. Gera N, Taillon LA, Ward RP (2009). Usefulness of abnormal heart rate recovery on exercise stress testing to predict high-risk findings on single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging in men. *Am J Cardiol* 103(5): 611-4.
83. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS (1999). Heart-Rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med* 341:1351-1357.
84. Otsuki T, Maeda S, Iemitsu M, Saito Y, Tanimura Y, Sugawara J, Ajisaka R, Miyauchi T (2007). Postexercise heart rate recovery accelerates in strength-trained athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 39(2): 365-70.
85. McDonald KG, Grote S, Shoepe TC (2014). Effect of training mode on post-exercise heart rate recovery of trained cyclists. *J Hum Kinet* 28 (41): 43–49.
86. Takahashi T, Okada A, Saitoh T, Hayano J, Miyamoto Y (2000) Difference in human cardiovascular response between upright and supine recovery from upright cycle exercise. *Eur J Appl Physiol* 81: 233-239.

87. Buchheit M, Al Haddad H, Laursen PB, Ahmaidi S (2009). Effects of body posture on parasympathetic reactivation in men. *Exp Physiol* 94: 795-804)
88. Barak OF, Ovcin ZB, Jakovljevic DG, Lozanov-Crvenkovic Z, Brodie DA, Grujic NA (2011). Heart Rate recovery after submaximal exercise in four different recovery protocols in male athletes and non-athletes. *J Sports Sci Med* 10(2): 369–375.
89. Martin JS, Friedenreich ZD, Borges AR, Roberts MD (2015). Acute effects of peristaltic pneumaticcompression on repeated anaerobic exercise performance and blood lactate clearance. *J Strength Cond Res* 29(10): 2900–2906.
90. Warren CD, Szymanski DJ, Landers MR (2015). Effects of three recovery protocols on range of motion, heart rate, rating of perceived exertion, and blood lactate in baseball pitchers during a simulated game. *J Strength Cond Res* 29(11): 3016–3025.
91. Waller T, Caine M, Morris R (2006). Intermittent pneumaticcompression technology for sports recovery. *The engineering of sport* 6(3): 391–396.
92. Hanson E, Stetter K, Li R (2013). An intermittent pneumatic compression device reduces blood lactate concentrations more effectively than passive recovery after wingate testing. *J Athl Enhanc* 2: 1–4.
93. Ramos-Jimenez A, Hernandez-Torres RP, Torres-Duran PV, Romero-Gonzalez J, Mascher D, Posadas-Romero C, Juarez-Oropeza MA (2008). The respiratory exchange ratio is associated with fitness indicators both in trained and untrained men: a possible application for people with reduced exercise tolerance. *Clin Med Circ Respirat Pulm Med* 1 (2): 1-9.
94. Beam W, Adams G (2013). *Exercise Physiology Laboratory Manual*. Egzersiz Fizyolojisi Laboratuvar El Kitabı. 6 th ed. Çeviren: Özer MK. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Ankara, 162-163.
95. Short KR, Sedlock DA (1997). Excess postexercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects. *J Appl Physiol* 83(1): 153-159.

96. Bahr R, Ingnes I, Vaage O, Sejersted OM, Newsholme EA (1987). Effect of duration of exercise on excess postexercise O₂ consumption. *J Appl Physiol* 62: 485–490.
97. Pendergast DR, Leddy JJ, Venkatraman JT (2000). A perspective on fat intake in athletes. *J Am Coll Nutr* 19: 345–50.
98. Resnick PB (2016). Comparing the effects of rest and massage on return to homeostasis following submaximal aerobic exercise: a case study. *Int J Ther Massage Bodywork* 9(1): 4–10.
99. Coffey V, Leveritt M, Gill N (2004). Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. *J Sci Med Sport* 7(1): 1-10.
100. Chan YY, Yim YM, Bercades D, Cheng TT, Ngo KL, Lo KK (2016). Comparison of different cryotherapy recovery methods in elite junior cyclists. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol* 5: 17–23.

9. EKLER

9.1. Ek 1. Bilgilendirilmiş Onam Formu

Sn katılımcı,

Bu araştırma, kesintili pnömatik kompresyon masajının elit tekvandoculara maksimal egzersiz sonrası akut algısal yorgunluk ve fizyolojik toparlanma parametreleri üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılacaktır.

Araştırma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Gamze ATALI'nın yüksek lisans tezi olarak planlanmıştır.

Elit sporcuların antrenman gereksinimlerinin arttığı yarışma ve antrenman dönemleri arasında etkili toparlanma, sporcu performansının artırılmasının ayrılmaz bir parçasıdır. Egzersiz sonrası toparlanma stratejilerinin dahil edilmesi sonraki antrenman verimini ve yarışma performansını arttıracığı, aşırı antrenman sendromu gelişme riskini ve sakatlanma riskini azaltacağı düşünülmektedir. Sporcularda antrenman veya müsabaka sonrası kesikli pnömatik kompresyon masajının olumlu ve yararlı etkileri olduğu bilinmektedir. Bu nedenle çalışma, elit tekvandoculara maksimal egzersiz sonrası kesikli pnömatik kompresyon masajının akut algısal yorgunluk ve fizyolojik toparlanma parametrelerini değerlendirmek amacıyla yapılacaktır. Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim dalında bulunan test düzeneğinde solunum maskesi ve EKG elektrotları takılarak belirli bir yorgunluk seviyesine kadar bisiklet çevirtilecektir. Bu işlem sizin sonlandırma talebinizle sona erdirilecektir. Sonrasında dinlenme amaçlı mekanik masaj uygulaması veya düşük şiddette bisiklet çevirme egzersizi yatırılacaktır. Başlangıçta test düzeneğinde yapmış olduğunuz uygulama tekrarlanacaktır. Bu işlemler yapılırken veriler elde edilecektir.

Bu araştırma ile ilgili olarak kararınızı verirken gerek duyduğunuz bilgileri istemeye, doğru, anlaşılır ve doyurucu yanıtlar almaya hakkınız vardır. Araştırmaya katılıp katılmamada tümtüyle özgürsünüz. Bu araştırmanın tüm aşamalarında sizden elde edilecek bilgiler (adınız, resminiz ve elde edilen veriler) özenle korunacak ve gizli tutulacaktır, asla üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır. Elde edilecek bazı ölçüm sonuçları (kan basıncı, egzersiz esnasında gerçekleştireceğiniz maksimum iş yükü, maksimum oksijen kullanım değeriniz...) adınız belli olmadan ortalama hesaplamalarında kullanılacak ve bu değerler tez çalışmasında kullanılacaktır. Bu test için sizden asla bir ücret talep edilmeyecek, sosyal güvenlik sigortanıza da yansıtılmayacaktır, ancak bu teste katıldığınız için sizde de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırmaya katılımızdan en önemli kazancınız, yaptığınız şiddetli antrenman/sporun vücudunuza ne kadar yük getirdiği ve fizyolojik olarak bir risk teşkil edip etmediği ve antrenman düzeyi ile vücut uygunluğunuz konusunda bilimsel ilkelere dayalı somut laboratuvar ölçüm verisi elde edecek olmanızdır. Ayrıca, endirekt olarak antrenman bilimi ve spor yorgunluğundan toparlanma konusunda bir bilimsel araştırmaya denek olarak katılmak yoluyla katkı sağlamış olacaksınız.

Benyukarıda yazılı olan bilgileri okudum ve anladım. Araştırma hakkında sözlü olarak bilgilendirildim. Sorularıma kanımca yeterli yanıtlar aldım. Araştırma sırasında sorularım için Prof. Dr. Ahmet Ayar (0462 377 7707/05337619970) ile temas kurabileceğim bana bildirildi. Bana verilen hizmeti etkilemeksizin ve araştırmanın herhangi bir aşamasında çekilebilmek ve o ana kadar şahsımdan elde edilen bilgiler üzerindeki haklarımdan vazgeçmemek koşulu ile araştırmaya katılmayı kabul ediyorum.

Gönüllünün Adı Soyadı: **Araştırmacının Adı-Soyadı**

Adres/tel: Adres/tel:

İmza İmza

Tanık Adı Soyadı:

Adres/tel:

İmza:

Görüşme Tarih ve saati:

Bu çalışmada elde edilecek kendimle ilgili bilgileri;

Öğrenmek istiyorum () Öğrenmek istemiyorum ()

9.2. Ek 2. Egzersiz Testi Uygunluk ve Onam Formu

Adı, Soyadı:

Cep Telefonu:

Adresi:

Ev Telefonu:

Acil durumlarda(irtibat bilgisi):

Telefon:

Genel Bilgiler:

Bu kardiyopulmoner egzersiz testi bisiklet veya treadmill ile egzersiz esnasında solunum havasından gaz analizi (oksijen ve karbondioksit) ve EKG aracılığı ile kalp hızı hesaplamalarını kapsamaktadır. Bu yolla egzersiz ve efora elverişliliğim, alakalı parametrelerle sportif fiziksel performansım ve eforla zorlama şartlarında sağlık durumum hakkında bilgi elde edileceği bu testin önemli bir sağlık riski taşımadığı, test esnasında isteğim her an testi kendi isteğimle sonlandırabileceğim ve/veya testi gerçekleştiren Fizyoloji Uzmanı tarafından gerekli görülmesi halinde testi sonlandırma isteğine uymam gerektiği bana anlatıldı ve kendi isteğimle bu teste katılmayı kabul ediyorum.

Egzersiz stres testine girmeden önce lütfen bu formu doldurarak imzalayınız

GENEL SAĞLIĞINIZ İLE İLGİLİ	EVET (E) / HAYIR (H)
Herhangi bir sağlık personeli tarafından fiziksel egzersizin sizin için riskli olduğu ve egzersiz yapmamanız tavsiye edildi mi?	
Fiziksel egzersiz yaptıktan sonra göğüs ağrısı hissediyor musunuz?	
Egzersiz esnasında göğüs ağrısı hissettiğiniz oldu mu?	
Bayılma, baş dönmesi, sersemlik veya bilinç kaybı yaşıyor musunuz?	
Siz veya ailenizde kalp-damar hastalığı öyküsü var mı?	
Yakın geçmişte ciddi bir hastalık veya ameliyat geçirdiniz mi?	
Şu anda herhangi bir ilaçla tedavi alıyor musunuz?	
Hamile misiniz? veya çok yakında doğum yaptınız mı? (bayanlara)	
SİZİNLE İLGİLİ	
Sigara içiyor musunuz?	
Yüksek kan basıncı (tansiyon) değerleriniz var mı?	
Yüksek kolesterol değerleriniz var mı?	
Diyabet hastası mısınız?	
Astım hastalığınız var mı?	
Düzenli egzersiz yapar mısınız?	
Kendi temposunuza belirlerseniz, durmadan ne kadar mesafe koşabilirsiniz?	

Sağlık ve performansla alakalı bu bilgiler gizli tutulacaktır; araştırma sorumluları ve fizyoloji laboratuvarı yetkilileri dışında hiç kimseye şahsi iznim olmadan verilemez. Adım, resmim veya tanınmamı sağlayan bilgi içermeksizin verilerim bilimsel amaçlı istatistiki bilgi için kullanılabilir.

Teste Katılan Kişinin Adı Soyadı (Kendi EYazısıyla): _____

İmzası ve Tarih: _____

Yukarıdaki bilgilerin egzersiz stres testine katılacak kişiye verildiğini ve bu görüşme neticesinde bilgi beyanına göre bu testi gerçekleştirmeye bir engel olmadığı kanaatinin mevcut bilimsel kanıtlar ışığında alındığında beyan ve onay ederim.

Testi Gerçekleştiren Yetkilinin Adı Soyadı, Unvanı: Ahmet AYAR, Prof. Dr.

İmza& Tarih: _____

(Acil durumlarda) İrtibat Bilgisi: 0462 377 77 07 (İş) 0533 761 99 70 (GSM)



9.3. Ek 3. Borg'un Algılanan Zorluk Derecesi (AZD)

6

7 **ÇOK, ÇOK HAFİF**

8

9 **ÇOK HAFİF**

10

11 **OLDUKÇA HAFİF**

12

13 **BİRAZ ZOR**

14

15 **ZOR**

16

17 **ÇOK ZOR**

18

19 **ÇOK, ÇOK ZOR**

20

10. ETİK KURUL ONAYI



T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
KTÜ TIP FAKÜLTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL
BAŞKANLIĞI

Sayı : 24237859- 488
Konu: Etik kurul onay belgesi

10/08/2016

Sayın; Prof.Dr.Ahmet AYAR
Fizyoloji ABD.

“Kesintili Pnömatik Kompresyon Masajının Elit Tekvandoculara Maksimal Egzersiz Sonrası Akut Algısal Yorgunluk ve Fizyolojik Toparlanma Üzerine Etkisi” başlıklı etik kurul 2016/116 no.lu tez çalışması raportör ve etik kurul görüşleri doğrultusunda; tıbbi etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bilginizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Faruk AYDIN
Etik kurul Başkanı

Ek: 1 adet onay belgesi

61080 – Trabzon / TÜRKİYE

Tel: +90 (462) 377 5403

Faks: +90(462)325 2270

Elektronik Ad: www.ktu.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin İrtibat
Şerafettin YILMAZ
e posta:
serafettinyilmaz@ktu.edu.tr

**KTÜ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSSEL ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU**

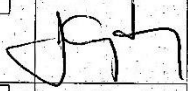
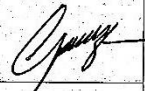
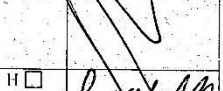
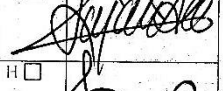
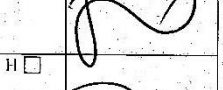
BASVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	“Kesintili Pnömatik Kompresyon Masajının Elit Tekvandocularda Maksimal Egzersiz Sonrası Akut Algısal Yorgunluk ve Fizyolojik Toparlanma Üzerine Etkisi”		
	ARAŞTIRMANIN PROTOKOL/PLAN KODU	2016/ 116		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof.Dr.Ahmet AYAR		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizyoloji		
	TEZ SAHİBİ/DİĞER ARAŞTIRICILAR UNVANI/ADI/SOYADI	Gamze ATALI		
	DESTEKLEYİCİ			
	ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ			
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	TEZ ☒ AKADEMİK AMAÇLI ☐		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama	
	TÜRKÇE ETİKET ÖRNEĞİ	☐		
	SİGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐		
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐		
	İLAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
DİĞER:	☐			

**KTÜ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSSEL ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU**

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 4	Tarih: 08/08/2016
	Prof.Dr.Ahmet AYAR'ın sorumluluğunda yürütülmesi planlanan Gamze ATALI'ya ait "Kesintili Pnömatik Kompresyon Masajının Elit Tekvandocularda Maksimal Egzersiz Sonrası Akut Algısal Yorgunluk ve Fizyolojik Toparlanma Üzerine Etkisi" başlıklı 2016/116 no.lu ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma/tez başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına; toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.	

KTÜ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU	
ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof.Dr.Faruk AYDIN

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	İlişki *	Katılım **	İmza
Prof.Dr.Faruk AYDIN Başkan:	Tıbbi Mikrobiyoloji	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Gamze ÇAN Başkan Yrd.	Halk Sağlığı	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.S.Caner KARAHAN Üye:	Tıbbi Biyokimya	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	İZİMLİ
Prof.Dr.S. Murat KESİM Raportör:	Farmakoloji	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Yılmaz BÜLBÜL Üye:	Göğüs Hastalıkları	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Murat LİVAOĞLU Üye:	Plastik, Rekons. ve Estetik Çer	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Şafak ERSÖZ Üye:	Patoloji	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç.Dr. Evrim Ö. KARAGÜZEL Üye:	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof.Dr.Murat ÇAKIR Üye:	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

* :Araştırma ile İlişki
** :Toplantıda Bulunma

11. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

T.C. Kimlik No : 26654505722
Adı, Soyadı : Gamze ATALI
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Yılı : 1985
Doğum Yeri : TRABZON
E-Posta Adresi : gamzekarahasanoglu@hotmail.com
Yazışma Adresi : Fener Mah. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Zihni
Derin Yerleşkesi Sağlık Hizmetleri Yüksekokulu
Merkez/ Rize

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Lisans	Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu	2008
Lise	Tevfik Serdar Anadolu Lisesi	2003

AKADEMİK MESLEKİ DENEYİM

Görevi	Kurum	Süre (Yıl-Yıl)
Fizyoterapist	Fizyotem Fizik Tedavi Merkezi	2008-2010
Fizyoterapist	Özel Yıldızlı Güven Hastanesi	2010-2011
Fizyoterapist	Yavuz Selim Kemik Hastanesi	2011-2015
Öğretim Görevlisi	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu	2015-

YABANCI DİL

İngilizce