

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPORCU SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

Kemal Okan ARIKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2023-ANTALYA

**SPORCULARDA AKUT EGZERSİZİ TAKİBEN
UYGULANAN PERKÜSİF TERAPİNİN YORGUNLUK
ÜZERİNE ETKİSİ**

Kemal Okan ARIKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

2023-ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SPORCU SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

SPORCULARDA AKUT EGZERSİZİ TAKİBEN
UYGULANAN PERKÜSİF TERAPİNİN YORGUNLUK
ÜZERİNE ETKİSİ

Kemal Okan ARIKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Yaşar Gül Özkaya

“Kaynakça gösterilerek tezimden yararlanılabilir”

2023-ANTALYA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼ę¼ne;

Bu alışma j¼rimiz tarafından Sporcu Sağlığı Anabilim Dalı Sporcu Sağlığı Y¼ksek Lisans Programında Y¼ksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. / /

İmza

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yaşar G¼l ÖZKAYA
Akdeniz Üniversitesi

Üye : Doç.Dr. Emel etin ÖZDOğAN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Esin KAPLAN

Bu tez, Enstit¼ Y¼netim Kurulunca belirlenen yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından uygun g¼r¼lm¼ř ve Enstit¼ Y¼netim Kurulu'nun / / tarih ve / sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Enstit¼ M¼d¼r¼

ETİK BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı beyan ederim.

Öğrencinin
Kemal Okan ARIKAN
İmza

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Yaşar Gül ÖZKAYA
İmza

TEŞEKKÜR

Eğitim sürecim boyunca bilgilerini esirgemeyen çok kıymetli Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinden Sayın Prof. Dr. Alpay GÜVENÇ, Sayın Prof. Dr. Selma Civar YAVUZ, Sayın Prof. Dr. Abdurrahman AKTOP, Sayın Doç. Dr. Emel Çetin, Sayın Doç. Dr. Tuba MELEKOĞLU, Sayın Doç. Dr. Kemal Alparslan ERMAN ve Sayın Doç. Dr. Neşe TOKTAŞ hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Kendimizi geliştirmemiz, bilimden faydalanmamız ve elde ettiğimiz bilgilerle sporculara fayda sağlamamızın önünü açıp destek olan il müdürümüz Sayın Yavuz Gürhan'a ve TOHM şube müdürümüz Sayın Gökhan Dağyurt'a çok teşekkür ederim.

Çalışma süreci boyunca sporcuların antrenman programını ölçüm ve egzersiz planlamamıza göre ayarlayan Triatlon Antrenörü Sayın Zülfü Karabulut'a çok teşekkür ederim.

Çalışma sürecinde yardımcı olan, bilgilerini esirgemeyen Uzm. Dyt. Cemile Balcı'ya çok teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, hayatım boyunca koşulsuz destekleyen, emeklerinin karşılığını asla ödeyemeyeceğim canım annem Nebahat ARIKAN ve canım babam Esat ARIKAN'a çok teşekkür ederim.

Son olarak tüm zorluklarda beni güçlü kılan, hayat arkadaşım, sevgili eşim Vildan ARIKAN'a ithaf eder çok teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç: Sporculara eksantrik egzersiz protokolünün uygulanmasının ardından perküsif terapinin ve manuel masajın yorgunluk düzeylerine olan etkisinin araştırılmasıdır. Bu çalışmada elektromyografik (EMG) ölçümler tüm katılımcılardan önce dinlenme durumunda alınmış, ardından MG grubuna eksantrik egzersiz ve manuel masaj uygulamalarından, PG grubunda ise eksantrik egzersiz ve perküsif terapi uygulamalarından sonra tekrarlanmıştır. Hipotezimiz, kontrol grubuna göre manuel masaj grubu ve perküsif terapi grubunda yorgunluk düzeylerinin daha düşük seviyede çıkacağı yönündedir.

Yöntem: Çalışmamıza düzenli olarak haftada 6 gün antrenman yapan 12 triatlon sporcusu (Kontrol:4, Manuel Masaj:4, Perküsif:4) katılmıştır. Sporcuların EMG ölçümleri alınmış, kas frekans ve amplitüd değerlerine bakılmıştır. Ardından 6 günlük alfredson eksantrik egzersiz protokolü 3 gruba da uygulanmış, deney gruplarına da egzersiz sonrası girişimlerde bulunulmuştur. Egzersiz ve uygulama periyodu bittikten sonra son bir EMG ölçümü daha alınmıştır ve ilk ölçümlerle karşılaştırılmıştır.

Bulgular: Alfredson egzersiz protokolünün ardından manuel masaj uygulamasının algılanan ağrı derecesini ve kas gerginliğini azalttığı, eklem hareket genişliğini arttırdığı, sporcularda alfredson egzersiz protokolünün ardından perküsif terapi uygulamasının ise algılanan ağrı derecesini azalttığı ve eklem hareket genişliği ile birlikte dikey sıçrama yüksekliğini arttırdığı ortaya çıkmıştır. EMG ölçümüyle gastroknemius kasının dinlenme pozisyonunda ortalama amplitüd ve frekansta Manuel Gruba, Kontrol Gruba göre fark ortaya çıkmıştır.

Sonuç: Sonuç olarak, alfredson egzersizi gibi egzersize bağlı kas hasarı sonrası oluşabilecek olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için manuel masaj ve perküsif terapi etkin bir yöntem olarak görülmektedir ve antrenman sonrası için önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: EMG, alfredson egzersizi, perküsif, manuel

ABSTRACT

Objective: The aim is to investigate the effects of percussive therapy and manual massage on fatigue levels after applying an eccentric exercise protocol to athletes. In this study, electromyographic (EMG) measurements were first taken from all participants in a resting state, and then repeated after eccentric exercise and manual massage applications in the MG group, and after eccentric exercise and percussive therapy applications in the PG group. Our hypothesis is that fatigue levels will be lower in the manual massage group and percussive therapy group compared to the control group.

Method: 12 triathlon athletes (Control: 4, Manual Massage: 4, Percussive: 4) who train regularly 6 days a week participated in our study. EMG measurements of the athletes were taken and muscle frequency and amplitude values were examined. Then, the 6-day Alfredson eccentric exercise protocol was applied to all 3 groups, and post-exercise interventions were made to the experimental groups. After the exercise and practice period was completed, a final EMG measurement was taken and compared with the first measurements.

Results: It has been revealed that manual massage application following the Alfredson exercise protocol reduces the degree of perceived pain and muscle tension and increases the joint range of motion. In athletes, percussive therapy application after the Alfredson exercise protocol reduces the degree of perceived pain and increases the vertical jump height along with the joint range of motion. EMG measurement revealed a difference in the average amplitude and frequency of the gastrocnemius muscle in its resting position in the Manual Group compared to the Control Group.

Conclusion: As a result, manual massage and percussive therapy are seen as effective methods to eliminate the negative effects that may occur after exercise-related muscle damage such as Alfredson exercise and can be recommended for post-training.

Key words: MG, alfredson exercise, percussive, manual

İÇİNDEKİLER

ÖZET

i

ABSTRACT

ii

İÇİNDEKİLER

iii

TABLolar DİZİNİ

vi

ŞEKİLLER DİZİNİ

vii

SİMGELER ve KISALTMALAR

viii

1. GİRİŞ

1

2. GENEL BİLGİLER

4

2.1. Alfredson Egzersizi

4

2.1.1. Alfredson Aşıl Tendonu Programı

4

2.2. Eksantrik Egzersiz

5

2.3. Egzersize Bağlı Kas Hasarı

6

2.4. Gastrocnemius ve Soleus Kası Anatomisi

8

2.5. Toparlanma Süreci

9

2.6. Manuel Masajın Yorgunluk Etkisi

10

2.7. Perküsif Terapinin Yorgunluk Etkisi

11

2.8. EMG (Elektromiyogram)

12

2.8.1. Yüzeyel Elektromyografi (yEMG)

13

2.8.1.1. Yüzel EMG Kullanım Avantajları

14

2.8.1.2. Yüzeyel EMG Kullanım Dezavantajları

15

2.8.1.3. yEMG İle Kas Yorgunluğu Ölçümü

15

3. GEREÇ ve YÖNTEM	16
3.1. Deneysel Yaklaşım	16
3.2. Araştırma Grubu	17
3.3 Uygulanan Testler	18
3.3.1. Antropometrik Ölçümler	18
3.3.1.1. Boy Uzunluğu	18
3.1.1.2. Vücut Ağırlığı	18
3.1.1.3. Beden Yağ Yüzdesi, Beden Kitle İndeksi (BKİ) ve Kas kütlesi	18
3.3.2. Aktif Sıçrama Testi	18
3.3.3. Sözel ağrı skoru (SAS)	19
3.3.4. Kas gerginliği değerlendirmesi	19
3.3.5. EHA ölçümü	19
3.3.6. Fizyolojik ölçümler (Nabız, Kan Basıncı)	20
3.3.7. Elektromiyogram (EMG)	20
3.4. Alfredson Egzersiz Uygulaması	21
3.5. İstatistiksel Analiz	21

4. BULGULAR

4.1. Araştırmaya Dahil Edilen Sporcuların Fiziksel Özellikleri	23
4.2. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası Fizyolojik Ölçümleri	24
4.3. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası EHG Ölçümleri	29
4.4. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası Ortalama Dikey Sıçrama Yükseklikleri Ölçümleri	31
4.5. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası EMG Ortalama Amplitüd Ölçümleri	32
4.6. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası EMG Ortalama Frekans Ölçümleri	33

5. TARTIŞMA

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

KAYNAKLAR

EKLER

ÖZGEÇMİŞ

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1.	Sporcuların fiziksel özellikleri	23
Tablo 4.2.	Sporcuların egzersiz öncesi ve sonrası fizyolojik ölçüm sonuçları	24
Tablo 4.3.	Sporcuların egzersiz öncesi ve sonrası ortalama eklem hareket genişliği ölçüm sonuçları	29
Tablo 4.4.	Sporcuların ortalama dikey sıçrama yükseklikleri ölçüm sonuçları	31
Tablo 4.5.	Sporcuların egzersiz öncesi ve sonrası EMG ortalama amplitüd değerleri ölçüm sonuçları	32
Tablo 4.6.	Egzersiz öncesi ve sonrası ortalama EMG ortalama frekans değerleri ölçüm sonuçları	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Alfredson hareketi uygulanış gösterimi	4
Şekil 2.2.	Gastrocnemius ve soleus kası anatomik gösterimi	8
Şekil 2.3.	Hyperice Hypervolt (Hyperice, Inc, Irvine, CA) mekanik perküsyon cihazı	12
Şekil 2.4.	Mekanik perküsyon cihazı için çeşitli uygulama başlıkları	12
Şekil 2.5.	EMG cihazı (NeuroMEP Micro, Neurosoft Rusya)	14
Şekil 3.1.	Araştırmanın iş akış şeması	17
Şekil 3.2.	EMG cihazı ile gastrocnemius kası ölçümünde örnek trase gösterimi	20
Şekil 3.3.	EMG cihazı ile soleus kası ölçümünde örnek trase gösterimi	21
Şekil 4.1.	Sporcuların ortalama nabız ölçüm sonuçları	25
Şekil 4.2.	Sporcuların ortalama sistolik kan basıncı (mmHg) ölçüm sonuçları	25
Şekil 4.3.	Sporcuların ortalama diastolik kan basıncı (mmHg) ölçüm sonuçları	26
Şekil 4.4.	Sporcuların ortalama kas gerginliği ölçüm sonuçları	27
Şekil 4.5.	Sporcuların ortalama sözel ağrı skoru ölçüm sonuçları	28
Şekil 4.6.	Sporcuların ortalama plantar eklem hareket genişliği ölçüm sonuçları	29
Şekil 4.7.	Sporcuların ortalama dorsal eklem hareket genişliği ölçüm sonuçları	30
Şekil 4.8.	Sporcuların ortalama dikey sıçrama yükseklikleri ölçüm sonuçları	31

SİMGELER ve KISALTMALAR

ENKH	: Eksantrik Egzersizin Neden Olduğu Kas Hasarı
DOMS	: Gecikmiş Başlangıçlı Kas Ağrısı
EIMD	: Egzersize Bağlı Kas Hasarı
CK	: Kreatin Kinaz
IL-6	: Interlökin-6
EMG	: Elektromiyogram
ME	: Miyoelektrik Sinyal
RMS	: Miyoelektriğin Ortalama Karaköku
MNF	: Ortalama Güç Frekansı
MDF	: Medyan Frekansı
yEMG	: Yüzeyel Elektromiyografi
SAS	: Sözel Ağrı Skalası
EHA	: Eklem Hareket Açıklığı
BKI	: Vücut Kitle İndeksi

1. GİRİŞ

Eksantrik kelime kökeni olarak ex-centric; merkezden uzaklaşma demektir. Eksantrik kasılmada yapılan iş yerçekimi doğrultusunda olduğu için negatif karakterdedir (Günay ve Yüce 2006).

Eksantrik kasılma konsantrik kasılma türüne göre kas içi gerilimin daha çok arttığı kasılma türüdür. Bunun sonucu ise kas ağrılarının neden olur. Eksantrik egzersize örnek verecek olursak elimizde tuttuğumuz bir ağırlığı masaya koyarken biceps brachii kası, yokuş aşağı koşarken soleus kası, çömelme pozisyonunda soleus kası ve gastrocnemius kası eksantrik olarak kasılmaktadır. Yokuş aşağı yürürken quadriceps femoris kası da; diz fleksiyonun hızını kontrol ederken yer çekimine karşı her adımda eksantrik olarak kasılmaktadır (Cowell ve ark., 2012).

Eksantrik kasılma, kasılma türlerinin özellikleri detaylı olarak incelendiğinde sakatlık riskinin en fazla olduğu kasılma türü olarak göze çarpmaktadır (Lieber ve ark.,2018).

Alışılmamış eksantrik egzersizler nedeniyle kasın miyofibril bileşenlerinin parçalanmasına eksantrik egzersizin neden olduğu kas hasarı (ENKH) denir. Bu olgunun, performans ve sağlık üzerine etkilerini anlama çabasıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır (Howatson ve ark., 2008).

İzometrik ve konsantrik kasılmalarla karşılaştırıldığı zaman, eksantrik kasılmanın önemli ölçüde daha büyük hasara neden olduğu bilinmektedir (Nosaka ve ark., 2002).

Son yıllarda toplanan bilimsel kanıtlar, fiziksel performansı iyileştirmek için en verimli antrenman metotlarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Ancak bir sporcunun performans kapasitesini en üst düzeye çıkarmak sadece antrenmanlar ile ilgili değildir. Bunun yanında antrenman yükünün neden olduğu birikmiş psikolojik ve fizyolojik streslerin önlenmesine yönelik antrenman ve dinlenme arasında uygulanacak optimal dengenin sağlanmasının da çok önemli olduğu bilinmektedir (Meeusen ve ark., 2013).

Müsabaka veya antrenman sonrası mümkün olan en kısa sürede iyileşme, yorgunluk sonrasında performans öncesi seviyelerin geri kazanılması, hemen hemen her sportif

disiplinde başarının çok önemli bir unsuru olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle antrenörler, sporcular, sporcu sağlık ve performans destek ekipleri sürekli olarak egzersiz sonrası toparlanmayı hızlandırmak için en etkili stratejinin arayışı içersindedirler (Poppendieck ve ark., 2020).

Optimum iyileşmeyi etkileyen değişkenlerin sayısının çok fazla olması nedeniyle "egzersizde toparlanma" kavramını tanımlamak oldukça zor ve detaylı araştırmalar ile uzun çalışmalar gerektiren bir alandır (Luttrell ve ark., 2015).

Sıkışık fikstür programları sırasında müsabaka sonrası yorgunluğu hafifletmek, ardından performansı daha hızlı geri kazanmanın yanında yaralanma riskini azaltmak ve geçirilen spor yaralanmasının tekrarının olmaması için de toparlanma stratejileri oldukça gereklidir. Yarışmayı takip eden yorgunluk çok faktörlüdür ve esas olarak dehidrasyon, glikojen tükenmesi, kas hasarı ve zihinsel yorgunluk ile ilgilidir. Besin alımı, soğuk suya daldırma, uyku, aktif toparlanma, germe, kompresyon giysileri, masaj ve masaj tabancaları, elektrik stimülasyonu yöntemleri yorgunluk etkisi üzerine sık kullanılan yöntemlerdendir (Nédélec ve ark., 2013).

Ancak özellikle performansın ilk düzeyine dönüşü hızlandırma açısından bilimsel kanıtlar hala eksiktir. "iyileşme fizyolojisine" çok faktörlü bir yaklaşım gerektirmesi açısından ek ve daha kesin araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Ostojic ve ark., 2016).

Triatlon branşında en sık görülen yaralanmalar kas kontüzyonu (%31,5) ile diz (%22,3) ve bacakta (18,5) yerleşimli inflamatuvar yaralanmalar (19,2) dır. Yüzme sırasında sporcularda (%10,8), bisiklete binme sırasında (%17,7) ve koşu sırasında (%71,5) oranında yaralanma meydana geldiği görülmüştür. Aşırı antrenman (%43,1) bu branşta en fazla yaralanmaya neden olan sebep olarak göze çarpmaktadır. (Minghelli ve ark., 1992). Bu sebeple çalışmamız uzun süredir düzenli antrenman yapan triatlon sporcularıyla yapılmıştır.

Kas ve yumuşak doku ağrısı ve zayıflığı için manuel bir terapi olan spor masajı, yoğun egzersiz sonrası toparlanma için popüler ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bir

Çalışma masajın DOMS (Gecikmiş Başlangıçlı Kas Ağrısı)'un hafifletilmesine önemli ölçüde yardımcı olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır (Farr ve ark. 2002).

Mekanik perküsyon cihazları, manuel perküsyon tedavisinden farklı olarak ruffini reseptörleri gibi kutanöz ve miyofasyal mekanoreseptörleri ve pacini cisimciklerini etkileyebilir. Örneğin, yüksek frekanslı titreşime veya düşük amplitdl frekanslara daha uzun sreler boyunca (yani 15-60 dakika) daha büyük yanıt veren reseptörler, sempatik aktiviteyi engellemek veya pozitif klinik sonuçlar üretmek için cihazlar tarafından daha fazla uyarılabilmektedir. Tedavi bölgesindeki afferent reseptörlerin dağılımı göz önüne alındığında, vücudun farklı bölgelerine mekanik perksyonun farklı etkiler yaratabileceği, literatürdeki titreşim uygulamaları parametlerindeki çalışmaların farklı sonuçlar doğurması ve etki mekanizmasının araştırıldığı çalışmaların az sayıda olması sebebiyle ek araştırmalara ihtiyaç vardır (Germann ve ark. 2018).

Mevcut literatür incelemeleri, perküsif terapi cihazlarının hareket açıklığına, kas aktivasyonuna, kuvvet çıkışına ve algılanan kas ağrısına etkileri üzerinedir. Bir literatür taramasına dahil edilen otuz dokuz bilimsel çalışmayı kapsayan bir meta-analizde, kas aktivasyonu ve kuvvet çıkışı üzerine etkisi olmamasına rağmen, hareket açıklığında artış ve algılanan kas ağrısındaki azalma nedeniyle perküsif terapi cihazlarının önerildiğini bildirmiştir (Martin ve ark. 2021).

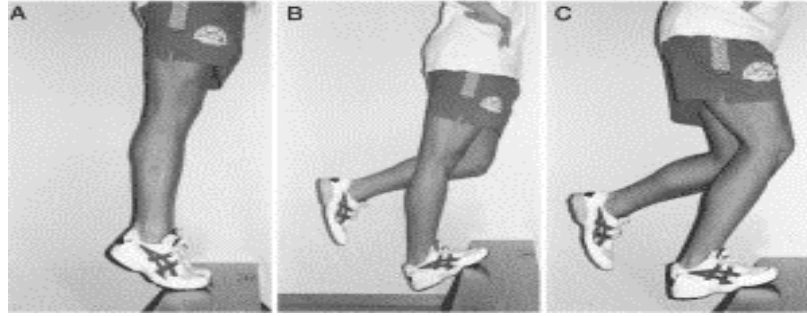
Bu nedenle çalışmanın amacı sporcuların antrenman programlarına alfredson eksantrik egzersiz modelinin eklenmesiyle kas yorgunluk düzeylerine perküsif terapi ve manuel masaj uygulamasının etkisinin araştırılmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Alfredson Egzersizi: Araştırma ve klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır. Protokol, günde 180 eksantrik egzersiz tekrarlanmasını önerir. Protokolün iki farklı uygulanış biçimi vardır ve her ikisinin de uygulanması gastrocnemius ve soleus kaslarını çalışmasını sağlar.

2.1.1. Alfredson Aşıl Tendonu Programı: Dik bir pozisyonda, tüm ağırlığın ön ayağa ve ayak bileği ekleminin plantar fleksiyonda olduğu ayakta parmak ucunda durulur (A), hastanın dizi düz olacak şekilde topuğu aşağıya doğru iner (B) veya 2. bir alfredson hareketi olarak dizler hafif bükülü şekilde aynı hareket tekrarlanır (C).

Baldır arkası (Gastrocnemius ve Soleus) kaslarına eksantrik olarak yük biner. (Alfredson ve ark. 1998).



Şekil 2.1. Alfredson hareketi uygulanış gösterimi

Uzun süreli semptomlara sahip aşıl tendonozu (dejenaratif değişiklikler) tanısı olan sporcularda tedavi amacıyla eksantrik egzersiz çeşidi olarak kullanılmaktadır. Yüksek şiddetli baldır kası hareketi içeren alfredson eksantrik egzersizi aşıl tendonozunun ağrı tedavisinde ve kas gücü arttırımında kullanılan bir yöntemdir. Geleneksel tedavi yöntemlerinden dinlenme, steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar, ayakkabı veya ortez

değişimi, fizik tedavi veya başka egzersiz modellerine göre alfredson egzersizi daha etkin sonuçlar vermiştir (Alfredson ve ark. 1998).

Bir başka çalışmada aşıl tendonundan kaynaklı kronik ağrısı olan çalışma grubuna eksantrik aşırı yüklenmeyi içeren protokol uygulandı. Aşıl tendonuna aşırı yüklenme içeren eksantrik egzersiz uygulanan grupta kontrol grubuna kıyasla mevcut fiziksel aktivite düzeyinden memnun olan, kendilerini tamamen iyileştiğini düşünen ve fiziksel aktivite sırasında veya sonrasında ağrısı olmayan hasta sayısının anlamlı derecede daha fazla olduğu görüldü (Silbernagel ve ark. 2001).

Kronik orta kısım aşıl tendinopatisinin görüldüğü 58 hastanın (70 tendon) olduğu 5 yıllık bir takip çalışmasında Alfredson topuk düşürme eksantrik egzersiz programı ile hastaların %39,7'sinin ağrısı tamamen geçmiştir, sagittal tendon kalınlığı başlangıçta 8,05 mm'den (SD 2,1) 7,50 mm'ye (SD 1,6) düşmüştür ($p=0,051$). Victoria Spor Değerlendirme Enstitüsü-Aşıl (VISA-A) skoru başlangıçta 49,2'den 5 yıl sonra 83,6'ya ($p<0,001$) ve 1 yıldan 5 yıla kadar olan takipte 75,0'dan 83,4'e ($p<0,01$) anlamlı derecede yükseldi (Plas ve ark. 2011).

Aşıl tendinopatisi için Alfredson protokolünün ortaya çıkışı, patellar tendinopatinin tedavisi için de eksantrik antrenmana yönelik son araştırmaların ilgisini artırmıştır.

2.2. Eksantrik Egzersiz: İskelet kasındaki kuvvet-hız ilişkilerinde, eksantrik kas fonksiyonlarının iskelet kas hareketleri yüksek kas kuvvetleriyle ilişkilidir. Çok sayıda araştırmada eksantrik egzersiz yapılmasından sonra kas ağrısı ve kas hasarının ortaya çıktığı görülmektedir (Lieber ve ark. 2018).

Kasta oluşan en büyük kuvvetler, dış bir kuvvet tarafından üretilen kuvvet aşıldığında ve kas uzadığında, eksantrik bir kasılma ve negatif iş durumunda ortaya çıkar. Kaslar kısılmadan hemen önce eksantrik olarak etkinleştirildiğinde artık amortisör görevi görmezler; daha ziyade yaylar gibi performans gösterirler (Lindstedt ve ark. 2001).

Kasların, eksantrik kasılma ile boyu uzarken mekanik işi yerine getirirken şok emici yapılar yaylar gibi hareket eder. Bu eksantrik kas kasılmalarından kaynaklanan kuvvetler de negatif iş üretir. Lokomotor kaslar, eğimlerden iniş sırasında veya vücut bölümünün yavaşlaması sırasında (örneğin, ayaktan oturmaya inerken) şok emiciler olarak işlev görür ve yürüme, koşma, engellerin etrafında manevra yapma veya dengeyi yeniden kazanma gibi görevleri vardır (DeVita ve ark. 2000).

Curwin ve Stanish modelinde temel olarak eksantrik hareketin yavaş bir hareket olarak tanımlanması, tedavinin hız değil yük eklenerek ilerlemesi ve eksantrik hareket sırasında ağrıya rağmen egzersiz yapma talimatı verilmesi önerilir (Stanish ve ark. 1986).

Visnes ve Bahr yapmış oldukları inceleme ile birçok çalışmada eksantrik egzersizin olumlu bir etkiye sahip olabileceğini tespit etmişse de gözlemlenen etkilerden hangi protokol bileşenin sorumlu olduğunu belirleme yeteneklerinin sınırlı olduğunu öne sürmüştür (Visnes ve Bahr 2007).

2.3. Egzersize Bağlı Kas Hasarı (EIMD): Yeni ya da henüz alışılmamış egzersizler tarafından ortaya çıkabilen bir kas hasarı türüdür. Kas gücü üretiminde yeterlilik sağlanamaz ve pasif gerilime sebebiyet verir. Kasta ağrı ve şişlikle birlikte kas içi proteinde de artış görülebilir. EIMD'nin olumsuz etkilerinin azaltılma çabasına yönelik yapılacak çalışmalar egzersiz programındaki disiplinin ve devamlılığının sağlanması açısından son derece önemlidir (Howatson ve ark., 2008).

Özellikle eksantrik kasılmaları içeren yoğun egzersiz, sarkomerlerin eşit olmayacak şekilde gerilmesine neden olarak yaralanma ve hasara sebep olabilir. Bu yaralanmalar tipik olarak A bandının bozulması, Z bandı akışı, miyofibrillerin yanlış hizalanması ve ara filaman sisteminin parçalanmasını içerir (Fitts ve ark. 1994).

Egzersizin neden olduğu stres aynı zamanda kas hücreleri sarkolemmasında da değişikliklere sebep olacaktır. Sarkolemma hasarı ile kas hücresi kalsiyum homeostazisi bozularak hücre içi kalsiyum konsantrasyonu artacaktır. Artan kalsiyum konsantrasyonu,

ondan sonraki birkaç gün içinde daha fazla kas kontraktıl proteini ve membran dejenarasyonu ile sonuçlanabilir (Armstrong ve ark. 1991).

Egzersize bağılı kas hasarı (EIMD), genellikle kas ağrısının gecikmiş başlangıcı ile ilgilidir; eklem hareket açıklığının, kas gücü, kuvvet üretiminin azalmasıyla ve inflamasyon artışıyla sonuçlanabilir. Lokal ve sistemik hemodinamik ile makrovasküler ve mikrovasküler morfolojiyi olumsuz etkileyerek izometrik kasılmanın, konsantrik kasılmaya göre EIMD semptomlarını daha fazla etkilediği görülmüştür (Pearcey ve ark. 2015).

Atletik performans açısından bakıldığında, EIMD'nin ilk semptomu kas gücü ve fonksiyonunun azalmasıdır. Lokal olarak kas iskemisinin indüklendiği bir çalışmada, çalışan iskelet kasındaki başlangıçtaki güç azalmasının, oksijen varlığının azalmasından kaynaklandığı öne sürülmüştür (Hogan ve ark. 1985).

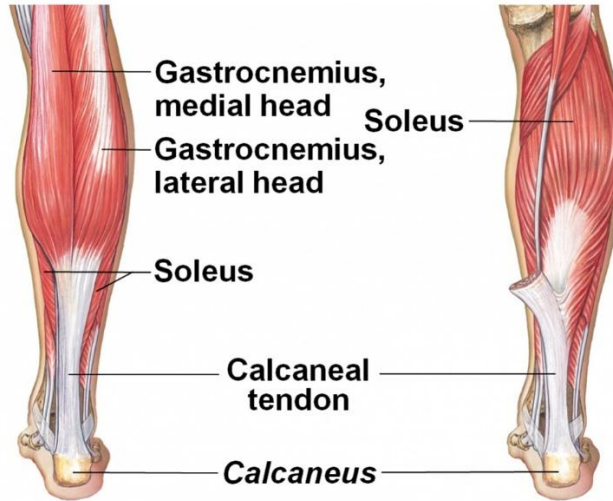
Yüksek şiddetli egzersizden sonra egzersize bağılı kas ağrısının hemen yaşanmadığı, yaklaşık 24 - 48 saat sonra ağrının en üst seviyeye çıktığı durumlara gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı denmektedir. Egzersiz türlerinden eksantrik egzersize bağılı bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple izometrik egzersiz ile eksantrik egzersiz içeren metotları ayırıcı faktör olarak kullanılan subjektif bir ağrı kanıtıdır (Lieber ve ark. 2018).

Friden ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada kaslardan alınan deneysel küçük biyopsilerle eksantrik egzersiz sonrası oluşan kas hasarının kapsamına ve tipine bakılmıştır. Gözlemlenen en büyük değişiklik miyofibrillerden özellikle Z diskinde düzensizleşme olmasıydı. Çoğunlukla birkaç sarkomeri kapsayan miyofibriller bozulmaya, miyofibriller hücre iskeletinin kırılması da eşlik etmiştir. Yapısal bozulmanın sadece eksantrik egzersiz sonrası gözlemlendiğini, daha önce aynı eksantrik egzersizin yapılmış olması durumunda bu denli yapısal bozulma gözlenmeyeceği sonucuna varılmıştır (Fridén ve ark. 1981).

2.4. Gastrocnemius ve Soleus Kası Anatomisi: Gastrocnemius en yüzeysel kastır. İğ şeklinde bir kastır ve popliteal fossa'nın alt sınırındadır. Baldırın şişkinliğini oluşturur. Gastrocnemius'un medial başı, medial suprakondiler çizginin arkasındaki femurun popliteal yüzeyinden ve medial femoral kondilin üzerindeki addüktör tüberkülden kaynaklanır. Lateral başa göre daha distale doğru uzanır ve hem daha büyük hem de daha uzundur (Moira 2005).

Soleus kası düz ve geniş bir pennate kastır. İki kısımdan oluşur. Kas lifleri gastrocnemius kasından daha distale doğru uzanır ve daha geniş bir kastır. Tibia ile fibula arasındaki fibröz arktan ve tibianın medial sınırının orta üçte birlik kısmından kaynak alır. Popliteal damarlar ve tibial sinirde fibröz kemerin altından geçer (Moira 2005).

Gastrocnemius-soleus kompleksinin kavşaktaki ortalama genişliği 58 mm (aralık, 46-69mm) olup sural sinirin gastrocnemius-soleus bileşkesi seviyesindeki ortalama mesafesidir. 12 mm (aralık, 7-17 mm), bu mesafenin gastrocnemius-soleus bileşkesinin tüm genişliğine göre ortalama yüzdesi %20 (aralık, %13-%27) ve fibulanın distal ucundan gastrocnemius-soleus bileşkesinin fibula uzunluğuna bölümü 0,5 (aralık 0,5-0,6) dir (Tashjian ve ark. 2003).



Şekil 2.2: Gastrocnemius ve soleus kası anatomik gösterimi

2.5. Toparlanma Süreci: Kas yorgunluğunu kas zayıflığı ve hasarından ayıran fark, hem ölçülebilir hem de dinlenme ile geri döndürülebilir olan kuvvet ve hızdaki düşüş nedeniyle kas gücü kaybı olarak tanımlanmasıdır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar fiziksel performansı artırmak için en etkin antrenman metotlarının belirlenmesine olanak sağlamıştır. Sporcunun performansını en üst düzeye çıkarmak sadece antrenman yöntemi ile ilgili değildir. Aynı zamanda antrenman yükünün neden olduğu birikmiş psikolojik ve fizyolojik stresi önlemek ve ortadan kaldırmakla da ilgilidir. Antrenman ve dinlenme arası optimal denge mutlaka sağlanmalıdır (Soligard ve ark. 2016).

Sık antrenman yapan üst düzey sporcularda, çeşitli fizyolojik sistemlerin homeostazisinin tekrar sağlanmasında iki antrenman arası kısa süre yetersiz kalabilir. Antrenmanların neden olduğu metabolik ve inflamatuvar bozulmalar ve kas hasarının oluşması; antrenman yükü, antrenman sonrası yorgunluk ve adaptasyon açısından karmaşıktır. Sporcunun bir sonraki antrenmanda dinlenmiş, sağlıklı ve sakatlıktan uzak hissetmesi performansını en üst seviyede tutma hedefi için gereklidir. Bu yüzden toparlanma tekniklerinin seçimi ve uygulanışı da son derece önemlidir (Hauswirth ve ark. 2011).

EIMD (Egzersize Bağlı Kas Hasarı) üzerine yapılan çok sayıda araştırmaya rağmen kas hasarına, ağrıya, onarıma ve eksantrik egzersize bağlı adaptasyon mekanizmalarının gelişimine yönelik çalışmalar spekülatif olmaya devam etmekte ve ek araştırma ihtiyaçları görülmektedir.

Belirsizlik, EIMD'nin fiziksel kapasite düzeyi, beslenme, genetik, cinsiyet, yaş ve egzersiz metoduna uyum gibi çeşitli faktörleri içeren karmaşık bir çalışma alanı olmasından kaynaklanmaktadır (Xu ve ark. 2022).

Yüksek şiddetli egzersiz veya tempo yüklü bir antrenman sonrası görülen hücresel değişikliklere bağlı geçici olarak fiziksel performansın azalması, sakatlık riskinin artması, kuvvet kaybı ve eklem pozisyon hissinde bozulma görülebilir. Bu sebeple kas hasarını yönetmek, DOMS (Gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı), inflamasyon ve yorgunluğu

hafifleterek sporcunun daha az yorgun hissetmesini ve sakatlık riskinin azalmasını sağlamak için toparlanma sürecinin optimize edilmesi çok önemlidir (Cheung ve ark. 2003).

Toplam 99 çalışmanın dahil edildiği bir meta analizde, fiziksel egzersiz sonrası görülen DOMS, algılanan yorgunluk, kas hasarı (kratin kinaz (CK) ve inflamatuvar belirteçlere (interlökin-6(IL-6), C-reaktif protein (CRP)) farklı iyileşme teknikleri kullanılmıştır. Masaj, esneme, esneme ile kombine masaj, aktif iyileşme, daldırma, kontrastlı su terapisi, kriyoterapi/kriyostimülasyon ve hiperbarik tedavisi/stimülasyon, kompresyon giysilerinin kullanımı, elektrostimülasyon araştırılan tekniklerdir. Masajın diğer yöntemlere göre DOMS ve algılanan yorgunlukta fayda sağlama açısından en etkili yöntem olduğu görülmüştür (Dupuy ve ark. 2018).

2.6. Manuel Masajın Yorgunluk Etkisi: Masaj özellikle elit sporcuların yoğun egzersiz sonrası istirahat zamanında yorgunluğun, kas-yumuşak doku ağrısı ve zayıflığının azalması ile kas fonksiyonlarının iyileşmesi gibi temel fayda beklentileriyle sürekli olarak kullanılan popüler ve yaygın bir yöntemdir.

Bir çalışmada uzun mesafeli triatlon sporcularında masaj terapisi uygulanan grubun yarış sonrası ağrı ve algılanan yorgunluktan kurtulma üzerinde, yapılmayan gruba göre daha etkili sonuçlar verdiği görülmüştür (Nunes ve ark. 2016).

Japonya’da yapılan bir çalışma sonuçlarına göre ise 5 dakikalık bir manuel masaj uygulamasının, yerel çevre dokularda fizyolojik bir reaksiyona (eğer varsa) neden olmak için yeterli olduğu ve kas içi kan akışında önemli bir artış olduğu görülmüştür (Otsuka ve ark 1999).

Egzersize bağlı kas hasarı sonrasında toparlanma yöntemi olarak soğuk suya daldırma ve manuel masajın etkinliğinin incelendiği başka bir çalışmada, baldır kaslarına 15 dakikalık manuel masaj uygulamasının, 15 dakikalık soğuk suya daldırma yöntemine göre kas ağrısını daha fazla hafiflettiği görülmüştür. Ayrıca soğuk suya daldırma

teknığının; kas gücü, eklem pozisyon hissi, denge üzerine etkisi görülmezken manuel masajın bunlara da faydalı olduğu görülmüştür (Naderi ve ark. 2020).

Masajın sportif performans ve iyileşme ölçümleri üzerine etkilerinin incelendiği bir meta-analiz çalışmasında toplam 1012 katılımcıyı kapsayan farklı 29 uygun çalışma belirlenmiştir. Yapılan çalışmaya göre spor masajının performansı doğrudan iyileştirdiğine yönelik bir kanıt bulunamasa da DOMS'yi bir miktar azalttığı ve önlediği; esnekliği de miktar geliştirdiği görülmüştür (Davis ve ark. 2021).

2.7. Perküsif Terapinin Yorgunluk Etkisi: Perküsif terapi yapan, mekanik vurmali cihazlar özellikle sporcu sağlığı üzerine çalışılan merkezlerde son zamanlarda yaygın bir hale geldi. Bu cihazların terapötik etkisi manuel masajda kullanılan perküsyon ve tapoment ile benzerdir (Cheatham ve ark. 2021).

Mekanik perküsyon cihazlarında miyofasyaya hızlı bir kompresyon kuvveti sağlamak için farklı şekilli uçlar kullanılmakta ve elektrik ya da pille çalışmaktadır. Şu anda Hypervolt® veya TheraGun® gibi birçok ticari üretici farklı mekanik vurmali cihazlar üretmektedir (Şekil 1). Birçok üretici firmanın farklı hızları/frekansları (örn. 17-53 Hz), genlikleri ve aplikatör uçlarını (örn. büyük ve küçük top, düz uç, kurşun/sivri uç, çatal) içeren ayarlanabilir modelleri vardır (Şekil 2). Cihazların perküsyon ayarları genellikle pozitif miyofasiyal sonuçlar tespit edilen frekans ve amplitüd aralığındadır (örn. 5 ila 300 Hz). Mekanik perküsif terapi cihazları, egzersiz öncesi ısınma, egzersiz sonrası toparlanma veya miyofasiyal tedavinin bir parçası olarak kullanılabilir (Germann ve ark. 2018).



ŞEKİL 2.3. Hyperice Hypervolt (Hyperice, Inc, Irvine, CA) mekanik perküsyon cihazı.



ŞEKİL 2.4. Mekanik perküsyon cihazı için çeşitli uygulama başlıkları.

2.8. EMG (Elektromiyogram): Kasların dinlenme ve kasılma durumlarında oluşan elektriksel aktivitesi olarak tanımlanmaktadır. Kaslardaki elektriksel sinyallerin kayıt edilmesi, hem kaslarda hem de motor sistemdeki anormalliklerin teşhisinde önemli bilgiler sağlamaktadır. (Bronzino ve ark. 2000).

EMG, uzun yıllar boyunca laboratuvar çalışmalarında kullanılan bir araç olarak karşımıza çıkmasına rağmen; elektrik, elektronik, bilgisayar ve biyomedikal alanlarda teknolojinin de gelişmesiyle birlikte kinezyoloji, rehabilitasyon, spor tıbbı, spor bilimleri ve birçok spor branşında farklı amaçlara hizmet etmeye başlamıştır. Büyük çoğunluğunun kullanım amacı, kasların aktivasyon zamanlarını ölçmek, kasların kasılma profillerini, kas kasılmasının fiziksel yükünü ve yorgunluk oluşumunu tanımlamaktır. EMG spor bilimlerinde tek başına ölçüm aracı olarak kullanıldığı gibi, görüntü analizi, kuvvet

platformu, izokinetik dinamometre benzeri cihazlardan alınan bilgileri destekleyici unsur olarak da kullanılmaktadır (Onur ve ark. 2012).

Miyoelektrik sinyal (ME), motor ünite alımının bir indeksi ve kasılan bir kasın nöromuskuler aktivitesinin elektriksel temsili olarak düşünülebilir. Yorgunluğun gelişimi, elektromiyografik (EMG) kayıtların genlik ve spektral analizi ile çıkabilir. ME'nin ortalama karakök (RMS) değeri genellikle EMG genliğinin bir parametresi olarak kullanılır. RMS, yorucu kasılma sırasında kasılma kuvvetini yansıtan değişken bir görünüme sahiptir (Jurell ve ark. 1998).

Son yıllarda birçok araştırmacı EMG'nin güç spektrumu analizini yorgunluğun bir indeksi olarak kullanmıştır. Lokal kas yorgunluğunda hem statik hem de dinamik kasılmalarla miyoelektrik frekansın daha düşük bir frekans bandına doğru kaydığı görülmektedir. Ortalama güç frekansı (MNF) veya medyan frekans (MDF), EMG spektrumunu ölçmek için hesaplanır ve kas yorgunluğunun bir indeksi olarak kullanılmaktadır (Luca ve ark. 1997).

2.8.1. Yüzeyel Elektromiyografi (yEMG)

Yüzeyel EMG, spor bilimleri, hareket analizi, yürüyüş ve postür analizi alanlarında kas fonksiyonunu elde etmemizi sağlar; değerlendirme ve tedavi aracı olarak çok sık kullanılır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda yEMG; Kas dayanıklılık kapasitesi, kas biyomekaniği, nöro-musküler rahatlama, optimum yürüme hızı, yürüme analizi, kas ağrısı, iskelet kaslarında yorgunluk, reflekslerin analizi gibi alanlarda çok sık kullanılmaktadır.



Şekil 2.5. EMG cihazı (NeuroMEP Micro, Neurosoft Rusya)

2.8.1.1. yEMG Kullanımının Avantajları

1. Basit, güvenilir ve noninvazif (girişken olmayan) bir yöntemdir. (De Luca ve ark. 1997).
2. Kasın işlevini dolaysız olarak izlemeyi sağlar. Gözle görülemeyen sinerji modellerini görmeyi sağlar. Kaslardaki dinlenme tonuslarını ve bunların hareket halindeyken nasıl bir değişime uğradığını tarafsız datalarla araştırmacıya sunar. Özellikle tedavi yaklaşımlarında, metot kararlaştırmada, hangi kasın hangi egzersiz sırasında baskın olarak çalıştığını anlamamızı sağlar (Cram ve ark. 2003).
3. Kasla ilgili performansın nicel değerini verir (Gabriel ve ark. 2008).
4. Ameliyat öncesi ve sonrası kararlarımızda etkili olur.
5. Antrenman ve tedavi yöntemlerinde önemli bir kaynaktır.
6. Spor aktiviteleri geliştirme analizlerinde kullanılır (Gabriel ve ark. 2008).

2.8.1.2. yEMG Kullanımının Dezavantajları

1. Kasın sadece küçük bir bölümü hakkında bilgi verir. Nöro-musküler sistemin çok geniş ve karmaşık olmasından dolayı, yEMG ile elde edilen veriler sınırlıdır (Cram ve ark. 2003).
2. Kayıt sırasında, kayıt altına alınan kasa komşu olan kaslardan da sinyallerin alınmasına yan ses (cross-talk) denir. %15 den büyük bir yanses, ölçümü geçersiz kılar (Harput ve ark. 2012).
3. Elektrotların vücut üzerindeki yerleşimi, değişik elektrot çeşitleri ve bu konuyla ilgili çalışmaların az olması da bir dezavantajdır (Stegeman ve ark. 2011).
4. Kas kuvvetiyle ilgili kesin bilgi elde edilemez (De Luca ve ark. 1997).

2.8.1.3. yEMG İle Kas Yorgunluğu Ölçümü

Yorgunluk çok karmaşık bir sonuç olduğundan, analizi oldukça zordur. yEMG yorgunluk ile ilgili objektif bir değerlendirme yapabilir. İzometrik kas kasılması boyunca, kas yorgunluğuna bağlı genlik ve frekansa bağlı analizlerde dalgalanmalar gözlenir. Genlikte artış ve toplam güç spektrumu (total power spectrum) un median frekansında azalmalar görülür. Frekans azalması ise kas yüzeylerinde motor aksiyon potansiyellerinin iletim hızının azalması olarak yorumlanır (De Luca ve ark. 1997).

Yorgunluk, kas egzersizi için çok önemli bir kontrol verisidir. Bölgesel kas yorgunluğu ile ilgili yapılan çalışmalar, zayıf kas gruplarını tespit etmede kullanılırken; kuvvetle ilgili çalışmalar da kullanılan egzersizlerin verimliliğini tespit etmede kullanılır (Ertan ve ark. 2009).

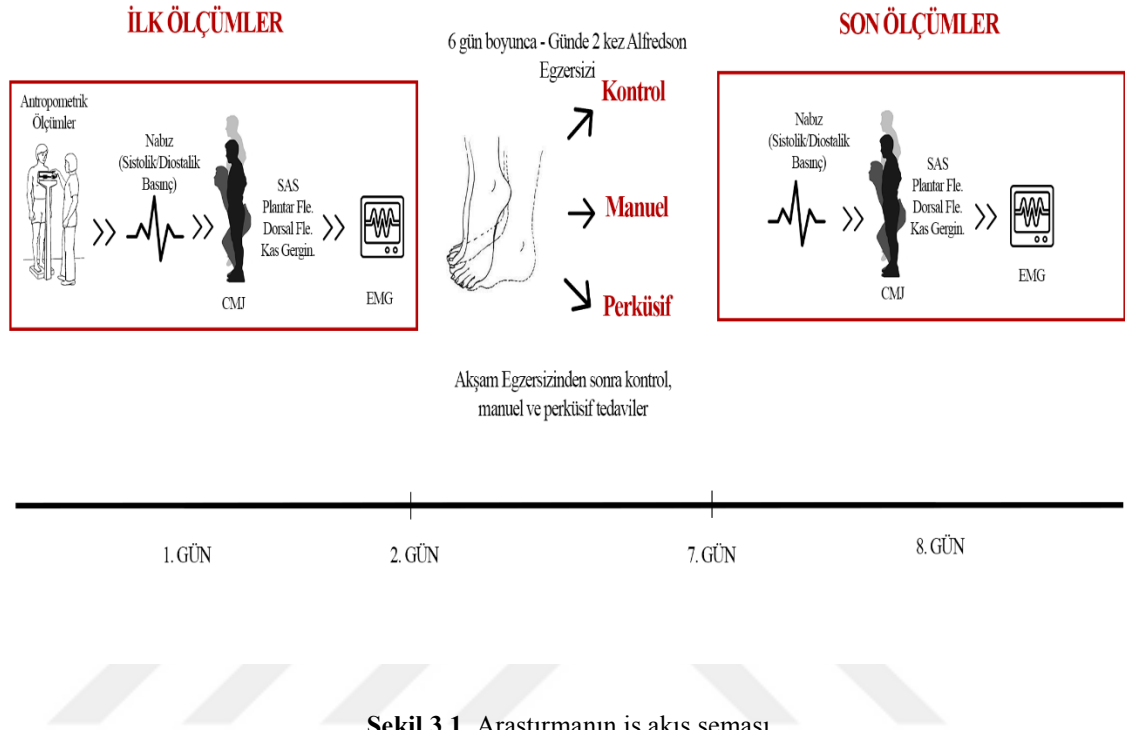
3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Deneysel Yaklaşım

Çalışmamız 13-18 yaş grubu aralığında, haftada 6 gün antrenman yapan triatlon sporcularında; 4 kişi perküsif grup, 4 kişi manuel masaj grubu, 5 kişi de kontrol grubu olmak üzere toplam 13 sporcu ile planlanmıştır. Ancak uygulama öncesi 1 sporcu egzersiz protokolüne uyum göstermemiştir. Bu 1 sporcu dışlanmıştır. Çalışmamız Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde gerçekleşmiştir.

Egzersiz öncesi, egzersiz sonrası ölçümler ve alfredson egzersiz süreci olmak üzere çalışma 3 aşamada gerçekleşti. İlk olarak ön ölçümlerde sporcuların demografik bilgileri ve beden kompozisyon ölçümleri, aktif sıçrama testi, sözel ağrı skoru (SAS), kas gerginliği, eklem hareket açıklığı (EHA), fizyolojik ölçümler ve elektromiyogram (EMG) ölçümü yapılmıştır. İkinci aşama olan egzersiz döneminde; günde 2 kez olmak üzere 6 gün boyunca alfredson egzersizi sabah ve akşam antrenmanlarının sonunda uygulanmıştır. Bu egzersiz sırasında bir fizyoterapist egzersizin doğru yapılıp yapılmadığını, protokole sadık kalınıp kalınmadığını kontrol etmiştir. Her 3 gruba da uygulanan eksantrik egzersiz sonrasında perküsif gruba 6 günlük perküsyon terapisi, manuel masaj grubuna da 6 günlük manuel masaj uygulaması yapılmıştır. Kontrol grubuna herhangi bir uygulama yapılmamıştır. En son olarak da 8. günde son ölçümler yani ilk gün yapılan ön ölçümler tekrarlanmıştır.

Tüm triatlon sporcuları aynı antrenöre ve antrenman programına tabii çalışmaktaydı, sezon arası dönemdeydiler ve yarışma dönemleri de birbiriyle aynıydı.



Araştırmanın iş akış şeması Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

3.2. Araştırma Grubu

Çalışma 12 sporcunun (yaş: $15,50 \pm 2,07$ yıl, boy: $169 \pm 7,87$, ağırlık $57,82 \pm 9,23$) egzersiz seansların % 99 uyum ile tanımlanmıştır. Sporcular çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve randomize olarak manuel masaj, perküsif ve kontrol gruplarına ayrılmıştır.

Araştırmamız Akdeniz Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Karar No: KAEK-750) ve Helsinki bildirgesine uygun olarak yürütülmüştür.

3.3. Uygulanan Testler

3.3.1. Antropometrik Ölçümler

3.3.1.1. Boy Uzunluğu: Sporcu ayakları çıplak şekilde düz bir zeminde duvar skalasına doğru bir açıda durmuştur. Deneğin ağırlığı iki ayağına eşit dağıtılmış, topuklar birleşik ve duvar skalasına temasta, baş frankfort planında, kollar omuzlarda serbestçe yanlara sarkıtılmış durumdadır. Ölçüm sırasında denekten derin bir nefes alması ve dik pozisyonunu topukları yerden ayrılmaksızın tutması istenmiştir. Başın en üst noktasından saçlar yeterli miktarda sıkıştırılarak ölçüm 1 mm'ye kadar not edilmiştir. (Özer, 1993).

3.1.1.2. Vücut Ağırlığı: Katılımcılar üzerlerinde atlet ve şort ile basküle çıkarılmıştır ve ölçüm yapılmıştır. Değerler kilogram (kg) cinsinden kaydedilmiştir (Özer, 1993).

3.1.1.3. Beden Yağ Yüzdesi, Beden Kitle İndeksi (BKİ) ve Kas kütlesi: Bioelektrik impedans yöntemiyle belirlendi (Tanita body cosmoposition analyzer TBF-300).

3.3.2. Aktif Sıçrama Testi: Alfredson protokolü öncesi ve sonrasında ölçüm, force plate cihazı ve yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Ayakların omuz genişliğinde açık olduğu ayakta duruş pozisyonundan, diz ve kalça ekleminin fleksiyonuyla aşağı yönlü hareketle serbest squat seviyesine geldikten sonra duraklama olmaksızın hızlı, akıcı ve maksimal bir şekilde yukarı yönlü ön gerilme kasılma döngüsü uygulanacaktır (Kaçoğlu ve Yıldırım, 2017).

Her bir sıçrama testi bir dakika dinlenme aralıklarıyla üç tekrar şeklinde yapıldı ve katılımcılardan maksimum yükseklikte sıçramaları istendi. Elde edilen değerlerin ortalaması analiz için kaydedildi.

3.3.3. Sözel Ağrı Skoru (SAS): Alfredson protokolü öncesi ve sonrası gözlenen ağrının şiddetini değerlendirmek üzere 10'luk ağrı skoru kullanılmıştır. Buna göre 0 puan ağrısız durumu, 10 puan ise dayanılmaz ağrı düzeyini ifade etmektedir.

3.3.4. Kas Gerginliği Değerlendirmesi: Manuel palpasyon yöntemiyle değerlendirilmiştir. Kas gerginliğini değerlendirmek üzere 5'lik değerlendirme ölçeği kullanılmıştır. Buna göre 0 hiç gerginlik yok, 5 puan ise aşırı gergin düzeyini ifade etmektedir.

3.3.5. EHA Ölçümü: Eklem hareket açıklığı objektif bir değerlendirme yöntemi olan gonyometre ile yapılmıştır. Ayak bileği dorsi fleksiyon ve plantar fleksiyon açılarına egzersiz öncesi ve sonrası ölçüm günlerinde bakılmıştır.

Sağlıklı bir gonyometrik ölçüm için:

Hareket tanımlanan düzlem içerisinde düzgün bir şekilde yapılmalı.

Hareket kompensasyon olmadan yapılmalı.

Gonyometrenin kolları arasındaki rotasyon ekseninin eklem eksenine (Pivot noktası) gonyometrenin kollarının ise eklem kollarına uygun olacak şekilde yerleştirilmesi gerekir.

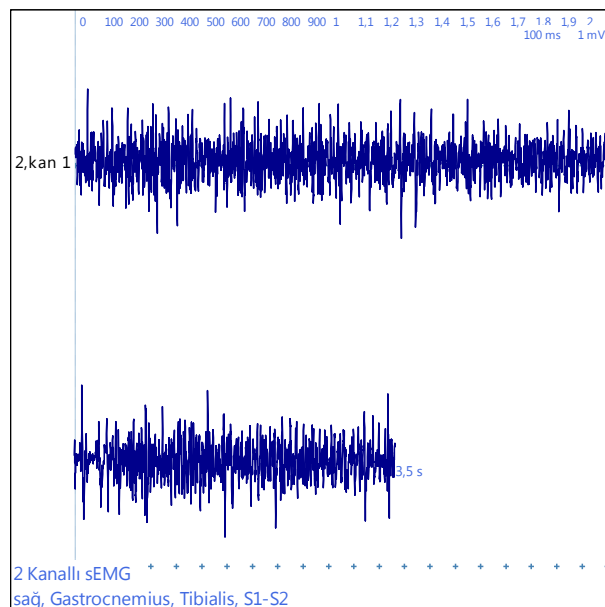
Universal Gonyometre:

Kullanım pratikliği sebebiyle kliniklerde yaygın olarak tercih edilir. Gonyometrenin 180 yada 360 derecelik iki kolu vardır. Kolları ölçülen eklem büyüklüğüne göre farklı boyutlarda olabilir.

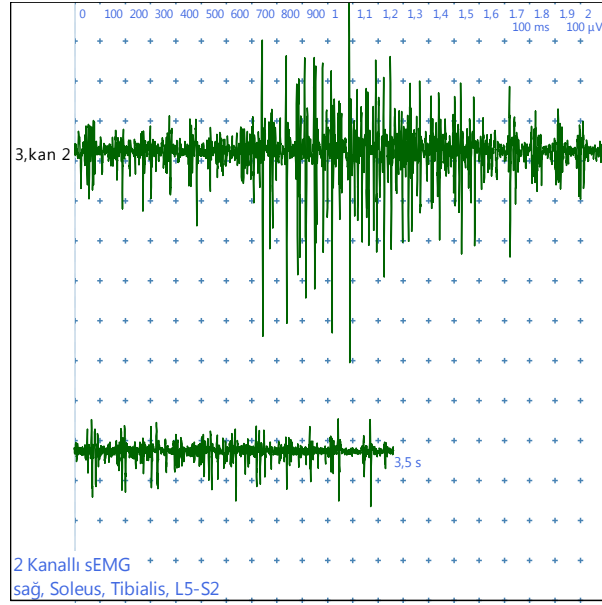
Bütün eklemler anatomik pozisyona göre yerleştirilir ve bu pozisyon “Sıfır Başlangıç Pozisyonu” olarak kabul edilir. Bütün eklemlerin hareketleri 0 derece başlangıç pozisyonundan 180 derece maksimuma kadar gidebilen bir hareket sınırı içerisinde değerlendirilir.

3.3.7. Elektromiyogram (EMG): Çalışmada kas yorgunluk ölçümleri yüzeysel elektromiyografi (EMG) sistemi (NeuroMep Micro, Neurosoft, Rusya) kullanılarak egzersizlere başlamadan önceki gün ve egzersizler bittikten sonraki gün yapılmıştır. Katılımcıların dominant bacağındaki gastrocnemius kasının lateral başı ve soleus kasından 6 günlük egzersiz uygulamasının öncesi ve sonrasında EMG ölçümü yapılmıştır.

SENIAM kriterlerine göre her 2 kas üzerine yerleştirilen yüzeysel elektrotlardan eş zamanlı EMG kaydı yapılmış, ölçüm 1 sn hazırlık ve 3 sn uygulama süresi verilerek tamamlanmıştır (Hannien ve ark. 1989).



20



Şekil 3.3. : EMG cihazı ile soleus kası ölçümünde örnek trase gösterimi

3.4. Alfredson Egzersiz Uygulaması

Alfredson protokolüne göre uygulanmıştır. Protokole göre iki farklı uygulama biçimi vardır ve her ikisinin de uygulanması gastrocnemius ve soleus kaslarını çalıştırmaktadır.

Sporcular ayaklarının uçları kenarda olacak şekilde bir merdiven basamağında durdu. Topukları basamağın kenarından sarktı, denge için sabit bir şey tuttular, bu sırada her iki dizleri de düzdü. Her iki ayaklarını kullanarak topuklarını kaldırdılar ve ayak parmaklarının üzerinde yükseldiler. Bileklerini kullanarak yavaşça kendilerini aşağı indirdiler. Topukları yere doğru hareket etti ve ayak parmak uçları basamağın kenarı ile temas halinde kalmaya devam etti.

Bu egzersizi 3 set ve 15 tekrar şeklinde uyguladılar. Egzersiz dizler düz olacak şekilde gerçekleştirildi ve aşil tendonunu oluşturan gastrocnemius kasına yüklenilmiş oldu ve kasa stres oluşturuldu.

Daha sonra Alfredson protokolü dizler hafifçe bükülmüş olarak tekrarlandı, bu aşıl tendonununa gastroknemius ile birlikte katılan soleus kası üzerine de baskı uyguladı. Yine 15 tekrarlık 3 set yapıldı.

Alfredson protokolünün iki egzersizi günde iki kez yapılmış oldu. Yani sabah ve akşam 3 set 15 düz diz ve diz bükülü şekilde topuk alçaltma egzersizi yapıldı. Toplamda, günlük 180 tekrar egzersiz hacmine ulaşılmış oldu.

3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışma sonuçları “Statistical Package for Sociel Sciences” (SPSS) Version 23.0 (SPSS inc., Chicago, IL, ABD) istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunlukları “Shapiro-Wilk testi” ile sınanmıştır. Gruplar arası karşılaştırmada normal dağılıma uymadığı için “Mann Whitney U Testi” kullanılmıştır. Grup içi öncesi ve sonrası karşılaştırmalarda normal dağılıma uymadığı için ‘Wilcoxon Testi’ kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlenmiş ve “p” değerinin 0.05’ten küçük olması anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Araştırmaya Dahil Edilen Sporcuların Fiziksel Özellikleri

Tablo 4.1. Sporcuların fiziksel özellikleri

Parametre	Kontrol Grubu	Manuel Grup	Perküsif Grup
Yaş (yıl)	15,25 ± 1,71	17,25 ± 2,22	14,00 ± 0,82
Boy (m)	166,75 ± 7,85	172 ± 4,55	169,50 ± 11,24
Vücut kütlesi (kg)	57,17 ± 6.82	59.75 ±10.95	56.52±11.74
Beden Kütle İndeksi (kg.m ⁻²)	20.57 ± 20,09	20,10 ± 2,65	19,47 ± 1,50
Vücut yağ yüzdesi (%)	17,87 ± 5,95	10,07 ± 0,98	13,85 ± 1,72 [#]

*p<0.05, Kontrol Grubundan fark, #p<0.05, Manuel Gruptan fark, †p<0.05, ön-testten fark.

Araştırmaya manuel, perküsif ve kontrol grubu olmak üzere üç grup halinde dahil edilen sporcuların yaş, boy, vücut kütlesi, beden kitle indeksi ve vücut yağ yüzdesini içeren fiziksel özellikleri Tablo 4.1.'de sunuldu. Buna göre Perküsif Grubunun vücut yağ yüzdesi Manuel Gruptan yüksek bulundu ($p<0,021$).

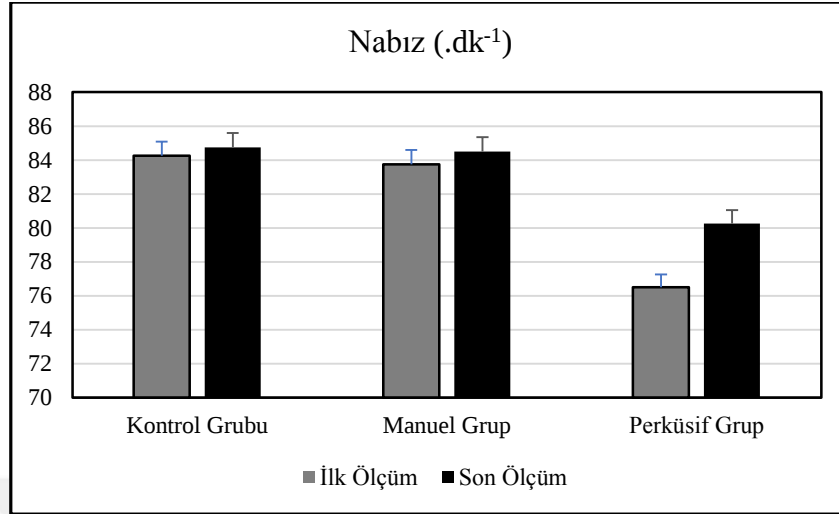
4.2. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası Fizyolojik Ölçüm Sonuçları

Tablo 4.2. Sporcuların egzersiz öncesi ve sonrası fizyolojik ölçüm sonuçları

	Parametre	Kontrol Grubu	Manuel Grup	Perküsif Grup
İlk ölçüm	Nabız (dk^{-1})	84,25 $\pm$ 11,44	83,75 $\pm$ 18,0	76,50 $\pm$ 16,52
	Sistolik kan basıncı (mmHg)	90,00 $\pm$ 8,16	115,00 $\pm$ 12,90 *	100,00 $\pm$ 8,16
	Diastolik kan basıncı (mmHg)	55,00 $\pm$ 10,00	60,00 $\pm$ 8,16	62,50 $\pm$ 9,57
	Kas gerginliği	0,25 $\pm$ 0,50	0,00 $\pm$ 0,00	0,25 $\pm$ 0,50
	Sözel Ağrı Skoru	0,25 $\pm$ 0,50	0,00 $\pm$ 0,00	0,25 $\pm$ 0,50
Son ölçüm	Nabız (dk^{-1})	84,75 $\pm$ 9,50	84,50 $\pm$ 11,82	80,25 $\pm$ 9,64
	Sistolik kan basıncı (mmHg)	95,00 $\pm$ 5,77	115,00 $\pm$ 10,00 *	110,00 $\pm$ 8,16 ^{†*}
	Diastolik kan basıncı (mmHg)	55,00 $\pm$ 5,77	62,50 $\pm$ 12,58	62,50 $\pm$ 9,57
	Kas gerginliği	2,25 $\pm$ 0,50 [†]	0,75 $\pm$ 0,50 *	1,00 $\pm$ 1,15
	Sözel Ağrı Skoru	4,00 $\pm$ 1,41 [†]	1,00 $\pm$ 0,82 *	1,75 $\pm$ 0,50 ^{†*}

*p<0.05, Kontrol Grubundan fark, #p<0.05, Manuel Gruptan fark, [†]p<0.05, ön-testten fark.

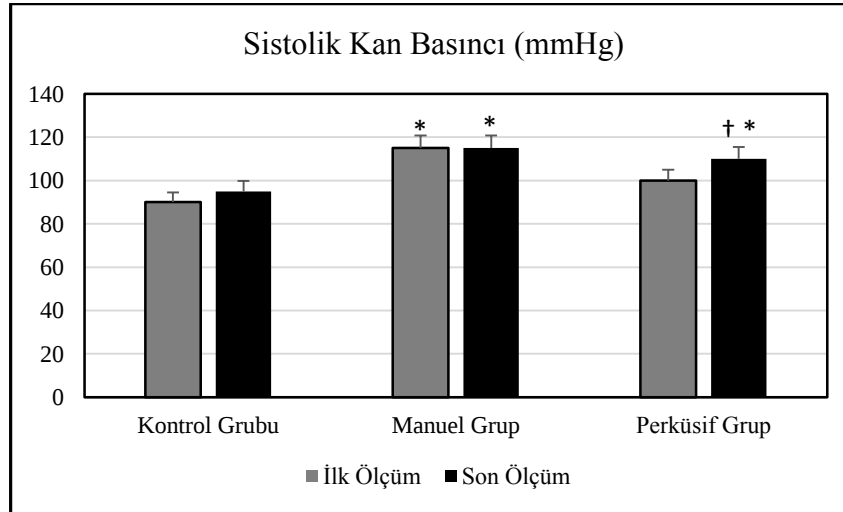
Sporcuların alfredson egzersiz protokolü öncesi ve sonrası yapılan ortalama fizyolojik ilk ve son ölçüm sonuçları Tablo 4.2’de sunuldu.



*p<0.05, Kontrol Grubundan fark, #p<0.05, Manuel Gruptan fark, †p<0.05, ön-testten fark.

Şekil 4.1. Sporcuların ortalama nabız ölçüm sonuçları

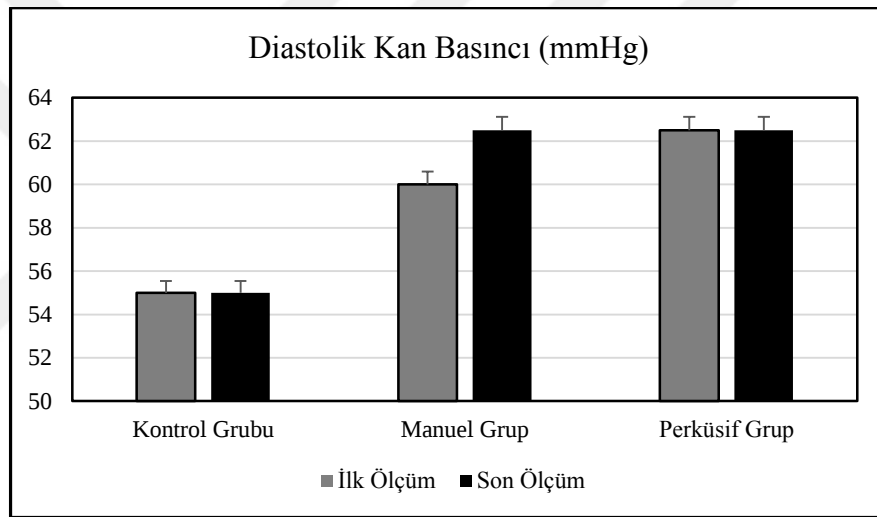
Gruplara ait ilk ölçüm ve son ölçüm ortalama nabız sonuçları şekil 4.1’de sunuldu.



*p<0.05, Kontrol Grubundan fark, #p<0.05, Manuel Gruptan fark, †p<0.05, ön-testten fark.

Şekil 4.2. Sporcuların ortalama sistolik kan basıncı (mmHg) ölçüm sonuçları

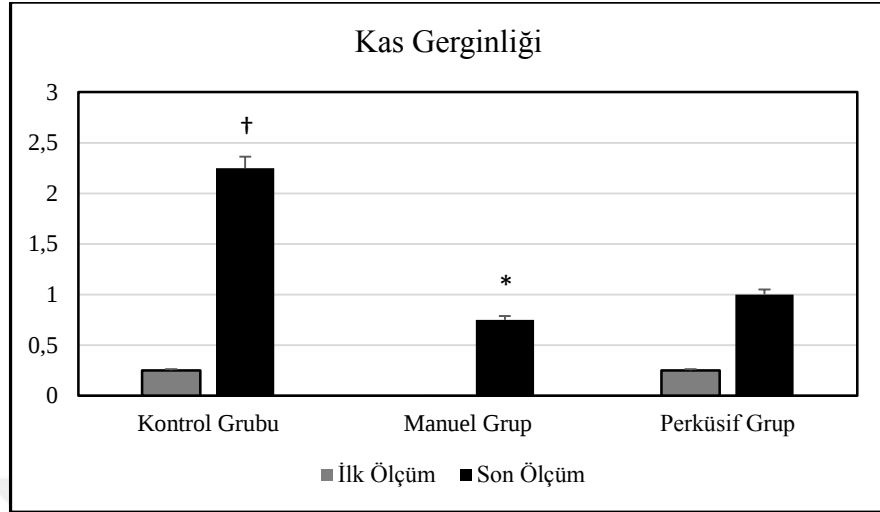
Gruplara ait ilk ölçüm ve son ölçüm ortalama sistolik kan basıncı sonuçları Şekil 4.2’de sunuldu. Buna göre Manuel Grubun ilk ölçümde sistolik kan basıncı, Kontrol Gruptan yüksek bulundu ($p<0.028$). Manuel Grubun son ölçümde de sistolik kan basıncı, Kontrol Gruba göre yüksek bulundu ($p<0.032$). Öte yandan Perküsif Grubun ise son ölçümünde sistolik kan basıncının, Kontrol Gruptan yüksek olduğu saptandı ($p<0.036$). Perküsif Grubun grup içi karşılaştırmasında ise sistolik kan basıncının son ölçümünün, ilk ölçümden yüksek olduğu bulundu ($p<0.046$).



* $p<0.05$, Kontrol Grubundan fark, # $p<0.05$, Manuel Gruptan fark, † $p<0.05$, ön-testten fark.

Şekil 4.3. Sporcuların ortalama diastolik kan basıncı (mmHg) ölçüm sonuçları

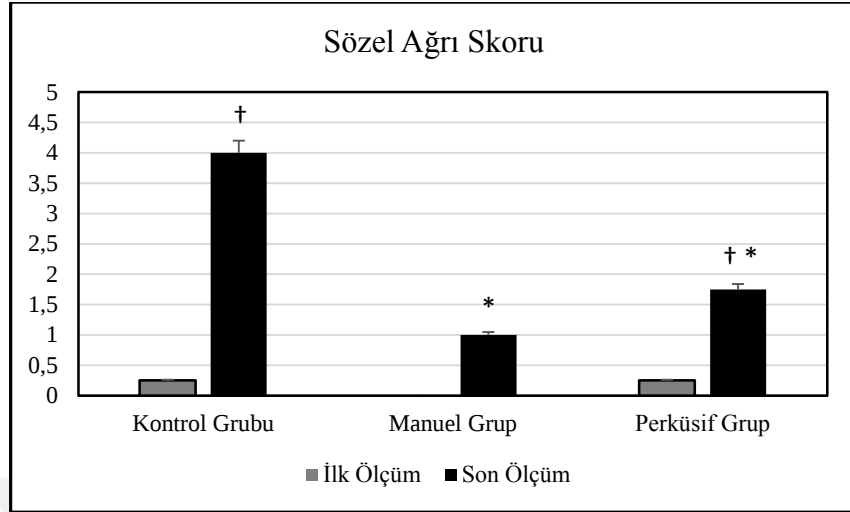
Gruplara ait ilk ölçüm ve son ölçüm ortalama diastolik kan basıncı sonuçları Şekil 4.3’de sunuldu.



* $p < 0.05$, Kontrol Grubundan fark, # $p < 0.05$, Manuel Gruptan fark, † $p < 0.05$, ön-testten fark.

Şekil 4.4. Sporcuların ortalama kas gerginliği ölçüm sonuçları

Gruplara ait ilk ölçüm ve son ölçüm ortalama kas gerginliği sonuçları Şekil 4.4’de sunuldu. Buna göre Kontrol Grubunun son ölçümünde, ilk ölçüme göre kas gerginliğinin yüksek olduğu saptandı ($p < 0.046$). Öte yandan Kontrol Grubun son ölçümde kas gerginliğinin Manuel Gruba göre yüksek olduğu bulundu ($p < 0.015$).



* $p<0.05$, Kontrol Grubundan fark, # $p<0.05$, Manuel Gruptan fark, † $p<0.05$, ön-testten fark.

Şekil 4.5. Sporcuların ortalama sözel ağrı skoru ölçüm sonuçları

Gruplara ait ilk ölçüm ve son ölçüm ortalama sözel ağrı skoru sonuçları Şekil 4.5’de verilmiştir. Buna göre Kontrol Grubunun son ölçümünde, ilk ölçüme göre sözel ağrı skorunun yüksek olduğu bulundu ($p<0.046$). Manuel Grupta ise son ölçümde sözel ağrı skorunun Kontrol grubuna göre düşük olduğu saptandı ($p<0.019$). Öte yandan Perküsif grubunun son ölçümünde, ilk ölçüme göre sözel ağrı skorunun yüksek olduğu bulundu ($p<0.046$). Perküsif Grubun son ölçümünde sözel ağrı skorunun, Kontrol Gruba göre ise düşük olduğu bulundu ($p<0.017$).

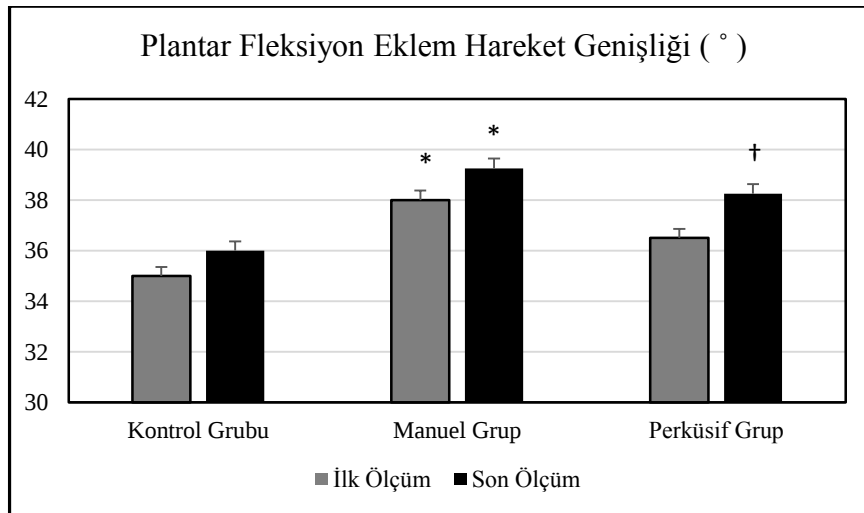
4.3. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası Eklem Hareket Genişliği Ölçüm Sonuçları

Tablo 4.3. Sporcuların egzersiz öncesi ve sonrası ortalama eklem hareket genişliği ölçüm sonuçları

	Parametre	Kontrol Grubu	Manuel Grup	Perküsiif Grup
İlk Ölçüm	Plantar EHG (°)	35,00 ± 0,82	38,00 ± 1,41 *	36,50 ± 2,82
	Dorsal EHG (°)	16,75 ± 9,60	18,25 ± 0,50 *	17,75 ± 1,26
Son Ölçüm	Plantar EHG (°)	36,00 ± 1,41	39,25 ± 0,96 *	38,25 ± 2,36 †
	Dorsal EHG (°)	16,75 ± 9,60	19,75 ± 0,50 †*	18,25 ± 1,71

EHG: Eklem hareket genişliği, *p<0.05, Kontrol Grubundan fark, #p<0.05, Manuel Gruptan fark, †p<0.05, ön-testten fark.

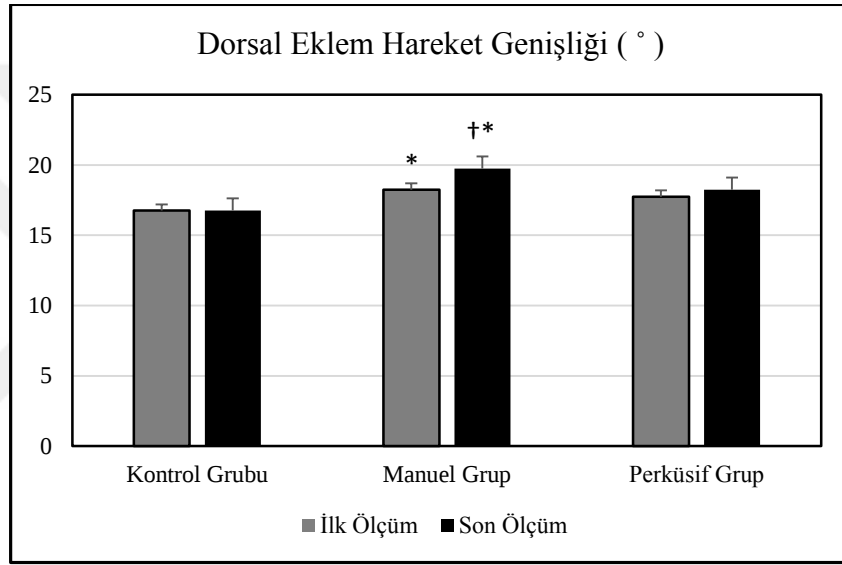
Sporcuların alfredson egzersiz protokolü öncesi ve sonrası ortalama eklem hareket genişliği ölçüm sonuçları Tablo 4.3.'de sunuldu.



EHG: Eklem hareket genişliği, *p<0.05, Kontrol Grubundan fark, #p<0.05, Manuel Gruptan fark, †p<0.05, ön-testten fark.

Şekil 4.6. Sporcuların ortalama plantar eklem hareket genişliği ölçüm sonuçları

Gruplara ait ilk ölçüm ve son ölçüm ortalama plantar eklem hareket genişliği sonuçları Şekil 4.6’da sunuldu. Buna göre Manuel grubun ilk ölçümde plantar eklem hareket genişliği, Kontrol Grubundan yüksek bulundu ($p<0.019$). Bunun yanında Manuel grubun son ölçümde de plantar eklem hareket genişliğinin Kontrol Grubundan yüksek olduğu saptandı ($p<0.027$). Öte yandan Perküsif Grubun grup içi karşılaştırmasında son ölçüm plantar eklem hareket genişliğinin, ilk ölçümden yüksek olduğu bulundu ($p<0.046$).



EHG: Eklem hareket genişliği, * $p<0.05$, Kontrol Grubundan fark, # $p<0.05$, Manuel Gruptan fark, † $p<0.05$, ön-testten fark.

Şekil 4.7. Sporcuların ortalama dorsal eklem hareket genişliği ölçüm sonuçları

Gruplara ait ilk ölçüm ve son ölçüm ortalama dorsal eklem hareket genişliği sonuçları Şekil 4.7’de sunuldu. Buna göre Manuel Grubun grup içi karşılaştırmasında son ölçüm dorsal eklem hareket genişliğinin, ilk ölçümden yüksek olduğu saptandı ($p<0.046$). Ayrıca Manuel grubun ilk ölçümde dorsal eklem hareket genişliği, Kontrol Grubundan yüksek bulundu ($p<0.044$). Bunun yanında Manuel grubun son ölçümde de dorsal eklem hareket genişliğinin Kontrol Grubundan yüksek olduğu saptandı ($p<0.017$).

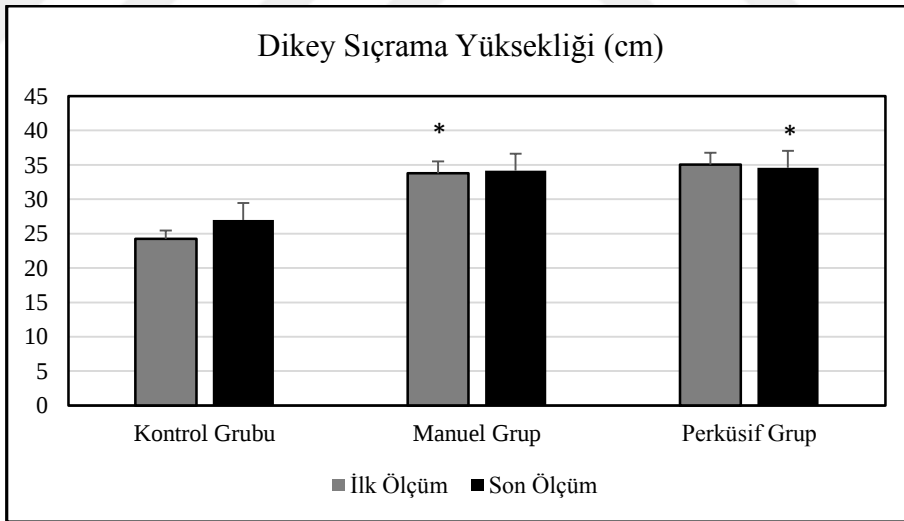
4.4. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası Ortalama Dikey Sıçrama Yükseklikleri Ölçüm Sonuçları

Gruplara ait egzersiz öncesi ve sonrası ortalama dikey sıçrama yüksekliği sonuçları Tablo 4.4’de sunuldu.

Tablo 4.4. Sporcuların ortalama dikey sıçrama yükseklikleri ölçüm sonuçları

	Kontrol Grubu	Manuel Grup	Perküsif Grup
İlk ölçüm (cm)	24,24 ± 3,88	33,80 ± 4,45 *	35,02 ± 6,43
Son ölçüm (cm)	26,97 ± 5,02	34,16 ± 4,16	34,58 ± 5,24*

*p<0.05, Kontrol Grubundan fark, #p<0.05, Manuel Gruptan fark, †p<0.05, ön-testten fark..



*p<0.05, Kontrol Grubundan fark, #p<0.05, Manuel Gruptan fark, †p<0.05, ön-testten fark.

Şekil 4.8. Sporcuların ortalama dikey sıçrama yükseklikleri ölçüm sonuçları

Gruplara ait egzersiz öncesi ve sonrası ortalama dikey sıçrama yüksekliği sonuçları Şekil 4.8’de sunuldu. Buna göre Manuel Grubun ilk ölçümde dikey sıçrama yüksekliği, Kontrol Grubundan yüksek bulundu (p<0.021). Öte yandan Perküsif Grubun son ölçümde dikey sıçrama yüksekliğinin Kontrol Grubuna göre yüksek olduğu saptandı (p<0.043).

4.5. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası EMG Ortalama Amplitüd Ölçüm Sonuçları

Gruplara ait egzersiz öncesi ve sonrası EMG ortalama amplitüd sonuçları Tablo 4.5’de sunuldu. Buna göre alfredson düz diz pozisyonunda gastroknemius kasının ilk EMG amplitüd ölçümünde Perküsif Grubun, Kontrol Grubuna göre daha yüksek olduğu saptandı ($p<0.038$). Öte yandan dinlenim pozisyonunda gastroknemius kasının son EMG amplitüd ölçümünde Manuel Grubun, Kontrol Grubuna göre daha yüksek olduğu bulundu ($p<0.018$).

Tablo 4.5. Sporcuların egzersiz öncesi ve sonrası EMG ortalama amplitüd değerleri ölçüm sonuçları

	Parametre	Kontrol Grubu	Manuel Grup	Perküsif Grup
İlk ölçüm	Gastroknemius Vort – (μV) dinlenim	114,75 $\pm$ 84,03	159,00 $\pm$ 11,58	119,00 $\pm$ 85,33
	Gastroknemius Vort – (μV) Alfredson düz diz	128,75 $\pm$ 8,10	161,75 $\pm$ 58,61	170,00 $\pm$ 58,97*
	Gastroknemius Vort – (μV) Alfredson bükülü diz	133,75 $\pm$ 22,14	292,25 $\pm$ 183,74	149,75 $\pm$ 33,54
	Soleus Vort - (μV) dinlenim	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
	Soleus Vort – (μV) Alfredson düz diz	267,00 $\pm$ 148,02	333,00 $\pm$ 130,99	184,50 $\pm$ 56,63
	Soleus Vort – (μV) Alfredson bükülü diz	272,50 $\pm$ 105,56	284,25 $\pm$ 122,94	199,00 $\pm$ 75,00
Son ölçüm	Gastroknemius Vort - (μV) dinlenim	30,00 $\pm$ 60,00	165,50 $\pm$ 15,93 *	139,75 $\pm$ 97,96
	Gastroknemius Vort – (μV) Alfredson düz diz	106,87 $\pm$ 34,36	281,25 $\pm$ 236,16	215,50 $\pm$ 100,43
	Gastroknemius Vort – (μV) Alfredson bükülü diz	112,45 $\pm$ 221,25	221,25 $\pm$ 123,29	214,75 $\pm$ 106,74
	Soleus Vort - (μV) dinlenim	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	71,25 $\pm$ 142,50
	Soleus Vort – (μV) Alfredson düz diz	244,35 $\pm$ 143,83	399,25 $\pm$ 135, 26	308,75 $\pm$ 131, 87
	Soleus Vort – (μV) Alfredson bükülü diz	198,82 $\pm$ 160, 33	480,50 $\pm$ 367, 67	365,00 $\pm$ 153,11

(μV): mikrovolt, * $p<0.05$, Kontrol Grubundan fark, # $p<0.05$, Manuel Gruptan fark, † $p<0.05$, ön-testten fark

4.6. Sporcuların Alfredson Protokolü Öncesi ve Sonrası EMG Ortalama Frekans Ölçüm Sonuçları

Gruplara ait egzersiz öncesi ve sonrası EMG ortalama frekans sonuçları Tablo 4.6’da sunuldu. Buna göre dinlenim pozisyonunda gastroknemius kasının son EMG frekans ölçümünde Manuel Grubun, Kontrol Grubuna göre daha yüksek olduğu bulundu ($p<0.021$).

Tablo 4.6. Egzersiz öncesi ve sonrası ortalama EMG ortalama frekans değerleri ölçüm sonuçları

	Parametre	Kontrol Grubu	Manuel Grup	Perküsif Grup
İlk ölçüm	Gastroknemius Vort - (μV) dinlenim	77,02 $\pm$ 84,85	146,00 $\pm$ 29,23	93,02 $\pm$ 106,71
	Gastroknemius Vort – (μV) Alfredson düz diz	35,42 $\pm$ 35,25	94,07 $\pm$ 90,11	56,82 $\pm$ 45,09
	Gastroknemius Vort – (μV) Alfredson bükülü diz	56,57 $\pm$ 77,24	89,90 $\pm$ 90,53	65,37 $\pm$ 55,46
	Soleus Vort - (μV) dinlenim	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
	Soleus Vort – (μV) Alfredson düz diz	137,25 $\pm$ 106,32	191,10 $\pm$ 117,16	118,35 $\pm$ 89,60
	Soleus Vort – (μV) Alfredson bükülü diz	99,12 $\pm$ 69,91	191,50 $\pm$ 50,10	148,60 $\pm$ 139,84
Son ölçüm	Gastroknemius Vort - (μV) dinlenim	5,92 $\pm$ 5,29	135,85 $\pm$ 56,58*	110,77 $\pm$ 110,69
	Gastroknemius Vort – (μV) Alfredson düz diz	14,15 $\pm$ 25,47	181,27 $\pm$ 195,92	111,52 $\pm$ 106,34
	Gastroknemius Vort – (μV) Alfredson bükülü diz	29,55 $\pm$ 54,36	167,65 $\pm$ 121,91	97,20 $\pm$ 127,03
	Soleus Vort - (μV) dinlenim	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00
	Soleus Vort – (μV) Alfredson düz diz	113,37 $\pm$ 69,99	192,75 $\pm$ 33,81	121,00 $\pm$ 87,78
	Soleus Vort – (μV) Alfredson bükülü diz	101,10 $\pm$ 92,52	198,75 $\pm$ 66,89	94,22 $\pm$ 131,36

(μV): microvolt, * $p<0.05$, Kontrol Grubundan fark, # $p<0.05$, Manuel Gruptan fark, † $p<0.05$, ön-testten fark.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı 6 gün boyunca yapılan alfredson egzersiz protokolünün ardından, kas yorgunluğu seviyesindeki değişikliği görmek ve manuel masaj ile perküsif terapi yönteminin yorgunluk iyileşmesi üzerine etkisini belirlemektir.

Egzersiz dönemi öncesi yapılan ilk ölçümlerde Manuel Grubun sistolik kan basıncı, Kontrol Gruptan yüksek bulundu. Manuel Grubun egzersiz dönemi sonrasında son ölçümde de sistolik kan basıncı, Kontrol Gruba göre yüksek bulundu. Öte yandan Perküsif Grubun ise son ölçümünde sistolik kan basıncının, Kontrol Gruptan yüksek olduğu saptandı. Perküsif Grubun grup içi karşılaştırmasında ise sistolik kan basıncının son ölçümünün, ilk ölçümden yüksek olduğu bulundu. Sifaq ve arkadaşlarının 2023 yılında yaptığı çalışma ise bizim çalışmamızın aksine spor masajı uygulamasının sistolik kan basıncını ve diastolik kan basıncını düşürdüğü yönündeydi. Sonuçların farklı çıkmasının nedeni olarak, Sifaq ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada masaj bölgesinin tüm ekstremiteleri kapsayacak şekilde 62 dakikalık süreye kadar çıkarken, bizim çalışmamızda sadece gastroknemius ve soleus bölgelerini içermesi ve süre olarak da 5 dakika ile sınırlı olması gösterilebilir (Sifaq ve ark. 2023). Kontrol Grubunun son ölçümünde, ilk ölçüme göre kas gerginliğinin yüksek olduğu saptandı. Öte yandan Kontrol Grubunun son ölçümde kas gerginliğinin Manuel Gruba göre yüksek olduğu bulundu. Kontrol Grubunun son ölçümünde, ilk ölçüme göre sözel ağrı skorunun da yüksek olduğu bulundu. Manuel Grupta ise son ölçümde sözel ağrı skorunun Kontrol grubuna göre düşük olduğu saptandı. Manuel grubun ilk ölçümde plantar eklem hareket genişliği, Kontrol Grubundan yüksek bulundu. Bunun yanında Manuel grubun son ölçümde de plantar eklem hareket genişliğinin Kontrol Grubundan yüksek olduğu saptandı. Manuel Grubun grup içi karşılaştırmasında son ölçümde dorsal eklem hareket genişliğinin, ilk ölçümden yüksek olduğu saptandı. Ayrıca Manuel grubun ilk ölçümde dorsal eklem hareket genişliği, Kontrol Grubundan yüksek bulundu. Manuel grubun son ölçümde de dorsal eklem hareket genişliğinin Kontrol Grubundan yüksek olduğu saptandı. Tüm bulduğumuz bu sonuçlar, Davis ve arkadaşlarının yapmış olduğu 1012 katılımcıyı kapsayan 29 uygun çalışmanın belirlendiği bir meta – analizde, spor masajının DOMS’u bir miktar azalttığı ve önlediği, esnekliği de bir miktar geliştirdiği sonuçları ile uyumluydu

(Davis ve ark. 2020). Dinlenim pozisyonunda gastrocnemius kasının son EMG amplitüd ölçümünde Manuel Grubun, Kontrol Grubuna göre daha yüksek olduğu bulundu. Ayrıca yine dinlenim pozisyonunda gastrocnemius kasının son EMG frekans ölçümünde Manuel Grubun, Kontrol Grubuna göre daha yüksek olduğu bulundu. Luca ve arkadaşlarının çalışmasına göre kas kontraksiyonu boyunca kas yorgunluğuna bağlı amplitüd ve frekansa bağlı analizlerde değişiklikler gözlenmekte motor ünite kullanımı yorgunluk ölçümü hakkında bilgi vermektedir (Luca ve ark. 1997). Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda Kontrol grubundaki dinlenim pozisyonunda gastrocnemius kasındaki ortalama EMG amplitüd ve frekanstaki düşüş yorgunluk oluşumuna bağlı olarak görünmektedir. Öte yandan Perküsif grubunda son ölçümde, ilk ölçüme göre sözel ağrı skorunun yüksek olduğu bulundu. Perküsif Grubun son ölçümünde sözel ağrı skorunun, Kontrol Gruba göre ise düşük olduğu bulundu. Perküsif Grubun grup içi karşılaştırmasında son ölçüm plantar eklem hareket genişliğinin, ilk ölçümden yüksek olduğu bulundu. Ayrıca Perküsif Grubun son ölçümde dikey sıçrama yüksekliğinin Kontrol Grubuna göre yüksek olduğu saptandı. Çalışmamızda Martin ve arkadaşlarının yaptığı 39 çalışmayı içeren bir meta – analizde, perküsif terapinin algılanan kas ağrısındaki azalma ve hareket açıklığında artış sonucuna uyumlu sonuçlar bulduk (Martin ve ark. 2021). Manuel masajın algılanan ağrı derecesinde, kas gerginliğini önlemede ve eklem hareket genişliğini arttırmada perküsif terapiye göre daha etkin yöntem olduğu sonucu ortaya çıksa da perküsif terapinin, manuel masajdan farklı olarak dikey sıçrama yüksekliğine olumlu performans verisi etki sebebiyle her iki yöntemi de triatletlerde önermekteyiz.

Triatlon sporcularında; aşırı antrenmanın %43.1 ile en büyük yaralanma sebebi olduğu ve yaralanmaların çoğunun özellikle alt ekstremitelerde gerçekleştiği görülmektedir (Minghelli ve ark. 1992). Biz de çalışma grubumuzu bu nedenle en az 4 yıldır haftada en az 6 gün çift antrenman yapan triatlon sporcularından oluşturduk ve arka baldır kasları üzerinde çalışmayı seçtik. Sporcu seçme kriterleri arasında daha önce ayak bileği ve arka baldır kaslarında herhangi bir sakatlık geçmişi yaşanmamı olması gerekiyordu. Sporcular aynı antrenman programına tabii ve aynı antrenör tarafından çalıştırılmaktaydı. Sezon arası dönemdeydiler ve yarışma takvimleri birbiri ile aynıydı. Triatlon sporcularında yaş

ile birlikte yaralanma riskinin arttığı düşünöldüğönden daha ileri yaştaki sporcu gruplarında ve özellikle kadın sporcularda da gelecekteki çalışmalara ihtiyaç vardır.

Yüksek şiddetli baldır kası hareketini içeren alfredson eksantrik egzersizi kas gücü arttırımının yanında tedavi amaçlı da kullanılabilmektedir. Aşıl tendinozunun ağrı tedavisinde etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Alfredson ve ark. 1998). Plas ve arkadaşlarının yapmış olduğu başka bir çalışma da Alfredson ve arkadaşlarını destekler nitelikteydi. Bu çalışmaya göre kronik orta kısım aşıl tendinopatisinin göröldüğü 58 hastanın (70 tendon) olduğu 5 yıllık bir takip çalışmasında Alfredson topuk düşürme eksantrik egzersiz programı ile hastaların %39,7'sinin ağrısı tamamen geçtiğı ve sagital tendon kalınlığının başlangıçta 8,05 mm'den (SD 2,1) 7,50 mm'ye kadar (SD 1,6) düştüğü görölmektedir (Plas ve ark. 2011). Bizim çalışmamızdan farklı olarak bu çalışmalarda hasta bireylerde uygulama yapıldı ve alfredson egzersizi tedavi amacıyla da kullanıldı. Biz ise çalışmamızda sağlıklı ve sporcu bireyler seçtik ve egzersize bağı kas hasarı oluşturmak amacıyla alfredson egzersiz protokolünde bulunan günlük 180 tekrar egzersiz hacmini tamamladık. Egzersiz süresinin 6 gün boyunca uygulanması çalışmamızın sınırlılıklarındandır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, bu çalışmada triatlon sporcularında alfredson egzersiz protokolünün ardından manuel masaj uygulamasının; kas gerginliğini azalttığını, algılanan ağrı derecesini düşürdüğünü, dorsi fleksiyon yönünde eklem hareket genişliğini arttırdığı sonucuna, alfredson egzersiz protokolünün ardından perküsif terapi uygulamasının ise; algılanan ağrı derecesini azalttığını, plantar fleksiyon yönünde eklem hareket genişliğinin arttığı ve dikey sıçrama yüksekliğini arttırdığı saptandı.

Triatlon sporcularında ağrı, kas gerginliği ve eklem hareketi esnekliğine olumlu etkileri olduğu göz önüne alınarak, alfredson egzersizi sonrasında manuel masajın düzenli olarak uygulanmasını ve hem algılanan ağrıyı azaltma özelliği hem de özellikle dikey sıçrama yüksekliği üzerinde olumlu etkisi olması sebebiyle de sporcuların performansını arttırmak için alfredson egzersizi sonrası perküsif terapinin de antrenman programlarına eklenmesini öneriyoruz.

KAYNAKLAR

Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, Lorentzon R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med.* 1998, 9617396.

Armstrong RB, Warren GL, Warren JA: Mechanisms of exercise-induced muscle fibre injury. 1991: 184- 207.

Bronzino, J.D., “The biomedical engineering handbook”, Second edition, CRC Press LLC, Boca Raton: FL, 2000.

Cerrah Ali Onur Spormetre *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2010.

Cheatham SW, Baker RT, Behm DG, Stull K, Kolber MJ. Mechanical Percussion Devices: A Survey of Practice Patterns Among Healthcare Professionals. *Int J Sports Phys Ther.* 2021 Jun 2;16(3):766-777. doi: 10.26603/001c.23530. PMID: 35382115; PMCID: PMC8964305.

Cheung K., Hume P., Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. 2003, 145–164.

Cowel J.M. The future of nursing and school nursing. *The journal of school nursing* 2012.

Cram, J.R. The history of surface electromyography. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2003, 28 (2), 81-91.

Davis HL, Alabed S, Chico TJA. Effect of sports massage on performance and recovery: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2020 May 7;6(1): e000614. doi: 10.1136/bmjsem-2019-000614.

De Luca CJ, The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech*, 1997, 135-163.

De Luca CJ. Myoelectrical manifestations of localized muscular fatigue in humans. *Crit Rev Biomed Eng.* 1984;11(4):251-79. PMID: 6391814.

DeVita P, Hortobagyi T. Age causes a redistribution of joint torques and powers during gait. *J Appl Physiol*. 2000;88:1804-1811.

Dupuy O, Douzi W, Theurot D, Bosquet L, Dugué B. An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Front Physiol*. 2018 Apr 26; 9: 403. doi: 10.3389/fphys.2018.00403. PMID: 29755363; PMCID: PMC5932411.

Ertan H. Muscular activation patterns of the bow arm in recurve archery. *J Sci Med Sport*, 2009, 12 (3), 357-360.

Farr T, Nottle C, Nosaka K, Sacco P. The effects of therapeutic massage on delayed onset muscle soreness and muscle function following downhill walking. *J Sci Med Sport*. 2002, 12:585-613.

Fitts RH: Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiol Rev*, 1994 74:49-94.

Fridén J, Sjöström M, Ekblom B. A morphological study of delayed muscle soreness. *Experientia*. 1981 72:503-26.

Gabriel, R.C., Abrantes, J., Granata, K., Bulas-Cruz, J., Melo-Pinto, P., Filipe, V.

Dynamic joint stiffness of the ankle during walking: gender-related differences. *Physical therapy in sport*, 2008, 9 (1), 16-24.

Germann D, El Bouse A, Shnier J, Abdelkader N, Kazemi M. Effects of local vibration therapy on various performance parameters: a narrative literature review. *J Can Chiropr Assoc*. 2018, 30:662-072.

Günay M, Yüce G.A. *Futbolda Antrenmanın Bilimsel Temelleri*, Seren Matbaacılık, Ankara, 1996.

Hanninen, O., "Use of EMG in Sports Medicine". *The New Method for Ambulatory EMG Recording in Sports and Occupational Medicine*. Ed. I. Karvonen. Kuopio, 1989 - 17-24.

Harput G. Ayak Bileğinin stabilizatörlerinin stabil olmayan denge platformları üzerindeki aktivasyonlarının araştırılması. Yüksek Lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2012.

Hausswirth C., Le Meur Y. Physiological and nutritional aspects of post-exercise recovery: specific recommendations for female athletes. 2011, 861–882.

Hogan MC, Richardson RS, Kurdak SS. Initial fall in skeletal muscle force development during ischemia is related to oxygen availability; 1985.

Howatson G, van Someren KA. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. Sports Med. 2008;38(6):483-503.

Jack Martin, A critical evaluation of percussion muscle gun therapy as a rehabilitation tool focusing on lower limb mobility, 2021.

Jurell KC. Surface EMG and fatigue. Phys Med Rehabil Clin N Am. 1998 Nov;9(4):933-47, viii-ix. PMID: 9894104.

Kaçoğlu C, Yıldırım U. The acute effects of isometric preconditioning contraction on jumping performance. Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi. 2017, 183-19.

Lieber RL. Biomechanical response of skeletal muscle to eccentric contractions. Journal of Sport and Health Science, 2018, 294-309.

Lindstedt SL, LaStayo PC, Reich TE. When activemuscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. NewsPhysiolSci.2001;16:256-261.

Luttrell MJ, Halliwill JR. Recovery from exercise: vulnerable state, window of opportunity, or crystal ball? Front Physiol. 2015;6: 204.26257656

Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. Med. Sci. Sports Exerc. 45, 2013. 186–205.

Minghelli B, Jesus C, Martins I, Jesus J. Triathlon-related musculoskeletal injuries: a study on a Portuguese Triathlon Championship. Rev Assoc Med Bras 1992, 33295406.

Moira O'Brien, The Anatomy of the Achilles Tendon, Foot and Ankle Clinics, 2005, Pages 225-238.

Naderi A, Aminian-Far A, Gholami F, Mousavi SH, Saghari M, Howatson G. Massage enhances recovery following exercise-induced muscle damage in older adults. 2020, 33210806.

Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: part ii-recovery strategies. Sports Med. 2013,23315753.

Nosaka K, Newton M. Repeated eccentric exercise bouts do not exacerbate muscle damage and repair. J Strength Cond Res. 2002 ,117-22.11834116.

Nunes GS, Bender PU, de Menezes FS, Yamashitafuji I, Vargas VZ, Wageck B. Massage therapy decreases pain and perceived fatigue after long-distance Ironman triathlon: a randomised trial. J Physiother. 2016, 27025688.

Ostojic SM. Editorial: Post-exercise recovery: fundamental and interventional physiology. Front Physiol. 2016, 26834646.

Otsuka T, Hirai K, Mori H, Nishijo K: Change of intramuscular circulation by commercial massage device. 1999, 10:

Özer K, Antropometri, Sporda Morfolojik Planlama, Kazancı Matbaacılık, İstanbul, 1993.

Pearcey GE, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto JE, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *J Athl Train*. 2015;50(1):5–13.

Poppendieck W, Wegmann M, Ferrauti A, Kellmann M, Pfeiffer M, Meyer T. Massage and performance recovery: A meta-analytical review. Sport Med. 2016;46: 183–204.

Sifaq, A., Nurhasan, N., Wahjuni, E. S, Hariyanto, A., Muhammad, H. N ., Rahmasari, D, Martha, P. O. A. Effect of sport massage and reflexology on decreases heart rate and blood pressure after training, 2023.

Silbernagel KG, Thomeé R, Thomeé P, Karlsson J. Eccentric overload training for patients with chronic Achilles tendon pain--a randomised controlled study with reliability testing of the evaluation methods. *Scand J Med Sci Sports*. 2001, 11476424.

Soligard T., Schwellnus M., Alonso J. M., Bahr R., Clarsen B., Dijkstra H. P., et al. 2016-096581.

Stanish WD, Rubinovich RM, Curwin S. Eccentric exercise in chronic tendinitis. *Clin Orthop Relat Res*. 1986, 3720143.

Stegeman, D.F.H., H.J. Standards for surface electromyography: the European project "Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM)", 2011.

Tashjian RZ, Appel AJ, Banerjee R, DiGiovanni CW. Anatomic study of the gastrocnemius-soleus junction and its relationship to the sural nerve. *Foot Ankle Int*. 2003, 12854667.

Van der Plas A, de Jonge S, de Vos RJ, van der Heide HJ, Verhaar JA, Weir A, Tol JL. A 5-year follow-up study of Alfredson's heel-drop exercise programme in chronic midportion Achilles tendinopathy. 2011-090035.

Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes. 2007, 17261559.

Xu F, Zeng J, Liu X, Lai J, Xu J. Exercise-Induced Muscle Damage and Protein Intake: A Bibliometric and Visual Analysis. *Nutrients*. 2022 36296973.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Kemal Okan	Uyruğu	TC
Soyadı	ARIKAN	Tel no	
Doğum tarihi		e- posta	

Eğitim Bilgileri

Mezun olduğu kurum		Mezuniyet yılı
Lise		
Lisans		
Yüksek Lisans		

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (yıl-yıl)
Fizyoterapist		
Fizyoterapist		

Yabancı Dilleri	Sınav türü	Puanı

Proje Deneyimi

Proje Adı	Destekleyen kurum	Süre (Yıl-Yıl)



EKLER

EK-1: Etik Kurul İzinleri



EK-1: Etik Kurul İzinleri

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
2022

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı Morfoloji Binası A Blok 1. Kat No: A1-05 Kampüs /ANTALYA
	TELEFON	0 (242) 249 69 54
	FAKS	0 (242) 249 69 03
	E-POSTA	etik@akdeniz.edu.tr
	ETİK KURUL KODU	2012-KAEK-20
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI		Prof.Dr.Yaşar Gül ÖZKAYA
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Sporcularda Akut Egzersizi Takiben Uygulanan Perküsif Terapinin Yorgunluk Üzerine Etkisi
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:KAEK- 750	Tarih: 07.12.2022
	Yukarıda bilgileri verilen çalışmanın yapılacağı merkez/merkezlerden izin alındıktan sonra yapılmasında bilimsel ve etik açısından sakınca olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.	