

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GECİKMIŞ KAS AĞRISINDA MASAJ TABANCASI İLE
UYGULANAN PERKÜSYON TERAPİSİNİN KAS MİMARİSİ,
KUVVET BİLEŞENLERİ VE BASINÇ AĞRI EŞİĞİNE ETKİSİ**

Kağan Mert GÜLEÇ

**Egzersiz ve Spor Fizyolojisi Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA
2024**

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEÇİKMİŞ KAS AĞRISINDA MASAJ TABANCASI İLE
UYGULANAN PERKÜSYON TERAPİSİNİN KAS MİMARİSİ,
KUVVET BİLEŞENLERİ VE BASINÇ AĞRI EŞİĞİNE ETKİSİ

Kağan Mert GÜLEÇ

Egzersiz ve Spor Fizyolojisi Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Yiğitcan KARANFİL

ANKARA

2024

ONAY SAYFASI

**GEÇİKMİŞ KAS AĞRISINDA MASAJ TABANCASI İLE UYGULANAN
PERKÜSYON TERAPİSİNİN KAS MİMARİSİ, KUVVET BİLEŞENLERİ ve
BASINÇ AĞRI EŞİĞİNE ETKİSİ**

KAĞAN MERT GÜLEÇ

DR. ÖĞR. ÜYESİ YİĞİTCAN KARANFİL

Bu tez çalışması 23.10.2024 tarihinde jürimiz tarafından “Egzersiz ve Spor Fizyolojisi Programı” nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Tahir HAZIR

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Yiğitcan KARANFİL

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi

Üye:

Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Üye:

Doç. Dr. Gökhan DELİCEOĞLU

Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Üye:

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman BULUT

Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

10, Aralık 2024

Prof. Dr. Müge YEMİŞCİ ÖZKAN

Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

...../...../.....

Kağan Mert GÜLEÇ

i

i “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*”

- (1) *Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.*
- (2) *Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.*
- (3) *Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* *Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.*

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Dr. Öğr. Üyesi Yiğitcan KARANFİL danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Kağan Mert GÜLEÇ

TEŞEKKÜR

Tez sürecimi titizlikle yöneten, akademik birikimi ve rehberliğiyle bana büyük katkılar sağlayan, aynı zamanda kişiliğiyle de derin saygı duyduğum değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Yiğitcan KARANFİL'e

Tez çalışmamın gerçekleştirilmesinde büyük emekleri olan Prof. Dr. Murat KARA hocama,

Tez jürimde yer almayı kabul eden ve hiçbir sorumu cevapsız bırakmayan Prof. Dr. Ayşe KİN İŞLER, Prof. Dr. Tahir HAZIR ve Dr. Öğr. Üyesi Süleyman BULUT hocalarıma,

Tezimin istatistiksel analiz süreçlerinde desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Erdem KARABULUT ve Doç. Dr. Muhammed Mustafa ATAKAN hocalarıma,

Yüksek lisans eğitimim boyunca BİDEB 2210-A burs programı kapsamında beni destekleyen TÜBİTAK'a

En büyük destekçim kız arkadaşım ve arkadaşlarıma,

Sonsuz teşekkürler.

ÖZET

GÜLEÇ, K.M. Gecikmiş Kas Ağrısında Masaj Tabancası ile Uygulanan Perküsyon Terapisinin Kas Mimarisi, Kuvvet Bileşenleri ve Basınç Ağrı Eşiğine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Egzersiz ve Spor Fizyolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2024. Alışık olunmayan egzersizle beraber ortaya çıkan en yaygın yan etkilerden biri gecikmiş kas ağrısıdır (GKA). Son yıllarda egzersiz sonrası bir toparlanma yöntemi olarak masaj tabancalarının kullanımı sıklığını arttırmıştır. Bu çalışmanın amacı, GKA sırasında masaj tabancası ile uygulanan perküsyon terapisinin kas mimarisi, kuvvet bileşenleri ve basınç ağrı eşiğine (BAE) etkilerini incelemektir. Çalışmaya 10 kuvvet antrenmanlı erkek (yaş: 22,7±3,2 yıl; vücut ağırlığı 85,6±12,2 kg; boy 180,2±6,7 cm) katılımcı dahil edilmiştir. Çalışma çapraz tasarımlı şekilde dizayn edilmiş olup bütün katılımcıların her iki bacağına yer alan kuadriseps femoris ve hamstring kas gruplarına dörder hafta arayla eksantrik egzersiz ile GKA protokolü uygulanmış, bu ekstremitelerden yalnızca bir ekstremiteye GKA protokolü ile birlikte masaj tabancasıyla perküsyon terapisi (PT) uygulanmıştır. Sadece GKA protokolü uygulanan 10 ekstremitelik GKA, GKA ile beraber perküsyon terapisi de alan 10 ekstremitelik GKA+PT olarak gruplandırılmıştır. Uygulama öncesi, 24. saat, 48. saat ve 72. saatte ultrasonografik ölçümlerle vastus lateralis ve biceps femoris kaslarının kas kalınlığı ve pennasyon açısı; izokinetik testlerle zirve tork ve yorgunluk indeksi; algometre ile basınç ağrı eşiği değerlendirilmiştir. GKA+PT grubunda vastus lateralis kas kalınlığında anlamlı bir artış bulunmuş ($p<0,05$), ancak biceps femoris kas kalınlığında her iki grupta da anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Pennasyon açısında her iki grupta da anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır ($p>0,05$). Diz ekstansiyonu zirve tork değerlerinde yalnızca GKA grubunda zaman içerisinde önemli bir azalma kaydedilmiştir ($p<0,05$). Diz fleksiyon zirve tork değeri GKA grubunda 24. saatte anlamlı olarak azalmıştır ($p<0,05$). Ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork değerlerinde gruplar arasındaki yüzdesel değişimlerde 24. saatte anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,05$). GKA+PT grubunun zirve tork değerlerinde anlamlı bir azalma meydana gelmemiştir ($p>0,05$). Diz fleksiyonu için yorgunluk indeksinde (Yİ) grup*zaman etkileşimi gözlenmiş, GKA+PT grubunda azalma ve sabit kalma eğilimindeyken, GKA grubunda ise özellikle 24. saat sonrası artış tespit edilmiştir. BAE ölçümlerinde ise her iki grupta da zaman içerisinde anlamlı bir azalma meydana gelmiş ($p<0,001$), gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bu sonuçlar, masaj tabancası uygulamasının GKA kaynaklı kas fonksiyonunun kaybı üzerinde etkili olabileceğini, ancak kas mimarisi üzerinde kısmi etkiler yarattığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Gecikmiş kas ağrısı, masaj tabancası, kas mimarisi, zirve tork, basınç ağrı eşiği

ABSTRACT

GÜLEÇ, K.M. Effect of Percussion Therapy Applied with Massage Gun on Muscle Architecture, Strength Components and Pressure Pain Threshold During Delayed Onset Muscle Soreness. Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Master of Science Thesis in Exercise and Sport Physiology, Ankara, 2024. One of the most common side effects following unaccustomed exercise is delayed onset muscle soreness (DOMS). In recent years, the use of massage guns as a post-exercise recovery method has become increasingly popular. The aim of this study is to investigate the effects of percussion therapy applied with massage gun during DOMS on muscle architecture, strength components, and pressure pain threshold (PPT). Ten strength-trained male participants (age: 22.7 ± 3.2 years; body weight: 85.6 ± 12.2 kg; height: 180.2 ± 6.7 cm) were included in the study. The study was designed with a crossover approach, where DOMS was induced via eccentric exercise in the quadriceps femoris and hamstring muscle groups of both legs, four weeks apart. Only one leg received percussion therapy (PT) using a massage gun alongside the DOMS protocol. The legs receiving only DOMS treatment were categorized as the DOMS group, while the legs receiving both DOMS and PT were categorized as the DOMS+PT group. Muscle thickness and pennation angle of vastus lateralis and biceps femoris were evaluated using ultrasonography, peak torque and fatigue index were assessed through isokinetic testing, and PPT was measured using an algometer at baseline, 24 hours, 48 hours, and 72 hours post-exercise. In the DOMS+PT group, a significant increase in vastus lateralis muscle thickness was observed ($p < 0.05$), while no significant difference was found in biceps femoris muscle thickness in either group ($p > 0.05$). No significant change was detected in the pennation angle of either group ($p > 0.05$). Peak torque values showed a significant reduction over time in knee extension only in DOMS group ($p < 0.05$). Peak torque value of knee flexion significantly decreased at 24 hours in the DOMS group ($p < 0.05$). Both in knee extension and flexion peak torque, the difference in percentage changes between the groups was significant at 24 hours ($p < 0.05$). In the DOMS+PT group, no significant decrease was observed in peak torque values for either extension or flexion ($p > 0.05$). A group*time interaction was observed for the fatigue index in knee flexion, with a tendency for a reduction and stabilization in the DOMS+PT group, while an increase was seen in the DOMS group, especially after 24 hours. In PPT measurements, a significant decrease was noted over time in both groups ($p < 0.001$), but no significant difference was found between the groups ($p > 0.05$). These results suggest that massage gun may be effective in mitigating the loss of muscle function associated with DOMS, but it has partial effects on muscle architecture.

Keywords: Delayed onset muscle soreness, massage gun, muscle architecture, peak torque, pressure pain threshold

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| ONAY SAYFASI | iii |
| YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI | iv |
| ETİK BEYAN | iv |
| TEŞEKKÜR | vi |
| ÖZET | vii |
| ABSTRACT | viii |
| İÇİNDEKİLER | ix |
| SİMGELER ve KISALTMALAR | xii |
| ŞEKİLLER | xiv |
| TABLolar | xv |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Araştırmanın Amacı | 3 |
| 1.2. Araştırmanın Problemleri | 3 |
| 1.3. Araştırmanın Hipotezleri | 4 |
| 1.4. Sınırlılıklar | 4 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 5 |
| 2.1. Gecikmiş Kas Ağrısı | 5 |
| 2.1.1. Laktik Asit Teorisi | 5 |
| 2.1.2. Kas Spazmı Teorisi | 5 |
| 2.1.3. Bağ Doku Hasarı Teorisi | 6 |
| 2.1.4. Kas Hasarı Teorisi | 6 |
| 2.1.5. İnflamasyon Teorisi | 7 |
| 2.1.6. Enzim Akışı Teorisi | 8 |
| 2.2. Toparlanma Yöntemleri | 8 |

| | |
|--|----|
| 2.2.1. Soğuk Uygulamaları | 9 |
| 2.2.2. Aktif Toparlanma | 10 |
| 2.2.4. Kompresyon Giysileri | 11 |
| 2.2.5. Hiperbarik Oksijen Terapisi | 11 |
| 2.2.6. İlaçlar ve Besin Takviyeleri | 12 |
| 2.2.7. Fiziksel Müdahaleler | 14 |
| 2.3. Ultrasonografik Görüntüleme | 15 |
| 2.3.2. Pennasyon Açısı | 16 |
| 2.4. İzokinetik Değerlendirme | 18 |
| 2.4.1. Zirve Tork | 18 |
| 2.5. Basınç Ağrı Eşiği | 20 |
| 3. YÖNTEM | 21 |
| 3.1. Araştırma Grubu | 21 |
| 3.2. Verilerin Toplanması | 21 |
| 3.2.1 Antropometrik Ölçümler | 21 |
| 3.2.2. Ultrasonografik Görüntüleme | 21 |
| 3.3.3. Zirve Tork ve Yorgunluk İndeksi Ölçümleri | 23 |
| 3.3.4. Basınç Ağrı Eşiklerinin Belirlenmesi | 25 |
| 3.3.5. Perküsyon Terapisi | 25 |
| 3.3. Çalışma Dizaynı | 26 |
| 3.4. GKA Protokolü | 28 |
| 4. BULGULAR | 30 |
| 5. TARTIŞMA | 45 |
| 5.1. Kas Kalınlıklarındaki Değişiklikler | 45 |
| 5.2. Pennasyon Açısındaki Değişiklikler | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 5.3. Zirve Tork Değerlerindeki Değişiklikler | 48 |
| 5.4. Yorgunluk İndeksindeki Değişiklikler | 49 |
| 5.5. Basınç Ağrı Eşiği Değerlerindeki Değişiklikler | 50 |
| 5.6. Çalışmanın Sınırlılıkları | 51 |
| 6. SONUÇ ve ÖNERİLER | 53 |
| 6.1. Sonuç | 53 |
| 6.2. Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler | 54 |
| 7. KAYNAKLAR | 55 |
| 8. EKLER | 78 |
| EK-1: Etik Kurul Onayı | |
| EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu | |
| EK-3: Veri Toplama Formu | |
| EK-4: Katılımcıların GKA Protokolü Sırasında Gerçekleştirdikleri Set Sayıları | |
| EK-5: Orijinallik Ekran Çıktısı | |
| EK-6: Dijital Makbuz | |
| 9. ÖZGEÇMİŞ | 97 |

SİMGELER ve KISALTMALAR

| | |
|-------------------------------|---|
| Δ | : Değişim |
| ° | : Derece |
| °C | : Santigrat derece |
| μm | : Mikrometre |
| BAE | : Basınç ağrı eşiği |
| BF | : Biseps femoris |
| BKİ | : Beden kitle indeksi |
| cm | : Santimetre |
| cm² | : Santimetre kare |
| GKA | : Gecikmiş kas ağrısı |
| IL-1β | : İnterlökin-1 beta |
| kg | : Kilogram |
| KK | : Kas kalınlığı |
| mHz | : Megahertz |
| mm | : Milimetre |
| mm Hg | : Milimetre cıva |
| N | : Newton |
| Nm | : Newtonmetre |
| NSAİİ | : Non-steroidal anti inflamatuvar ilaçlar |

| | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Ort | : Ortalama |
| PA | : Pennasyon açısı |
| PT | : Perküsyon terapisi |
| s | : Saniye |
| SS | : Standard sapma |
| TNF-α | : Tümör nekroz faktörü alfa |
| VL | : Vastus lateralis |
| Yİ | : Yorgunluk indeksi |
| ZT | : Zirve tork |

ŞEKİLLER

| Şekil | | Sayfa |
|-------|--|-------|
| 2.1. | Eksantrik egzersiz öncesi ve 24 saat sonrasında insan vastus lateralis kasından alınan biyopsi örneğinin elektron mikroskopu ile elde edilen görüntüsü | 7 |
| 3.1. | Ultrasonografik görüntülemenin yapıldığı noktalar ve ultrason görüntüleri | 23 |
| 3.2. | İzokinetik dinamometre | 24 |
| 3.3. | Algometre ile basınç ağrı eşiği ölçümü | 25 |
| 3.4. | Theragun Pro 4 masaj tabancası | 26 |
| 3.5. | Araştırma deseninin şematik diyagramı | 28 |
| 4.1. | Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin kas kalınlıkları üzerinde zamana bağlı etkisi | 36 |
| 4.2. | Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin pennasyon açısı üzerinde zamana bağlı etkisi | 37 |
| 4.3. | Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin zirve tork üzerinde zamana bağlı etkisi | 38 |
| 4.4. | Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin yorgunluk indeksi değerleri üzerinde zamana bağlı etkisi | 39 |
| 4.5. | Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin basınç ağrı eşiği üzerinde zamana bağlı etkisi | 40 |

TABLolar

| Tablo | | Sayfa |
|--------------|---|--------------|
| 4.1. | Katılımcıların antropometrik özellikleri, düzenli egzersiz geçmiş ve egzersiz süreleri | 30 |
| 4.2. | Katılımcıların tüm değişkenlerinin gruplara göre zamana bağlı ortalama ve standart sapmaları | 33 |
| 4.3. | Katılımcıların tüm değişkenlerinin karma desenli ANOVA ile incelenmesi (grup, zaman ve grup*zaman etkileşimleri) | 35 |
| 4.4. | Katılımcıların 24. saat, 48. saat ve 72. saat kas mimarisi değerlerinin başlangıca göre değişim yüzdelerinin gruplar arasında karşılaştırılması | 42 |
| 4.5. | Katılımcıların 24. saat, 48. saat ve 72. saat egzersiz performansı değerlerinin başlangıca göre değişim yüzdelerinin gruplar arasında karşılaştırılması | 43 |
| 4.6. | Katılımcıların 24. saat, 48. saat ve 72. saat basınç ağrı eşiği değerlerinin başlangıca göre değişim yüzdelerinin gruplar arasında karşılaştırılması | 44 |

1. GİRİŞ

Egzersiz sonrası toparlanma süreci, sporcunun bir sonraki egzersiz seansına hazır olması ve bu egzersiz seanslarının antrenman periyodizasyonuna uygun şekilde dağıtılması için kritik önem arz etmektedir (1, 2). Sporcular ve antrenörler, antrenmanın sporcuda yarattığı mikro travma boyutundaki stresi azaltmak ve bir sonraki antrenmandan maksimum verimi alabilmek amacıyla farklı toparlanma stratejileri uygulamaktadır (1, 3, 4). Antrenmanların maksimum verimle yapılması hiç şüphesiz yarışma performansını da olumlu yönde etkileyen faktörlerden biridir (1, 2).

Çeşitli egzersiz seansları sonrasında bir toparlanma aracı olarak masaj tabancalarının kullanımı son yıllarda sıklığını arttırmıştır (5-7). Egzersiz sonrası masaj tabancası kullanımının, kaslarda meydana gelen hasarın iyileşmesini hızlandırabileceği bu gereçlerin üreticileri tarafından beyan edilmektedir (8). Bir stres kaynağı olarak eksantrik egzersiz sonrası masaj tabancası yardımıyla uygulanacak olan perküsyon terapisinin, kas gerginliği ve sertliğini azaltıp venöz ve lenfatik dolaşımı da artırarak sporcuların daha hızlı toparlanmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir (9-12). Aynı zamanda perküsyon terapisinin, eklem hareket açıklığını da artırarak sporcuların yaralanma riskini önemli ölçüde azaltacağı öne sürülmektedir (13, 14).

Egzersiz sonrası en sık görülen yan etkilerden biri, gecikmiş kas ağrısıdır (GKA) (15, 16). Özellikle eksantrik kasılmaların yoğun olduğu egzersizler, kas dokusunda mikro hasarlara neden olarak GKA'ya yol açmaktadır (17-20). GKA, egzersizden yaklaşık 12-24 saat sonra ortaya çıkar ve kaslarda sertlik, güç kaybı ve eklem hareket açıklığında azalmaya yol açar (21-23). Bu süreç, kas dokusunda inflamasyona ve ödeme de neden olur (24-26). GKA sırasında kasın yapısında oluşan inflamasyon ve ödem kaynaklı bazı değişimler ultrasonografik görüntüleme yoluyla tespit edilebildiği raporlanmıştır (27, 28). Nosaka (29) iskelet kas dokusunda oluşan inflamasyonun, kas mimarisinde bazı değişikliklere yol açacağı hipotezine dayanarak bu iki değişken arasındaki ilişkiyi incelemiş, tek seferlik ve 24 tekrardan oluşan eksantrik egzersiz sonrası 3-4 günlük süreçte dirsek fleksörlerinin ultrasonografi yoluyla ölçülen kas kalınlığında anlamlı bir artış olduğu bulgusunu elde etmiştir.

Csapo (30) ise tek seferlik direnç egzersizinden hemen sonraki akut süreçte vastus lateralis kas kalınlığı ile birlikte ultrasonografik görüntüleme yoluyla belirlenebilen başka bir değişken olan pennasyon açısında anlamlı bir artış tespit etmiştir. Kas kalınlığı ve pennasyon açısı gibi ultrasonografik görüntüleme yoluyla belirlenebilen bazı değişkenler, kas mimarisi kavramı altında incelenmektedir (31). Kas mimarisi, kasın yapısal düzenini ve fonksiyonel kapasitesini belirleyen önemli bir faktördür (32-35). Lieber ve Friden (36) kas mimarisini, kas fonksiyonunun temel belirleyicisi olarak nitelendirmiştir. Kas fonksiyonu en geniş haliyle, iskelet kasının belirli bir hareket açıklığı boyunca ya da sabit bir kas uzunluğunda, belirli bir hız veya belirli bir dış yük altında kuvvet uygulama yeteneği olarak tanımlanır (37, 38).

GKA, kas fonksiyonunda ve kasın kuvvet üretebilme kapasitesinde azalma ile karakterizedir (39-42). Herhangi bir müdahalenin kas fonksiyonu üzerindeki etkilerini değerlendirmek için, kasın performans üretimindeki herhangi bir iyileşme veya azalmanın kantitatif olarak belirlenmesi kritik önem taşımaktadır (43). Bu analiz için izokinetik dinamometre testlerinden elde edilen bazı çıktılar kullanılabilir (44). Baltzopoulos ve arkadaşları (45) bu çıktılardan zirve tork ve yorgunluk indeksinin kas performansını değerlendirmede kullanılan ana değişkenler olduğunu belirtmiştir. Bu iki parametre arasında kas kuvveti ile doğrudan ilişkili olan veri, zirve tork değeridir (46, 47). Zirve tork, konsantrik veya eksantrik kasılma sırasında kas tarafından üretilen maksimum kuvveti yansıtır ve kasın genel kuvvetinin bir göstergesidir (48, 49). Yorgunluk indeksi ise, kasın belirli bir süre veya tekrar sayısı boyunca ürettiği kuvvetin ne kadarının korunduğunu ya da ne kadar azaldığını göstermektedir (50). Yorgunluk indeksi, kuvvette devamlılığın ve sürdürülebilir gücün bir göstergesi olarak son derece önemli olmakla birlikte, kasın uzun süreli performansını değerlendirmede kullanılmaktadır (51, 52). Dolayısıyla GKA sırasında en yüksek torku ve yorgunluk indeksini değerlendirmek, perküsyon terapisinin GKA kaynaklı semptomları hafifletme ve toparlanmayı artırma gibi kritik etmenler üzerindeki potansiyel etkisinin değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

GKA sırasında ortaya çıkan en büyük belirtilerden biri, hissedilen ağrı seviyelerindeki artıştır (19, 53, 54). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, GKA yaşayan bireylerin ağrı düzeylerinin algometre cihazı kullanılarak ölçülmesine sıklıkla rastlanılmaktadır (28, 55-57). Dolayısıyla bireylerin GKA sırasında hissedilen kas

ağrısı düzeylerinin algometre kullanılarak ölçülmesi, objektif bir veri sunması açısından önemli bir yöntem olarak tanımlanabilir.

Egzersiz sonrası toparlanma süreci, sporcuların bir sonraki antrenmana hazır hale gelmeleri ve antrenman sürecinin kesintisiz devam etmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Şiddetli egzersiz sonrası ortaya çıkan GKA, kas performansını düşürmekte ve ağrıya sebep olmaktadır. GKA'nın olumsuz etkilerini azaltmada popüler hale gelen masaj tabancalarının, kas gerginliğini azaltıp dolaşımı hızlandırarak daha hızlı bir toparlanma süreci sağlayacağı düşünülmektedir. Böylece, egzersiz sonrası masaj tabancası ile uygulanan perküsyon terapisinin, kaslarda oluşan mikro boyuttaki hasarın onarım sürecini hızlandırabileceği hipotezinin test edilmesi, sporcuların daha hızlı bir toparlanma süreci geçirmelerinin değerlendirilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma ile, GKA sürecinde masaj tabancasıyla uygulanan perküsyon terapisinin kas fonksiyonuna olan etkilerini değerlendirerek bu yöntemin etkinliğinin bilimsel olarak ortaya konması amaçlanmaktadır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırma masaj tabancası ile uygulanan perküsyon terapisinin; gecikmiş kas ağrısı sırasında diz ekstansiyon ve diz fleksiyon hareketlerine katılan vastus lateralis ile biceps femoris kaslarında ortaya çıkan morfolojik değişiklikler, egzersiz performansındaki değişimler ve basınç ağrı eşiği üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

1.2. Araştırmanın Problemleri

1. Perküsyon terapisi, kas mimarisindeki GKA kaynaklı değişikliklere etki eder mi?
2. Perküsyon terapisi, zirve torktaki GKA kaynaklı düşüşe etki eder mi?
3. Perküsyon terapisi, GKA'ya bağlı olarak azalan yorgunluk indeksine etki eder mi?
4. Perküsyon terapisi, GKA'ya bağlı olarak azalan basınç ağrı eşiğini etkiler mi?

1.3. Araştırmanın Hipotezleri

1. Perküsyon terapisi, GKA sebebiyle artan kas kalınlığı ve pennasyon açısının artmasını önler.
2. Perküsyon terapisi, GKA sırasında azalan zirve torkun azalmasını önler.
3. Perküsyon terapisi, GKA sırasında artan yorgunluk indeksinin artmasını önler.
4. Perküsyon terapisi, GKA sırasında azalan basınç ağrı eşiğinin azalmasını önler.

1.4. Sınırlılıklar

1. Bu çalışma kapsamında perküsyon terapisinin bir kas hasarı belirteci olan kreatin kinaz üzerindeki etkisi araştırılmamıştır.
2. Zirve tork ve yorgunluk indeksleri, aynı set içerisindeki verilerden elde edilmiştir.
3. Çalışma 10 erkek katılımcı ile sınırlıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Gecikmiş Kas Ağrısı

Gecikmiş kas ağrısı (GKA), genellikle alışık olunmayan yoğunlukta fiziksel aktivite sonrasında iskelet kaslarında ortaya çıkan bir rahatsızlık, ağrı ve sertlik hissidir (58, 59). GKA yaratan bir egzersiz sonrasında, genellikle ilk 24 saat içinde artan bir rahatsızlık hissi yaşanır (60). Ardından, yaklaşık 24 ila 48 saat içinde GKA ile birlikte hissedilen ağrı seviyeleri en üst düzeye çıkar (61). Ancak bu ağrılar genellikle 72 saatten sonra giderek azalmaya başlar ve egzersizden sonraki 5 ila 7 gün içinde tamamen kaybolur (62). Bu durum genellikle, kasların alışılmadık şekilde zorlanmasıyla ve özellikle yoğun eksantrik kas kasılmaları sonucunda ortaya çıkar (63). Eksantrik kas kasılmaları, kas liflerinin uzadığı esnada oluşan kasılma türüdür ve diğer kasılma türlerine kıyasla kas liflerinde daha fazla hasara neden olur (15, 64-66).

GKA'nın ortaya çıkmasında 6 farklı model hipotez edilmiştir. Bunlar; laktik asit, kas spazmı, bağ doku hasarı, kas hasarı, inflamasyon ve enzim sızıntısı teorileri olarak sıralanabilir (23, 62, 67).

2.1.1. Laktik Asit Teorisi

Laktik asit teorisi, yoğun egzersizden sonra ortaya çıkan metabolik bir son ürün olan laktik asit birikiminin gecikmeli bir şekilde ağrıya sebep olduğu varsayımına dayanmaktadır (67). Ancak laktik asit seviyeleri egzersizi takip eden 1 saatlik süre içerisinde egzersiz öncesi seviyelerine geri dönmektedir (68). Ayrıca, egzersizden sonraki 72 saatlik süre zarfı boyunca belirli aralıklarla ölçülen kan laktat seviyeleri laktik asit ile hissedilen ağrı arasında bir ilişki olmadığını ortaya koymaktadır (69).

2.1.2. Kas Spazmı Teorisi

Kas spazmı teorisi, eksantrik egzersiz sonrası dinlenik koşullarda kas aktivitesinde bir artış gözlenmesi sonucu ortaya atılmıştır (23, 70). Dinlenik koşullarda kas aktivasyonunun artmasının, motor ünitelerde lokalize bir tonik spazma işaret ettiği ileri sürülmüştür (67). Bu durumun kan damarlarının sıkışmasına ve dolayısıyla iskemiye, bununla beraber ağrı yaratan maddelerin birikmesine yol açtığı, ve bir kısır döngü halinde ağrıyı algılayan sinir uçlarının daha fazla uyarılmasıyla daha fazla kas spazmına ve iskeminin daha uzun sürmesine neden olduğu düşünülmektedir (71, 72).

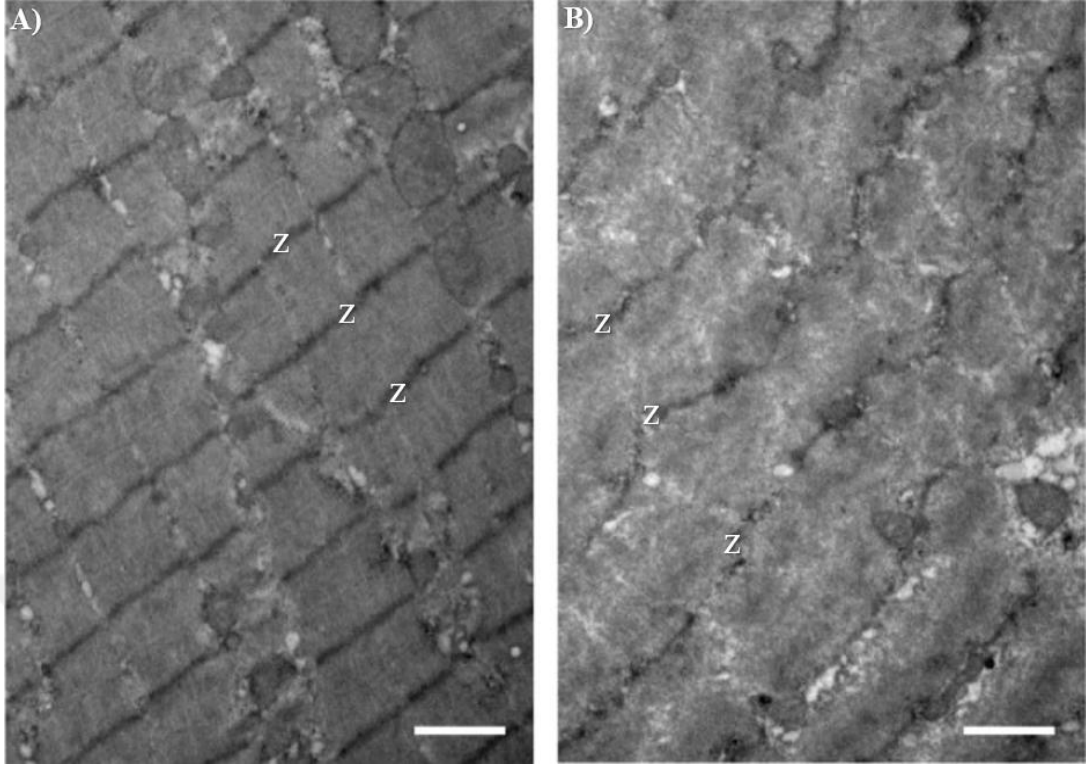
Ancak sonraki yıllarda yapılan çalışmalar, ağrının hissedildiği iskelet kas aktivitesinde herhangi bir elektromyografik artış olmadığını ortaya koymaktadır (73, 74).

2.1.3. Bağ Doku Hasarı Teorisi

Bağ doku hasarı teorisi, kas fasiküllerinin etrafında bulunan bağ dokunun egzersiz sırasındaki gerilme fazında hasar görmesini temel almaktadır (15, 75). Bağ dokunun aşırı gerilmesiyle oluşan hasarın kas ağrısına neden olduğu düşünülmektedir (15, 59). Bağ dokunun yapısında bulunan kolajen proteinin büyük bir kısmını oluşturan hidroksiprolin ve hidroksilizin aminoasitlerinin egzersiz sonrasında idrar yoluyla atılımını inceleyen çalışmalar bu teoriyi desteklemektedir (76). Her ne kadar bu aminoasitler hasar gören kolajen proteinin yıkımı sebebiyle idrara geçtiği düşünülse de kolajen sentezinin de idrar yoluyla hidroksiprolin ve hidroksilizin atılımına sebep olduğu bilinmektedir (77). Dolayısıyla kolajenin yapısına katılan bu aminoasitlerin idrardaki artışının bağ doku hasarı kaynaklı olup olmadığı hala tartışmalıdır.

2.1.4. Kas Hasarı Teorisi

Kas hasarı teorisi ilk olarak 1902 yılında Hough (78) tarafından ortaya atılmıştır. Temel olarak iskelet kas hücrelerinde bulunan ve kas kasılmasını sağlayan bazı yapıların tahribata uğraması ile ortaya çıkar (59, 79, 80). Bu tahribat özellikle sarkomer adı verilen kasılabilir birimlerde ve sarkomerlerin yapısında bulunan Z-bantlarında görülmektedir (60, 81, 82). Şekil 2.1.' de, 25°/s açısal hızda 3 set ve 8 tekrardan oluşan bir maksimal izokinetik diz ekstansiyon egzersizi öncesi ve 24 saat sonrasında alınan kas biyopsi örneklerinde Z-bandı yapılarının tahribatı görülmektedir (83). Ortaya çıkan bu kas hasarı özellikle eksantrik egzersizlerde daha belirgindir (58, 59, 64, 84).



Şekil 2.1. Eksantrik egzersiz öncesi ve 24 saat sonrasında insan vastus lateralis kasından alınan biyopsi örneğinin elektron mikroskobu ile elde edilen görüntüsü (83). A): Egzersiz öncesi. B): Egzersiz sonrası. Sarkomerlerin yapısında bulunan Z-bantları Z harfi ile gösterilmiştir. Beyaz çizgi ile gösterilen ölçü 1 μm ' lik uzunluğu ifade etmektedir.

İskelet kasının aldığı hasar ile beraber kas hücresinin membran geçirgenliği artarak iskelet kasında bulunan kreatin kinaz enzimi de kana geçer (67). Artan kreatin kinaz seviyeleri 4-7 gün içerisinde maksimum seviyelerine ulaşır (85, 86), ve bu artış yine eksantrik egzersizde daha belirgindir (87). Ancak GKA ile hissedilen ağrıdaki artış 4-7 gün içerisinde ortadan kaybolmaktadır (21). Dolayısıyla kas hasarı teorisi tek başına GKA' yı açıklamakta yetersiz kalmaktadır.

2.1.5. İnflamasyon Teorisi

İnflamasyon teorisi, hasar gören iskelet kaslarında lokal bir inflamasyon yanıtının ortaya çıkması ile ödem oluşumunu ve oluşan bu ödem ile beraber ağrıyı algılayan nosiseptörlerin hassasiyetinde bir artış olmasını temel alır (18, 24, 25). İlk 24 saatlik fazda, egzersiz sonrası hasar alan kas proteinlerinin yıkımını sağlamak üzere bir immün yanıt oluşturan beyaz kan hücrelerinin, spesifik olarak nötrofillerin birikimi ile karakterizedir (26, 88). Bu süreçte IL-1 β , TNF- α gibi bazı inflamatuvar sitokinlerin

hasar almış iskelet kas dokusu tarafından lokal olarak üretimi artar (75). Aynı zamanda bu inflamatuvar sitokinlerin sistemik dolaşımdaki seviyeleri de yükselir (40, 89). 24 saatten sonra nötrofil seviyeleri azalarak bir diğer beyaz kan hücresi tipi olan makrofajlar hasarlı dokuda artarak 14 güne kadar yüksek kalır (40). Egzersizden sonra artış gösteren bir diğer inflamatuvar faktör olarak prostaglandin E2, bradikinin ve histaminlerin kas dokusunda ağrıyı algılayan tip 3 ve 4 afferent nöronların hassasiyetini arttırarak inflamasyon ile beraber ağrıya da sebep olduğu düşünülmektedir (19, 24, 53, 61).

2.1.6. Enzim Akışı Teorisi

İlk olarak 1996 yılında (23) tanımlanan enzim akışı teorisi, dinlenik koşullarda sarkoplazmik retikulum tarafından depolanan kalsiyumun, iskelet kas hücre membranının egzersiz sırasında hasar alması ile kas hücresi içinde birikimini temel alır (79). Bu durumun mitokondriyal düzeyde solunumu inhibe ederek kalsiyumun sarkoplazmik retikuluma geri alınması için gereken enerjinin üretilmemesine; artan kalsiyum seviyelerinin hasar almış iskelet kas proteinlerinin yıkımını sağlayan proteazların ve membran fosfolipitlerinin yıkımını sağlayan fosfolipazların aktivasyonuna neden olarak iskelet kasında bulunan kreatin kinazın dolaşıma salınmasına yol açtığı düşünülmektedir (90).

Sonuç olarak GKA' yı açıklamakta kullanılan standart bir teori olmayıp bu teorilerin birden fazlasının yer aldığı bir yaklaşım kabul görmektedir (59, 61, 67, 82).

2.2. Toparlanma Yöntemleri

GKA, özellikle sporcular ve egzersiz yapan bireyler arasında oldukça yaygın görülür (23). GKA yüksek şiddetli egzersizlere, antrenman rejimlerinin değiştirilmesine veya egzersize katılan bireyin alışık olmadığı yeni aktivitelere başlanmasına bağlı olarak hemen hemen herkeste ortaya çıkabilir (62). GKA sırasında egzersizi devam ettirmek yaralanma riskini arttırabilir (91). Bu nedenle, sporcular genellikle GKA ile ortaya çıkan olumsuz etkileri azaltmak veya önlemek için çeşitli yaklaşımlara ve toparlanma stratejilerine başvururlar (92).

Toparlanma en geniş hali ile, egzersizin bitimiyle beraber organizmanın egzersiz öncesi haline dönmesi olarak tanımlanabilir (93). Egzersiz sonrası toparlanma sürecinin iyi yönetilmesi egzersize katılan birey açısından büyük önem arz etmektedir (2). Toparlanmanın yetersiz olması performans kaybı ve yaralanma riskinin artışı gibi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (94). Toparlanmanın yeterli düzeyde olması egzersize katılan bireyin antrenman yükünü istendik seviyede tutarak yarışma performansını olumlu yönde etkiler (1).

Toparlanma süreci; çabuk toparlanma, kısa süreli toparlanma ve uzun süreli toparlanma olarak 3 ayrı aşamada incelenmektedir (3, 93, 95). Uzun süreli toparlanma kapsamında birçok farklı toparlanma yöntemi uygulanmaktadır.

2.2.1. Soğuk Uygulamaları

Egzersiz sonrası toparlanma sürecinde doğrudan soğuk uygulaması ya da sıcak uygulaması ile soğuk uygulamasının kombinasyonuna başvurulmaktadır. Bu yöntemler kriyoterapi, soğuk suya daldırma ve kontrast su terapisi uygulamalarını kapsar (96-98).

Egzersiz sonrası toparlanmada soğuk uygulamalarının kullanımı son derece yaygındır. Soğuk suya daldırma uygulaması en yaygın kullanılan soğuk uygulamalardan biri olup egzersize katılan bölgenin ya da vücudun tamamının 5-15 °C arasındaki soğuk suya sokulmasıyla gerçekleştirilir (99, 100). En yaygın kullanılan uygulamalardan biri olmasına karşın, GKA ile ortaya çıkan olumsuz etkileri azaltmada etkili olduğuna dair tutarlı olmayan bulgular mevcuttur. Sellwood ve arkadaşları (101), eksantrik egzersiz sonrası soğuk suya daldırma uygulamasının maksimal izometrik kuvvet, hissedilen ağrı, serum kreatin kinaz gibi parametrelere herhangi bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Bununla beraber, Leeder ve arkadaşlarının (99) 2012 yılında yayınlanan bir meta-analiz çalışmasında sadece kas kuvveti özelinde Sellwood ve arkadaşlarına benzer sonuçlar elde edilirken, soğuk suya daldırma uygulamasının GKA kaynaklı kas ağrısı, kas gücünde düşüş ve kreatin kinaz seviyelerinde artış gibi diğer belirtileri iyileştirdiği sonucuna varılmıştır.

Kriyoterapi uygulaması, egzersize katılan bireyin içinde -100°C' den daha düşük sıcaklıklarda hava bulunan bir bölmede 2-4 dakika süre geçirmesiyle

gerçekleştirilir (102). Son yıllarda yapılan birçok çalışma ile kriyoterapinin, egzersiz performansını iyileştirirken kas hasarı ile inflamasyon belirteçlerini ve GKA kaynaklı ağrıyı azalttığı ortaya konmuştur (102-106).

Kontrast su terapisi, bireyin tekrarlı bir döngü halinde, genellikle birer dakika olacak şekilde, 15°C' lik soğuk ve 38°C' lik sıcak suya girmesiyle uygulanır (107, 108). Hing ve arkadaşları (109) 2008 yılında, kontrast su terapisi yolu ile toparlanmanın sağlanması hakkında literatürde oldukça sınırlı ve yetersiz kalitede bilgi olduğunu vurgulamıştır. Öte yandan Bieuzen ve arkadaşları (110) tarafından 2013 yılında yapılan ve 13 çalışmanın incelendiği bir sistematik derlemede, kontrast su terapisinin diğer soğuk uygulamalar ve aktif toparlanma yöntemleriyle kıyaslandığında GKA semptomlarını hafifletmede benzer sonuçlar yarattığı sonucuna varılmıştır.

2.2.2. Aktif Toparlanma

Egzersiz sonrası toparlanma sürecinde başvurulan aktif toparlanma yöntemleri, egzersiz sırasında oluşan laktat moleküllerinin dolaşımından ve egzersize katılan iskelet kaslarından arındırılması amacıyla düşük şiddetli aerobik egzersizlerin uygulanmasını içerir (1). Ancak her ne kadar aktif toparlanma yoluyla kan laktat konsantrasyonları diğer toparlanma yöntemlerine kıyasla daha hızlı azalsa da (111-113); maksimal kuvvet ve egzersiz performansı kaybını önlemede, GKA sırasında hissedilen ağrıyı ve kas hasarı belirteci olarak kreatin kinazın seviyeleri ile inflamasyon belirteçlerini azaltmada aktif toparlanmanın diğer toparlanma yöntemlerine herhangi bir üstünlüğü bulunmamaktadır (92, 114-116).

2.2.3. Germe

Germe, kasların ve bağ dokuların esnekliğini artırmak, eklem hareket açıklığını geliştirmek ve kas gerginliğini azaltmak amacıyla yapılan bir egzersiz türüdür (117). Germe egzersizleri, kasların belli bir süre boyunca kontrollü bir şekilde uzatılmasıyla yapılır ve bu süreçte kas lifleri gerilirken eklem hareket açıklığı da artırılır (118, 119). Germe yöntemlerinin bazıları, statik, dinamik, balistik, ve PNF (propriyoseptif nöromüsküler fasilitasyon) germe olarak sıralanabilir (120-122). Şiddetli egzersiz seansları sonrası germe uygulamaları, GKA kaynaklı semptomları hafifletmek

amacıyla en sık başvuru alan toparlanma yöntemleri arasındadır (61, 94). Ancak uzun yıllar boyu yapılan çalışmalar ile, uygulanan germe türü fark etmeksizin bu toparlanma yönteminin GKA' nın olumsuz etkilerini önlemede herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır (22, 61, 123-125)

2.2.4. Kompresyon Giysileri

Bir giysi yardımıyla vücuttaki hedef bölgeye basınç uygulama esasına dayanan kompresyon giysileri, ilk olarak medikal destek sağlamak amacıyla üretilmiş olup son yıllarda egzersiz sonrası toparlanma sürecinde kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (126). Temel olarak uygulanan bölgedeki basıncı artırarak ödem oluşması için gereken boşluğu kapatma ve aynı zamanda bölgedeki kan dolaşımını artırma esasına dayanır (127). Literatürdeki bazı bulgular (127, 128) bir toparlanma aracı olarak kompresyon giysilerinin GKA ve egzersiz performansını iyileştirmede herhangi bir etkisinin olmadığını gösterse de genel kanı, kompresyon giysilerinin GKA, kas fonksiyonu, inflamasyon, kreatin kinaz ve hissedilen ağrı düzeylerinde sınırlı ancak pozitif bir etkisi olduğu yönündedir (126, 129-132)

2.2.5. Hiperbarik Oksijen Terapisi

Hiperbarik oksijen terapisi, deniz seviyesinde 1 atmosfer yani 760mm Hg düzeyinde bulunan basıncın yaklaşık 2-2,5 katı basınç bulunan ortamlarda, atmosferde normal koşullarda oksijen konsantrasyonu %20 seviyelerinde bulunan hava yerine katılımcıya %100 oksijen olarak verilmesi şeklinde uygulanır (133). Bu uygulama ile temel olarak hasarlı dokuya daha fazla oksijen ulaştırılması amaçlanmakta olup yumuşak doku yaralanmalarında başvuru alan bir yöntem olarak ön plana çıkmaktadır (133, 134). Hiperbarik oksijen terapisinin GKA ile ilişkisini inceleyen ilk kapsamlı çalışmada (135); 6 set ve 10 tekrardan oluşan eksantrik egzersiz sonrası ön kol fleksörlerinin kas çapraz kesit alanı, izometrik kuvvet, hissedilen ağrı ve serum kreatin kinaz seviyelerindeki değişimler takip edilmiş ve hiperbarik oksijen terapisinin bu parametrelerde herhangi bir iyileşme sağlamadığı raporlanmıştır. 2000 yılında yapılan ve benzer parametrelerin incelendiği başka bir çalışmada da eksantrik egzersiz sonrası hiperbarik oksijen terapisinin kol çevresi, izometrik kuvvet ve hissedilen ağrıya herhangi bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir (136). Dolayısıyla GKA ile hiperbarik

oksijen terapisi arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar bu yöntemin GKA sonrası toparlanmada etkisiz kaldığını ortaya koymaktadır.

2.2.6. İlaçlar ve Besin Takviyeleri

Non-steroidal antiinflatuvar ilaçların (NSAİİ), eksantrik egzersiz sonrası kaslarda artan prostaglandin sentezini baskılayıp oluşan inflamasyonu azaltarak egzersiz kaynaklı kas ağrısını azaltacağı hipotezine dayanan ilk çalışma 1985 yılında Kuipers ve arkadaşları (137) tarafından yapılmış ve NSAİİ kullanımı ile egzersiz kaynaklı kas ağrısı arasında bir ilişki bulunamamıştır. Sonraki yıllarda yapılan farklı çalışmalarda NSAİİ'lerin egzersiz kaynaklı kas ağrısı üzerindeki etkisine ve GKA sonrası kas fonksiyonu ile kas kuvvetinin eski haline gelmesine dair çelişkili sonuçlar elde edilmiş, bununla beraber GKA kaynaklı kreatin kinaz seviyelerindeki artışa herhangi bir etkisi olmadığı anlaşılmıştır (22, 138-144).

GKA'nın yönetiminde kullanılan birçok farklı besin takviyesi ve besin ögesi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, whey proteini, dallı zincirli aminoasitler, kafein, omega-3 yağ asitleri, taurin ve glutamin gibi bazı aminoasitler, antioksidanlar ve bitkilerde bulunan polifenol isimli birtakım fitokimyasal moleküller olarak sıralanabilir (41, 145-150).

Kafeninin bu takviyeler arasında GKA kaynaklı hissedilen kas ağrısı ve kuvvet kaybına olumlu yönde etki ettiği en net şekilde ortaya konan besin ögesi olmasına karşın, GKA sonrası artan kreatin kinaz seviyelerine herhangi bir etkisi saptanamamıştır (151-153).

Valin, lösin ve izolösin aminoasitleri dallı zincirli aminoasitler olarak sınıflandırılmaktadır (154). Bu aminoasitler ile GKA arasındaki ilişkiyi inceleyen ilk çalışma 2006 yılında yapılmış, egzersiz öncesi alındığında GKA kaynaklı kas ağrısını azalttığı bulgusu elde edilmiştir (155). Sonraki yıllarda yapılan farklı çalışmalar ile bu bulgu doğrulansa da dallı zincirli aminoasit takviyesinin GKA sonrası kas fonksiyonunun yerine gelmesinde ve artan kreatin kinaz seviyelerini azaltmadaki rolüne dair birbiri ile çelişen sonuçlar mevcuttur (156-161). GKA'nın yönetiminde dallı zincirli aminoasit takviyesinin rolünü araştıran 11 çalışmanın incelendiği bir sistematik derlemede (162), egzersizde ortaya çıkan kas hasarının daha düşük olduğu

ve tüketilen takviyenin daha fazla olduğu durumlarda dallı zincirli aminoasit takviyesinden alınan verimin daha fazla olabileceği öne sürülmüştür. Ayrıca literatürde dallı zincirli aminoasitlerin diğer aminoasitlerle beraber kullanımının, GKA kaynaklı olumsuz belirtileri hafifletmesi açısından daha etkili sonuçlar doğurabileceğini öne süren bazı bulgular da mevcuttur (163, 164). Öte yandan, tek başına alındıklarında taurin ve glutamin aminoasitlerinin de GKA yönetiminde etkili olabileceği bildirilmiştir (165, 166).

Bir diğer besin takviyesi olan whey proteini, farklı seviyelerdeki birçok sporcu tarafından sıklıkla kullanılmaktadır (148). Buna paralel olarak, Buckley ve arkadaşları (167) GKA kaynaklı performans kaybını önlemede, eksantrik egzersiz sonrası kasın kuvvet üretebilme kapasitesinin ve kas fonksiyonun yerine gelmesinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Ancak GKA ile artan serum kreatin kinaz seviyelerini azaltmadaki rolüne dair çelişkili sonuçlar bulunmakta olup GKA sonrası hissedilen kas ağrısını azaltmada etkisiz kaldığı bildirilmiştir (168-171).

Omega-3 yağ asitlerinin inflamasyon baskılayıcı özellikleri nedeniyle eksantrik egzersiz kaynaklı GKA belirtilerini hafifleteceği hipotezine dayanan ilk çalışma 2002 yılında (172) yapılmış ve omega-3 takviyesinin kandaki inflamatuvar belirteçler ile kreatin kinaz seviyelerine, hissedilen kas ağrısına ve GKA ile azalan izometrik kuvvete herhangi bir etkisi saptanamamıştır. Ancak 2009 yılında (173) yapılan başka bir çalışmada, omega-3 yağ asitlerinin eksantrik egzersiz kaynaklı kas ağrısını azalttığı bulgusu elde edilmiştir. Mickleborough (174) ve Shei (175), bu iki farklı bulgunun uygulanan eksantrik egzersiz protokolünün ve araştırılan kas gruplarının farklı olmasından kaynaklı olabileceğini öne sürmüştür. Literatürdeki bu çelişkili bulgulara paralel şekilde Jouris (176), omega-3 takviyesinin eksantrik egzersiz kaynaklı hissedilen kas ağrısını azalttığı bulgusunu elde ederken DiLorenzo (177), kas fonksiyonu ve hissedilen kas ağrısı üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Bu bulgulara ek olarak Gray ve arkadaşları (178), omega-3 yağ asitlerinden zengin balık yağı takviyelerinin eksantrik egzersiz kaynaklı kas fonksiyonundaki azalma ve hissedilen kas ağrısına etkisini araştırmış ancak bu takviyelerin etkisiz kaldığı sonucuna varmıştır. Benzer şekilde Mackay ve arkadaşları (179) da balık yağı takviyesinin antrenmanlı bireylerdeki eksantrik egzersiz sonrası

toparlanmadaki etkisini araştırmış ve kas fonksiyonu, kas ağrısı ve kreatin kinaz seviyesine etki etmediği bulgusunu elde etmiştir. Anthony ve arkadaşları (180) ise, literatürdeki bu farklı bulguların çalışma dizaynlarındaki farklılıklardan kaynaklı olabileceğini öne sürmüştür.

Ranchordas ve arkadaşları (181) 2017 yılında, bir besin takviyesi olarak antioksidan kullanımının GKA üzerindeki etkisini inceleyen 50 çalışmanın yer aldığı bir sistematik derleme ile bu takviyelerin GKA kaynaklı kas ağrısını azaltmada çok sınırlı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmada bu takviyelerin toparlanma üzerindeki etkisinin de araştırılması gerektiği vurgulanmıştır.

2.2.7. Fiziksel Müdahaleler

Egzersiz sonrası kasların toparlanma sürecini desteklemek için yaygın olarak kullanılan birçok farklı fiziksel müdahale bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; masaj, kinezyo-bantlama, ultrason, elektromyostimölasyon, titreşim, akupunktur, foam roller, perküsyon terapisi olarak sıralanabilir (1, 10, 61, 67, 94, 97). 121 çalışmanın ele alındığı bir sistematik derlemede (182), fiziksel müdahaleler arasında GKA yönetiminde en etkili olanların ultrason, titreşim ve masaj olduğu bildirilmiştir. Dupuy ve arkadaşlarının (92) 99 çalışmayı değerlendirdiği başka bir sistematik derlemede ise masajın GKA yönetiminde son derece etkili olabileceği öne sürülmüştür. Bu müdahaleler arasında son yıllarda popülerliğini en çok arttırmış olan, masaj tabancaları yardımıyla uygulanan perküsyon terapisi (9, 11).

Perküsyon Terapisi

Perküsyon terapisi, kas dokularına ritmik vurma veya titreşim uygulayarak kaslardaki gerginliği azaltmayı, kan dolaşımını artırmayı ve toparlanma süreçlerini hızlandırmayı amaçlayan bir müdahale yöntemidir (14, 183). Genellikle masaj tabancaları gibi taşınabilir cihazlar kullanılarak uygulanmakta ve sporcular tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir (7, 184). Perküsyon terapisi, kaslara derinlemesine nüfuz eden hızlı ve tekrarlayan darbeler sayesinde kas dokusunu gevşetip, kas içi dolaşımı artırmaktadır (185, 186). Bu sürecin esnekliği arttırıp, aynı zamanda bireyin daha hızlı toparlanmasına da olanak tanıdığı öne sürülmektedir (9, 14, 187-189). Sams ve arkadaşları (6) tarafından 2023 yılında yapılan ve 13 çalışmanın ele alındığı bir

sistematik derlemede, perküsyon terapisinin kas kuvvetini ve esnekliğini arttırarak hissedilen kas ağrısını da azaltmada etkili olabileceği bildirilmiştir. Martin (186) masaj tabancaları yardımıyla uygulanacak olan perküsyon terapisinin GKA semptomlarını hafifletmede etkili olabileceğini ifade etmiştir. Dolayısıyla GKA gibi durumlarda perküsyon terapisi, ağrı ile sertliği hafifletmek ve bireyin daha hızlı toparlanmasını sağlamak için etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

2.3. Ultrasonografik Görüntüleme

Ultrasonografik görüntüleme, yüksek frekanslı ses dalgalarının dokulara gönderilmesi ve geri yansıyan dalgaların bir monitörde görüntüye dönüştürülmesi prensibine dayanan, non-invaziv bir görüntüleme tekniğidir (190, 191). Kas, tendon, ligament ve diğer yumuşak dokuların detaylı anatomik ve fonksiyonel değerlendirmesine olanak sağlamasından dolayı kas-iskelet sistemi araştırmalarında sıklıkla tercih edilmektedir (192, 193). Aynı zamanda, iskelet kasının morfolojik ve mekanik özelliklerini değerlendirmek için hem klinik uygulamalarda hem de araştırma amacıyla başvurulan bir yöntemdir (194, 195). GKA sırasında iskelet kaslarında ortaya çıkan ödemin tespit edilmesinde de ultrasonografik görüntülemeye başvurulmaktadır (27, 28, 54).

Ultrasonografik görüntüleme yoluyla elde edilen veriler, kas kalınlığı ve pennasyon açısı gibi kas mimarisine ait parametrelerinin ölçümlerini mümkün kılmaktadır (196, 197). Kas mimarisi, bir kasın liflerinin anatomik düzenini ve yapısal özelliklerini ifade eden geniş bir kavram olup (33), kas fonksiyonu, kuvvet üretimi ve egzersiz performansının güçlü bir belirleyicisi olarak gösterilmektedir (198-200). Kas mimarisi, yaş, antrenman durumu ve kasın hipertrofisi gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (201-205).

Ultrasonografik görüntüleme, kas yapısındaki değişikliklerin ve uygulanan tedavi yöntemlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde anahtar bir araç olarak kullanılmaktadır (206). Arrilaga (12), toparlanma yöntemlerinin potansiyel etkilerini ortaya koyabilmek için performans çıktılarıyla beraber ultrasonografik görüntüleme yoluyla kas mimarisinin de anlaşılması gerektiğini önermiştir.

2.3.1. Kas Kalınlığı

Kas kalınlığı, bir kasın çapını veya kalınlığını ifade eden anatomik bir ölçü olup kasın gücü, hacmi ve işlevselliği hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır (207, 208). Genellikle ultrason, manyetik rezonans veya bilgisayarlı tomografi gibi görüntüleme teknikleriyle ölçülmektedir (209, 210).

Kas kalınlığı, kasın boyutunun yanı sıra, kas liflerinin sayısı ve büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir (211). Daha büyük kas lifi ve lif çapı, daha fazla kuvvet üretimi sağlayacağından dolayı kas kalınlığı arttıkça kasın üretebileceği maksimum kuvvet de genellikle artmaktadır (211-213). Ogawa ve arkadaşları (214) kuadriseps kas kalınlığı ile kas kuvvetinin güçlü şekilde korelasyon gösterdiğini raporlamıştır. Miyachi ve arkadaşları (215) gövde kas kuvveti ile kas kalınlığının anlamlı ölçüde korelasyon gösterdiğini bildirmiştir. Bu bulgulara paralel olarak Zhao ve arkadaşlarının (216) 2022 yılında yayınlanan sistematik derleme ve meta analiz çalışmasında, kas kalınlığının kas kütlesi ile de korelasyon gösterdiği raporlanmıştır.

Kas kalınlığı ölçümü, klinik rehabilitasyon süreçlerinde, spor bilimlerinde ve egzersiz fiziolojisinde kas gelişimini, fonksiyonel iyileşmeyi ve çeşitli müdahalelerin etkilerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (217, 218).

GKA sırasında meydana gelen inflamasyon ve ödem, kas lifleri arasında sıvı birikimine neden olarak kas kalınlığında geçici bir artışa yol açabilir (219). Brusco ve arkadaşları (220) GKA yaratan eksantrik egzersiz sonrasında 0, 24, 48 ve 72. saatlerde, hamstring kas grubunda yer alan biceps femoris ve semitendinosus kaslarının kalınlığında anlamlı bir artış olduğu bulgusunu elde etmiştir. Flores ve arkadaşları (221) sedanter 16 kadın ve 14 erkek ile yaptıkları çalışmada, 8 set ve 10 tekrardan oluşan tek seferlik direnç egzersizi sonrası her iki cinsiyetin de dirsek fleksör kaslarının kalınlığında anlamlı bir artış olduğunu ve 96 saate kadar anlamlı şekilde yüksek kaldığını bildirmiştir.

2.3.2. Pennasyon Açısı

Pennasyon açısı, bir kas lifi ile intramüsküler tendon ya da derin aponöroz arasındaki açıyı ifade eden bir terimdir (198, 222). Bu açı, özellikle pennat kaslarda

önemli bir yapısal ve işlevsel faktördür (223). Pennasyon açısını daha spesifik olarak, kas liflerinin kasın kuvvet üretme eksenine göre yaptığı açı olarak da tanımlamak mümkündür (224). Bu tanım itibari ile de pennasyon açısı, kasın kuvvet üretme yeteneği hakkında bilgi sağlamaktadır (225, 226). Daha büyük bir pennasyon açısı, daha fazla kas lifinin aynı alanda paketlenmesine olanak tanıyarak kasın fizyolojik kesit alanını artırıp toplam kuvvet üretme kapasitesini arttırabilir (227-230). Narici ve arkadaşları (231) maksimum izometrik kasılma sırasında medial gastroknemius kasının fizyolojik kesit alanının %34,8 arttığını, pennasyon açısının da 15,8°'den 27,7°'ye çıktığını bildirmiştir. Bununla birlikte, pennasyon açısının artması kasın ürettiği kuvvetin tendon boyunca iletilmesini azaltabilir, dolayısıyla kasın kasılma verimi de buna paralel olarak düşebilir (232-234). Üretilen toplam kuvvet çıktısı, lifler tarafından üretilen kuvvet ve bu kuvvetin ne kadarının tendona aktarılabilirdiğini de değerlendirmeye katarak kas pennasyon açısının kosinüsü olarak hesaplandığında, pennasyon açısı arttığında kosinüs azalacağından tendona aktarılan toplam kuvvet de azalır (233, 235-237). Bu nedenle, büyük pennasyon açısına sahip kaslar daha fazla kuvvet üretme potansiyeline sahip olsalar da, kasılma hızları ve hareket mesafeleri genellikle daha düşüktür (32, 238). Dolayısıyla pennasyon açısının akut olarak artması kuvvet aktarımı açısından mekanik bir dezavantaj oluşturabilir (236).

İnflamasyon ve gecikmiş kas ağrısı (GKA) sırasında oluşan ödemin, kasın yapısal özelliklerini geçici olarak etkileyerek pennasyon açısında bir artışa yol açtığı gösterilmiştir. Yu ve arkadaşları (239) GKA yaratan bir egzersizden sonraki 24, 48 ve 72. saatlerde gastroknemius kas kalınlığı ve pennasyon açısında anlamlı bir artış saptamıştır. Ödem, GKA sonucunda inflamasyon ve kas dokusunda sıvı birikimi ile ortaya çıkar (54, 75), ve bu durum kas liflerinin yerleşimini değiştirebilir. Kas içindeki sıvı artışı, kas liflerinin tendonla birleşme açısını genişleterek pennasyon açısının geçici olarak artmasına neden olabilir (240, 241). Pennasyon açısındaki bu artış kasın kasılma hızı ve verimliliğinde azalmaya yol açabilir (242). Bu nedenle, ödem ve inflamasyonun sebep olduğu geçici yapısal değişikliklerin kasın fonksiyonel performansını kısa süreliğine etkilemesi mümkündür.

2.4. İzokinetik Değerlendirme

İzokinetik değerlendirme, kas fonksiyonlarını ve eklem hareketliliğini ölçmek için kullanılan standart bir yöntem olup genellikle fiziksel rehabilitasyon ve performans laboratuvarlarında tercih edilmektedir (243). İzokinetik dinamometreler, kasların belirli bir hızda maksimum güç üretmesini sağlarken, uygulanan direnci otomatik olarak ayarlayan cihazlardır (244, 245). Bu özellik, kasların tüm hareket aralığında eşit derecede çalışmasını sağlar ve kas performansı hakkında detaylı bilgi elde etmeyi mümkün kılar (246, 247). İzokinetik değerlendirme sırasında en sık kullanılan parametreler arasında zirve tork, ortalama güç, iş, ve yorgunluk indeksi yer almaktadır (45, 248, 249). İzokinetik değerlendirme tek bir kasın performansının anlaşılmasının yanı sıra, iki taraflı kas gruplarının simetrik olup olmadığını ve kas dengesizliklerini değerlendirmek için agonist-antagonist kaslar arasında karşılaştırma yapmaya da olanak tanımaktadır (250-253).

Özellikle rehabilitasyon ve spor bilimleri alanında, kas fonksiyonlarını nesnel olarak değerlendirmek ve bireylerin kas kuvvetlerindeki değişiklikleri izlemek için izokinetik testlerin yüksek tekrarlanabilirlik ile güvenilirlik sağladığı ve altın standart olarak kabul edildiği literatürde vurgulanmaktadır (254-258). Bu çalışma özelinde kullanılmış olan Biodex System 3 Pro izokinetik dinamometrenin son derece güvenilir şekilde ölçüm yaptığı da literatürde ayrıca vurgulanmaktadır (244, 259).

2.4.1. Zirve Tork

Zirve tork, belirli bir hareket sırasında üretilen maksimum kuvveti ifade eden önemli bir ölçümdür (260). İzokinetik değerlendirmede, kasların bütün hareket açıklığı boyunca ürettikleri kuvvetin zirve noktasını göstermektedir (261). Zirve tork genellikle kas gücü ve performansının temel bir göstergesi olarak kullanılmakta ve rehabilitasyon süreçlerinde, spor bilimlerinde ve kas fonksiyonlarının değerlendirilmesinde sıkça tercih edilmektedir (262).

Zirve tork, izokinetik değerlendirme sırasında farklı hızlarda (düşük veya yüksek açısal hızlar) ölçülebilmektedir (263). 60°/s gibi düşük hızlarda daha yüksek zirve tork değerleri elde edilirken, 240°/s gibi yüksek hızlarda bu değerler genellikle azalmaktadır (264, 265). Wang ve arkadaşları (266) 60°/s açısal hızda kuvveti test

etmenin, test sırasında birim zamanda daha fazla kas lifi katılacağı için, bu durumun kasların mutlak kuvvetini yansıtip kasların günlük hayattaki çalışma durumuna daha uygun bir ölçüm sağladığını ifade etmiştir.

Molina ve Denadai (267) 12 katılımcı ile yaptıkları çalışmada, eksantrik egzersiz sonrasında ortaya çıkan GKA sırasında diz ekstansiyon izokinetik konsantrik zirve torkunun azalıp 48 saate kadar düşük kaldığı bulgusunu elde etmiştir. Camacho ve arkadaşları (268) eksantrik egzersiz kaynaklı GKA sırasında diz ekstansiyon zirve torkunun 48. saatte anlamlı şekilde düştüğünü, bir toparlanma yöntemi olarak kinezyo bantlamanın herhangi bir etkisi olmadığını bildirmiştir.

2.4.2. Yorgunluk İndeksi

Kas yorgunluğu, kasların bir süre boyunca çalışmaya devam ettikçe ne kadar güç kaybettiğini ifade eden bir parametre olup özellikle kassal dayanıklılık performansını değerlendirmek için kullanılmaktadır (269-271). Bazı testler sayesinde, yorgunluk indeksi adı verilen bir parametre ile test süresince gözlemlenen güç düşüşünün yüzdesel olarak ifadesi hesaplanabilmektedir (272-274). Yorgunluk indeksi, kas dayanıklılığını ölçmek için önemli bir göstergedir. Kasların nasıl yorgun düştüğünü ve performansın ne kadar hızlı azaldığını anlamak, antrenman programlarının planlanması ve özellikle spor performansını artırmak açısından kritik öneme sahiptir (275). Yorgunluk indeksi, ayrıca kasın toparlanma kapasitesini değerlendirmek için de kullanılabilir. Yüksek bir yorgunluk indeksi, kasların hızlı bir şekilde yorgunluğa uğradığını ve performansın sürdürülebilir olmadığını gösterirken, düşük bir yorgunluk indeksi kasların dayanıklılığının ve sürdürülebilir performansının daha iyi olduğunu ifade eder (276). Bu bilgilere ek olarak, bu çalışma özelinde de kullanılmış olan eksantrik egzersizin kaslarda daha fazla yorgunluğa yol açtığı bilinmektedir (277-279).

Yorgunluk indeksini belirlemek için kullanılan evrensel bir standart yöntem bulunmamaktadır (45, 280). Merletti ve arkadaşları (281) yorgunluğu değerlendirmek için tek bir indeksin geçerli olmayacağını öne sürmüştür. Bond ve arkadaşları (282) diz ekstansiyon ve diz fleksiyon hareketleri için yorgunluk indeksini, 150°/s açısız hızda 60 tekrarlık bir set içerisindeki ilk 20 tekrarda yapılan toplam işin son 20 tekrarda

yapılan toplam işe olan oranıyla hesaplamıştır. Gentil ve arkadaşları (283) dirsek fleksiyonu için yorgunluk indeksini, 150°/s açısal hızda 30 izokinetik tekrar içerisindeki ilk 3 tekrarda üretilen zirve torkun son 3 tekrarda üretilen zirve torka oranlanmasıyla hesaplamıştır.

2.5. Basınç Ağrı Eşiği

Algometre, belirli bir bölgeye uygulanan basıncın ne kadarının ağrıya neden olduğunu, yani basınç ağrı eşiğini (BAE) belirlemede kullanılan bir cihazdır (284-287). BAE, bir kişinin belirli bir noktada hissetmeye başladığı ağrı miktarını ölçen bir parametre olup genellikle kas-iskelet sistemi araştırmalarında, ağrı eşiğinin belirlenmesi için kullanılmaktadır (288-290). Algometre ile belirli bir bölgeye kontrollü bir şekilde artan basınç uygulanır ve katılımcının ağrı hissettiği noktada durdurulur (291, 292). Bu basınç değeri, kişinin basınç ağrı eşiği olarak kaydedilmektedir (293). Yüksek bir BAE, kişinin ağrıya daha az duyarlı olduğunu, düşük bir BAE ise ağrıya daha duyarlı olduğunu göstermektedir (294).

BAE ölçümleri, kaslardaki hassasiyeti, ağrıya duyarlılığı ve müdahalelerin etkinliğini değerlendirmek için kullanılan önemli uygulamalardır (284, 286, 295, 296). Özellikle fiziksel aktivite sonrası oluşan kas ağrılarının şiddetini ve müdahalelerin etkisini ölçmek için sıklıkla kullanılmaktadır (56). Bu nedenle, spor bilimleri ve rehabilitasyon gibi alanlarda başvurulan bir ölçüm yöntemidir (55, 297-300). Algometre cihazı kullanılarak basınç ağrı eşiğinin belirlenmesi yönteminin geçerlik ve güvenilirlik çalışması Antonaci (301) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda sağlık bireylerde algometre ile ağrı eşiğinin belirlenmesi yönteminin sınıf içi korelasyon katsayısı 0,75 olarak belirlenmiştir.

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Grubu

Çalışmaya 21-30 yaş aralığında, en az 2 yıllık rekreasyonel ya da profesyonel kuvvet egzersizi geçmişi olan, herhangi bir rahatsızlığı bulunmayan 10 erkek katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılar çalışmaya alınmadan önce bir uzman spor hekimi tarafından fiziki muayeneleri yapılmış ve sağlıklı katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir. Daha sonra katılımcılar randomizer.org web sitesinde yer alan araştırma randomizasyonu programı ile rastgele şekilde gruplandırılmıştır. Katılımcılardan test süreci boyunca her zamanki beslenme rutinlerini takip etmeleri istenmiş, testlere katılmadan önceki 24 saatlik süre boyunca çay ve kahve gibi kafein barındıran içecekler ile alkol tüketmemeleri istenmiştir. Katılımcılardan testlere katılmadan önceki 2 saatlik süreçte herhangi bir tütün ürünü tüketmemeleri istenmiştir. Aynı zamanda katılımcılardan testlere katılmadan önceki 96 saatlik süreçte egzersiz yapmamaları, test harici zamanlarda ise her zamanki egzersiz rutinlerini takip etmeleri istenmiştir. Çalışma başlamadan önce katılımcılar çalışma hakkında bilgilendirilip EK-2'de bulunan Aydınlatılmış Onam Formu' nu imzalamıştır. Çalışma Bezmialem Vakıf Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayı ile gerçekleştirilmiştir (26.06.2024-E.155260, EK-1).

3.2. Verilerin Toplanması

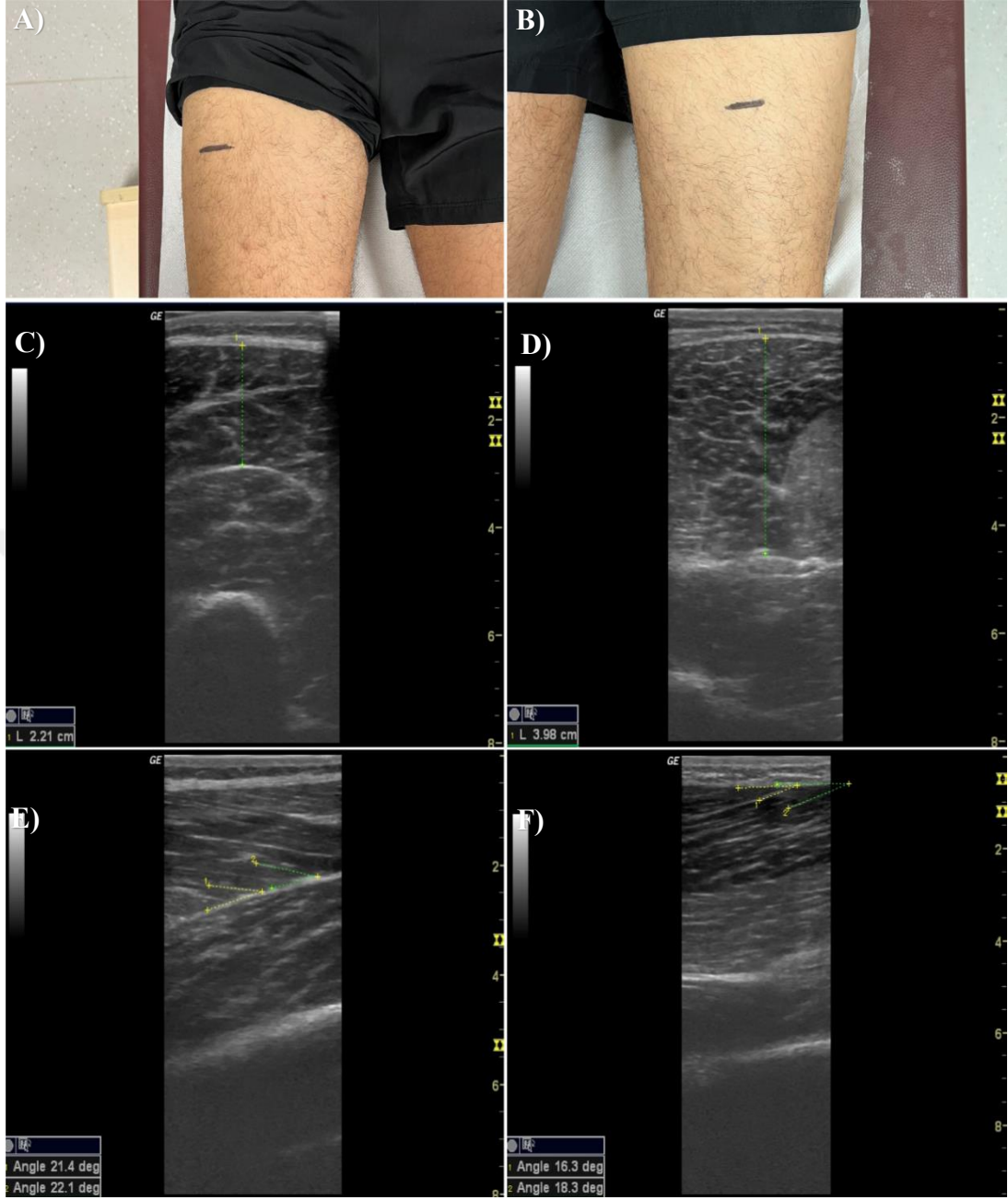
3.2.1 Antropometrik Ölçümler

Katılımcıların vücut ağırlıkları, katılımcılar çıplak ayakla tartıya çıkacak şekilde $\pm 0,1$ kg hassasiyetle ölçüm yapan dijital baskül (Tanita BC 401, Tanita Corporation, Tokyo, Japonya) ile belirlenmiştir. Katılımcıların boy uzunlukları, katılımcılar çıplak ayak ve dik bir duruş pozisyonunda sabit kalacak şekilde ± 1 mm ölçüm hassasiyetine sahip mobil stadiometre (Seca 213, seca GmbH & Co. KG., Almanya) ile belirlenmiştir.

3.2.2. Ultrasonografik Görüntüleme

Katılımcıların vastus lateralis ile biceps femoris kaslarının açısı kas kalınlığı ve pennasyon açısındaki değişimler, GKA uygulamasından hemen önce ve uygulamayı takip eden 24, 48 ve 72. saatlerde ultrasonografi cihazı (Logiq P5, GE Medical

Systems, CT, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Ultrasonografik görüntüleme B-mod ultrasonografi ile 5-12 mHz frekans aralığında lineer prob kullanılarak, 12 yıllık tecrübeye sahip bir klinisyen tarafından gerçekleştirilmiştir. Ultrasonografik görüntülemenin yapıldığı noktalar ve kas kalınlığı ile pennasyon açısı ölçümlerinin ultrason görüntüsü Şekil 3.1.'de verilmiştir. Görüntüleme işlemi öncesinde görüntüleme yapılacak bölgenin üzerine bol miktarda ultrason jeli uygulanmıştır. Vastus lateralis kasının ölçümleri için referans noktası, patella üst köşesi ile spina iliaca anterior superior arası mesafenin orta noktası olarak belirlenmiştir (212, 302). Belirlenen noktalar asetat kalemi ile işaretlenip takip eden günlerdeki ölçümler bu bölgeden yapılmıştır. Vastus lateralis kas kalınlığı ölçümü, süperfisyal kas fasyasıyla derin aponöroz arasındaki mesafeden yapılmıştır (199). Vastus lateralis pennasyon açısı ölçümü kas fasikülü ile derin aponöroz arasındaki açı ile yapılmıştır (227, 303). Biseps femoris kası ölçümleri için referans nokta iskiyal tuberositas ile fibulanın proksimal başı arası mesafenin orta noktası olarak belirlenmiştir (196, 304). Biseps femoris kas kalınlığı ölçümü, kas fasyasıyla siyatik sinir arasındaki mesafeden yapılmıştır. Biseps femoris pennasyon açısı ölçümü kas fasikülü ile süperfisyal aponöroz arasındaki açı ile yapılmıştır (196). Ultrason probu kas kalınlığı ölçümlerinde transvers (305), pennasyon açısı ölçümlerinde ise longitudinal konumlandırılmıştır (206). Pennasyon açısı ölçümleri 2 ayrı kas fasikülünden alınıp bunların aritmetik ortalaması olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.1. Ultrasonografik görüntülemenin yapıldığı noktalar ve ultrason görüntüleri. A): Vastus lateralis kası için ultrason probunun yerleştirildiği nokta. B): Biceps femoris kası için ultrason probunun yerleştirildiği nokta. C): Vastus lateralis kas kalınlığı ölçümü. D): Biceps femoris kas kalınlığı ölçümü. E): Vastus lateralis pennasyon açısı ölçümü. F): Biceps femoris pennasyon açısı ölçümü.

3.2.3. Zirve Tork ve Yorgunluk İndeksi Ölçümleri

Katılımcıların zirve tork ve yorgunluk indeksleri izokinetik dinamometre (Biodex System 3 Pro, Biodex Medical Systems, Shirley, NY, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz her ölçüm öncesinde kalibre edilmiştir. Katılımcılar teste

başlamadan önce 5 dakika boyunca 6 km/s hızda yürüyüş yaparak ısınmalarını gerçekleştirmiştir. Daha sonra katılımcılara izokinetik dinamometre cihazı tanıtılmıştır. Katılımcılar izokinetik dinamometrenin koltuğuna oturduktan sonra diz eklemini hizasında bulunan femur kemiğinin lateral kondili, izokinetik dinamometre cihazının rotasyon eksenini ile aynı seviyede olacak şekilde ayak bileği, uyluk, bel ve göğüs bağlantıları ile sabitlenmiştir. Ayak bileği bağlantı pedi katılımcının tibia distal noktasında, lateral ve medial malleollerini saracak şekilde bağlanmıştır. İzokinetik dinamometrenin görüntüsü Şekil 3.2.'de gösterilmiştir. Katılımcıların diz ekleminin hareket açısı ekstansiyonda 0° ve fleksiyonda 90° olarak sabitlenmiştir. Katılımcıların diz ekstansiyon ve diz fleksiyon hareketleri için zirve tork değerleri 60°/s açısal hızda 10 izokinetik tekrardan oluşan ölçümlerde belirlenmiştir. Katılımcılar bu test esnasında en iyi performansını göstermeleri üzere sözlü olarak teşvik edilmiştir. Yorgunluk indeksi Gomes ve arkadaşlarının (306) çalışmasından uyarlanarak hesaplanmıştır. 10 tekrarlık set içerisinde üretilen en yüksek 3 ardışık tork değerinden son 3 tekrarda üretilen tork değerinin çıkarılıp, en yüksek 3 tork değerine bölünmesiyle yüzdesel olarak ifade edilmiştir. Bu hesaplamada Formül 3.1. kullanılmıştır:

$$Yorgunluk\ indeksi\ (\%) = \frac{(\sum en\ yüksek\ 3\ ardışık\ tork - \sum son\ 3\ tork)}{\sum en\ yüksek\ 3\ tork} \times 100 \quad (3.1.)$$



Şekil 3.2. İzokinetik dinamometre.

3.2.4. Basınç Ağrı Eşiklerinin Belirlenmesi

Katılımcıların basınç ağrı eşikleri, GKA uygulamasından ve uygulamayı takip eden 24, 48 ve 72. saatlerdeki performans ölçümlerinden hemen önce algometre cihazı (FPX 50 Pain Tester, Wagner Instrument, Almanya) ile belirlenmiştir. Basınç ağrı eşiği ölçümü Şekil 3.3.'te gösterilmiştir. Katılımcıların vastus lateralis ve biceps femoris kas gövdesinin üstüne 1 cm² yüzey alanına sahip sert kauçuk uç yerleştirilerek, gittikçe artan basınç ile baskı uygularken katılımcıdan ağrılı bir hissiyat tecrübe ettiği anda “evet” demesi istenmiştir (285, 292). Vastus lateralis kası için referans noktası patella üst köşesi ile spina iliaca anterior superior arası mesafenin orta noktası olarak belirlenmiştir. Biceps femoris kası için referans nokta iskiyal tuberositas ile fibulanın proksimal başı arası mesafenin orta noktası olarak belirlenmiştir. Belirlenen noktalar asetat kalemi ile işaretlenmiştir. Takip eden günlerdeki ölçümler işaretlenen noktadan yapılmıştır. Aynı bölgede 1 dakika ara ile 2 defa ölçüm yapıp bu değerlerin aritmetik ortalaması N/cm² cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 3.3. Algometre ile basınç ağrı eşiği ölçümü.

3.2.5. Perküsyon Terapisi

Katılımcılara GKA uygulamasından ve 24 ile 48. saatlerdeki performans ölçümlerinden hemen sonra kuadriseps femoris ve hamstring kas gruplarının orijin ve

inersiyosu arasında, üreticinin talimatına göre (307), masaj tabancası saniyede 30 vuruş frekansında (30 Hz) çalışacak şekilde, her kasa ayrı ayrı 2 dakika boyunca perküsyon terapisi uygulanmıştır. Bu uygulama için Şekil 3.4.'te gösterilen masaj tabancası (Theragun 4 Pro, Therabody Inc., CA, ABD) kullanılmıştır. Perküsyon terapisi uygulaması cihazın standart top başlığı ile gerçekleştirilmiştir. Cihazın uyguladığı kuvvet düzeyi cihazın ilk kademe kuvvet ayarını (yaklaşık 30 libre) aşmayacak şekilde sabitlenmiştir.

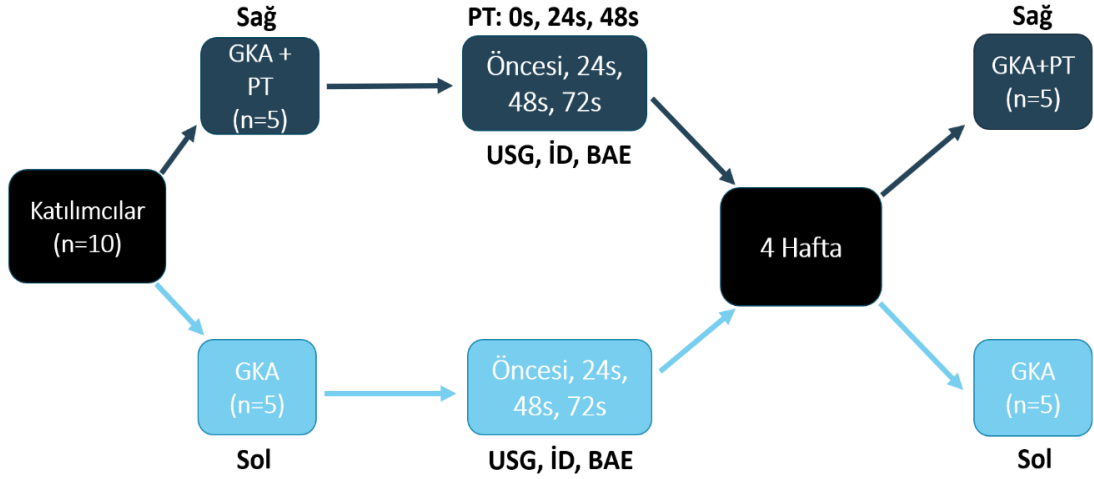


Şekil 3.4. Theragun Pro 4 masaj tabancası.

3.3. Çalışma Dizaynı

Tüm deneysel prosedür 4'er günlük iki aşama olmak üzere toplam 8 günden oluşmaktadır. İlk aşamada sadece GKA uygulaması alacak 5 katılımcı ve GKA uygulaması ile birlikte perküsyon terapisi de alacak 5 katılımcı rastgele şekilde belirlenmiştir. Sadece GKA uygulaması alacak 5 katılımcının ilk gün, ilgili kasların kas kalınlığı ve pennasyon açısı ölçülmüştür. Daha sonra, yine aynı uzuvda yer alan vastus lateralis ve biceps femoris kasları üzerinden basınç ağrı eşikleri belirlenmiştir. Son olarak, katılımcıların egzersiz performansına dayalı değişimleri takip edebilmek adına 60°/s açısal hızda 10 izokinetik konsantrik tekrar ile başlangıç değerler elde edilmiştir. Ölçümler tamamlandıktan sonra ilk olarak kuadriseps femoris, daha sonra

hamstring kas grupları için GKA protokolü uygulanıp ilk gün tamamlanmıştır. Takip eden 24, 48 ve 72. saatlerde yine aynı sıra ile; ultrasonografik görüntüleme, ağrı eşiklerinin belirlenmesi ve 60°/s açısal hızda 10 izokinetik konsantrik tekrardan oluşan performans ölçümü yapılmış ve ilk 4 günlük aşama tamamlanmıştır. Bu süreçte GKA uygulaması ile beraber perküsyon terapisi de alan 5 katılımcı aynı 4 günlük süreci uygulamış, farklı olarak ilk günkü GKA uygulamasından ve 24 ile 48. saatlerdeki ölçümlerden hemen sonra perküsyon terapisi almıştır. Deneysel prosedürler tek ekstremitte için tamamlandıktan sonra katılımcılar ikinci uygulama için 4 hafta ara vermiştir. GKA uygulaması yapılan çapraz tasarımlı çalışmalarda benzer zaman aralıklarında arınma dönemlerine rastlamak mümkündür (163, 308-314). Bu 4 haftalık arınma dönemi, çapraz tasarımlı çalışmalarda sıklıkla karşılaşılan taşınma etkisinin önüne geçmek için uygulanmıştır (315, 316). 4 haftalık arınma dönemi sonrasında gruplar yer değiştirmiş, sadece GKA uygulaması almış olan 5 katılımcının henüz herhangi bir uygulama almamış olan kontralateral ekstremitesine GKA ile birlikte perküsyon terapisi uygulaması yapılmıştır. Bununla beraber, ilk uygulamada GKA ile perküsyon terapisi uygulaması yapılmış olan 5 katılımcının da henüz herhangi bir uygulama almamış olan kontralateral ekstremitesine sadece GKA uygulaması yapılmıştır. Gruplar yer değiştirdikten sonra bütün deneysel prosedürler aynı şekilde tekrarlanmıştır. Katılımcılar ilk GKA uygulamasında gerçekleştirdikleri set sayısını, 4 hafta sonraki diğer uygulamada da aynı sayıda olacak şekilde gerçekleştirmiştir. Sadece GKA uygulaması almış olan ekstremitelerden elde edilen veriler GKA, GKA ile birlikte perküsyon terapisi de almış olan ekstremiteler GKA+PT şeklinde gruplandırılmıştır. Çalışmanın bu şekilde çapraz tasarımlı olarak dizayn edilmesinin sebebi, her katılımcının kendi kontrolü olarak bireyler arası farklılıkların ortadan kaldırılması ve az sayıda katılımcı olmasına rağmen, her katılımcının iki GKA uygulamasına da aynı yanıtı vermesi sayesinde masaj tabancasının etkisinin daha net şekilde anlaşılabilmesidir. Tüm katılımcılar hem sadece GKA uygulaması, hem de GKA ile birlikte perküsyon terapisi almış ve sadece GKA uygulaması almış olan ekstremiteleri kontrol grubu olarak yer almıştır.



Şekil 3.5. Araştırma deseninin şematik diyagramı. GKA: Gecikmiş kas ağrısı uygulaması. GKA+PT: Gecikmiş kas ağrısı uygulaması ile beraber perküsyon terapisi uygulaması. Sağ: Değerlendirmeye alınan sağ bacak. Sol: Değerlendirmeye alınan sol bacak. Öncesi: GKA uygulamasından hemen önceki ölçüm zamanı. 24s, 48s, 72s: GKA uygulamasından sonraki 24, 48 ve 72. saatler. PT: 0s, 24s, 48s: GKA uygulamasından hemen sonraki 0. saatte ve takip eden 24 ile 48. saatlerdeki ölçümlerden hemen sonra yapılan perküsyon terapisi uygulaması. USG: Ultrasonografi yoluyla yapılan ölçümler. İD: İzokinetik dinamometre ile yapılan performans ölçümleri BAE: Algometre cihazı ile ağrı eşiklerinin belirlenmesi. 4 Hafta: İlk 4 günlük süreçten sonraki 4 haftalık bekleme periyodu.

3.4. GKA Protokolü

GKA protokolü Sautillet ve arkadaşlarının (317) 2024 yılında yayınlanan çalışmasından uyarlanarak uygulanmıştır. Katılımcıların antrenmanlılık düzeyleri farklılık gösterdiğinden, tüm katılımcıların aynı set ve tekrar sayısında bir eksantrik egzersiz yapmasının yerine, her katılımcının kendisi tarafından belirlenen miktarda set sayısı uygulanmıştır. Katılımcılar, ilk aşamada 30°/s açısal hızda 5 set ve 10 tekrardan oluşan izokinetik eksantrik egzersiz yapmıştır. Sonrasında 60°/s açısal hızda 3 izokinetik konsantrik tekrar ile belirlenen zirve tork değerlerinde, daha önceden yine 60°/s açısal hızda belirlenmiş olan zirve tork değerlerine oranla %20 ile %30 arasında bir azalma beklenmiştir. Beklenen azalmanın gerçekleşmediği takdirde, katılımcılar ilk aşamada uyguladıkları 5 sete ilave olarak 2-4 set daha uygulamıştır. GKA protokolü Biodex System 3 Pro izokinetik dinamometre ile gerçekleştirilmiştir.

3.5. Verilerin Analizi

Çalışmadan elde edilen veriler IBM SPSS versiyon 23.0 (IBM Statistical Package for the Social Sciences Corp.; Armonk, NY, ABD) programı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılımı çarpıklık-basıklık değerleri ve Shapiro-Wilk testi ile değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler için nicel değişkenler, ortalama ve standart sapma değerleri ile gösterilmiştir. Verilerin küresellik varsayımı Mauchly Testi ile saptanmıştır. Küresellik varsayımının sağlanmadığı verilerde Greenhouse-Heiser düzeltmesi kullanılmıştır. GKA ve GKA+PT gruplarının ölçüm zamanlarına göre (öncesi, 24., 48. ve 72. saatler) gösterdiği değişiklikler, karma desenli ANOVA testi ile karşılaştırılmıştır. İkili karşılaştırmalar için Bonferroni düzeltmesi uygulanmış, bu sayede hata oranı kontrol edilerek anlamlı farkların doğruluğu artırılmıştır. Etki büyüklüğünün belirlenmesi amacıyla kısmi eta kare (η^2) istatistiği hesaplanmış ve $\eta^2=0,010-0,059$ aralığında küçük, $\eta^2=0,060-0,139$ aralığında orta, $\eta^2\geq 0,140$ düzeyinde ise büyük etki olarak sınıflandırılmıştır (318, 319)). Gruplar arasındaki başlangıca göre yüzdesel değişimlerin ortalamaları, normal dağılan değişkenlerde bağımsız örneklem T testi, normal dağılmayan değişkenlerde ise Mann Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Tüm değişkenlerin çalışma öncesi değerleri bağımsız örneklem T testi ile gruplar arasında karşılaştırılmış olup, vastus lateris basınç ağrı eşiği (VL_BAE) ve biceps femoris basınç ağrı eşiği (BF_BAE) değerlerinde anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. Bu nedenle VL_BAE ölçümlerinin karma desenli ANOVA analizi yapılırken VL_BAE-öncesi ve BF_BAE-öncesi değerleri ortak değişken (covariate) olarak analize dahil edilmiştir.

Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi için $p<0,05$ kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Tablo 4.1’de katılımcıların antropometrik özellikleri, düzenli egzersiz geçmişi ve egzersiz süreleri verilmiştir.

Tablo 4.1. Katılımcıların antropometrik özellikleri, düzenli egzersiz geçmişi ve egzersiz süreleri

| Değişkenler | Ort±Ss | Min-Maks |
|--------------------------------|-----------|-------------|
| Yaş (yıl) | 22,7±3,2 | 18,0-28,0 |
| Vücut Ağırlığı (kg) | 85,6±12,2 | 67,0-105,0 |
| Boy (cm) | 180,2±6,7 | 174,0-193,0 |
| BKİ (kg/m ²) | 26,3±2,9 | 19,8-29,4 |
| Düzenli egzersiz geçmişi (yıl) | 3,5±1,6 | 2,0-7,0 |
| Egzersiz süresi (saat/hafta) | 7,7±4,3 | 3,0-17,0 |

Katılımcıların araştırma kapsamında alınan tüm değişkenlerin gruplara göre zamana bağlı ortalama ve standart sapmaları Tablo 4.2’de verilmiştir. Vastus lateralis kas kalınlığı (VL_KK) değerleri incelendiğinde GKA grubunda başlangıç değerinin (öncesi) 2,98±0,36 cm olduğu ve başlangıca göre 24. ve 48. saatlerde artarken 72. saatte başlangıç değerine geri döndüğü görülmüştür. GKA+PT grubunda ise VL_KK değeri öncesinde 2,74±0,35 cm olup bu değer zaman içerisinde başlangıca göre arttığı saptanmıştır. Tüm zaman noktalarındaki VL_KK değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Bonferroni düzeltmesine göre bu farklılığın öncesi ve 24. saat arasında meydana geldiği bulunmuştur ($p<0,05$; Şekil 4.1 A). Başlangıç BF_KK değerleri GKA grubunda 3,81±0,49 cm ve GKA+PT grubunda 3,46±0,40 cm olarak saptanmıştır. Bu değer her iki grupta da başlangıca göre zamanla arttığı gözlenmiştir. Ancak yapılan varyans analizi sonucunda zaman noktaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

Vastus lateralis pennasyon açısı (VL_PA) değeri her iki grupta da (GKA_{öncesi}=20,11±2,40°; GKA+PT_{öncesi}=20,21±3,26°) başlangıca göre 24. saatte (GKA: 19,36±2,32°; GKA+PT: 19,86±2,70°) azaldığı, 48. saat (GKA: 21,66±4,00°; GKA+PT: 20,20±3,22°) ve 72. saatlerde (GKA: 20,54±1,65°; GKA+PT: 20,74±2,94°)

tekrar yükseldiği saptanmıştır. Ancak tüm zaman noktaları VL_PA ölçüm değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Biseps femoris pennasyon açısı (BF_PA) değerleri ise her iki grupta tüm zaman noktaları arasında benzer seyretmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2.'de verilen ekstansiyon zirve tork (Eks_ZT) değerleri incelendiğinde GKA grubunda başlangıca kıyasla zamanla azaldığı gözlenmiş olup öncesinde $243,3\pm 46,1$ Nm, 24.saatte $205,5\pm 34,3$ Nm, 48.saatte $215,8\pm 46,4$ Nm ve 72.saatte $230,2\pm 50,8$ Nm olduğu saptanmıştır. Tüm zaman noktalarında ölçülen Eks_ZT değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). Yapılan Bonferroni düzeltmesine göre bu farklılığın öncesi-24. saatleri ile öncesi-48. saatleri arasında meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.2 A). GKA+PT grubunda ise Eks_ZT değeri başlangıçta $233,7\pm 44,8$ Nm bulunmuş olup diğer zaman noktalarında başlangıca göre bir miktar düşüş olmasına rağmen birbirine benzer şekilde seyretmiştir ($p=0,945$). Fleksiyon zirve tork (Fle_ZT) değerlerine bakıldığında GKA grubunda başlangıca kıyasla tüm zamanlarda bir düşüş gerçekleşmiştir (öncesi= $123,7\pm 16,0$ Nm; 24.saate= $109,2\pm 13,4$ Nm; 48.saate= $113,2\pm 17,8$ Nm; 72.saate= $121,0\pm 26,4$ Nm). Ancak zaman noktaları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamış olmasına rağmen ($p=0,118$), Bonferroni düzeltmesi ile yapılan ikili karşılaştırmalar incelendiğinde GKA grubunun öncesi ve 24. saat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmiştir ($p<0,05$; Şekil 4.3 B). GKA+PT grubu FLE_ZT değerleri öncesi ($122,5\pm 30,8$ Nm), 24. saat ($121,4\pm 18,4$ Nm) ve 48. saatlerde ($121,6\pm 18,5$ Nm) birbirine yakın seyrederken 72. saatte ($128,0\pm 26,6$ Nm) bir miktar yükselmiştir. Ancak zaman noktaları arasında istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmemiştir ($p=0,499$).

Tablo 4.2.'de ekstansiyon yorgunluk indeksi (Eks_Yİ) değerlerine bakıldığında GKA grubunda başlangıca kıyasla arttığı görülmüştür. GKA+PT grubunda ise başlangıca göre 24. saatte artarken 48. saat ve 72. saat değerlerinin düştüğü bulunmuştur. Ancak her iki grupta da zaman noktaları arasında bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Fleksiyon yorgunluk indeksi (Fle_Yİ) değerleri ise GKA grubunda başlangıca ($\%11,78\pm 7,27$) kıyasla 24. saatte ($\%9,54\pm 7,21$) azalırken 48. saat ($\%15,79\pm 10,11$) ve 72. saatlerde ($\%16,64\pm 6,74$)

artmış, ancak bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır ($p=0,836$). GKA+PT grubunda bu değerlerin zaman içerisinde düştüğü saptanmıştır (öncesi: $\%13,62\pm 8,21$; 24. saat: $\%12,15\pm 9,06$; 48. saat: $\%8,45\pm 8,88$; 72. saat: $\%10,52\pm 9,10$). Yapılan varyans analizi sonucunda bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur ($p=0,636$).

Vastus lateralis basınç ağrı eşiği (VL_BAE) değerlerine bakıldığında GKA grubunda tüm zaman noktalarında başlangıca kıyasla düşmüş olup istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (öncesi = $103,97\pm 22,4$ N/cm²; 24. saat = $69,12\pm 14,68$ N/cm²; 48. saat = $63,04\pm 13,07$ N/cm²; 72. saat = $67,41\pm 11,05$ N/cm², $p<0,001$). Benzer şekilde GKA+PT grubunda da anlamlı bir azalma olduğu saptanmıştır (öncesi = $74,60\pm 11,99$ N/cm²; 24. saat = $51,27\pm 8,59$ N/cm²; 48. saat = $49,23\pm 6,98$ N/cm²; 72. saat = $54,09\pm 7,35$ N/cm², $p<0,001$). (Tablo 4.2.). Anlamlı farklılığın hangi zaman noktaları arasında meydana geldiği Bonferroni düzeltmesine göre kontrol edildiğinde her iki grupta da öncesi-24. saat, öncesi-48. saat ve öncesi-72. saatler arasında ortaya çıktığı saptanmıştır (Şekil 4.5 A). Biseps femoris basınç ağrı eşiği (BF_BAE) değerleri de hem GKA grubu hem GKA+PT grubunda zaman içerisinde belirgin şekilde düştüğü saptanmıştır ($p<0,001$). Bu farklılığın her iki grupta da öncesi-24. saat, öncesi-48. saat ve öncesi-72. saatler arasında ortaya çıktığı saptanmıştır (Şekil 4.5 B). GKA grubunda bu değerler öncesinde $99,01\pm 25,21$ N/cm², 24. saatte $68,55\pm 21,05$ kg/cm², 48. saatte $62,12\pm 12,07$ kg/cm² ve 72. saatte $66,67\pm 10,98$ N/cm² ise iken GKA+PT grubunda bu değerlerin öncesinde $74,56\pm 12,21$ N/cm², 24. saatte $55,30\pm 8,03$ N/cm², 48. saatte $53,85\pm 9,35$ kg/cm² ve 72. saatte $59,12\pm 9,89$ N/cm² olduğu görülmüştür (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. Katılımcıların tüm değişkenlerinin gruplara göre zamana bağlı ortalama ve standart sapmaları

| Değişkenler | Grup | Süre | | | |
|-----------------------------|--------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Öncesi (Ort ± Ss) | 24.saat (Ort ± Ss) | 48.saat (Ort ± Ss) | 72.saat (Ort ± Ss) |
| Kas Mimarisi | | | | | |
| VL_KK (mm) | GKA | 29,8±3,6 | 30,4±3,5 | 30,2±3,7 | 29,8±3,9 |
| | GKA+PT | 27,4±3,5 | 28,6±4,0 | 27,8±4,1 | 28,5±3,9 |
| BF_KK (mm) | GKA | 38,1±4,9 | 39,8±5,0 | 38,9±3,8 | 39,5±3,7 |
| | GKA+PT | 34,6±4,0 | 35,1±3,9 | 35,0±3,9 | 36,1±4,3 |
| VL_PA (°) | GKA | 20,11±2,40 | 19,36±2,32 | 21,66±4,00 | 20,54±1,65 |
| | GKA+PT | 20,21±3,26 | 19,86±2,70 | 20,20±3,22 | 20,74±2,94 |
| BF_PA (°) | GKA | 16,28±1,94 | 16,82±3,71 | 16,25±3,69 | 15,76±2,68 |
| | GKA+PT | 15,50±2,02 | 15,62±2,92 | 14,16±2,76 | 14,32±2,0 |
| Egzersiz Performansı | | | | | |
| Eks_ZT (Nm) | GKA | 243,3±46,1 | 205,5±34,3 | 215,8±46,4 | 230,2±50,8 |
| | GKA+PT | 233,7±44,8 | 228,2±55,7 | 228,2±55,7 | 230,2±61,0 |
| Fle_ZT (Nm) | GKA | 123,7±16,0 | 109,2±13,4 | 113,2±17,8 | 121,0±26,4 |
| | GKA+PT | 122,5±30,8 | 121,4±18,4 | 121,6±18,5 | 128,0±26,6 |
| Eks_Yİ (%) | GKA | 6,77±4,40 | 8,13±5,52 | 8,13±7,38 | 7,62±5,77 |
| | GKA+PT | 9,56±7,05 | 11,26±5,24 | 9,31±7,05 | 8,31±5,97 |
| Fle_Yİ (%) | GKA | 11,78±7,27 | 9,54±7,21 | 15,79±10,11 | 16,64±6,74 |
| | GKA+PT | 13,62±8,21 | 12,15±9,06 | 8,45±8,88 | 10,52±9,10 |
| Basınç Ağrı Eşiği | | | | | |
| VL_BAE (N/cm ²) | GKA | 103,97±22,4 | 69,12±14,68 | 63,04±13,07 | 67,41±11,05 |
| | GKA+PT | 74,60±11,99 | 51,27±8,59 | 49,23±6,98 | 54,09±7,35 |
| BF_BAE (N/cm ²) | GKA | 99,01±25,21 | 68,55±21,05 | 62,12±12,07 | 66,67±10,98 |
| | GKA+PT | 74,56±12,21 | 55,30±8,03 | 53,85±9,35 | 59,12±9,89 |

VL_KK: vastus lateralis kas kalınlığı; BF_KK: biceps femoris kas kalınlığı; VL_PA: vastus lateralis pennasyon açısı; BF_PA: biceps femoris pennasyon açısı; EKS_ZT: ekstansiyon zirve tork; FLE_ZT: fleksiyon zirve tork; Eks_Yİ: ekstansiyon yorgunluk indeksi; Fle_Yİ: fleksiyon yorgunluk indeksi; VL_BAE: vastus lateralis basınç ağrı eşiği; BF_BAE: biceps femoris basınç ağrı eşiği; GKA: gecikmiş kas ağrısı; PT: perküsyon terapisi.

Tablo 4.3'te katılımcıların tüm değişkenlerinin karma desenli ANOVA ile incelenmesi (grup, zaman ve grup*zaman etkileşimleri) verilmiştir. Grup faktörünün ana etkisine bakıldığında sadece BF_KK ($F=4,831$; $p=0,041$; $\eta^2=0,212$) değerinin zaman ayırımı yapılmadan gruplar arasında anlamlı olarak farklılaştığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla biceps femoris kas kalınlığı gruplar arasında anlamlı şekilde farklıdır. Diğer tüm değişkenlerde ise gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$). Zaman faktörünün ana etkisine bakıldığında ise EKS_ZT, VL_BAE ve BF_BAE değerlerinde gruplar arasındaki ölçümlerden bağımsız şekilde sadece zamana bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Diğer tüm değişkenlerde ise zaman faktörü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$). Yapılan karma desenli ANOVA sonucu ile Fle_Yİ'nin grup*zaman etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($F=3,041$; $p=0,037$; $\eta^2=0,145$). Bu durum grupların zaman içerisindeki değişiminin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir. Nitekim, GKA+PT grubunda Fle_Yİ azalma ve sabit kalma eğilimindeyken, GKA grubunda ise özellikle 24. saat sonrası artış göstermiştir (Tablo 4.2.). Diğer taraftan diğer incelenen değişkenlerde ise grup*zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$).

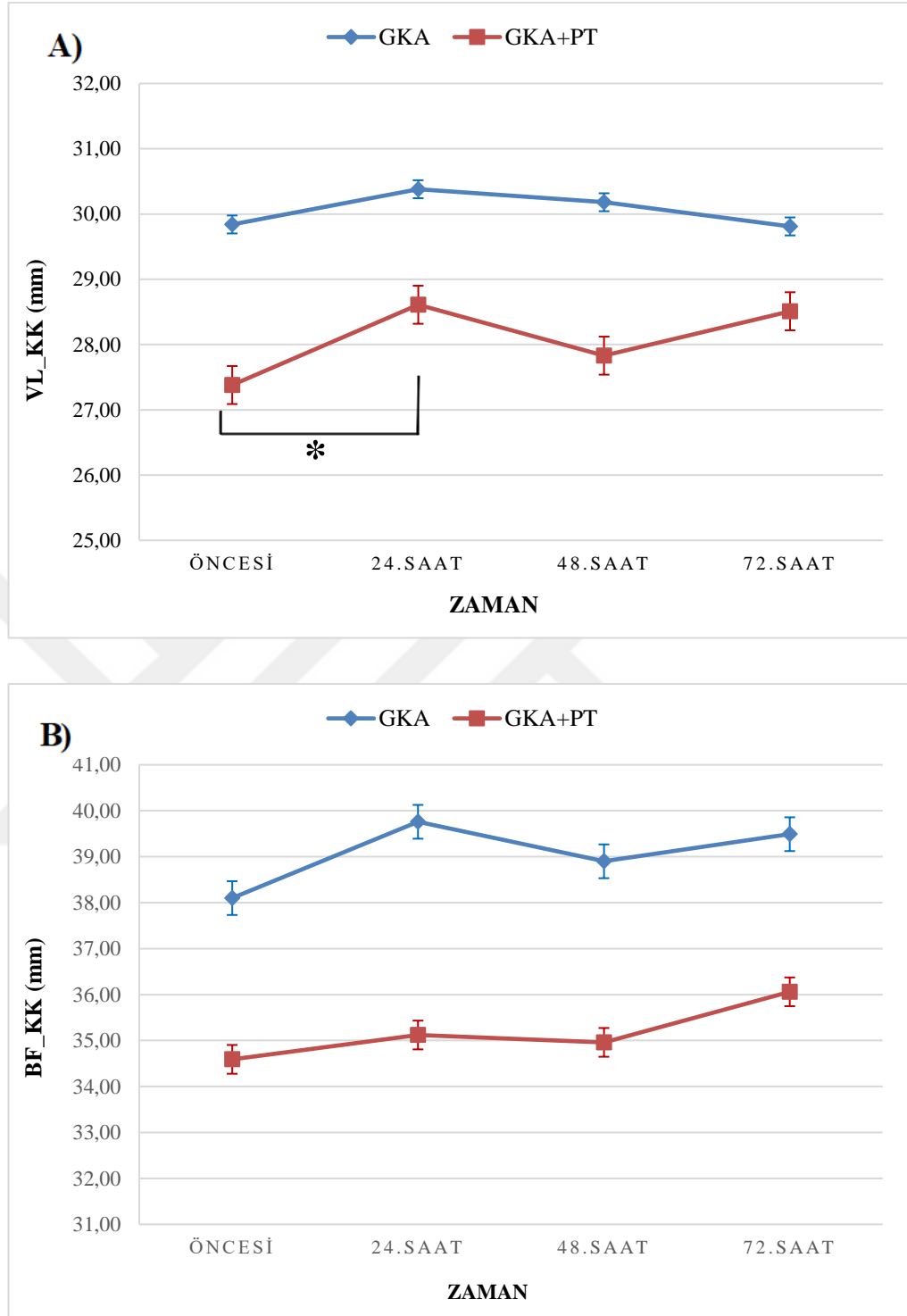
Tablo 4.3. Katılımcıların tüm değişkenlerinin karma desenli ANOVA ile incelenmesi (grup, zaman ve grup*zaman etkileşimleri)

| Değişkenler | Grup | | | Zaman | | | Grup*Zaman | | |
|-----------------------------|-------|--------------|----------|--------|------------------|----------|------------|--------------|----------|
| | F | p | η^2 | F | p | η^2 | F | p | η^2 |
| Kas Mimarisi | | | | | | | | | |
| VL_KK (mm) | 1,435 | 0,247 | 0,074 | 2,350 | 0,083 | 0,115 | 1,268 | 0,295 | 0,066 |
| BF_KK (mm) | 4,831 | 0,041 | 0,212 | 2,723 | 0,053 | 0,131 | 0,537 | 0,659 | 0,029 |
| VL_PA (°) | 0,039 | 0,846 | 0,002 | 1,036 | 0,372 | 0,054 | 0,600 | 0,576 | 0,032 |
| BF_PA (°) | 2,352 | 0,143 | 0,116 | 1,235 | 0,303 | 0,064 | 0,296 | 0,746 | 0,016 |
| Egzersiz Performansı | | | | | | | | | |
| Eks_ZT (Nm) | 0,097 | 0,758 | 0,005 | 4,579 | 0,006 | 0,203 | 2,624 | 0,077 | 0,127 |
| Fle_ZT (Nm) | 0,597 | 0,450 | 0,032 | 2,648 | 0,089 | 0,128 | 1,099 | 0,341 | 0,058 |
| Eks_Yİ (%) | 0,968 | 0,338 | 0,051 | 0,501 | 0,683 | 0,027 | 0,297 | 0,827 | 0,016 |
| Fle_Yİ (%) | 0,683 | 0,419 | 0,037 | 0,592 | 0,623 | 0,032 | 3,041 | 0,037 | 0,145 |
| Basınç Ağrı Eşiği | | | | | | | | | |
| VL_BAE (N/cm ²) | 2,266 | 0,151 | 0,118 | 51,979 | <0,001 | 0,743 | 3,111 | 0,462 | 0,147 |
| BF_BAE (N/cm ²) | 6,885 | 0,805 | 0,004 | 29,238 | 0,002 | 0,619 | 2,595 | 0,857 | 0,126 |

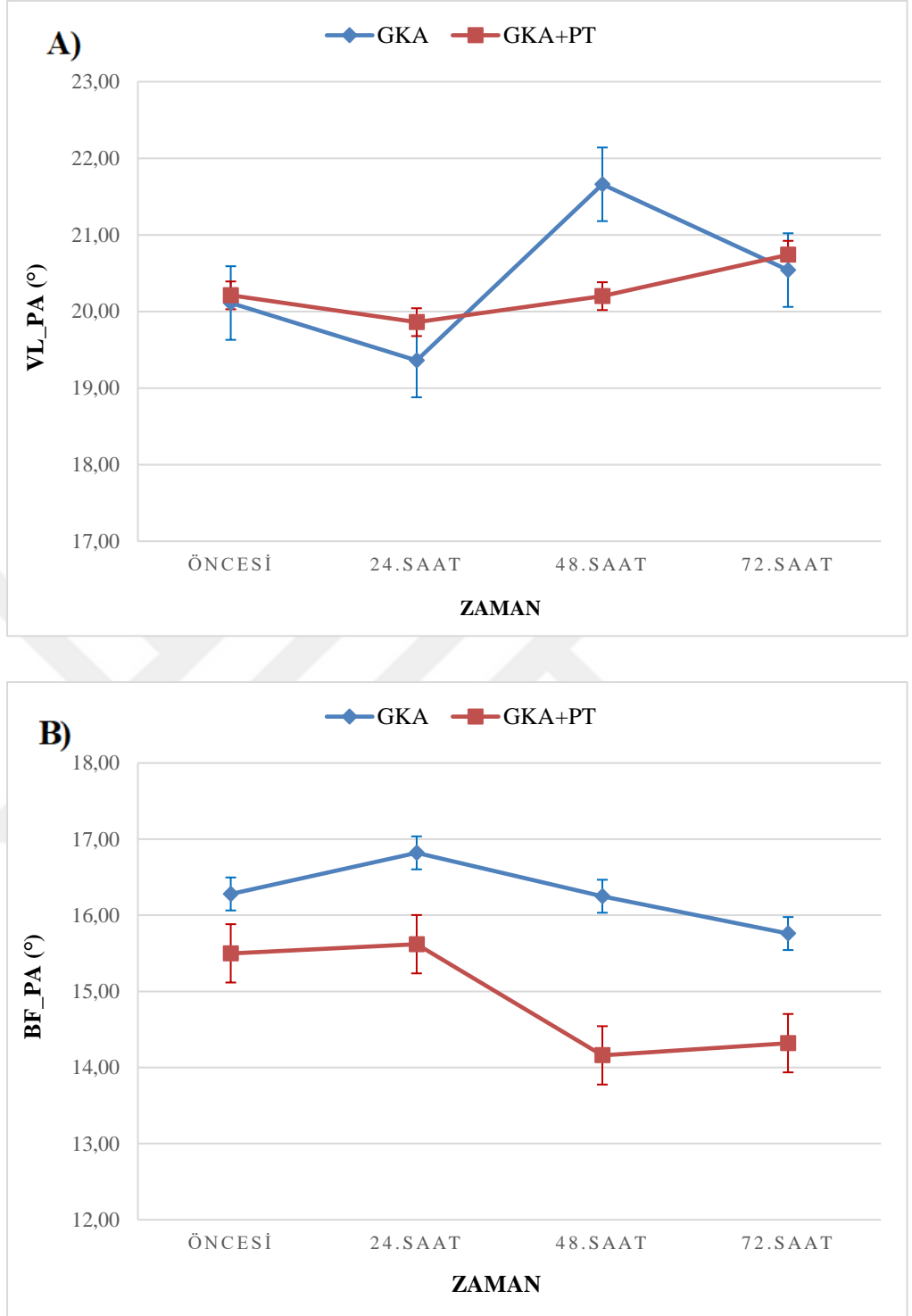
VL_KK: vastus lateralis kas kalınlığı; BF_KK: biceps femoris kas kalınlığı; VL_PA: vastus lateralis pennasyon açısı; BF_PA: biceps femoris pennasyon açısı; EKS_ZT: ekstansiyon zirve tork; FLE_ZT: fleksiyon zirve tork; Eks_Yİ: ekstansiyon yorgunluk indeksi; Fle_Yİ: fleksiyon yorgunluk indeksi; VL_BAE: vastus lateralis basınç ağrı eşiği; BF_BAE: biceps femoris basınç ağrı eşiği; η^2 : kısmi eta kare (etki büyüklüğü).

Karma desenli ANOVA analizi kullanılmıştır.

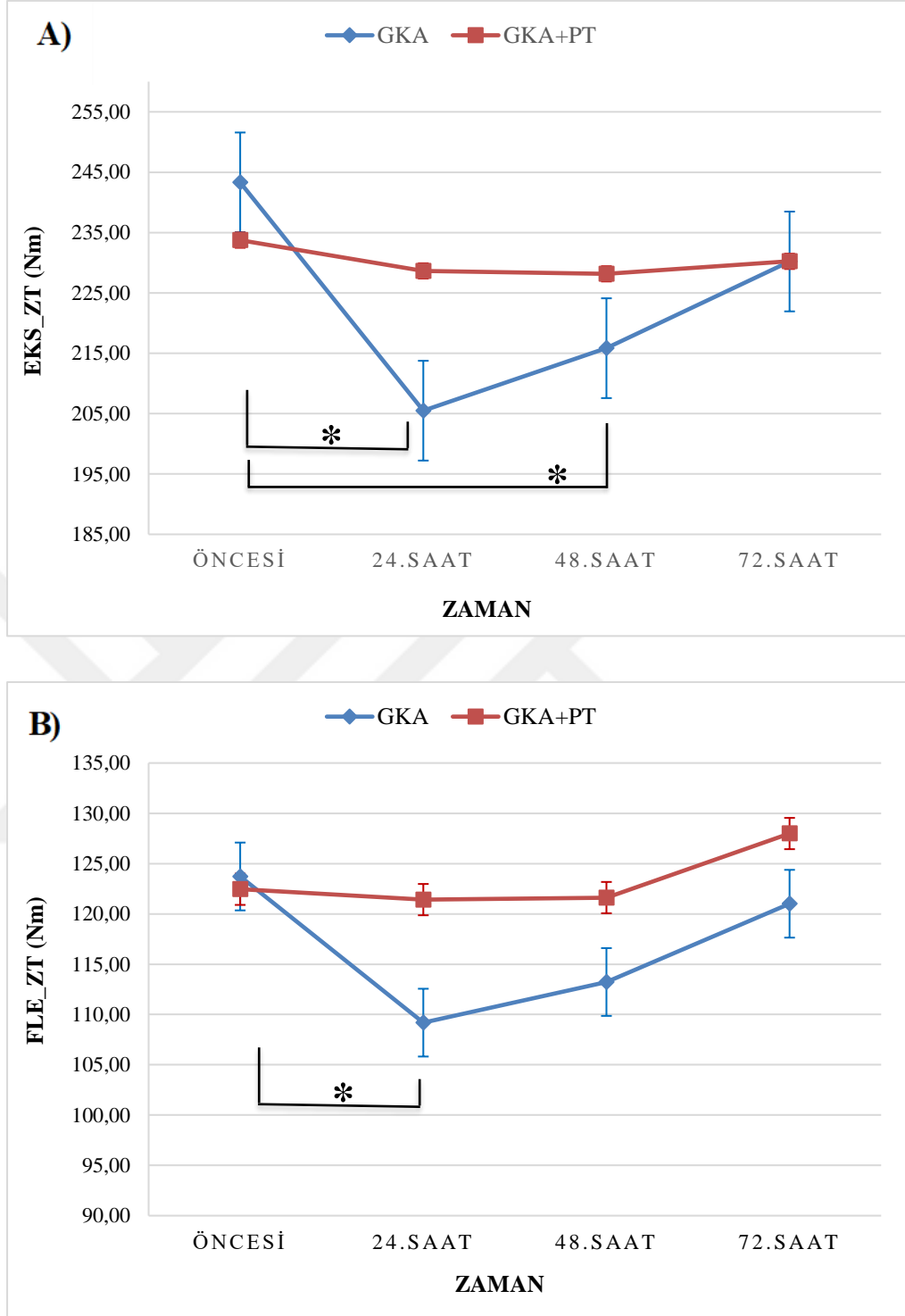
p<0,05



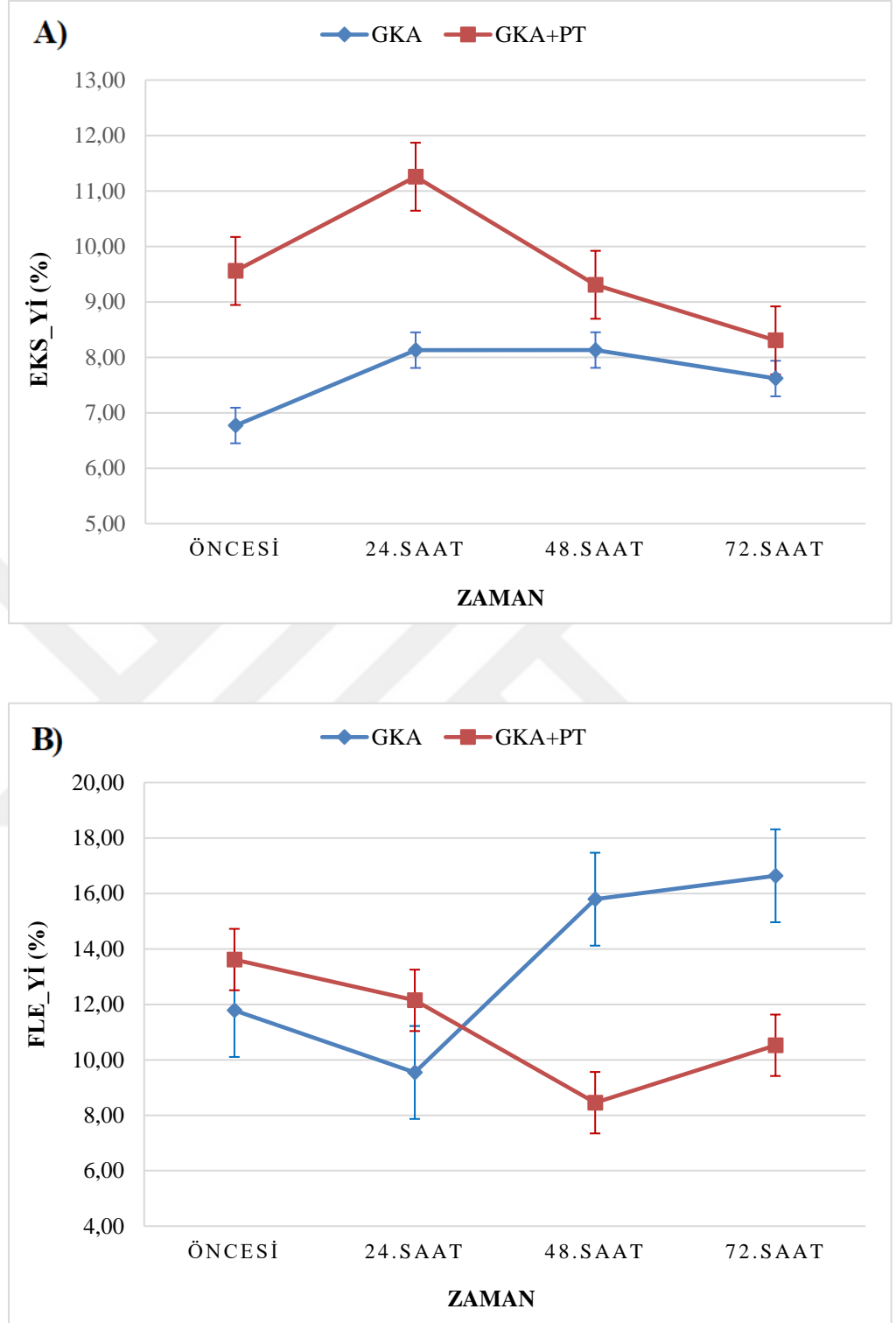
Şekil 4.1. Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin kas kalınlıkları üzerinde zamana bağlı etkisi; A) vastus lateralis kas kalınlığı, B) biceps femoris kas kalınlığı.
* $p < 0,05$



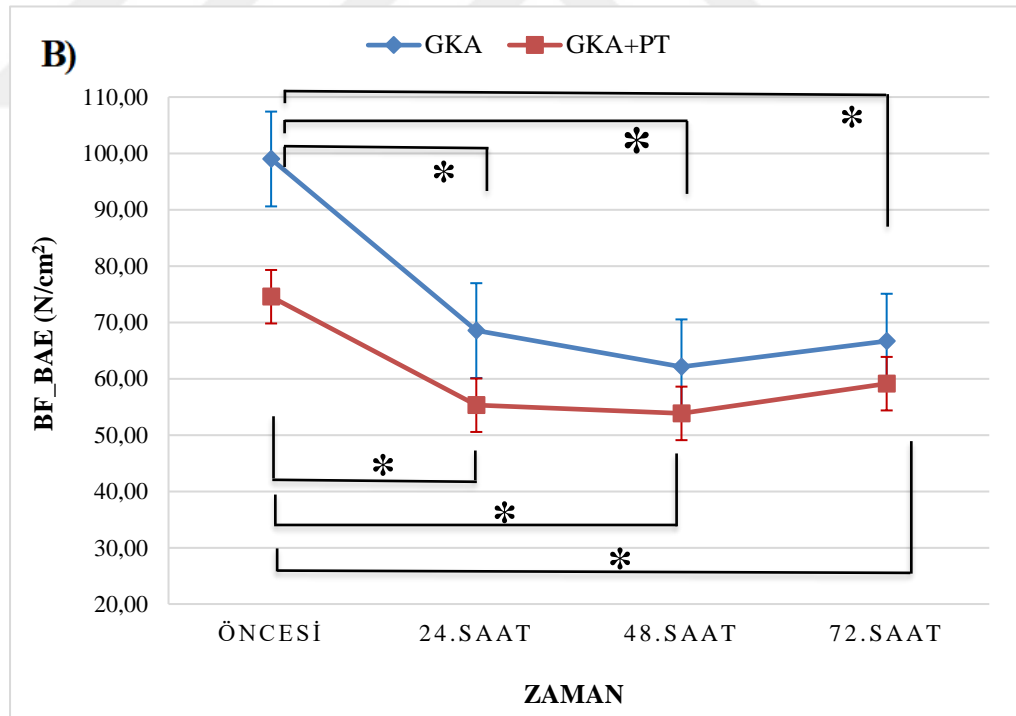
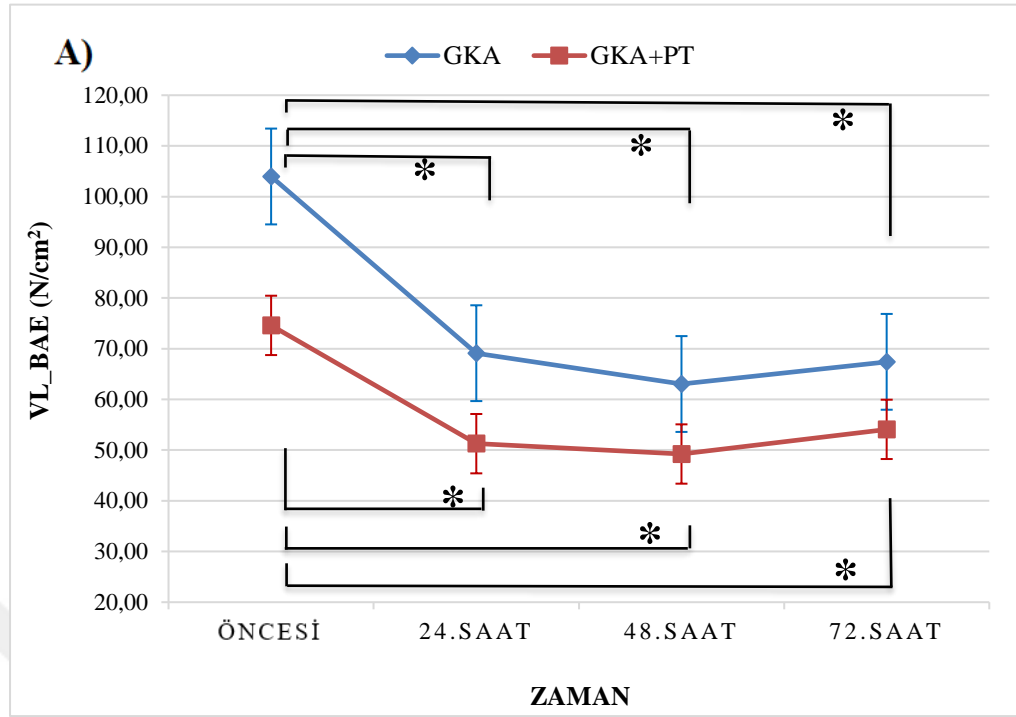
Şekil 4.2. Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin pennasyon açısı üzerinde zamana bağlı etkisi; A) vastus lateralis pennasyon açısı, B) biceps femoris pennasyon açısı. * $p < 0,05$



Şekil 4.3. Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin zirve tork üzerinde zamana bağlı etkisi; A) ekstansiyon zirve tork, B) fleksiyon zirve tork. * $p < 0,05$



Şekil 4.4. Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin yorgunluk indeksi değerleri üzerinde zamana bağlı etkisi; A) ekstansiyon yorgunluk indeksi, B) fleksiyon yorgunluk indeksi. * $p < 0,05$



Şekil 4.5. Gecikmiş kas ağrısı ve perküsyon terapisinin basınç ağrı eşiği üzerinde zamana bağlı etkisi; A) vastus lateralis basınç ağrı eşiği, B) biceps femoris basınç ağrı eşiği. * $p < 0,05$

Katılımcıların tüm değişkenlerinin başlangıca göre değişim yüzdeleri değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında Eks_ZT ve Fle_ZT değerlerinde öncesi-24.saat arası değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (Tablo 4.5). Buna göre Eks_ZT değeri GKA grubunda yaklaşık %15 kadar azalırken GKA+PT grubunda yaklaşık %2 azalmıştır ($p=0,011$). Fle_ZT değişim yüzdelerine bakıldığında ise bu değişim yüzde değeri GKA grubunda yaklaşık %11 iken GKA+PT grubunda yaklaşık %2 olduğu görülmüştür ($p=0,012$).

Diğer tüm değişkenlerin başlangıca göre değişim yüzdeleri gruplar arasında karşılaştırıldığında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$).



Tablo 4.4. Katılımcıların 24. saat, 48. saat ve 72. saat kas mimarisi değerlerinin başlangıca göre değişim yüzdelerinin gruplar arasında karşılaştırılması

| | | GKA | GKA+PT | <i>t/U*</i> | p |
|-------|------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|----------|
| | | Ort± Ss (Alt-üst) | Ort± Ss (Alt-üst) | | |
| VL_KK | Δ_1 | 1,96±4,75 (-2,77 - 14,01) | 4,40±3,43 (-2,43 - 8,68) | -1,320 | 0,203 |
| | Δ_2 | 1,38±7,41 (-10,03 - 11,84) | 1,54±5,64 (-9,05 - 11,87) | -0,055 | 0,957 |
| | Δ_3 | -0,08±5,35 (-7,04 - 6,18) | 4,13±4,09 (-1,12 - 11,81) | -1,973 | 0,064 |
| BF_KK | Δ_1 | 4,68±8,67 (-7,09 - 24,26) | 1,62±3,24 (-3,99 - 7,19) | 36,00* | 0,290 |
| | Δ_2 | 2,51±5,25 (-2,11 - 13,12) | 1,27±6,34 (-5,53 - 13,54) | 0,477 | 0,639 |
| | Δ_3 | 4,33±9,06 (-7,57 - 24,37) | 4,36±6,94 (-4,71 - 16,43) | -0,10 | 0,992 |
| VL_PA | Δ_1 | -2,50±15,97 (-27,65 - 26,06) | 0,27±18,75 (-31,58 - 34,59) | -0,355 | 0,727 |
| | Δ_2 | 10,20±31,12 (-18,75 - 86,67) | 0,91±13,95 (-20,44 - 25,88) | 46,00* | 0,796 |
| | Δ_3 | 3,33±13,43 (-13,68 - 26,80) | 3,37±9,71 (-15,0 - 17,18) | -0,006 | 0,995 |
| BF_PA | Δ_1 | 3,82±22,48 (-24,0 - 51,95) | 1,69±20,28 (-33,33 - 33,09) | 0,222 | 0,827 |
| | Δ_2 | -0,03±20,89 (-29,87 - 36,94) | -7,82±19,94 (-34,51 - 29,93) | 0,854 | 0,405 |
| | Δ_3 | -2,46±17,53 (-25,0 - 31,17) | -6,54±15,96 (-27,91 - 18,38) | 0,545 | 0,593 |

VL_KK: vastus lateralis kas kalınlığı; BF_KK: biceps femoris kas kalınlığı; VL_PA: vastus lateralis pennasyon açısı; BF_PA: biceps femoris pennasyon açısı; Δ_1 : öncesi ile 24.saat arası değişim yüzdesi; Δ_2 : öncesi ile 48.saat arası değişim yüzdesi; Δ_3 : öncesi ile 72.saat arası değişim yüzdesi; **p<0,05**

*Mann Whitney-U test değeri

Tablo 4.5. Katılımcıların 24. saat, 48. saat ve 72. saat egzersiz performansı değerlerinin başlangıca göre değişim yüzdelerinin gruplar arasında karşılaştırılması

| | | GKA | | GKA+PT | | <i>t/U*</i> | p |
|--------|------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------|----------|
| | | Ort± Ss (Alt-üst) | Ort± Ss (Alt-üst) | Ort± Ss (Alt-üst) | Ort± Ss (Alt-üst) | | |
| Eks_ZT | Δ_1 | -15,05±6,95 (-27,61 - -7,05) | -2,34±12,31 (-19,83 - 18,20) | -2,843 | 0,011 | | |
| | Δ_2 | -11,54±7,43 (-23,42 - -2,46) | -2,48±15,21 (-26,43 - 22,58) | -1,693 | 0,108 | | |
| | Δ_3 | -5,46±8,87 (-27,15 - 1,71) | -1,72±17,88 (-18,40 - 34,35) | -,593 | 0,563 | | |
| Fle_ZT | Δ_1 | -11,40±7,45 (-23,41 - 3,99) | 1,55±12,64 (-16,69 - 23,40) | -2,791 | 0,012 | | |
| | Δ_2 | -7,88±14,57 (-21,95 - 19,85) | 1,88±14,23 (-25,15 - 24,49) | -1,514 | 0,147 | | |
| | Δ_3 | -1,30±22,87 (-31,44 - 32,18) | 6,12±15,09 (-16,69 - 26,01) | -0,857 | 0,403 | | |
| Eks_Yİ | Δ_1 | 78,53±184,60 (-105,69 - 408,23) | 73,58±152,00 (-93,64 - 426,74) | 46,00* | 0,762 | | |
| | Δ_2 | 45,67±194,44 (-100,00 - 566,46) | 30,97±153,95 (-80,98 - 426,74) | 50,00* | 1,000 | | |
| | Δ_3 | 13,58±74,42 (-100,00 - 185,44) | 14,69±126,36 (-109,77 - 313,65) | 41,00* | 0,496 | | |
| Fle_Yİ | Δ_1 | 74,79±255,71 (-104,71 - 738,07) | -11,74±50,24 (-67,12 - 90,88) | 40,00* | 1,000 | | |
| | Δ_2 | 117,96±313,13 (-81,91 - 981,19) | -35,05±59,28 (-100,00 - 63,34) | 20,00* | 0,076 | | |
| | Δ_3 | 158,98±321,22 (-43,21 - 961,93) | -25,60±60,71 (-103,36 - 62,10) | 20,00* | 0,076 | | |

EKS_ZT: ekstansiyon zirve tork; FLE_ZT: fleksiyon zirve tork; Δ_1 : öncesi ile 24.saat arası değişim yüzdesi; Δ_2 : öncesi ile 48.saat arası değişim yüzdesi; Δ_3 : öncesi ile 72.saat arası değişim yüzdesi; **p<0,05**

*Mann Whitney-U test değeri

Tablo 4.6. Katılımcıların 24. saat, 48. saat ve 72. saat basınç ağrı eşiği değerlerinin başlangıca göre değişim yüzdelerinin gruplar arasında karşılaştırılması

| | | GKA | GKA+PT | <i>t/U*</i> | p |
|--------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------|----------|
| | | Ort± Ss (Alt-üst) | Ort± Ss (Alt-üst) | | |
| VL_BAE | Δ_1 | -32,62±12,64 (-55,44 - -5,82) | -30,85±8,97 (-43,14 - 19,51) | -0,362 | 0,721 |
| | Δ_2 | -37,74±14,02 (-62,02 - -17,61) | -33,17±10,17 (-46,64 - -11,18) | -0,834 | 0,415 |
| | Δ_3 | -33,20±14,66 (-53,69 - -12,12) | -26,89±7,04 (-45,84 - -22,43) | 39,00* | 0,406 |
| BF_BAE | Δ_1 | -29,75±15,86 (-58,21 - -8,63) | -25,39±6,79 (-36,47 - -16,89) | -0,798 | 0,435 |
| | Δ_2 | -35,15±13,86 (-54,83 - -6,09) | -27,63±7,20 (-34,49 - -10,81) | -1,522 | 0,145 |
| | Δ_3 | -29,24±18,73 (-57,08 - 5,01) | -20,16±11,23 (-30,27 - 10,25) | -1,315 | 0,208 |

VL_BAE: vastus lateralis basınç ağrı eşiği; BF_BAE: biceps femoris basınç ağrı eşiği Δ_1 : öncesi ile 24.saat arası değişim yüzdesi; Δ_2 : öncesi ile 48.saat arası değişim yüzdesi; Δ_3 : öncesi ile 72.saat arası değişim yüzdesi; **p<0,05***Mann Whitney-U test değeri

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, gecikmiş kas ağrısı (GKA) sırasında masaj tabancası uygulamasının (perküsyon terapisi) kas mimarisi, kas kuvveti ile dayanıklılığı ve basınç ağrı eşiği üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, önceki çalışmalarla kıyaslanarak ve mevcut literatüre katkıda bulunacak şekilde ele alınmıştır.

5.1. Kas Kalınlıklarındaki Değişiklikler

Çalışmanın temel hipotezlerinden biri, GKA sırasında kas kalınlığında bir artış olacağı, perküsyon terapisinin de bu artışı önleyeceği şeklindeydi. Ancak çalışmada, vastus lateralis kas kalınlığında sadece GKA+PT grubunda 24. saatte anlamlı bir artış gözlenmiş, GKA grubundaki artış ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kas kalınlığındaki bu artışın en olası nedeni, eksantrik egzersiz sonrası kas dokusunda meydana gelen ödem ve inflamasyon süreci olduğu düşünülmektedir. Eksantrik kasılmalar, kas liflerinde mikro düzeyde hasarlara yol açarak inflamatuvar bir yanıt başlatmakta ve bunun sonucunda kas dokusu içinde sıvı birikimi, yani ödem meydana gelmektedir (24, 88, 92). Bu ödem, inflamasyon sürecinin bir parçası olup GKA sırasında kas lifleri arasında sıvı birikimine yol açarak kas kalınlığında geçici bir artışa neden olmaktadır (29, 219-221).

Matos ve arkadaşları (305) direnç egzersizi sonrasında soğuk suya daldırma uygulamasının dirsek fleksörleri kas kalınlığına etkisini incelemiş ve bu müdahalenin kas kalınlığı artışını önlemede etkili olabileceğini bildirmiştir. Yazarlar bu önleyici etkinin, soğuk suya daldırma uygulamasının kan akışını, dolayısıyla inflamatuvar süreci ve buna bağlı ödemi azaltmasından kaynaklı olduğunu ifade etmiştir. Öte yandan, masaj tabancalarının uygulandığı bölgede kan akışını hızlandığı bilinmektedir (11). Macaulay ve arkadaşları (185), piyasadaki en popüler iki masaj tabancasının uygulandığı bölgedeki kan dolaşımı yanıtını incelemiş ve her iki masaj tabancasının da uygulandığı bölgede kan dolaşımını arttırdığını tespit etmiştir. Perküsyon terapisinin toparlanmayı hızlandığını ileri süren çalışmalarda (7, 12), bu etkinin kan dolaşımındaki artış sayesinde ortaya çıktığı belirtilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada kan dolaşımının artışının, GKA+PT grubunda vastus lateralis kas kalınlığındaki artış ile sonuçlandığını söylemek mümkündür. Bu görüşe paralel

şekilde, Trainer ve arkadaşlarının (183) sağlıklı bireylerde perküsyon terapisinin kas kalınlığına etkisini inceledikleri bir çalışmada, teres minör kasının kalınlığında bir artış görülmüş ve araştırmacılar bu artışın kan dolaşımındaki artıştan kaynaklı olabileceğini ileri sürmüştür.

Chen ve arkadaşlarının (320) 2021 yılında yayınlanan vaka raporu çalışmasında, demir eksikliği anemisi hastalığına sahip bir bireyin bisiklet egzersizi sonrası uzun süre boyunca masaj tabancası uygulaması sonucu, hastada rabdomiyoliz geliştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada ise rabdomiyoliz kadar ciddi bir komplikasyon gelişmemekle beraber, GKA+PT grubunda vastus lateralis kasında gözlemlenen kalınlık artışı, ödemin çözülmesinden ziyade dokuların sıvı tutma kapasitesinin artmış olabileceğini düşündürmektedir. Bu artış, kas liflerinin yapısal olarak toparlanma sürecinde olduğunu ve inflamatuvar yanıtın hala aktif olduğunu gösterebilir. Kas kalınlığının artışı, özellikle kasın geçici olarak daha fazla sıvı tuttuğunu ve dokuların yeniden yapılanma sürecinde olduğunu işaret etmektedir.

Lee ve arkadaşları (321) GKA sırasında bir fiziksel müdahale olarak kinezyo bantlamanın biceps braki kas kalınlığına etkisini incelemiş, bu müdahale yönteminin GKA sırasında artan kas kalınlığının artışını önlediğini bildirmiştir. Casanova ve arkadaşlarının (322) yaptığı bir çalışmada, egzersiz kaynaklı kas hasarının bir sonucu olan GKA semptomlarını hafifletmek için foam rolling adlı fiziksel müdahale yöntemi incelenmiştir. Çalışmada, gastroknemius kası kalınlığı hem deney hem de kontrol grubunda zaman içerisinde anlamlı bir artış göstermiştir. Ancak bu artış, foam rolling uygulanan grupta daha sınırlı kalmış, diğer gruba kıyasla daha az belirgin olmuştur. Bu çalışmada ise vastus lateralis kasının kalınlığında GKA grubunda anlamlı bir artış meydana gelmeden, sadece GKA+PT grubunda anlamlı bir artış gözlenmiştir. Bu açıdan elde edilen sonuç, literatürdeki başka fiziksel müdahale yöntemlerinin GKA sırasındaki etkilerini ortaya koyan bulgularla örtüşmemektedir.

Öte yandan biceps femoris kası incelendiğinde, her iki grupta da kas kalınlığında bir artış görülmekle birlikte, bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır. Bu durum, biceps femoris kasının vastus lateralis kasına kıyasla daha farklı bir inflamatuvar yanıt verdiğini ve daha dirençli bir kas yapısına sahip olabileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla, biceps femoris kasındaki kalınlık

artışının sınırlı kalması, bu kasın yapısal olarak daha az ödem tutmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, hamstring kas grubunun toparlanma sürecinin daha hızlı olabileceği ve bu nedenle inflamasyonun daha çabuk çözüldüğü de düşünülebilir.

Medeiros ve arkadaşları (323) dirsek fleksörlerinde eksantrik egzersiz sonrası GKA yaşayan bireylerde, bir fiziksel müdahale olan foam roller uygulamasının kas kalınlığı üzerindeki etkilerini incelemiş, GKA sırasında kas kalınlığında anlamlı bir artış tespit edememiştir. Bu anlamda biceps femoris kasında elde ettiğimiz sonuçlar literatürdeki bu bulguyla örtüşmektedir.

5.2. Pennasyon Açısındaki Değişiklikler

Bir diğer hipotez olan pennasyon açısının GKA tarafından etkileneceği doğrulanmamış, her iki grupta da vastus lateralis ve biceps femoris kaslarının pennasyon açısında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Hem vastus lateralis hem de biceps femoris kaslarında, 24. saatte hafif bir azalma, 48. ve 72. saatlerde ise kısmen artış meydana gelmiş, ancak bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir.

Literatürde GKA sırasında pennasyon açısının değişimini inceleyen oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yu ve arkadaşları (239) bu çalışmaya benzer şekilde, GKA sırasındaki 24, 48 ve 72. saatlerde gastroknemius kasındaki kas mimarisine dair değişiklikleri incelemiş, kas liflerinin inflamasyon ve ödem sonucu pozisyonlarının değişebileceği ve bu durumun pennasyon açısında artışa neden olduğunu bildirmiştir. İki çalışma arasındaki iki temel farklılık, üzerinde çalışılan kas ve araştırma grubunun antrenman düzeyleridir. Yu ve arkadaşlarının çalışmasında gastroknemius kası değerlendirmeye alınırken katılımcılar antrenmansız bireylerden seçilmiştir. Bizim çalışmamızdaki katılımcıların antrenman düzeylerinin yüksek olmasının, GKA ile beraber pennasyon açısında bir artışın önüne geçmiş olabileceği düşünülmektedir.

Pennasyon açısının sabit seyretmesi, kas liflerinin hasara uğradığı sırada yapısal olarak sabit kalmış olabileceğini veya inflamasyonun kasın lif oryantasyonu üzerindeki etkilerinin minimal olduğunu düşündürülebilir. Literatürde, özellikle 14 hafta gibi uzun süreli direnç antrenmanlarının pennasyon açısında belirgin artışlara yol

açtığı raporlanmışken (324), bu çalışmada uygulanan kısa süreli eksantrik egzersizlerin veya perküsyon terapisinin bu tür yapısal değişiklikler oluşturmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak, pennasyon açısındaki değişimlerin eksantrik egzersiz sonrası kasın toparlanma sürecinde beklenenden daha sınırlı kaldığı söylenebilir. Bu durum, kasın lif oryantasyonundaki değişimlerin ancak daha uzun süreli müdahalelerle meydana gelebileceği ve kısa süreli eksantrik egzersizlerin pennasyon açısı üzerinde her zaman anlamlı bir etkiye sahip olamayabileceğini göstermektedir.

5.3. Zirve Tork Değerlerindeki Değişiklikler

Çalışmada yer alan temel hipotezlerden biri ile GKA sırasında zirve torkun düşeceği, perküsyon terapisinin de bu düşüşü önleyeceği öngörülmüştü. Zirve tork değerleri incelendiğinde, ekstansiyonda GKA grubunda bir azalma meydana gelmiş ve bu azalmanın özellikle 24. ve 48. saatlerde istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Bu bulgu, literatürde sıkça vurgulanan eksantrik egzersiz sonrası kas kuvvetinde belirgin düşüş yaşandığını desteklemektedir (267, 268). Egzersiz sırasında kas dokusunda meydana gelen mikroskopik hasarların, kasın kuvvet üretme kapasitesini geçici olarak düşürdüğü bilinmektedir (39-42). Çalışmada ekstansiyondaki bu azalmanın 24. ve 48. saatlerde daha belirgin olması, GKA sürecinin erken dönemlerinde kasların toparlanmasının yavaş olduğunu ve kuvvet kaybının devam ettiğini göstermektedir. GKA+PT grubunda ise anlamlı bir azalmanın meydana gelmemesi, perküsyon terapisinin GKA kaynaklı kuvvet kaybını önlediğine işaret etmektedir.

Fleksiyon zirve tork değerlerinde 24. saatte sadece GKA grubunda anlamlı bir azalma meydana gelmiştir. Gruplar arasındaki yüzdesel değişimler arasında 24. saatte gözlenen anlamlı fark da bu bulguyu desteklemektedir. Elde edilen bulgular, perküsyon terapisinin kasın erken dönemdeki toparlanma sürecine katkı sağladığını göstermektedir. GKA grubunda zirve tork değerlerinde gözlenen azalmanın, eksantrik egzersizin perküsyon terapisi uygulanmayan kaslarda daha belirgin bir kuvvet kaybına yol açtığını göstermektedir. Bu bulgu, perküsyon terapisinin kas kuvvetini koruma üzerindeki etkilerinin kas gruplarına ve harekete göre değişebileceğini ortaya

koymaktadır. Bu bağlamda, perküsyon terapisinin zirve torktaki koruyucu etkisi dikkat çekicidir. Ayrıca, sadece GKA grubunda görülen fleksiyon zirve torkundaki anlamlı azalma da önemli bir bulgudur. Bu azalmanın, perküsyon terapisinin eksantrik yüklenmeye karşı kas kuvvetini koruyarak toparlanma süreçleri üzerinde güçlü bir etki göstermesinden kaynaklanabileceği öne sürülebilir. Fleksiyon hareketinde gözlenen azalmanın yalnızca 24. saatte anlamlı olması ise, perküsyon terapisinin bu kas grubunda farklı bir mekanizma ile çalıştığını veya fleksiyon kaslarında daha az etkili olduğunu düşündürebilir.

Yılmaz ve arkadaşlarının (325) genç futbolcuların 60°/s açısal hızda diz ekstansiyon ve diz fleksiyon zirve torklarını inceledikleri bir çalışmada, ekstansiyon hareketi için sırasıyla sağ bacak ve sol bacakta 263,92 Nm ve 260,72 Nm, fleksiyon hareketi için ise 146,96 Nm ve 143,96 Nm değerleri elde edilmiştir. Çalışma popülasyonun kıyaslanabilirliği ve uygulanan ölçme yöntemi açısından bizim çalışmamıza katılan bireylerde de benzer zirve tork değerleri elde edilmiştir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma, perküsyon terapisinin diz ekstansör ve fleksör kaslarında GKA sırasında ortaya çıkan zirve tork değerlerindeki düşüşü engellediğini gösteren ilk çalışmadır.

5.4. Yorgunluk İndeksindeki Değişiklikler

Çalışmanın bir başka hipotezi GKA sırasında yorgunluk indeksinin azalacağı, perküsyon terapisinin de bu azalmayı önleyeceği şeklindeydi. Yorgunluk indeksi değerleri incelendiğinde, hem GKA hem de GKA+PT gruplarında zaman içerisinde anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Ekstansiyon hareketinde GKA grubunda yorgunluk indeksi zamanla artış göstermiş, ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır. GKA+PT grubunda ise yorgunluk indeksi başlangıca kıyasla 24. saatte bir miktar artış göstermiş, ancak 48. ve 72. saatlerde düşüş eğiliminde olmuştur. Fleksiyon hareketlerinde de benzer bir durum gözlenmiş, GKA grubunda yorgunluk indeksi başlangıca kıyasla artarken, GKA+PT grubunda 24. saat sonrası bu değerler düşmüştür. Ancak her iki grupta da zaman içerisindeki bu değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir.

Diz fleksiyonu için yorgunluk indeksi değerleri incelendiğinde grup*zaman etkileşimi görülmüş, dolayısıyla grupların zaman içerisindeki değişimlerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı tespit edilmiştir. GKA+PT grubunda Fle_Yİ azalma ve sabit kalma eğilimindeyken, GKA grubunda ise özellikle 24. saat sonrası artış göstermiştir. Grup ve zaman faktörünün birlikte değerlendirildiği bu analiz ile, fleksiyon hareketi için perküsyon terapisinin yorgunluk indeksini iyileştirmede etkili olabileceğini söylemek mümkündür.

Bu bulgular, GKA'ya bağlı kas yorgunluğunun zamanla arttığını ve kasların bu süreçte toparlanmakta zorlandığını göstermektedir. Fleksiyon hareketi için GKA+PT grubunda yorgunluk indeksinin 24. saatten sonra düşüş eğiliminde olması, perküsyon terapisinin kasların toparlanma sürecine katkı sağladığını ve kas yorgunluğunu hafifletmiş olabileceğini göstermektedir. Fleksiyon hareketinde GKA+PT grubunda bir iyileşme görülmüş, ancak sadece zaman faktörü değerlendirmeye alındığında bu iyileşme istatistiksel olarak anlamlı olmadığından, perküsyon terapisinin kas yorgunluğu üzerindeki etkilerini daha kesin bir şekilde değerlendirmek için daha geniş çaplı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Huang ve arkadaşları (326) GKA sırasında resveratrol isimli bir besin takviyesinin yorgunluk indeksi gibi bazı toparlanma belirteçleri üzerindeki etkisini incelemiş, bu besin takviyesinin GKA sırasında artan yorgunluk indeksinin artmasını önlediğini bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, bir toparlanma yöntemi olarak perküsyon terapisinin de GKA sırasında artan yorgunluk indeksinin artmasını önleyebileceğini göstermektedir.

5.5. Basınç Ağrı Eşiği Değerlerindeki Değişiklikler

Çalışmanın temel hipotezlerinden biri de perküsyon terapisinin GKA sırasında artan basınç ağrı eşiğinin (BAE) artmasını önleyecekti. Basınç ağrı eşiği bulguları incelendiğinde, hem ekstansiyon hem de fleksiyon hareketi için her iki grupta da anlamlı bir iyileşme gözlenmemiştir. Özellikle GKA+PT grubunda basınç ağrı eşiği bakımından anlamlı bir fark olmaması, perküsyon terapisinin GKA sürecinde ağrı algısını doğrudan etkileyebileceğini göstermektedir. Literatürde perküsyon terapisinin ağrı algısını hafifletmede etkili olabileceği öne sürülse de (186), bu etkinin

katılımcıların ağrı toleransı veya kas grubu gibi bireysel farklılıklara bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bu bulgu, GKA sırasında perküsyon terapisinin kasın kuvvet üretme yeteneğine katkıda bulunmasına rağmen, ağrı algısı üzerindeki etkisinin sınırlı olabileceğini göstermektedir.

Pearcey ve arkadaşları (55), bir fiziksel müdahale yöntemi olan foam rollingin GKA sırasında azalan kuadriseps BAE üzerindeki etkisini incelemiş, bu müdahale yönteminin GKA sırasında azalan BAE'nin azalmasını önlediğini bildirmiştir. Hung ve arkadaşları (57) ise başka bir fiziksel müdahale yöntemi olan kinezyo bantlamanın, GKA sırasında azalan BAE'nin azalmasını önlemediğini bildirmiştir. Dolayısıyla farklı müdahale yöntemlerinin GKA sırasında azalan BAE üzerinde birbirinden farklı etkileri olabileceğini söylemek mümkündür.

Franklin ve arkadaşlarının (327) 24 üniversite öğrencisi kadın ile kuadriseps femoris ve hamstring kas gruplarının eksantrik egzersiz kaynaklı GKA yanıtını karşılaştırdıkları bir çalışmada hamstring kas grubunun daha fazla GKA yanıtı oluşturduğu raporlanmıştır. Bu çalışmada ise iki kas grubunun oluşturduğu ağrı yanıtı hemen hemen aynıdır. İki çalışma arasındaki bu farkın, katılımcılar arasındaki cinsiyet ve antrenmanlılık düzeyleri farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülebilir.

5.6. Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın en büyük sınırlılıklarından biri, örneklem büyüklüğünün sınırlı olmasıdır. 10 erkek katılımcı ile gerçekleştirilen bu çalışma, küçük bir örneklem boyutuna sahip olduğu için sonuçların genellenebilirliği sınırlıdır. Daha geniş bir katılımcı grubu ve farklı cinsiyetler ile yapılacak çalışmalar, perküsyon terapisinin etkilerini daha güçlü bir şekilde değerlendirme olanağı sunabilir. Ayrıca, çalışma serbest yaşam koşullarında gerçekleştirildiği için katılımcıların diyetlerinin takibi yapılamamıştır. Bu durum, bireylerin farklı beslenme alışkanlıklarının sonuçlar üzerindeki potansiyel etkilerinin kontrol edilememesi ve beslenme düzenlerinin standartlaştırılamaması nedeniyle çalışmanın sınırlılıkları arasında değerlendirilmektedir.

İkinci olarak, bu çalışmada kullanılan zaman aralığı (72 saat), kas mimarisi ve toparlanma süreçlerinin daha uzun vadeli etkilerini değerlendirmek için yeterli

olmayabilir. Kas dokusunun yeniden yapılanma süreci ve kas fonksiyonlarındaki değişimler daha uzun sürelerde ortaya çıkabileceğinden, 1 hafta gibi daha uzun süreli takipler içeren çalışmalar yapılmalıdır.

Üçüncü bir sınırlılık, kreatin kinaz gibi biyokimyasal parametrelerin incelenememiş olmasıdır. Kas hasarını ve toparlanma sürecini daha iyi anlamak adına biyokimyasal göstergeler, perküsyon terapisinin GKA sırasındaki etkilerini daha net ortaya koyabilir. Ayrıca, sadece iki kasın (vastus lateralis ve biceps femoris) incelenmiş olması, sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Farklı kas gruplarının perküsyon terapisine verebileceği yanıtlar da araştırılmalıdır.

Son olarak, çalışmada yorgunluk indeksi ve zirve tork değerlerinin aynı setten elde edilmesi, bu iki parametre arasındaki olası ilişkiden dolayı bağımsız değerlendirme imkanını sınırlamaktadır. Ayrıca, bu parametrelerin yalnızca tek bir açısal hızda ölçülmesi, kas performansının farklı açısal hızlardaki değişimlerini tam olarak yansıtmayabilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Bu çalışma ile, ekzantrik egzersiz kaynaklı GKA sırasında kas mimarisi, kas kuvveti ve basınç ağrı eşiği üzerindeki değişiklikler ve perküsyon terapisinin bu parametreler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bulgular, perküsyon terapisinin özellikle vastus lateralis kas kalınlığı üzerinde anlamlı bir artışa yol açtığını, biceps femoris kasındaki artışın ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Pennasyon açıları ise her iki grupta da zaman içinde anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Zirve tork değerlerine bakıldığında, GKA+PT grubunda hem fleksiyon hem de ekstansiyon hareketinde zaman içerisinde anlamlı bir azalma meydana gelmemiştir. Buna karşın ekstansiyon hareketinde GKA grubunda 24 ve 48. saatlerde anlamlı bir azalma meydana gelmiş, fleksiyon zirve tork değerinde ise 24. saatte anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Ekstansiyon ve fleksiyon zirve tork değerlerinde, gruplar arasında 24. saatteki yüzdesel değişimler arasında anlamlı fark gözlenmiştir. Dolayısıyla masaj tabancası GKA ile azalan zirve tork değerlerinin azalmasını önlemiştir. Yorgunluk indeksi açısından, her iki grupta da belirgin bir fark bulunmamakla birlikte, GKA+PT grubunda yorgunluğun azalmasına yönelik eğilim dikkat çekicidir. Fleksiyon hareketinde grup*zaman etkileşiminin tespit edilmesi, perküsyon terapisinin GKA sırasında artan yorgunluk indeksinin daha fazla artmasını önleyebileceğini düşündürmektedir. Basınç ağrı eşiği sonuçlarına bakıldığında ise perküsyon terapisinin bu parametre üzerinde anlamlı bir iyileşme sağlamadığı gözlemlenmiştir.

Bu sonuçlar, perküsyon terapisinin sporcularda veya yüksek şiddetli egzersiz yapan bireylerde GKA'nın olumsuz etkilerini hafifletmek için kullanılacak etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Özellikle kasın kuvvet üretim kapasitesinin korunması ve toparlanma sürecinin hızlandırılması açısından bu terapi yöntemi faydalı olabilir. Ancak, BAE üzerindeki etkisinin sınırlı olması, terapinin etkilerinin daha geniş bir popülasyonda ve daha uzun süreler boyunca incelenmesi gerektiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, perküsyon terapisinin kasların toparlanma sürecine olumlu katkılarda bulunabileceğini, ancak tüm kas gruplarında ve tüm performans parametrelerinde aynı derecede etkili olmadığını göstermektedir. Özellikle

vastus lateralis kasında görülen kalınlık artışı, bu kasın inflamatuvar süreçlere daha fazla yanıt verdiğini düşündürmektedir. Bununla beraber basınç ağrı eşiği bulguları, bu terapinin ağrı yönetimi ve kas dayanıklılığı üzerindeki etkilerinin daha sınırlı olabileceğini ortaya koymaktadır.

Dolayısıyla bu çalışma, perküsyon terapisinin GKA sırasında kas fonksiyonu üzerinde anlamlı etkileri olduğunu göstermiştir. Özellikle zirve tork değerlerindeki düşüşün önlenmesi, perküsyon terapisinin kasın toparlanma sürecini hızlandırabileceğini ve kas fonksiyonunu koruyabileceğini göstermektedir. Ancak, kas mimarisi, yorgunluk indeksi ve basınç ağrı eşiği ve değerlerindeki sınırlı etkiler, terapinin tüm kas grupları ve kas fonksiyonu parametreleri üzerinde aynı etkiye sahip olmayabileceğini göstermektedir.

6.2. Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler

Gelecek araştırmalarda, farklı cinsiyetlerin de dahil edildiği daha geniş örneklem grupları ile perküsyon terapisinin etkinliği araştırılmalı ve farklı kas grupları üzerindeki etkileri karşılaştırılmalıdır. Bununla beraber, biyokimyasal parametrelerin (kreatin kinaz, laktat dehidrojenaz, bazı inflamatuvar belirteçler gibi) dahil edildiği çalışmalar, perküsyon terapisinin kas dokusu üzerindeki fizyolojik etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyma potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca, uzun vadeli takip çalışmalarıyla perküsyon terapisinin kas mimarisi, kuvvet bileşenleri ve basınç ağrı eşiği üzerindeki etkilerinin daha uzun sürelerde nasıl değiştiği incelenmelidir.

Gelecek araştırmalarda, yorgunluk indeksi ve zirve torkun farklı veri setlerinden hesaplanması ve farklı açısal hızlarda değerlendirilmesi, sonuçların geçerliliğini artırarak bulguların daha geniş bir perspektiften yorumlanmasını sağlayacaktır.

Son olarak, farklı şiddet, frekans ve sürelerde perküsyon terapisinin uygulanması ile kas dokusundaki iyileşme süreçlerine olan etkilerin karşılaştırılması, terapinin optimal kullanım koşullarını belirlemek için faydalı olabilir. Aynı zamanda, perküsyon terapisi ile diğer toparlanma yöntemlerinin (soğuk uygulamaları, kompresyon giysileri gibi) birlikte kullanımıyla ilgili karşılaştırmalı çalışmaların da literatüre katkı sağlaması mümkündür.

7. KAYNAKLAR

1. Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports medicine*. 2006;36:781-96.
2. Kellmann M, Bertollo M, Bosquet L, Brink M, Coutts AJ, Duffield R, et al. Recovery and performance in sport: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*. 2018;13(2):240-5.
3. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review: brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2008;22(3):1015-24.
4. Croitoru IA, Cojocaru M, Burileanu HA. Recovery process after physical exercise-means of recovery. *Journal of Sport & Kinetic Movement*. 2022;2(40).
5. Kujala R, Davis C, Young L, editors. The effect of handheld percussion treatment on vertical jump height. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*; 2019.
6. Sams L, Langdown BL, Simons J, Vseteckova J. The effect of percussive therapy on musculoskeletal performance and experiences of pain: a systematic literature review. *international Journal of sports physical therapy*. 2023;18(2):309.
7. Leabeater AJ, Clarke AC, James L, Huynh M, Driller M. Under the Gun: Percussive Massage Therapy and Physical and Perceptual Recovery in Active Adults. *Journal of athletic training*. 2024;59(3):310-6.
8. Tim Roberts KS, Michelle Darian. The Science Behind Theragun's Percussive Therapy – Proven To Improve Recovery, Increase Circulation + More: Therabody; 2023 [Available from: <https://www.therabody.com/blog/science/the-science-behind-theragunand%238217%3Bs-percussive-therapy-and%238211%3B-proven-to-improve-recovery%2C-increase-circulation-%2B-more/>].
9. Konrad A, Glashüttner C, Reiner MM, Bernsteiner D, Tilp M. The acute effects of a percussive massage treatment with a hypervolt device on plantar flexor muscles' range of motion and performance. *Journal of sports science & medicine*. 2020;19(4):690.
10. García-Sillero M, Benítez-Porres J, García-Romero J, Bonilla DA, Petro JL, Vargas-Molina S. Comparison of Interventional Strategies to Improve Recovery after Eccentric Exercise-Induced Muscle Fatigue. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2):647-58.
11. Ferreira RM, Silva R, Vigário P, Martins PN, Casanova F, Fernandes RJ, et al. The effects of massage guns on performance and recovery: a systematic review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2023;8(3):138.
12. Arrillaga B, Konrad A, García I. Pressure, Vibration, and Percussion in Athletic Recovery: With Great Power Comes Great Responsibility. *Current Sports Medicine Reports*. 2024;23(7):258-61.
13. Alvarado F, Valenzuela KA, Finn A, Avila EL, Crussemeyer JA, Nakajima M. The Biomechanical Effects of Percussive Therapy Treatment on Jump Performance. *Int J Exerc Sci*. 2022;15(1):994-1006.

14. Skinner B, Dunn L, Moss R. The acute effects of theragun™ percussive therapy on viscoelastic tissue dynamics and hamstring group range of motion. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2023;22(3):496.
15. Stauber V. Eccentric action of muscles: Physiology, injury, and adaptation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 1989:157-85.
16. Kellermann M, Heiss R, Swoboda B, Gelse K, Freiwald J, Grim C, et al. Intramuscular perfusion response in delayed onset muscle soreness (DOMS): A quantitative analysis with contrast-enhanced ultrasound (CEUS). *International journal of sports medicine*. 2017;38(11):833-41.
17. Clarkson PM, Sayers SP. Etiology of exercise-induced muscle damage. *Can J Appl Physiol*. 1999;24(3):234-48.
18. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of physiology*. 2001;537(2):333-45.
19. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2002;81(11):S52-S69.
20. Proske U, Allen TJ. Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exercise and sport sciences reviews*. 2005;33(2):98-104.
21. Cleak M, Eston R. Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *British journal of sports medicine*. 1992;26(4):267.
22. Gulick DT, Kimura IF, Sitler M, Paolone A, Kelly IV JD. Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Journal of athletic training*. 1996;31(2):145.
23. Gulick DT, Kimura IF. Delayed onset muscle soreness: what is it and how do we treat it? *Journal of Sport Rehabilitation*. 1996;5(3):234-43.
24. Smith LL. Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1991;23(5):542-51.
25. MacIntyre DL, Reid WD, McKenzie DC. Delayed muscle soreness: the inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports medicine*. 1995;20:24-40.
26. Fatouros IG, Jamurtas AZ. Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: opportunities for optimizing performance. *Journal of inflammation research*. 2016:175-86.
27. Damas F, Phillips SM, Lixandrão ME, Vechin FC, Libardi CA, Roschel H, et al. Early resistance training-induced increases in muscle cross-sectional area are concomitant with edema-induced muscle swelling. *European journal of applied physiology*. 2016;116:49-56.
28. Yoshida R, Nakamura M, Ikegami R. The Effect of Single Bout Treatment of Heat or Cold Intervention on Delayed Onset Muscle Soreness Induced by Eccentric Contraction. *Healthcare (Basel)*. 2022;10(12):2556-70.

29. Nosaka K, Clarkson PM. Changes in indicators of inflammation after eccentric exercise of the elbow flexors. *Medicine and science in sports and exercise*. 1996;28(8):953-61.
30. Csapo R, Alegre LM, Baron R. Time kinetics of acute changes in muscle architecture in response to resistance exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2011;14(3):270-4.
31. Blazeovich AJ, Sharp NC. Understanding muscle architectural adaptation: macro-and micro-level research. *Cells Tissues Organs*. 2006;181(1):1-10.
32. Gans C. Fiber architecture and muscle function. *Exercise and sport sciences reviews*. 1982;10(1):160-207.
33. Gans C, Gaunt AS. Muscle architecture in relation to function. *J Biomech*. 1991;24 Suppl 1:53-65.
34. Lieber RL. *Skeletal muscle structure and function: implications for rehabilitation and sports medicine*: Williams & Wilkins; 1992.
35. Blazeovich AJ, Cannavan D, Coleman DR, Horne S. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *Journal of applied physiology*. 2007.
36. Lieber RL, Fridén J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 2000;23(11):1647-66.
37. Clarkson PM, Nosaka K, Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Med Sci Sports Exerc*. 1992;24(5):512-20.
38. Warren GL, Lowe DA, Armstrong RB. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports medicine*. 1999;27:43-59.
39. Mair J, Mayr M, Mullet E, Koller A, Haid C, Artner-Dworzak E, et al. Rapid adaptation to eccentric exercise-induced muscle damage. *International journal of sports medicine*. 1995;16(06):352-6.
40. Peake J, Nosaka KK, Suzuki K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. 2005.
41. Owens DJ, Twist C, Cobley JN, Howatson G, Close GL. Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? *European journal of sport science*. 2019;19(1):71-85.
42. Markus I, Constantini K, Hoffman J, Bartolomei S, Gepner Y. Exercise-induced muscle damage: Mechanism, assessment and nutritional factors to accelerate recovery. *European journal of applied physiology*. 2021;121:969-92.
43. Pincivero D, Lephart S, Karunakara R. Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. *International journal of sports medicine*. 1997;18(02):113-7.
44. Twist C, Eston R. The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *European journal of applied physiology*. 2005;94:652-8.

45. Baltzopoulos V, Eston R, Maclaren D. A comparison of power outputs on the Wingate test and on a test using an isokinetic device. *Ergonomics*. 1988;31(11):1693-9.
46. Kannus P. Isokinetic evaluation of muscular performance. *International journal of sports medicine*. 1994;15(S 1):S11-S8.
47. van Tittelboom V, Alemdaroglu-Gürbüz I, Hanssen B, Heyrman L, Feys H, Desloovere K, et al. Reliability of Isokinetic Strength Assessments of Knee and Hip Using the Biodex System 4 Dynamometer and Associations With Functional Strength in Healthy Children. *Front Sports Act Living*. 2022;4:817216.
48. Anderson MA, Gieck JH, Perrin D, Weltman A, Rutt R, Denegar C. The relationships among isometric, isotonic, and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstring force and three components of athletic performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1991;14(3):114-20.
49. Undheim MB, Cosgrave C, King E, Strike S, Marshall B, Falvey É, et al. Isokinetic muscle strength and readiness to return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: is there an association? A systematic review and a protocol recommendation. *British journal of sports medicine*. 2015;49(20):1305-10.
50. Thorstensson A, Karlsson J. Fatiguability and fibre composition of human skeletal muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1976;98(3):318-22.
51. Lindström L, Kadefors R, Petersén I. An electromyographic index for localized muscle fatigue. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1977;43(4):750-4.
52. Kiryu T, Morishiata, M., Yamada, H., Okada, M. A muscular fatigue index based on the relationships between superimposed M wave and preceding background activity. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 1998;45:1194-204.
53. Byrnes WC, Clarkson PM. Delayed onset muscle soreness and training. *Clinics in sports medicine*. 1986;5(3):605-14.
54. McKune A, Semple S, Futre E. Acute exercise-induced muscle injury. *Biology of sport*. 2012;29(1):3-10.
55. 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.
56. Fleckenstein J, Simon P, König M, Vogt L, Banzer W. The pain threshold of high-threshold mechanosensitive receptors subsequent to maximal eccentric exercise is a potential marker in the prediction of DOMS associated impairment. *PLoS One*. 2017;12(10):e0185463.
57. Hung BL, Sun CY, Chang NJ, Chang WD. Effects of Different Kinesio-Taping Applications for Delayed Onset Muscle Soreness after High-Intensity Interval Training Exercise: A Randomized Controlled Trial. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2021;2021:6676967.
58. Friden J, Sjöström M, Ekblom B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *International journal of sports medicine*. 1983;4(03):170-6.

59. Cleak M, Eston R. Delayed onset muscle soreness: mechanisms and management. *Journal of sports sciences*. 1992;10(4):325-41.
60. Friden J, Sjöström M, Ekblom B. A morphological study of delayed muscle soreness. *Experientia*. 1981;37:506-7.
61. Connolly DA, Sayers SE, McHugh MP. Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2003;17(1):197-208.
62. Lewis PB, Ruby D, Bush-Joseph CA. Muscle soreness and delayed-onset muscle soreness. *Clinics in sports medicine*. 2012;31(2):255-62.
63. Croisier J-L, Camus G, Forthomme B, Maquet D, Vanderthommen M, Crielaard J-M. Delayed onset muscle soreness induced by eccentric isokinetic exercise. *Isokinetics and exercise science*. 2003;11(1):21-9.
64. Newham D, McPhail G, Mills K, Edwards R. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. *Journal of the neurological sciences*. 1983;61(1):109-22.
65. Jones D, Newham D, Round J, Tolfree S. Experimental human muscle damage: morphological changes in relation to other indices of damage. *The Journal of physiology*. 1986;375(1):435-48.
66. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Eccentric exercise: physiological characteristics and acute responses. *Sports Medicine*. 2017;47:663-75.
67. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed Onset Muscle Soreness Treatment Strategies and Performance Factors. *Sports Medicine*. 2003;33(2):145-64.
68. Cazorla I G, Petibois I C, Bosquet L, Léger L. Lactate et exercice: mythes et réalités. *Staps*. 2001(1):63-76.
69. Schwane JA, Watrous BG, Johnson SR, Armstrong RB. Is lactic acid related to delayed-onset muscle soreness? *The Physician and sportsmedicine*. 1983;11(3):124-31.
70. De Vries HA. Electromyographic observations of the effects of static stretching upon muscular distress. *Research Quarterly American Association for Health, Physical Education and Recreation*. 1961;32(4):468-79.
71. De Vries HA. Quantitative electromyographic investigation of the spasm theory of muscle pain. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 1966;45(3):119-34.
72. Coudreuse JM, Dupont P, Nicol C. Delayed post effort muscle soreness. *Ann Readapt Med Phys*. 2004;47(6):290-8.
73. Abraham WM. Factors in delayed muscle soreness. *Medicine and science in sports*. 1977;9(1):11-20.
74. Bobbert MF, Hollander AP, Huijting PA. Factors in delayed onset muscular soreness of man. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1986;18(1):75-81.

75. Stožer A, Vodopivec P, Bombek LK. Pathophysiology of exercise-induced muscle damage and its structural, functional, metabolic, and clinical consequences. *Physiological research*. 2020;69(4):565-98.
76. Sydney-Smith DM, Quigley DB. Delayed onset muscle soreness: evidence of connective tissue damage, lipid peroxidation and altered renal function after exercise: Australian Sports Commission; 1992.
77. Krane SM, Muñoz AJ, Harris ED. Urinary polypeptides related to collagen synthesis. *The Journal of Clinical Investigation*. 1970;49(4):716-29.
78. Hough T. Ergographic studies in muscular soreness. *American physical education review*. 1902;7(1):1-17.
79. Armstrong R. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and science in sports and exercise*. 1984;16(6):529-38.
80. Newham D. The consequences of eccentric contractions and their relationship to delayed onset muscle pain. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1988;57:353-9.
81. Friden J, Lieber RL. Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1992;24(5):521-30.
82. Hotfiel T, Freiwald J, Hoppe MW, Lutter C, Forst R, Grim C, et al. Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and diagnostics. *Sportverletzung· Sportschaden*. 2018;32(04):243-50.
83. Ulbricht A, Gehlert S, Leciejewski B, Schiffer T, Bloch W, Höhfeld J. Induction and adaptation of chaperone-assisted selective autophagy CASA in response to resistance exercise in human skeletal muscle. *Autophagy*. 2015;11(3):538-46.
84. Armstrong R, Ogilvie R, Schwane J. Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*. 1983;54(1):80-93.
85. Newham D, Jones D, Edwards R. Large delayed plasma creatine kinase changes after stepping exercise. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 1983;6(5):380-5.
86. Evans W, Meredith C, Cannon JG, Dinarello C, Frontera W, Hughes V, et al. Metabolic changes following eccentric exercise in trained and untrained men. *Journal of Applied Physiology*. 1986;61(5):1864-8.
87. Newham D, Jones D, Edwards R. Plasma creatine kinase changes after eccentric and concentric contractions. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 1986;9(1):59-63.
88. Peake JM, Neubauer O, Della Gatta PA, Nosaka K. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of applied physiology*. 2017.
89. Suzuki K, Tominaga T, Ruhee RT, Ma S. Characterization and modulation of systemic inflammatory response to exhaustive exercise in relation to oxidative stress. *Antioxidants*. 2020;9(5):401.
90. Armstrong R. Initial events in exercise-induced muscular injury. *Medicine and science in sports and exercise*. 1990;22(4):429-35.

91. Hody S, Croisier JL, Bury T, Rogister B, Leprince P. Eccentric Muscle Contractions: Risks and Benefits. *Front Physiol.* 2019;10:536.
92. 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. *Frontiers in physiology.* 2018:403.
93. Gümüşdağ H, Egesoy H, Cerit E. Sporda toparlanma stratejileri. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* 2015;8(1):53-70.
94. Hausswirth C, Mujika I. Recovery for performance in sport: *Human Kinetics;* 2013.
95. Bompa TO, Buzzichelli C. *Periodization-: theory and methodology of training: Human kinetics;* 2019.
96. Higgins TR, Greene DA, Baker MK. Effects of cold water immersion and contrast water therapy for recovery from team sport: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2017;31(5):1443-60.
97. Heiss R, Lutter C, Freiwald J, Hoppe MW, Grim C, Poettgen K, et al. Advances in delayed-onset muscle soreness (DOMS)–part II: treatment and prevention. *Sportverletzung· Sportschaden.* 2019;33(01):21-9.
98. Cullen M-FL, Casazza GA, Davis BA. Passive recovery strategies after exercise: a narrative literature review of the current evidence. *Current sports medicine reports.* 2021;20(7):351-8.
99. Leeder J, Gissane C, Van Someren K, Gregson W, Howatson G. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *British journal of sports medicine.* 2012;46(4):233-40.
100. Merrick MA. Cold water immersion to improve postexercise recovery: a meta-analysis. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2013;23(3):242-3.
101. Sellwood KL, Brukner P, Williams D, Nicol A, Hinman R. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *British journal of sports medicine.* 2007;41(6):392-7.
102. Costello JT, Baker PR, Minett GM, Bieuzen F, Stewart IB, Bleakley C. Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2015(9).
103. Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Melegati G. Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports medicine.* 2010;40:509-17.
104. Pournot H, Bieuzen F, Louis J, Fillard J-R, Barbiche E, Hausswirth C. Time-course of changes in inflammatory response after whole-body cryotherapy multi exposures following severe exercise. *PloS one.* 2011;6(7):e22748.
105. Costello JT, Algar LA, Donnelly AE. Effects of whole-body cryotherapy (– 110 C) on proprioception and indices of muscle damage. *Scandinavian journal of medicine & science in sports.* 2012;22(2):190-8.

106. Rose C, Edwards KM, Siegler J, Graham K, Caillaud C. Whole-body cryotherapy as a recovery technique after exercise: a review of the literature. *International journal of sports medicine*. 2017;38(14):1049-60.
107. Versey NG, Halson SL, Dawson BT. Water immersion recovery for athletes: effect on exercise performance and practical recommendations. *Sports medicine*. 2013;43:1101-30.
108. Qu C, Wu Z, Xu M, Qin F, Dong Y, Wang Z, et al. Cryotherapy Models and Timing-Sequence Recovery of Exercise-Induced Muscle Damage in Middle- and Long-Distance Runners. *J Athl Train*. 2020;55(4):329-35.
109. Hing WA, White SG, Bouaaphone A, Lee P. Contrast therapy—A systematic review. *Physical Therapy in Sport*. 2008;9(3):148-61.
110. Bieuzen F, Bleakley CM, Costello JT. Contrast water therapy and exercise induced muscle damage: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*. 2013;8(4):e62356.
111. Thiriet P, Gozal D, Wouassi D, Oumarou T, Gelas H, Lacour J. The effect of various recovery modalities on subsequent performance, in consecutive supramaximal exercise. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1993;33(2):118-29.
112. Monedero J, Donne B. Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. *International journal of sports medicine*. 2000;21(08):593-7.
113. Gmada N, Bouhlel E, Mrizak I, Debabi H, Jabrallah MB, Tabka Z, et al. Effect of combined active recovery from supramaximal exercise on blood lactate disappearance in trained and untrained man. *International journal of sports medicine*. 2005:874-9.
114. Bond V, Adams R, Tearney R, Gresham K, Ruff W. Effects of active and passive recovery on lactate removal and subsequent isokinetic muscle function. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1991;31(3):357-61.
115. Weber MD, Servedio FJ, Woodall WR. The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1994;20(5):236-42.
116. Gill ND, Beaven C, Cook C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *British journal of sports medicine*. 2006;40(3):260-3.
117. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20(2):169-81.
118. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey Jr CD. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004;36(3):371-8.
119. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European journal of applied physiology*. 2011;111:2633-51.
120. Beaulieu JE. Developing a stretching program. *The physician and sportsmedicine*. 1981;9(11):59-69.

121. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports medicine*. 2007;37:1089-99.
122. Konrad A, Alizadeh S, Daneshjoo A, Anvar SH, Graham A, Zahiri A, et al. Chronic effects of stretching on range of motion with consideration of potential moderating variables: A systematic review with meta-analysis. *J Sport Health Sci*. 2024;13(2):186-94.
123. Buroker KC, Schwane JA. Does postexercise static stretching alleviate delayed muscle soreness? *The Physician and Sportsmedicine*. 1989;17(6):65-83.
124. Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane database of systematic reviews*. 2011(7).
125. Xie Y, Feng B, Chen K, Andersen LL, Page P, Wang Y. The efficacy of dynamic contract-relax stretching on delayed-onset muscle soreness among healthy individuals: A randomized clinical trial. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2018;28(1):28-36.
126. MacRae BA, Cotter JD, Laing RM. Compression garments and exercise: garment considerations, physiology and performance. *Sports medicine*. 2011;41:815-43.
127. Davies V, Thompson KG, Cooper S-M. The effects of compression garments on recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(6):1786-94.
128. Carling J, Francis K, Lorish C. The effects of continuous external compression on delayed-onset muscle soreness (DOMS). *International Journal of Rehabilitation and Health*. 1995;1:223-35.
129. Born D-P, Sperlich B, Holmberg H-C. Bringing light into the dark: effects of compression clothing on performance and recovery. *International journal of sports physiology and performance*. 2013;8(1):4-18.
130. Hill J, Howatson G, Van Someren K, Leeder J, Pedlar C. Compression garments and recovery from exercise-induced muscle damage: a meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 2014;48(18):1340-6.
131. Beliard S, Chauveau M, Moscatiello T, Cros F, Ecartot F, Becker F. Compression garments and exercise: no influence of pressure applied. *Journal of sports science & medicine*. 2015;14(1):75-83.
132. Kim J, Kim J, Lee J. Effect of compression garments on delayed-onset muscle soreness and blood inflammatory markers after eccentric exercise: a randomized controlled trial. *Journal of exercise rehabilitation*. 2017;13(5):541-5.
133. Staples J, Clement D. Hyperbaric oxygen chambers and the treatment of sports injuries. *Sports Medicine*. 1996;22:219-27.
134. Bennett M, Best TM, Babul S, Taunton J, Lepawsky M. Hyperbaric oxygen therapy for delayed onset muscle soreness and closed soft tissue injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005(4):1-34.
135. Harrison BC, Robinson D, Davison BJ, Foley B, Seda E, Byrnes WC. Treatment of exercise-induced muscle injury via hyperbaric oxygen therapy. *Medicine and science in sports and exercise*. 2001;33(1):36-42.

136. Mekjavic IB, Exner JA, Tesch P, Eiken O. Hyperbaric oxygen therapy does not affect recovery from delayed onset muscle soreness. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(3):558-63.
137. Kuipers H, Keizer H, Verstappen F, Costill D. Influence of a Prostaglandin-Inhibiting Drug on Muscle Soreness After Eccentric Work. *International journal of sports medicine*. 1985;6(06):336-9.
138. Donnelly A, McCormick K, Maughan R, Whiting P, Clarkson P. Effects of a non-steroidal anti-inflammatory drug on delayed onset muscle soreness and indices of damage. *British Journal of Sports Medicine*. 1988;22(1):35-8.
139. Donnelly A, Maughan R, Whiting P. Effects of ibuprofen on exercise-induced muscle soreness and indices of muscle damage. *British journal of sports medicine*. 1990;24(3):191-5.
140. Hasson SM, Daniels JC, Divine JG, Niebuhr BR, Richmond S, Stein PG, et al. Effect of ibuprofen use on muscle soreness, damage, and performance: a preliminary investigation. *Medicine and science in sports and exercise*. 1993;25(1):9-17.
141. Grossman JM, Arnold BL, Perrin DH, Kahler DM. Effect of ibuprofen use on delayed onset muscle soreness of the El bow flexors. *Journal of Sport Rehabilitation*. 1995;4(4):253-63.
142. Lecomte JM, Lacroix VJ, Montgomery DL. A randomized controlled trial of the effect of naproxen on delayed onset muscle soreness and muscle strength. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 1998;8(2):82-7.
143. Lanier AB. Use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs following exercise-induced muscle injury. *Sports Medicine*. 2003;33:177-86.
144. Nahon RL, Lopes JSS, Magalhães AMd, Machado AdS, Cameron LC. Anti-inflammatories for delayed onset muscle soreness: systematic review and meta-analysis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2021;27(6):646-54.
145. D'Antona G. Nutritional interventions as potential strategy to minimize exercise-induced muscle injuries in sports. *Muscle Injuries in Sport Medicine*. 2013;63:93.
146. Kim J, Lee J. A review of nutritional intervention on delayed onset muscle soreness. Part I. *Journal of exercise rehabilitation*. 2014;10(6):349.
147. Sousa M, Teixeira VH, Soares J. Dietary strategies to recover from exercise-induced muscle damage. *International journal of food sciences and nutrition*. 2014;65(2):151-63.
148. Tipton KD. Nutritional support for exercise-induced injuries. *Sports Medicine*. 2015;45(Suppl 1):93-104.
149. Rawson ES, Miles MP, Larson-Meyer DE. Dietary supplements for health, adaptation, and recovery in athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2018;28(2):188-99.
150. Harty PS, Cottet ML, Malloy JK, Kerksick CM. Nutritional and supplementation strategies to prevent and attenuate exercise-induced muscle damage: a brief review. *Sports medicine-open*. 2019;5:1-17.

151. Maridakis V, O'Connor PJ, Dudley GA, McCully KK. Caffeine attenuates delayed-onset muscle pain and force loss following eccentric exercise. *The Journal of Pain*. 2007;8(3):237-43.
152. Hurley CF, Hatfield DL, Riebe DA. The effect of caffeine ingestion on delayed onset muscle soreness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(11):3101-9.
153. Chen H-Y, Chen Y-C, Tung K, Chao H-H, Wang H-S. Effects of caffeine and sex on muscle performance and delayed-onset muscle soreness after exercise-induced muscle damage: A double-blind randomized trial. *Journal of Applied Physiology*. 2019;127(3):798-805.
154. Gannon NP, Schnuck JK, Vaughan RA. BCAA Metabolism and Insulin Sensitivity - Dysregulated by Metabolic Status? *Mol Nutr Food Res*. 2018;62(6):e1700756.
155. Shimomura Y, Yamamoto Y, Bajotto G, Sato J, Murakami T, Shimomura N, et al. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. *The Journal of nutrition*. 2006;136(2):529S-32S.
156. Matsumoto K, Koba T, Hamada K, Sakurai M, Higuchi T, Miyata H. Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009;49(4):424-31.
157. Jackman SR, Witard OC, Jeukendrup AE, Tipton KD. Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2010;42(5):962-70.
158. Howatson G, Hoard M, Goodall S, Tallent J, Bell PG, French DN. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *Journal of the international Society of Sports Nutrition*. 2012;9:1-7.
159. Fouré A, Nosaka K, Gastaldi M, Mattei J-P, Boudinet H, Guye M, et al. Effects of branched-chain amino acids supplementation on both plasma amino acids concentration and muscle energetics changes resulting from muscle damage: A randomized placebo controlled trial. *Clinical Nutrition*. 2016;35(1):83-94.
160. Kephart WC, Mumford PW, McCloskey AE, Holland AM, Shake JJ, Mobley CB, et al. Post-exercise branched chain amino acid supplementation does not affect recovery markers following three consecutive high intensity resistance training bouts compared to carbohydrate supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2016;13:1-10.
161. Waldron M, Whelan K, Jeffries O, Burt D, Howe L, Patterson SD. The effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout of hypertrophy exercise in resistance-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2017;42(6):630-6.
162. Fouré A, Bendahan D. Is branched-chain amino acids supplementation an efficient nutritional strategy to alleviate skeletal muscle damage? A systematic review. *Nutrients*. 2017;9(10):1047.

163. Nosaka K. Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2006;16(6):620-35.
164. Ra S-G, Miyazaki T, Ishikura K, Nagayama H, Komine S, Nakata Y, et al. Combined effect of branched-chain amino acids and taurine supplementation on delayed onset muscle soreness and muscle damage in high-intensity eccentric exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2013;10(1):51.
165. Street B, Byrne C, Eston R. Glutamine supplementation in recovery from eccentric exercise attenuates strength loss and muscle soreness. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2011;9(2):116-22.
166. da Silva LA, Tromm CB, Bom KF, Mariano I, Pozzi B, da Rosa GL, et al. Effects of taurine supplementation following eccentric exercise in young adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2014;39(1):101-4.
167. Buckley JD, Thomson RL, Coates AM, Howe PR, DeNichilo MO, Rowney MK. Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. *Journal of science and medicine in sport*. 2010;13(1):178-81.
168. Pasiakos SM, Lieberman HR, McLellan TM. Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: a systematic review. *Sports medicine*. 2014;44:655-70.
169. Lam F-C, Khan TM, Faidah H, Haseeb A, Khan AH. Effectiveness of whey protein supplements on the serum levels of amino acid, creatinine kinase and myoglobin of athletes: a systematic review and meta-analysis. *Systematic reviews*. 2019;8:1-12.
170. Nieman DC, Zwetsloot KA, Simonson AJ, Hoyle AT, Wang X, Nelson HK, et al. Effects of whey and pea protein supplementation on post-eccentric exercise muscle damage: a randomized trial. *Nutrients*. 2020;12(8):2382.
171. Barenie MJ, Escalera A, Carter SJ, Grange HE, Paris HL, Krinsky D, et al. Grass-Fed and Non-Grass-Fed Whey Protein Consumption Do Not Attenuate Exercise-Induced Muscle Damage and Soreness in Resistance-Trained Individuals: A Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Journal of Dietary Supplements*. 2024;21(3):344-73.
172. Lenn J, Uhl T, Mattacola C, Boissonneault G, Yates J, Ibrahim W, et al. The effects of fish oil and isoflavones on delayed onset muscle soreness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2002;34(10):1605-13.
173. Tartibian B, Maleki BH, Abbasi A. The effects of ingestion of omega-3 fatty acids on perceived pain and external symptoms of delayed onset muscle soreness in untrained men. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2009;19(2):115-9.
174. Mickleborough TD. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in physical performance optimization. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2013;23(1):83-96.

175. Shei R-J, Lindley MR, Mickleborough TD. Omega-3 polyunsaturated fatty acids in the optimization of physical performance. *Military Medicine*. 2014;179(suppl_11):144-56.
176. Jouris KB, McDaniel JL, Weiss EP. The Effect of Omega-3 Fatty Acid Supplementation on the Inflammatory Response to eccentric strength exercise. *J Sports Sci Med*. 2011;10(3):432-8.
177. DiLorenzo FM, Drager CJ, Rankin JW. Docosahexaenoic acid affects markers of inflammation and muscle damage after eccentric exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(10):2768-74.
178. Gray P, Chappell A, Jenkinson AM, Thies F, Gray SR. Fish oil supplementation reduces markers of oxidative stress but not muscle soreness after eccentric exercise. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2014;24(2):206-14.
179. Mackay J, Bowles E, Macgregor LJ, Prokopidis K, Campbell C, Barber E, et al. Fish oil supplementation fails to modulate indices of muscle damage and muscle repair during acute recovery from eccentric exercise in trained young males. *European Journal of Sport Science*. 2023;23(8):1666-76.
180. Anthony R, Macartney MJ, Peoples GE. The Influence of Long-Chain Omega-3 Fatty Acids on Eccentric Exercise-Induced Delayed Muscle Soreness: Reported Outcomes Are Compromised by Study Design Issues. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2021;31(2):143-53.
181. Ranchordas MK, Rogerson D, Soltani H, Costello JT. Antioxidants for preventing and reducing muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;12(12):Cd009789.
182. Nahon RL, Lopes JSS, de Magalhães Neto AM. Physical therapy interventions for the treatment of delayed onset muscle soreness (DOMS): Systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*. 2021;52:1-12.
183. Trainer JH, Pascarella M, Paul RW, Thomas SJ. Acute Effects of Percussive Therapy on the Posterior Shoulder Muscles Differ Based on the Athlete's Soreness Response. *Int J Sports Phys Ther*. 2022;17(5):887-95.
184. Leabeater AJ, James LP, Huynh M, Vleck V, Plews DJ, Driller MW. All the gear: The prevalence and perceived effectiveness of recovery strategies used by triathletes. *Performance Enhancement & Health*. 2022;10(4):100235.
185. Macaulay TR, Ramirez JE, Choi J, Jones M, Schroeder ET. Blood Flow Response and Changes in Fluid Distributions after Percussive Massage Therapy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2019;51(6S):283.
186. Martin J. A critical evaluation of percussion muscle gun therapy as a rehabilitation tool focusing on lower limb mobility. A literature review Department of Health and Wellbeing The University of Winchester 2021.
187. Hernandez FA. Effects of percussion therapy (Theragun™) on range of motion and athletic performance: California State University, Long Beach; 2020.
188. Guzman S, Blanchet DA, Cook L, Herrera S, Macauley M, Pritchard W. The effects of a single percussive therapy application on active lower body range of motion. *Med Sci*. 2021.

189. Canbulut A, Kiyak G, Ercan S, Çetin C. Acute effect of percussion massage applied on quadriceps with Hypervolt device on range of motion and performance. *Spor Hekimliği Dergisi*. 2023;58(2):055-60.
190. Jacobson JA, van Holsbeeck MT. Musculoskeletal ultrasonography. *Orthopedic Clinics*. 1998;29(1):135-67.
191. Fu C, Xia Y, Wang B, Zeng Q, Pan S. MRI T2 mapping and shear wave elastography for identifying main pain generator in delayed-onset muscle soreness: muscle or fascia? *Insights Imaging*. 2024;15(1):67.
192. Rezasoltani A. The applicability of muscle ultrasonography in physiotherapy researches. *Journal of Physical Therapy Science*. 2003;15(1):33-7.
193. Megliola A, Eutropi F, Scorzelli A, Gambacorta D, De Marchi A, De Filippo M, et al. Ultrasound and magnetic resonance imaging in sports-related muscle injuries. *La radiologia medica*. 2006;111(6):836-45.
194. Özçakar L, Tok F, De Muynck M, Vanderstraeten G. Musculoskeletal ultrasonography in physical and rehabilitation medicine. *Journal of rehabilitation medicine*. 2012;44(4).
195. Sarto F, Spörri J, Fitze DP, Quinlan JJ, Narici MV, Franchi MV. Implementing ultrasound imaging for the assessment of muscle and tendon properties in elite sports: Practical aspects, methodological considerations and future directions. *Sports Medicine*. 2021;51:1151-70.
196. Freitas SR, Marmeleira J, Valamatos MJ, Blazeovich A, Mil-Homens P. Ultrasonographic Measurement of the Biceps Femoris Long-Head Muscle Architecture. *Journal of ultrasound in medicine*. 2018;37(4):977-86.
197. Kumar A. Non-Invasive estimation of muscle fiber type using ultrasonography. *Int J Phys Educ Sports Health*. 2023;10:89-95.
198. Fukunaga T, Ichinose Y, Ito M, Kawakami Y, Fukashiro S. Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. *Journal of applied physiology*. 1997;82(1):354-8.
199. Blazeovich AJ, Gill ND, Zhou S. Intra-and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo. *Journal of anatomy*. 2006;209(3):289-310.
200. Moreau NG, Simpson KN, Teefey SA, Damiano DL. Muscle architecture predicts maximum strength and is related to activity levels in cerebral palsy. *Physical therapy*. 2010;90(11):1619-30.
201. Heckmatt JZ, Pier N, Dubowitz V. Assessment of quadriceps femoris muscle atrophy and hypertrophy in neuromuscular disease in children. *J Clin Ultrasound*. 1988;16(3):177-81.
202. Kawakami Y, Abe T, Kuno S-Y, Fukunaga T. Training-induced changes in muscle architecture and specific tension. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1995;72:37-43.
203. Rezasoltani A, Mälkiä E, Vihko V. Neck muscle ultrasonography of male weight-lifters, wrestlers and controls. *Scand J Med Sci Sports*. 1999;9(4):214-8.

204. Narici MV, Maganaris CN, Reeves ND, Capodaglio P. Effect of aging on human muscle architecture. *Journal of applied physiology*. 2003;95(6):2229-34.
205. Blazevich AJ, Gill ND, Bronks R, Newton RU. Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(12):2013-22.
206. Peetrons P. Ultrasound of muscles. *European radiology*. 2002;12(1):35-43.
207. Abe T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Loftin M. Morphological and functional relationships with ultrasound measured muscle thickness of the upper extremity and trunk. *Ultrasound*. 2014;22(4):229-35.
208. Abe T, Thiebaud RS, Loenneke JP, Ogawa M, Mitsukawa N. Association between forearm muscle thickness and age-related loss of skeletal muscle mass, handgrip and knee extension strength and walking performance in old men and women: a pilot study. *Ultrasound in medicine & biology*. 2014;40(9):2069-75.
209. Abe T, Loenneke JP, Thiebaud RS. Morphological and functional relationships with ultrasound measured muscle thickness of the lower extremity: a brief review. *Ultrasound*. 2015;23(3):166-73.
210. Ribeiro G, de Aguiar RA, Penteado R, Lisbôa FD, Raimundo JA, Loch T, et al. A-mode ultrasound reliability in fat and muscle thickness measurement. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2022;36(6):1610-7.
211. Freilich R, Kirsner R, Byrne E. Isometric strength and thickness relationships in human quadriceps muscle. *Neuromuscular Disorders*. 1995;5(5):415-22.
212. Chi-Fishman G, Hicks, J. E. Cintas, H. M., Sonies, B. C., Gerber, L. H. Ultrasound imaging distinguishes between normal and weak muscle. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004;85(6):980-6.
213. Paris MT, Bell KE, Avrutin E, Mourtzakis M. Association of strength, power, and function with muscle thickness, echo intensity, and lean tissue in older males. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2022;47(5):521-8.
214. Ogawa M, Matsumoto T, Harada R, Yoshikawa R, Ueda Y, Takamiya D, et al. Reliability and Validity of Quadriceps Muscle Thickness Measurements in Ultrasonography: A Comparison with Muscle Mass and Strength. *Prog Rehabil Med*. 2023;8:20230008.
215. Miyachi R, Koike N, Kodama S, Miyazaki J. Relationship between trunk muscle strength and trunk muscle mass and thickness using bioelectrical impedance analysis and ultrasound imaging. *Bio-Medical Materials and Engineering*. 2022;33(1):31-40.
216. Zhao R, Li X, Jiang Y, Su N, Li J, Kang L, et al. Evaluation of Appendicular Muscle Mass in Sarcopenia in Older Adults Using Ultrasonography: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Gerontology*. 2022;68(10):1174-98.
217. Fu H, Wang L, Zhang W, Lu J, Yang M. Diagnostic test accuracy of ultrasound for sarcopenia diagnosis: A systematic review and meta-analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2023;14(1):57-70.

218. Nagae M, Umegaki H, Yoshiko A, Fujita K. Muscle ultrasound and its application to point-of-care ultrasonography: a narrative review. *Ann Med.* 2023;55(1):190-7.
219. Ogasawara R, Thiebaud RS, Loenneke JP, Loftin M, Abe T. Time course for arm and chest muscle thickness changes following bench press training. *Interventional Medicine and Applied Science.* 2012;4(4):217-20.
220. Brusco CM, Radaelli R, Neske R, Peñailillo LE, Pinto RS. Rate of torque development as an indirect marker of muscle damage in the knee flexors. *Sport Sciences for Health.* 2022;18(1):75-83.
221. Flores DF, Gentil P, Brown LE, Pinto RS, Carregaro RL, Bottaro M. Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2011;25(11):3039-44.
222. Amis A, Dowson D, Wright V. Muscle strengths and musculoskeletal geometry of the upper limb. *Engineering in medicine.* 1979;8(1):41-8.
223. Lieber RL. Can we just forget about pennation angle? *Journal of Biomechanics.* 2022;132:110954.
224. Monsalve-Vicente C, Muñoz-Zamarro D, Cuenca-Zaldívar N, Fernández-Carnero S, Selva-Sarzo F, Nunez-Nagy S, et al. Architectural Ultrasound Pennation Angle Measurement of Lumbar Multifidus Muscles: A Reliability Study. *J Clin Med.* 2022;11(17).
225. Herbert RD, Gandevia SC. Changes in pennation with joint angle and muscle torque: in vivo measurements in human brachialis muscle. *The Journal of physiology.* 1995;484(2):523-32.
226. Frontera WR, Ochala J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcified tissue international.* 2015;96:183-95.
227. Rutherford O, Jones D. Measurement of fibre pennation using ultrasound in the human quadriceps in vivo. *European journal of applied physiology and occupational physiology.* 1992;65:433-7.
228. Ichinose Y, Kanehisa H, Ito M, Kawakami Y, Fukunaga T. Morphological and functional differences in the elbow extensor muscle between highly trained male and female athletes. *European journal of applied physiology and occupational physiology.* 1998;78:109-14.
229. Blazevich AJ, Gill ND, Deans N, Zhou S. Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training. *Muscle & nerve.* 2007;35(1):78-86.
230. Günay SM, Güzel NA. İskelet Kaslarının Pasif Mekanik Özellikleri ve Egzersiz. *TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi.* 2023;3(1):94-105.
231. Narici MV, Binzoni T, Hiltbrand E, Fasel J, Terrier F, Cerretelli P. In vivo human gastrocnemius architecture with changing joint angle at rest and during graded isometric contraction. *J Physiol.* 1996;496 (Pt 1)(Pt 1):287-97.
232. Wickiewicz TL, Roy RR, Powell PL, Edgerton VR. Muscle architecture of the human lower limb. *Clinical Orthopaedics and Related Research®.* 1983;179:275-83.

233. Narici M. Human skeletal muscle architecture studied in vivo by non-invasive imaging techniques: functional significance and applications. *Journal of electromyography and kinesiology*. 1999;9(2):97-103.
234. Roy RR, Edgerton VR. Skeletal Muscle Architecture. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U, editors. *Encyclopedia of Neuroscience*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009. p. 3702-7.
235. Degens H, Erskine RM, Morse CI. Disproportionate changes in skeletal muscle strength and size with resistance training and ageing. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*. 2009;9(3):123-9.
236. Tillin NA, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports medicine*. 2009;39:147-66.
237. Hauraix H, Dorel S, Rabita G, Guilhem G, Nordez A. Muscle fascicle shortening behaviour of vastus lateralis during a maximal force-velocity test. *European journal of applied physiology*. 2017;117:289-99.
238. Kawakami Y, Abe T, Fukunaga T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles. *J Appl Physiol*. 1993;74(6):2740-4.
239. Yu J-Y, Jeong J-G, Lee B-H. Evaluation of muscle damage using ultrasound imaging. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(2):531-4.
240. Biazon T, Ugrinowitsch C, Soligon SD, Oliveira RM, Bergamasco JG, Borghi-Silva A, et al. The Association Between Muscle Deoxygenation and Muscle Hypertrophy to Blood Flow Restricted Training Performed at High and Low Loads. *Front Physiol*. 2019;10:446.
241. Läderrmann A, Gehrke R, Klein K, Karol A, Darwiche S, Schwarzenberg P, et al. Studying edema formation after release of the infraspinatus tendon as an experimental model of rotator cuff tears in sheep: a preliminary imaging and morphological analysis. *The American Journal of Sports Medicine*. 2022;50(14):3934-40.
242. Van Hooren B, Aagaard P, Monte A, Blazevich AJ. The role of pennation angle and architectural gearing to rate of force development in dynamic and isometric muscle contractions. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2024;34(5):e14639.
243. Wilk KE, Arrigo CA, Davies GJ. Isokinetic Testing: Why it is More Important Today than Ever. *Int J Sports Phys Ther*. 2024;19(4):374-80.
244. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European journal of applied physiology*. 2004;91:22-9.
245. Parrington L, Ball K. Chapter 13 - Biomechanical Considerations of Laterality in Sport. In: Loffing F, Hagemann N, Strauss B, MacMahon C, editors. *Laterality in Sports*. San Diego: Academic Press; 2016. p. 281.
246. Osternig LR. Isokinetic dynamometry: Implications for muscle testing and rehabilitation. *Exercise and sport sciences reviews*. 1986;14(1):45-80.

247. Mendoza M, Miller RG. Assessment of Muscle Strength. In: Aminoff MJ, Daroff RB, editors. *Encyclopedia of the Neurological Sciences* (Second Edition). Oxford: Academic Press; 2014. p. 191.
248. Kannus P. Normality, variability and predictability of work, power and torque acceleration energy with respect to peak torque in isokinetic muscle testing. *International journal of sports medicine*. 1992;13(03):249-56.
249. Thompson BJ, Xu J. Isokinetic Dynamometer Leg Extensor Peak Torque Measurement: A Time-Delayed Reliability and Score Selection Analysis Study. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2023;8(2).
250. de Carvalho Froufe Andrade AC, Caserotti P, de Carvalho CM, de Azevedo Abade EA, da Eira Sampaio AJ. Reliability of Concentric, Eccentric and Isometric Knee Extension and Flexion when using the REV9000 Isokinetic Dynamometer. *J Hum Kinet*. 2013;37:47-53.
251. Silder A, Thelen DG, Heiderscheit BC. Effects of prior hamstring strain injury on strength, flexibility, and running mechanics. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2010;25(7):681-6.
252. Cvjetkovic DD, Bijeljic S, Palija S, Talic G, Radulovic TN, Kosanovic MG, et al. Isokinetic Testing in Evaluation Rehabilitation Outcome After ACL Reconstruction. *Med Arch*. 2015;69(1):21-3.
253. Rivera-Brown AM, Frontera WR, Fontánez R, Micheo WF. Evidence for isokinetic and functional testing in return to sport decisions following ACL surgery. *Pm r*. 2022;14(5):678-90.
254. McCleary RW, Andersen J. Test-retest reliability of reciprocal isokinetic knee extension and flexion peak torque measurements. *Journal of athletic training*. 1992;27(4):362.
255. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM&R*. 2011;3(5):472-9.
256. Caruso JF, Brown LE, Tufano JJ. The reproducibility of isokinetic dynamometry data. *Isokinetics and Exercise Science*. 2012;20(4):239-53.
257. Santos AN, Pavão SL, Avila MA, Salvini TF, Rocha NA. Reliability of isokinetic evaluation in passive mode for knee flexors and extensors in healthy children. *Braz J Phys Ther*. 2013;17(2):112-20.
258. Kambič T, Lainščak M, Hadžić V. Reproducibility of isokinetic knee testing using the novel isokinetic SMM iMoment dynamometer. *PLoS One*. 2020;15(8):e0237842.
259. Lund H, Søndergaard K, Zachariassen T, Christensen R, Bülow P, Henriksen M, et al. Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and reliability and comparability of Biodex and Lido dynamometers. *Clinical physiology and functional imaging*. 2005;25(2):75-82.
260. Feiring DC, Ellenbecker TS, Derscheid GL. Test-retest reliability of the biodex isokinetic dynamometer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1990;11(7):298-300.

261. Wang S, Guo F, Song X, Zhang Y, Song H, Wu L, et al. Analysis of Isokinetic Strength Test in Arthroscopic Meniscus Suture to Improve Knee Joint Strength and Function. *Alternative Therapies in Health & Medicine*. 2023;29(6).
262. Baltzopoulos V, Brodie DA. Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. *Sports Med*. 1989;8(2):101-16.
263. Kabacinski J, Szozda PM, Mackala K, Murawa M, Rzepnicka A, Szewczyk P, et al. Relationship between Isokinetic Knee Strength and Speed, Agility, and Explosive Power in Elite Soccer Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(2).
264. Lord JP, Aitkens SG, McCrory MA, Bernauer EM. Isometric and isokinetic measurement of hamstring and quadriceps strength. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992;73(4):324-30.
265. Hewett TE, Myer GD, Zazulak BT. Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *J Sci Med Sport*. 2008;11(5):452-9.
266. Wang XF, Ma ZH, Teng XR. Isokinetic Strength Test of Muscle Strength and Motor Function in Total Knee Arthroplasty. *Orthop Surg*. 2020;12(3):878-89.
267. Molina R, Denadai BS. Dissociated time course recovery between rate of force development and peak torque after eccentric exercise. *Clinical physiology and functional imaging*. 2012;32(3):179-84.
268. Camacho MA, Herrera E, Barela JA, Delgado-Diaz DC. Kinesiotaping diminishes delayed muscle soreness but does not improve muscular performance. *International Journal of Sports Medicine*. 2020;41(09):596-602.
269. Edwards RH. Human muscle function and fatigue. *Ciba Found Symp*. 1981;82:1-18.
270. Enoka RM, Stuart DG. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol* (1985). 1992;72(5):1631-48.
271. Allen DG. Skeletal muscle function: role of ionic changes in fatigue, damage and disease. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2004;31(8):485-93.
272. Oliver JL. Is a fatigue index a worthwhile measure of repeated sprint ability? *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009;12(1):20-3.
273. Özkan A, Köklü Y, Ersöz G. Wingate anaerobik güç testi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*. 2010;7(1):207-24.
274. Naharudin MN, Yusof A. Fatigue index and fatigue rate during an anaerobic performance under hypohydrations. *PLoS One*. 2013;8(10):e77290.
275. Machado F, Correia RF, Ribeiro AN, dos Santos Neto SR, Vieira IB, Gorla JJ. Isokinetic Peak of Torque and Fatigue Index in Simulated Wheelchair Propulsion in Elite Wheelchair Rugby Players. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*. 2018:1-4.
276. Hanjabam B, Kailashiya J. Gender difference in fatigue index and its related physiology. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2015;59(2):170-4.

277. Davies C, White M. Muscle weakness following eccentric work in man. *Pflügers Archiv*. 1981;392(2):168-71.
278. Newham D, Mills K, Quigley B, Edwards R. Pain and fatigue after concentric and eccentric muscle contractions. *Clinical science*. 1983;64(1):55-62.
279. Newham D, Jones D, Ghosh G, Aurora P. Muscle fatigue and pain after eccentric contractions at long and short length. *Clinical Science*. 1988;74(5):553-7.
280. Manou V, Arseniou P, Gerodimos V, Kellis S. Test-retest reliability of an isokinetic muscle endurance test. *Isokinetics and Exercise Science*. 2002;10:177-81.
281. Merletti R, Conte LL, Orizio C. Indices of muscle fatigue. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1991;1(1):20-33.
282. Bond V, Gresham K, McRae J, Tearney R. Caffeine ingestion and isokinetic strength. *British journal of sports medicine*. 1986;20(3):135-7.
283. Gentil P, Campos MH, Soares S, Costa GCT, Paoli A, Bianco A, et al. Comparison of elbow flexor isokinetic peak torque and fatigue index between men and women of different training level. *Eur J Transl Myol*. 2017;27(4):7070.
284. Fischer AA. Pressure threshold measurement for diagnosis of myofascial pain and evaluation of treatment results. *The Clinical Journal of Pain*. 1986;2(4):207-14.
285. Fischer AA. Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. *Pain*. 1987;30(1):115-26.
286. Kinser AM, Sands WA, Stone MH. Reliability and validity of a pressure algometer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(1):312-4.
287. Kim Y, Kim K. Abdominal examination using pressure pain threshold algometer reflecting clinical characteristics of complementary and alternative medicine in Korea: A systematic review and a brief proposal. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101(46):e31417.
288. Jensen K, Andersen HØ, Olesen J, Lindblom U. Pressure-pain threshold in human temporal region. Evaluation of a new pressure algometer. *Pain*. 1986;25(3):313-23.
289. Maquet D, Croisier JL, Demoulin C, Crielaard JM. Pressure pain thresholds of tender point sites in patients with fibromyalgia and in healthy controls. *Eur J Pain*. 2004;8(2):111-7.
290. Zhang YH, Wang YC, Hu GW, Ding XQ, Shen XH, Yang H, et al. Intra-rater and inter-rater reliability of pressure pain threshold assessment in stroke patients. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2022;58(4):549-57.
291. Keele KD. Pain-sensitivity tests; the pressure algometer. *Lancet*. 1954;266(6813):636-9.
292. Ylinen J. Pressure algometry. *Aust J Physiother*. 2007;53(3):207.
293. Konrad A, Kasahara K, Yoshida R, Murakami Y, Koizumi R, Nakamura M. Pain-Pressure Threshold Changes throughout Repeated Assessments with No Sex Related Differences. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(4).

294. Evans DW, De Nunzio AM. Controlled manual loading of body tissues: towards the next generation of pressure algometer. *Chiropractic & Manual Therapies*. 2020;28(1):51.
295. Chesterton LS, Sim J, Wright CC, Foster NE. Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters. *The Clinical journal of pain*. 2007;23(9):760-6.
296. de Araújo Vitor C, de Oliveira Lira Ortega A, Ferreira A, da Silva CA-AL, Gallottini M, Santos M. Pressure pain threshold of masticatory muscles in children and adolescents with and without intellectual disability: A pilot study. *European Archives of Paediatric Dentistry*. 2021:1-7.
297. Binderup AT, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. Pressure pain threshold mapping of the trapezius muscle reveals heterogeneity in the distribution of muscular hyperalgesia after eccentric exercise. *Eur J Pain*. 2010;14(7):705-12.
298. Bisset LM, Evans K, Tuttle N. Reliability of 2 protocols for assessing pressure pain threshold in healthy young adults. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2015;38(4):282-7.
299. Kim MK, Cha HG, Ji SG. The initial effects of an upper extremity neural mobilization technique on muscle fatigue and pressure pain threshold of healthy adults: a randomized control trial. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(3):743-6.
300. Cheatham SW, Stull KR, Kolber MJ. Comparison of a Vibration Roller and a Nonvibration Roller Intervention on Knee Range of Motion and Pressure Pain Threshold: A Randomized Controlled Trial. *J Sport Rehabil*. 2019;28(1):39-45.
301. Antonaci F, Sand T, Lucas GA. Pressure algometry in healthy subjects: inter-examiner variability. *Scand J Rehabil Med*. 1998;30(1):3-8.
302. Valamatos MJ, Tavares F, Santos RM, Veloso AP, Mil-Homens P. Influence of full range of motion vs. equalized partial range of motion training on muscle architecture and mechanical properties. *European journal of applied physiology*. 2018;118:1969-83.
303. Henriksson-Larsen K, Wretling M-L, Lorentzon R, Öberg L. Do muscle fibre size and fibre angulation correlate in pennated human muscles? *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1992;64:68-72.
304. Ribeiro-Alvares JB, Marques VB, Vaz MA, Baroni BM. Four weeks of Nordic hamstring exercise reduce muscle injury risk factors in young adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(5):1254-62.
305. Matos F, Neves EB, Rosa C, Reis VM, Saavedra F, Silva S, et al. Effect of Cold-Water Immersion on Elbow Flexors Muscle Thickness After Resistance Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(3):756-63.
306. Gomes M, Santos P, Correia P, Pezarat-Correia P, Mendonca GV. Sex differences in muscle fatigue following isokinetic muscle contractions. *Scientific Reports*. 2021;11(1):8141.
307. Therabody. Theragun PRO Plus User Manual 2022 [Available from: https://www.therabody.com/on/demandware.static/-/Library-Sites-TheragunSharedLibrary/default/dw00245b3c/pdf/G6PROPlus_UserManual.pdf].

308. McLeay Y, Barnes MJ, Mundel T, Hurst SM, Hurst RD, Stannard SR. Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012;9(1):19.
309. Peschek K, Pritchett R, Bergman E, Pritchett K. The effects of acute post exercise consumption of two cocoa-based beverages with varying flavanol content on indices of muscle recovery following downhill treadmill running. *Nutrients.* 2013;6(1):50-62.
310. Michailidis Y, Karagounis LG, Terzis G, Jamurtas AZ, Spengos K, Tsoukas D, et al. Thiol-based antioxidant supplementation alters human skeletal muscle signaling and attenuates its inflammatory response and recovery after intense eccentric exercise. *The American journal of clinical nutrition.* 2013;98(1):233-45.
311. Newton MJ, Sacco P, Chapman D, Nosaka K. Do dominant and non-dominant arms respond similarly to maximal eccentric exercise of the elbow flexors? *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2013;16(2):166-71.
312. Tanabe Y, Maeda S, Akazawa N, Zempo-Miyaki A, Choi Y, Ra SG, et al. Attenuation of indirect markers of eccentric exercise-induced muscle damage by curcumin. *Eur J Appl Physiol.* 2015;115(9):1949-57.
313. Tanabe Y, Chino K, Ohnishi T, Ozawa H, Sagayama H, Maeda S, et al. Effects of oral curcumin ingested before or after eccentric exercise on markers of muscle damage and inflammation. *Scandinavian journal of medicine & science in sports.* 2019;29(4):524-34.
314. Marathamuthu S, Selvanayagam VS, Yusof A. Contralateral effects of eccentric exercise and DOMS of the plantar flexors: evidence of central involvement. *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 2022;93(2):240-9.
315. Özdemir O. Temel Klinik Araştırma Düzenleri: Paralel Gruplu Araştırmalar Ve Çapraz Gruplu Araştırmalar. *Journal of Experimental and Clinical Medicine.* 2010;15(4).
316. Gökpınar E, Sarı H, Bayrak H. Çapraz Tasarımlarda Etkilerin Testi için Parametrik ve Parametrik Olmayan Testlerin Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 2018;22(1):326-35.
317. Sautillet B, Bourdillon N, Millet GP, Lemaître F, Cozette M, Delanaud S, et al. Hot water immersion: Maintaining core body temperature above 38.5° C mitigates muscle fatigue. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 2024;34(1):e14503.
318. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* New York: Routledge; 1969.
319. Hopkins WG. A scale of magnitudes for effect statistics. *A new view of statistics.* 2002;502(411):321.
320. Chen J, Zhang F, Chen H, Pan H. Rhabdomyolysis After the Use of Percussion Massage Gun: A Case Report. *Phys Ther.* 2021;101(1).
321. Lee YS, Bae SH, Hwang JA, Kim KY. The effects of kinesio taping on architecture, strength and pain of muscles in delayed onset muscle soreness of biceps brachii. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(2):457-9.

322. Casanova N, Reis JF, Vaz JR, Machado R, Mendes B, Button DC, et al. Effects of roller massager on muscle recovery after exercise-induced muscle damage. *Journal of sports sciences*. 2018;36(1):56-63.
323. Medeiros FVA, Bottaro M, Martins WR, Ribeiro DLF, Marinho EBA, Viana RB, et al. The effects of one session of roller massage on recovery from exercise-induced muscle damage: A randomized controlled trial. *J Exerc Sci Fit*. 2020;18(3):148-54.
324. Aagaard P, Andersen JL, Dyhre-Poulsen P, Leffers AM, Wagner A, Magnusson SP, et al. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *The journal of physiology*. 2001;534(2):613-23.
325. Yilmaz HH, Seren K, Atasever G. The relationship between isokinetic strength and anaerobic performance in elite youth football players. *Journal of ROL Sport Sciences*. 2023;4(2):457-68.
326. Huang CC, Lee MC, Ho CS, Hsu YJ, Ho CC, Kan NW. Protective and Recovery Effects of Resveratrol Supplementation on Exercise Performance and Muscle Damage following Acute Plyometric Exercise. *Nutrients*. 2021;13(9).
327. Franklin M, Chamness M, Chenier T, Mosteller G, Barrow L. A comparison of isokinetic eccentric exercise on delayed-onset muscle soreness and creatine kinase in the quadriceps versus the hamstrings. *Isokinetics and Exercise Science*. 1993;3(2):68-73.

8. EKLER

EK-1: Etik Kurul Onayı

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

| | |
|------------------------------------|--|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI | Masaj Tabancası Uygulamasının Gecikmeli Başlayan Kas Yorgunluğunda Kas Kuvveti, Kuvvete Devamlılık, Kas Mimarisi, Kas Hasarı Belirteçleri ve Hissedilen Kas Ağrısına Etkisinin Değerlendirilmesi |
| ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU (VARSA) | |

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULUNA AIT BİLGİLER

Etik Kurul Adı:

Bezmîâlem Vakıf Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

TİTCK Tarafından Verilen Etik Kurul Kodu¹

2024-KAEK-03

Açık Adresi

Topkapı Mahallesi Adnan Menderes
Bulvarı (Vatan Caddesi) 34093
Fatih/İstanbul

Telefon

(0212) 523 22 88 - 3238

E-Posta

etikkurul@bezmialem.edu.tr

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULUNA YAPILAN BAŞVURUYA AIT BİLGİLER

| | |
|---|---|
| Etik Kurula Başvuru Tarihi | 18.04.2024 |
| Koordinatör/Sorumlu Araştırmacı Unvanı/Adı/Soyadı ² | Dr. Öğr. Üyesi Yiğitcan KARANFİL |
| Koordinatör/Sorumlu Araştırmacının Uzmanlık Alanı | Spor Hekimliği |
| Koordinatör/Sorumlu Araştırmacının Bulunduğu Merkez | Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi |
| Destekleyici | |
| Destekleyicinin Yasal Temsilcisi | |
| Sözleşmeli Araştırma Kuruluşu | |
| Başvuru Sahibi | Bir öge seçin. Lütfen başvuru sahibini belirtiniz (Ad soyad/Sponsor (Firma) adı) |
| Araştırmanın Fazı | Bir öge seçin. |
| Araştırmanın Türü (Tıbbi Cihaz Araştırma/Çalışmalar İçin) | Bir öge seçin. |

¹ Klinik araştırmalar etik kurullarına TİTCK tarafından verilen tanımlayıcı kod (Örn: 2024-KAEK-01).² Tek merkezli araştırmalarda sorumlu araştırmacı, çok merkezli araştırmalarda koordinatör bilgileri verilmelidir.

Etik Kurul Başkanı

Unvanı/Adı/Soyadı:

İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 1/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

Destekleyicinin Statüsü

Bir öge seçin.

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 2/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

UYGUNLUĞU DEĞERLENDİRİLEN BELGELER

| | | | | | |
|---|----------------|-------------------|----------------|---|--------------------------------------|
| Araştırma Protokolü | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Türkçe | Uygun <input checked="" type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (BGOF) ⁴ | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Türkçe | Uygun <input checked="" type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Değerlendirilen diğer BGOF adını belirtiniz. | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Değerlendirilen diğer BGOF adını belirtiniz. | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Yazılı Rıza Formu (varsa) | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Araştırmacı Broşürü (AB) | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Fayda-Risk Değerlendirilmesine İlişkin Plan/Rapor | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Pediyatrik Araştırma Planı (geçerli ise) | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Ara Analiz Raporu (geçerli ise) | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |

³ "Uygun değil" seçilen tüm dokümanlar için gerekçeleri karar bölümünde açıklanmalıdır.

⁴ Birden çok BGOF olması durumunda her birinin karar formuna ayrı ayrı eklenmesi ve değerlendirme durumunun belirtilmesi gerekmektedir.

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 3/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

| | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|----------------|---|--------------------------------------|
| Bağımsız Veri İleme Komitesi Raporu (varsa) | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Araştırma Ürünü Dosyası | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Olgu Rapor Formu (ORF) | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Sigorta ⁵ (ilgili mevzuat gereği sigorta gerektiren araştırmalar için) | | | | | |
| Sigorta Poliçesi | Sigorta poliçe numarası | Poliçe dönemi | Tanzim tarihi | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Sigorta Sertifikası | Sigorta poliçe numarası | Poliçe dönemi | Tanzim tarihi | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Sigorta Zeyilnameleri (varsa) | Sigorta poliçe numarası | Poliçe dönemi | Tanzim tarihi | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Genel ve Özel Şartlar, vb. | Sigorta poliçe numarası | Poliçe dönemi | Tanzim tarihi | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Araştırma Bütçesi | 18.04.2024 | | | Uygun <input checked="" type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Araştırmanın Yeniden Başlatılması | Gereğesini belirtiniz. | | | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Araştırmanın Geçici Durdurulması | Gereğesini belirtiniz. | | | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |

⁵ Çocuklarda yürütülen klinik araştırmalarda ve biyoteknolojik/biyobenzer ürünlerle yapılan klinik araştırmalarda yapılan sigorta çalışması tamamlandıktan sonraki en az 5 (beş) yılı kapsmalıdır.
Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 4/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

| | | | | | |
|---|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Araştırma Merkezi Eklennesi | Merkez adını/adlarını belirtiniz. | Sorumlu araştırmacı/araştırmacıları belirtiniz. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Araştırma Ekibi (Özgeçmişler) | Sorumlu ve yardımcı araştırmacı özgeçmişleri | | Uygun <input checked="" type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Monitör | Monitör (İzleyici) atanması CE işareti taşımayan Tıbbi Cihazlar ve In-Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihazlar ile yürütülen araştırmalarda zorunludur. Destekleyici tarafından atanacak monitörün yetkinliği ile araştırma merkezinden bağımsız olması hususlarının incelenmesi yapılmaktadır. | | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Diğer Dokümanlar: | | | | | |
| Varsa değerlendirilen diğer belgeleri belirtiniz. | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Varsa değerlendirilen diğer belgeleri belirtiniz. | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Varsa değerlendirilen diğer belgeleri belirtiniz. | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Varsa değerlendirilen diğer belgeleri belirtiniz. | Doküman Tarihi | Versiyon Numarası | Bir öğe seçin. | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |

GÖNÜLLÜ DOKÜMANLARI

| | | | |
|------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Gönüllü Kartı | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Gönüllü Günlüğü | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 5/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

| | | | | |
|---|----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
| Anketler: | | | | |
| Değerlendirilen anketin adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Değerlendirilen anketin adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Değerlendirilen anketin adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Değerlendirilen anketin adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Gönüllüye verilecek diğer dokümanlar ⁶ : | | | | |
| Değerlendirilen dokümanın adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Değerlendirilen dokümanın adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Değerlendirilen dokümanın adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Gönüllü hizmetleri ile ilgili (evde bakım/hemşire/sağlık hizmetleri, araştırma ürünü teslim hizmeti, araştırma merkezine transfer hizmeti vb.) dokümanlar: | | | | |
| Değerlendirilen dokümanın adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Değerlendirilen dokümanın adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |
| Değerlendirilen dokümanın adını giriniz: | Tarih/Varsa Versiyon | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> | |

⁶ Kullanma talimatları, uygulama talimatları, bilgilendirme metinleri vb.
Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 6/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

| | | | |
|---|----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Gönlüllere verilecek olan elektronik cihaz ve materyaller (tablet, telefon, çanta vb.) ⁷ | Tarihini belirtiniz: | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
|---|----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|

DİĞER DOKÜMANLAR

| | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Yıllık Bildirim | Dönemini belirtiniz: | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Araştırma Sonuç Raporu | Tarihini belirtiniz: | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Güvenlilik Bildirimleri | Tarihini/dönemini belirtiniz: | Bir öge seçin. | Bir öge seçin. ⁸ |
| Araştırmanın Tamamlanması Bildirimi | Tarihini belirtiniz: | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
| Diğeri | Tarihini/dönemini belirtiniz: | Uygun <input type="checkbox"/> | Uygun Değil <input type="checkbox"/> |

ARAŞTIRMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

| | | |
|--------------------------------------|----------------|---|
| Araştırmada plasebo kullanılıyor mu? | Bir öge seçin. | Evet ise; plasebo kullanımı etik ve bilimsel açıdan uygun mu? Uygun <input type="checkbox"/> Uygun Değil <input type="checkbox"/> Açıklama: |
|--------------------------------------|----------------|---|

| | | |
|---|----------------|--|
| Araştırmada tüm DNA analizi yapılıyor mu? | Bir öge seçin. | Evet ise; DNA analizi yapılması etik ve bilimsel açıdan uygun mu? Uygun <input type="checkbox"/> Uygun Değil <input type="checkbox"/> |
|---|----------------|--|

⁷ Materyalin araştırma ile ilişki değerlendirilmeli ve elektronik cihazların araştırma sonunda alınıp alınmayacağı bilgisi kontrol edilmelidir.

⁸ Güvenlilik bildirimimin değerlendirilmesi neticesinde araştırmanın yürütülmesine ilişkin değişiklik yapılması gerektiğine karar verildi ise karar bölümünde talep edilen değişikliklerin ve gerekçelerinin ayrıntılı olarak belirtilmesi gerekmektedir.

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 7/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

| | | |
|---|----------------|--|
| | | Açıklama: |
| Araştırmaya kısıtlılar, çocuklar, gebeler, lohusalar ve emziren kadınlar, yoğun bakımdaki ve bilinci kapalı kişiler ile sahsen olur veremeyecek kişiler veya etkilenebilir gözneler gibi hassas bir popülasyon dahil edilecek mi? | Bir öge seçin. | Evet ise; araştırmanın bu popülasyonda yapılmasına dair gerekçe ve seçilen bu popülasyona yönelik alınacak tedbirler uygun mu? Uygun <input type="checkbox"/> Uygun Değil <input type="checkbox"/> Açıklama: |
| Araştırma pediatrik popülasyonda yürütülen bir klinik araştırma mı? | Bir öge seçin. | |
| Evet ise; Çocuk sağlığı ve hastalıkları uzmanının görüşü alındı mı? | Bir öge seçin. | Bir öge seçin. |
| Çocuk sağlığı ve hastalıkları uzmanı tarafından araştırmanın pediatrik popülasyonda yürütülmesi bilimsel ve etik açıdan uygun bulundu mu? | Bir öge seçin. | Hayir ise gerekçesini belirtiniz; |
| Araştırma yenidoğanlarda yürütülen bir klinik araştırma mı? | Bir öge seçin. | |
| Evet ise; yenidoğan uzmanının görüşü alındı mı? | Bir öge seçin. | Bir öge seçin. |
| Yenidoğan uzmanı tarafından araştırmanın yenidoğanlarda yürütülmesi bilimsel ve etik açıdan uygun bulundu mu? | Bir öge seçin. | Hayir ise gerekçesini belirtiniz; |
| Araştırma diş hekimliği alanında bir klinik araştırma mı? | Bir öge seçin. | |
| Evet ise; ilgili alanda uzman diş hekimi görüşünün alınması gerekli mi? | Bir öge seçin. | Bir öge seçin. |
| Evet ise; Diş hekimi tarafından araştırmanın yürütülmesi bilimsel ve etik açıdan uygun bulundu mu? | Bir öge seçin. | Hayir ise gerekçesini belirtiniz; |

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 8/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

KARAR BİLGİLERİ

Karar No:

07/31

Tarih:

24.04.2024

İlk Uygunluk Başvurusu:

Uygun ☒

Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.

Uygun bulunan araştırmanın 27 Mayıs 2023 tarih ve 32203 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Beşeri Tıbbi Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alması nedeni ile araştırmanın başlatılabilmesi için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.

Uygun bulunan araştırmanın 02.06.2021 tarihli ve 31499 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Tıbbi Cihaz Yönetmeliği kapsamında CE işareti taşımayan tıbbi cihaz ile yapılan Tıbbi Cihaz Klinik Araştırması olması nedeniyle araştırmanın başlatılabilmesi için etik kurul onayı alındıktan sonra Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması.

Uygun bulunan araştırmanın/çalışmanın 02.06.2021 tarihli ve 31499 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Tıbbi Cihaz Yönetmeliği kapsamında CE işareti taşıyan ve teknik dokümantasyonunda belirtilen kullanım amacına uygun olarak kullanılan tıbbi cihazla yapılan Tıbbi Cihaz Klinik Araştırması ve Tıbbi Cihazlar ile Yürütülen Piyasaya Arz Sonrası Çalışma olması nedeni ile araştırmanın/çalışmanın başlatılabilmesi için etik kurul onayı alındıktan sonra Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'na bildirim yapılması gerekmektedir.

Uygun bulunan çalışmanın 02.06.2021 tarihli ve 31499 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan İn Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihaz Yönetmeliği kapsamındaki İn Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihazlar İle Yürütülen;
• Amacı yalnızca performans değerlendirmek olan ve cerrahi prosedürler yoluyla numune alınımın yapıldığı Performans Değerlendirme Çalışması,
• Yürütülmesinde ilave girişimsel prosedürler veya gönüllüler için başka riskler bulunan Performans Değerlendirme Çalışması,
• Test sonuçlarının hasta yönetimi kararlarını etkileyebildiği veya tedaviye yön vermek üzere kullanılabilirdiği Performans Değerlendirme Çalışması,
olması nedeni ile çalışmanın başlatılabilmesi için etik kurul onayı alındıktan sonra Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.

Uygun bulunan çalışmanın 02.06.2021 tarihli ve 31499 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan İn Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihaz Yönetmeliği kapsamındaki;

• Destek tanı cihazına ilişkin sadece artık numune kullanılarak yapılan Performans Değerlendirme Çalışması,
• Teknik dokümantasyonunda belirtilen kullanım amacına uygun olarak kullanılan ve gönüllülerin ilave olarak girişimsel veya külfetli prosedürlere tabi tutulduğu İn-Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihazlar İle Yürütülen Piyasaya Arz Sonrası Çalışması,
olması nedeni ile çalışmanın başlatılabilmesi için etik kurul onayı alındıktan sonra Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'na bildirim yapılması gerekmektedir.

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 9/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

Uygun bulunan 02.06.2021 tarihli ve 31499 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanan İn Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihaz Yönetmeliği kapsamındaki İn Vitro Tanı Amaçlı Tıbbi Cihazlar ile yürütölen yukarıda yer alan çalışmalar dışında kalan Performans Değerlendirme Çalışmaları etik kurul kararı ile başlatılabilir, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu izni veya Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu' na bildirim yapılması gerekmektedir.

Uygun bulunan çalışmanın Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğünün 5/4/2018 tarihinde yayımladığı 2018/10 sayılı Genelge kapsamında yer alan kök hücreler ile yapılan klinik araştırma olması nedeni ile araştırmanın başlatılabilmesi için Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nden izin alınması gerekmektedir.

Uygun bulunan beşeri tıbbi ürünlerin gözlemsel çalışması etik kurul kararı ile başlatılabilir, Bakanlık izni gerektirmemektedir.

Uygun bulunan çalışmanın 3359 sayılı Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu Ek 10. Madde kapsamında yer alan

- Geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarına ilişkin araştırmalar dışındaki tedavi yöntemlerine ilişkin çalışma,
- Özel tıbbi amaçlı gıdalarda kullanım amacına ilişkin çalışma,
- Gıda ve takviye edici gıdalarda sağlık beyanı kullanımına ilişkin çalışma
- Düşük riskli bilimsel çalışma

olması nedeni ile çalışmanın başlatılabilmesi için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'na başvuru yapılması gerekmektedir.

Uygun Değil

Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın/çalışmanın yürütölmesi uygun bulunmamıştır.

Gerekçe:

Revizyon

Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup aşağıda belirtilen eksiklikler **tespit edilmiştir:**

Talep edilen revizyonları belirtiniz.

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 10/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

Değişiklik/Önemli Değişiklik Başvurusu:

Uygun

Araştırmanın yürütülmesine ilişkin yukarıda belirtilen bilgi/belge değişikliği/önemli değişikliği talebi/talepleri araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup değişikliğin/değişikliklerin uygulanmasında etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.

Uygun Değil

Araştırmanın yürütülmesine ilişkin yukarıda belirtilen bilgi/belge değişikliği/önemli değişikliği talebi/talepleri araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve değişikliklerin uygulanması uygun bulunmamıştır.

Gerekçe:

Revizyon

Yukarıda belirtilen bilgi/belge değişikliği/önemli değişikliği talebi/talepleri araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup aşağıda belirtilen eksiklikler tespit edilmiştir;

Revizyon talep edilen dokümanı belirtiniz.

*Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:*

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 11/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Etik Kurulun Çalışma Esası

- Biyoloji ve Tıbbın Uygulanması Bakımından İnsan Hakları ve İnsan Haysiyetinin Korunması Sözleşmesi; İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesi
- Biyotıp Araştırmalarına İlişkin İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesine Ek Protokol
- Sağlık Hizmetleri Temel Kanununun Ek 10 uncu maddesi
- Beşeri Tıbbi Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik
- İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
- Klinik Araştırmalar ve Biyoyararlanım / Biyoödeğerlik Çalışmaları Etik Kurullarının Standart Çalışma Yöntemi Esasları

ETİK KURUL ÜYELERİ

ASİL ÜYELER:

| Unvanı/Adı/Soyadı | Uzmanlık Alanı | Zorunlu Üye | Kurum Dışı Üye | Araştırma İle İlişkisi ⁹ | Katılım | İmza |
|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------|-------------------------------------|---------|------|
| 1. Prof. Dr. Özcan KARAMAN | İç Hastalıkları | Zorunlu Üye Değil ¹⁰ | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |
| 2. Prof. Dr. Selahattin TUĞRUL | KBB | Zorunlu Üye Değil | Bir öğe seçin. | Yok | Hayır | |
| 3. Prof. Dr. Hacı Mehmet TÜRK | İç Hastalıkları | Dahili bilimler | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |
| 4. Prof. Dr. Şabbettin SELEK | Tabii Biyokimya | Temel bilimler | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |
| 5. Prof. Dr. Alper YENİGÜN | KBB | Cerrahi bilimler | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |
| 6. Doc. Dr. Meltem BAKKAL | Pedodontist | Zorunlu Üye Değil | Bir öğe seçin. | Yok | Hayır | |

⁹ Üyenin araştırma ile ilişkisi bulunması durumunda araştırmaya ilişkin görüşmelerin yapıldığı sırada tartışmalara katılmama; ve kararı imzalamama. Katılım durumunun da bu doğrultuda işaretlenmesi gerekmektedir.

¹⁰ SMMOÜ: Sağlık Meslek Mensubu Olmayan Üye

Etik Kurul Başkanının

Unvanı/Adı/Soyadı:

İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 12/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

| | | | | | | |
|--|-----------------------------------|-------------------|----------------|-----|-------|--|
| 7. Prof. Dr. Ahmet Gökhan AKKAN | Tabii Farmakoloji | Zorunlu Üye Değil | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |
| 8. Prof. Dr. Ferah SÖNMEZ | Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları | Zorunlu Üye Değil | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |
| 9. Prof. Dr. Gözde ERKANLI ŞENTÜRK | Histoloji ve Embriyoloji | Zorunlu Üye Değil | Evet | Yok | Evet | |
| 10. Doc. Dr. Ahmet ÖZAYDEN | Tabii Biyoloji | Zorunlu Üye Değil | Evet | Yok | Evet | |
| 11. Dr. Öğretim Üyesi Dilek ÖZTÜRK CİVELEK | Farmakoloji | Farmakolog | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |
| 12. Prof. Dr. Seda ATEŞ | Kadın Hastalıkları Ve Doğum | Zorunlu Üye Değil | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |
| 13. Dr. Öğretim Üyesi Ebru HACIOSMANOĞLU | Biyofizik | Zorunlu Üye Değil | Bir öğe seçin. | Yok | Hayır | |
| 14. Av. Meryem FAZİL | Hukuk | Hukukçu | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |
| 15. Muhammet Ali ERDOĞAN | Sağlık Meslek Mensubu Olmayan Üye | SMMOÜ | Bir öğe seçin. | Yok | Evet | |

YEDEK ÜYELER:

| Unvanı/Adı/Soyadı | Uzmanlık Alanı | Zorunlu Üye | Kurum Dışı Üye | Araştırma İle İlişkisi | Katılım | İmza |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| 1. Prof. Dr. Ali Akçahan GEPDİREMEN | Tabii Farmakoloji | Farmakolog ¹¹ | Bir öğe seçin. | Var | Hayır | |
| 2. Prof. Dr. Zeliha Matur | Nöroloji | Dahili bilimler | Bir öğe seçin. | Yok | Hayır | |

¹¹ SMMOÜ: Sağlık Meslek Mensubu Olmayan Üye

Etik Kurul Başkanının

Unvanı/Adı/Soyadı:

İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 13/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

| | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------|----------------|-----|-------|--|
| 3. Prof. Dr. Kemalettin YILDIZ | Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi | Zorunlu Üye Değil | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |
| 4. Doç. Dr. Hayrettin DASKAYA | Anesteziyoloji ve Reanimasyon | Zorunlu Üye Değil | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |
| 5. Doç. Dr. Jülide Canan UMURHAN | Göz Hastalıkları | Zorunlu Üye Değil | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |
| 6. Doç. Dr. Savaş ÜSTÜNOVA | Fizyoloji | Temel bilimler | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |
| 7. Doç. Dr. Fatih Yıldız | Ortopedi ve Travmatoloji | Zorunlu Üye Değil | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |
| 8. Doç. Dr. Kayahan KARAYTUĞ | Ortopedi ve Travmatoloji | Zorunlu Üye Değil | Evet | Yok | Hayır | |
| 9. Doç. Dr. Mehmet ZORLU | İç Hastalıkları | Zorunlu Üye Değil | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |
| 10. Doç. Dr. Ahmet ELBAY | Göz Hastalıkları | Cerrahi bilimler | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |
| 11. Doç. Dr. Sami UZUN | Nefroloji | Zorunlu Üye Değil | Evet | Yok | Hayır | |
| 12. Dr. Öğretim Üyesi Şerife ÖZDEMİR | Klinik Bilimler Bölümü (Diğ) | Zorunlu Üye Değil | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |
| 13. Dr. Öğretim Üyesi Özge PASIN | Biyostatistik ve Tıp Bilişimi | Zorunlu Üye Değil | Bir öge seçin. | Yok | Evet | |
| 14. Av. Vafı KARAKAŞ | Hukuk | Hukukçu | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |
| 15. Onurhan İZ | Sağlık Meslek Mensubu Olmayan Üye | SMMOÜ | Bir öge seçin. | Yok | Hayır | |

Toplantıya katılım sağlayan yedek üye/üyeler varsa katılım gerekçesini (alanı ile ilgili görüş almak, zorunlu üyenin toplantıya katılım sağlayamaması, yeterli üye sayısına ulaşmak vb) belirtiniz. Yedek üye asil üye olarak atanmadığı sürece asil üyeler arasında ismi belirtilmemelidir.

Dr. Öğretim Üyesi Özge PASIN, kendi isteği üzerine toplantıya katılım sağlamıştır.

**** Kararı uygun bulunmayan üye varsa katılım durumu evet işaretlenmeli ancak kararı imzalamamalıdır!**

Kararı uygun bulunmayan üye var mı?

Bir öge seçin.

Etik Kurul Başkanının
Ünvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 14/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

Kararı uygun bulunmayan üyenin gerekçesini/serh düşmesini dayanakları ile birlikte belirtiniz¹².

12 Kararı uygun bulunmayan üyenin gerekçesine/serhine ilişkin imzalı beyanı alınmalı ancak bu beyan başvuru sahibine verilmemelidir. TİTCK tarafından talep edilmesi durumunda gönderilmek üzere arşivlenmelidir.
Etik Kurul Başkanının
Ünvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 15/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı/Tarih ve Sayı: 26.06.2024-E.155260

Danışman Görüşü ¹³

| | |
|------------------------------------|--|
| Danışman Görüşü Alındı mı? | Hayır |
| Danışmanın Uzmanlık Alanı | |
| Danışmanın çıkar çatışması var mı? | Bir öge seçin. |
| Danışman Görüşü | Bir öge seçin. |
| Açıklama | Bu bölümde danışmanın görüşünü ayrıntılı şekilde belirtiniz. |

¹³ Danışman tarafından doldurulan görüş formu başvuru sahibine verilmemelidir. TITCK tarafından talep edilmesi durumunda gönderilmek üzere arşıvlenmelidir. Danışmanın gizliliği korunmalıdır.

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı:
İmza:

| Doküman No | İlk Yayın Tarihi | Revizyon Tarihi | Revizyon No | Sayfa |
|------------|------------------|-----------------|-------------|-------|
| KAD-FR-42 | 04/04/2024 | - | - | 16/16 |

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.Evrak sorgulaması
<https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=5394&eD=BSEBD813HP&eS=155260> adresinden yapılabilir.

EK-2: Aydınlatılmış Onam Formu**Tarih:/..../.....****AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU**

ÇALIŞMANIN ADI: Masaj Tabancası Uygulamasının Gecikmeli Başlayan Kas Yorgunluğunda Kas Kuvveti, Kuvette Devamlılık, Kas Mimarisi, Kas Hasarı Belirteçleri ve Hissedilen Kas Ağrısına Etkisinin Değerlendirilmesi

Aşağıda bilgileri yer almakta olan bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Eğer çalışmaya katılma kararı verirseniz, **Aydınlatılmış Onam Formunu** imzalayınız. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Çalışmaya katıldığınız için size herhangi bir ödeme yapılmayacak ya da sizden herhangi bir maddi katkı/malzeme katkısı istenmeyecektir. Araştırmada kullanılacak tüm malzemeler ve yapılabilecek tüm harcamalar araştırmacı tarafından karşılanacaktır.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI

Bu araştırma, masaj tabancası uygulamasının gecikmeli başlayan kas yorgunluğu (DOMS) sırasında ortaya çıkan bazı egzersiz performansına dayalı değişimler, kasta oluşan yapısal ve şekilsel (morfolojik) değişiklikler, kas hasarı ve hissedilen kas ağrısı üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

ÇALIŞMA POPÜLASYONU

Çalışmaya toplam 20 sağlıklı erkek gönüllü katılması beklenmektedir. Bu katılımcıların ilk uygulamada 4 gün, 4 hafta sonraki diğer uygulamada da 4 gün olmak üzere toplam 8 gün boyunca çalışmaya katılması gerekmektedir.

Tarih:/..../.....

CALIŞMA İŞLEMLERİ

Bu araştırma kapsamında ilk gün ultrason ölçümlerinizi gerçekleştirilecek, bir bacağınızın 2 farklı noktasından ağrı eşiğiniz belirlenecek, kan alımınız ve performans ölçümlerinizi yapılacaktır. Sonrasında tek bacağınız için şiddetli bir egzersiz seansı uygulayacaksınız. Bu egzersiz sonrası 2-7 gün boyunca egzersiz uygulanan uzuvda ağrı hissetmeniz olağandır. Sonraki 3 günde tekrar ultrason ölçümlerinizi gerçekleştirilecek, ağrı eşiğiniz belirlenecek, kan alımınız ve yine tek bacak için performans ölçümlerinizi yapılacaktır. 4 hafta sonraki uygulamada ise diğer bacağınız değerlendirmeye alınarak ilk aşamadaki 4 günlük bütün prosedür tekrarlanacaktır. Bu defa şiddetli egzersiz seansına ek olarak bir masaj tabancası yardımıyla, ilk şiddetli egzersiz seansı ile takip eden 2 ve 3. günlerdeki ölçümlerinizi hemen sonra masaj tabancası uygulaması alacaksınız. Masaj tabancaları spor performansının iyileştirilmesinde sıklıkla kullanılan güvenilir cihazlardır. Ancak masaj tabancası uygulaması sırasında gıdıklanma ya da rahatsızlık hissedebilirsiniz. Bu çalışma kapsamında kullanılan ultrason cihazı, ses dalgalarını kullanarak görüntü elde etmeye yarayan bir cihaz olup kullanılırken herhangi bir olumsuz hissiyat oluşturmaz. Ancak kanınız alınırken iğnenin batmasından kaynaklı olarak ağrılı bir his tecrübe edebilirsiniz. Bununla beraber ağrı eşiğinizin ölçümü sırasında kısa süreliğine de olsa bir ağrı hissetmeniz olağandır. Çalışmaya devam edemediğiniz ya da etmek istemediğiniz durumda çalışma sonlandırılır.

CALIŞMADA YER ALMAMIN YARARLARI NELERDİR?

Bu araştırmaya katılarak masaj tabancası uygulamasının kasın yapısı, egzersiz performansı ve egzersiz sonrası toparlanma süreçlerine etkisinin belirlenebilmesi için büyük katkıda bulunacaksınız.

BU ÇALIŞMAYA KATILMAMIN MALİYETİ NEDİR?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Tarih:/..../.....

CALIŞMAYA KATILMALI MIYIM?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çalışmaya devam etmenizin sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir. Çalışma esnasında herhangi bir sağlık problemi ya da eklem ağrısı hissettiğinizde çalışmaya son verilir.

KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Çalışma doktorunuz kişisel bilgilerinizi ve araştırma kapsamında elde edilen bilgileri, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır. Bu çalışma kapsamında elde edilecek veriler ve alınan kanlar, bu ve başka çalışmalar için kullanılabilir.

SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER:

ADI : Yiğitcan KARANFİL

GÖREVİ : Doktor Öğretim Üyesi

TELEFON :

CALIŞMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Araştırmacı, saklamam için bu belgenin bir kopyasını bana teslim etmiştir.

| | | | |
|---------------------------|--|--------------------------|--|
| Gönüllü Adı Soyadı | | Tarih ve İmza | |
| Telefon | | | |

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------|--|
| Araştırmacı Adı Soyadı | Yiğitcan KARANFİL | Tarih ve İmza | |
| Telefon | | | |



EK-3: Veri Toplama Formu**Katılımcı Numarası:****Tarih:/..../.....****Yaş:****Düzenli egzersiz geçmişi:****Boy:****Haftalık egzersiz süresi:****Kilo:**

| Ölçümler | Öncesi | 24. saat | 48. saat | 72. saat |
|---|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Kas kalınlığı (mm) Vastus lateralis-Biceps femoris | | | | |
| Pennasyon açısı (°) Vastus lateralis-Biceps femoris | | | | |
| Zirve tork (Nm) Ekstansiyon-Fleksiyon | | | | |
| Yorgunluk indeksi (%) Ekstansiyon-Fleksiyon | | | | |
| Basınç ağırlığı eşiği (N/cm²) Vastus lateralis-Biceps femoris | | | | |
| GKA için uygulanan set sayısı Ekstansiyon-Fleksiyon | | | | |

EK-4: Katılımcıların GKA Protokolü Sırasında Gerçekleştirdikleri Set Sayıları

| Katılımcı | Diz Ekstansiyonu | Diz Fleksiyonu |
|------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | 9 | 7 |
| 2 | 8 | 7 |
| 3 | 8 | 6 |
| 4 | 8 | 6 |
| 5 | 8 | 7 |
| 6 | 7 | 5 |
| 7 | 8 | 8 |
| 8 | 8 | 6 |
| 9 | 9 | 8 |
| 10 | 8 | 7 |

EK-5: Orijinallik Ekran Çıktısı

Gecikmiş Kas Ağrısında Masaj Tabancası ile Uygulanan Perküsyon Terapisinin Kas Mimarisi, Kuvvet Bileşenleri ve Basınç Ağrı Eşiğine Etkisi

ORJİNALLİK RAPORU

| | | | |
|-------------------|---------------------|-----------|------------------|
| %4 | %3 | %2 | %0 |
| BENZERLİK ENDEKSİ | İNTERNET KAYNAKLARI | YAYINLAR | ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ |

BİRİNCİL KAYNAKLAR

| | | |
|----------|---|-------------|
| 1 | acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı | <% 1 |
| 2 | www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı | <% 1 |
| 3 | dspace.gazi.edu.tr İnternet Kaynağı | <% 1 |
| 4 | openaccess.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı | <% 1 |
| 5 | dergipark.org.tr İnternet Kaynağı | <% 1 |
| 6 | openaccess.ogu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı | <% 1 |
| 7 | abakus.inonu.edu.tr İnternet Kaynağı | <% 1 |
| 8 | doczz.biz.tr İnternet Kaynağı | <% 1 |

www.researchgate.net

EK-6: Dijital Makbuz**Dijital Makbuz**

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Mert Güleç
Ödev başlığı: Gecikmiş Kas Ağrısında Masaj Tabancası ile Uygulanan Perk...
Gönderi Başlığı: Gecikmiş Kas Ağrısında Masaj Tabancası ile Uygulanan Perk...
Dosya adı: as_Mimarisi,_Kuvvet_Bile_enleri_ve_Bas_n_A_r_E_i_ine_Etkisi....
Dosya boyutu: 3.05M
Sayfa sayısı: 55
Kelime sayısı: 11,666
Karakter sayısı: 81,428
Gönderim Tarihi: 09-Ara-2024 12:04ÖS (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2546130605



9. ÖZGEÇMİŞ



