

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

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU SONRASI KAN
AKIMI KISITLAMALI PLİOMETRİK EĞİTİMİN KAS
KUVVETİ VE FONKSİYON ÜZERİNE ETKİSİ**

Dr. Fzt. Serdar DEMİRCİ

**Spor Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2019

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

**ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU SONRASI KAN
AKIMI KISITLAMALI PLİOMETRİK EĞİTİMİN KAS
KUVVETİ VE FONKSİYON ÜZERİNE ETKİSİ**

Dr. Fzt. Serdar DEMİRCİ

**Spor Fizyoterapistliği Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Volga BAYRAKCI TUNAY**

ANKARA

2019

ONAY SAYFASI**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ****SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ****ÖN ÇAPRAZ BAĞ REKONSTRÜKSİYONU SONRASI KAN AKIMI KISITLAMALI
PLİOMETRİK EĞİTİMİN KAS KUVVETİ VE FONKSİYON ÜZERİNE ETKİSİ****UZM. FZT. SERDAR DEMİRCİ****Danışman: PROF. DR. VOLGA BAYRAKCI TUNAY**

Bu tez çalışması 19.12.2019 tarihinde jürimiz tarafından "Spor Fizyoterapistliği
Doktora Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:Prof. Dr. Zafer Erden
Hacettepe Üniversitesi**Üye:**Prof. Dr. Hayri Baran Yosmaoğlu
Başkent Üniversitesi**Üye:**Doç. Dr. Aydan Aytar
Başkent Üniversitesi**Üye:**Doç. Dr. İrem Düzgün
Hacettepe Üniversitesi**Üye:**Doç. Dr. Tüzün Fırat
Hacettepe Üniversitesi

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

20 Aralık 2019



Prof. Dr. Diclehan ORHAN

Enstitü Müdürü

YAYINLAMA 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.

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

23/12/2019

Dr. Fzt. Serdar DEMİRCİ


1“*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 danışmanın 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 danışmanın 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 danışmanın 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 özgün olduğunu, Prof. Dr. Volga BAYRAKCI TUNAY danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesi'ne göre yazıldığını beyan ederim.


Dr. Fzt. Serdar DEMİRCİ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca akademik gelişimimde katkıları olan, değerli bilgileriyle bana yol gösteren, tezimin her aşamasında fikirlerimi destekleyerek katkı sağlayan ve beni cesaretlendiren çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay'a,

Tezim için gerekli olguların sağlanmasında ve tezin yürütülmesi esnasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Egemen Turhan'a,

Tez vakalarımın ultrason ölçümlerini büyük özveriyle gerçekleştiren, değerli bilgilerini paylaşan ve zaman yaratan Sayın Prof. Dr. Bilge Ergen'e,

Tez izleme komitemde yer alarak bilgi ve deneyimleriyle yol gösteren, destek olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Nevin Ergun'a

Tez izleme komitemde yer alarak bilgilerini paylaşan ve desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Hayri Baran Yosmaoğlu'na,

Akademik gelişimimde katkıları olan, desteği ve bana olan güvenini her zaman hissettiren, çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum değerli hocam Doç. Dr. İrem Düzgün'e,

Tezin yürütülmesi aşamasında bana zaman yaratan ve içtenlikle destek olan sporcu sağlığı ünitesindeki değerli çalışma arkadaşlarım Uzm. Fzt. Taha İbrahim Yıldız, Uzm. Fzt. Burak Ulusoy, Uzm. Fzt. Ceyda Sevinç, Uzm. Fzt. Dilara Kara, Uzm. Fzt. Leyla Eraslan, Doç. Dr. Elif Turgut ve Doç. Dr. Gülcan Harput'a,

Tez çalışmamın her aşamasında manevi ve akademik olarak bana destek olan, zaman yaratan sevgili meslektaşım ve eşim Dr. Öğr. Üyesi Cevher Demirci'ye,

Bütün bu süreçte ona ayırdığım kısıtlı zamanı olgunlukla karşılayan, sabırla tezimin bitmesini bekleyen, moral ve motivasyon kaynağım sevgili oğlum Uras Demirci'ye,

Hayatımın her aşamasında manevi destek ve yardımları ile yanımda olan sevgili aileme,

Çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden değerli katılımcılara,

Hızlı destek projesi kapsamında tez için gerekli cihaz ve materyalleri almamıza destek olan Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (THD-2019-18120) içtenlikle teşekkür ederim

ÖZET

Demirci S. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Kan Akımı Kısıtlamalı Pliometrik Eğitimin Kas Kuvveti ve Fonksiyon Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Fizyoterapistliği Programı Doktora Tezi, Ankara, 2019. Bu çalışmanın amacı, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu (ÖÇBR) sonrası kan akımı kısıtlamalı (KAK) pliometrik eğitimin kas kuvveti, kas hacmi ve fonksiyon üzerine etkisini araştırmaktır. Çalışmaya ÖÇBR sonrası, 12 haftalık rehabilitasyon programını tamamlayan 18-30 yaş arası 28 erkek hasta dahil edildi. Hastalar rastgele seçim yöntemiyle KAK grup (n=14, yaş: 19,64±2,16 yıl, VKİ: 23,55±2,69 kg/m²) ve kontrol grubu (n=14, yaş: 20,35±3,31 yıl, VKİ: 22,5±3,02 kg/m²) olmak üzere 2'ye ayrıldı. Her iki gruba da standart rehabilitasyon programına ek olarak 8 hafta süreyle, haftada 3 gün pliometrik eğitim verildi. Sadece KAK grupta pliometrik eğitim kan akımı kısıtlaması ile birlikte uygulandı. Tüm hastaların kuadriseps kas kalınlığı ve rektus femoris enine kesit alanı, kuadriseps ve hamstring kas kuvveti (izometrik, konsentrik, eksentrik), fonksiyonel performansları (dikey sıçrama testi, tek bacak öne hoplama testi, üç adım hoplama testi), dinamik dengeleri (y denge testi), diz fonksiyonları (IKDC, KOOS, Tampa, ACL-RSI anketi) pliometrik eğitim öncesi ve sonrası değerlendirildi. Her iki grupta da eğitim sonrası rektus femoris, vastus medialis oblikus, vastus lateralis kas kalınlığında, rektus femoris enine kesit alanında, kuadriseps ve hamstring izometrik ve konsentrik kas kuvvetinde artış görülürken (p<0,05), KAK grupta tüm parametrelerde daha fazla artış elde edildi (p<0,05). Kuadriseps ve hamstring eksentrik kas kuvveti değerlendirme sonuçları benzerken (p>0,05), KAK grupta kuadriseps bacak simetri indeksinde daha fazla iyileşme elde edildi (p=0,015). Klinik testler ve ölçüklerin sonuçlarına bakıldığında; her iki grupta da dikey sıçrama performansında, y denge testinde, IKDC, Tampa, KOOS skorlarında gelişme görülürken (p<0,05), KAK grupta bu iyileşmenin daha fazla olduğu görüldü (p<0,05). Tek bacak öne hoplama bacak simetri indeksi, üç adım hoplama bacak simetri indeksi ve ACL-RSI skorları sırasıyla KAK grupta daha iyiydi (p=0,02, p=0,009, p=0,03). Çalışmamızın sonucunda, KAK pliometrik eğitimin ÖÇBR sonrası spora dönüş hazırlıkta kas kuvveti, kas hacmi ve fonksiyonu arttırmada daha etkili olduğu bulundu. Ön çapraz bağ yaralanması sonrası KAK pliometrik eğitimin spora dönüş aşamasında kullanılabilecek alternatif bir rehabilitasyon yöntemi olduğunu düşünüyoruz.

Anahtar kelimeler: Ön çapraz bağ, pliometrik eğitim, kan akımı kısıtlamalı eğitim, atrofi

ABSTRACT

Demirci S. The Effect of Plyometric Training With Blood Flow Restriction On Muscle Strength and Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Hacettepe University, Graduate School of Health Science, Sports Physiotherapy PhD Thesis, Ankara 2019. The aim of this study was to investigate the effect of plyometric training with blood flow restriction (BFR) on muscle strength, muscle volume and function after anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). The study included 28 male patients aged 18-30 years who completed a 12-week rehabilitation program after ACLR. The patients were randomly allocated into two groups as BFR group (n=14, age: 19,64±2,16 year, BMI: 23,55±2,69 kg/m²) and control group (n=14, age: 20,35±3,31 year, BMI: 22,5±3,02 kg/m²). Both groups received plyometric training for 8 weeks and 3 days a week in addition to the standard rehabilitation program. Plyometric training was performed with blood flow restriction only in BFR group. Quadriceps muscle thickness and rectus femoris cross-sectional area, hamstring and quadriceps muscle strength (isometric, concentric, eccentric), functional performances (vertical jump test, one leg hop test, 3 step hop test), dynamic balances (y balance test), knee functions (IKDC, KOOS, Tampa, ACL-RSI questionnaire) were evaluated before and after plyometric training. Rectus femoris, vastus medialis obliquus, vastus lateralis muscle thickness, rectus femoris cross sectional area, isometric and concentric muscle strength of quadriceps and hamstring increased in both groups after training (p<0,05), whereas BFR group had higher increase in all parameters (p<0,05). The quadriceps and hamstring eccentric muscle strength results were similar, while quadriceps leg symmetry index improved in the BFR group (p=0,015). When the results of clinical tests and scales are examined; vertical jump test, y balance test, IKDC, Tampa, KOOS scores were improved in both groups (p <0,05), but this improvement was higher in BFR group (p <0,05). Single leg hop test symmetry index, triple hop test symmetry index and ACL-RSI scores were respectively better in BFR group (p=0,02, p=0,009, p= 0,03). As a result of our study, plyometric training with BFR was found to be more effective in increasing muscle strength, muscle volume and function in return to sports after ACLR. We think that plyometric training with BFR after anterior cruciate ligament injury is an alternative rehabilitation method that can be used during the return to sports.

Keywords: Anterior cruciate ligament, plyometric training, blood flow restriction training, atrophy

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ön Çapraz Bağ Anatomisi	3
2.2. Ön Çapraz Bağ Biyomekaniği	4
2.3. Yaralanma Mekanizmaları	5
2.4. Ön Çapraz Bağ Yaralanma İnsidansı ve Risk Faktörleri	5
2.4.1. Çevresel Faktörler	6
2.4.2. Anatomik Faktörler	6
2.4.3. Hormonal Faktörler	6
2.4.4. Nöromusküler ve Biyomekanik Faktörler	7
2.5. Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Tedavi	7
2.5.1. Preoperatif Rehabilitasyon	9
2.5.2. Postoperatif Rehabilitasyon	10
2.6. Pliometrik Eğitim	14
2.6.1. Pliometrik Eğitimin Fazları	14
2.7. Kan Akımı Kısıtlamalı Kuvvetlendirme Eğitimi	17
2.7.1. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitimin Etki Mekanizmaları	17
3. GEREÇ VE YÖNTEM	23
3.1. Bireyler	23
3.2. Yöntem	25
3.3. Değerlendirmeler	26

3.3.1. Demografik Bilgiler	27
3.3.2. Kas Kalınlık Ölçümleri	27
3.3.3. Kas Kuvvet Ölçümü	29
3.3.4. Fonksiyonel Değerlendirme	31
3.3.5. Dinamik Dengenin Değerlendirilmesi	33
3.3.6. Klinik Ölçekler	34
3.4. Pliometrik Egzersiz ve Kuvvetlendirme Programı	36
3.5. İstatistiksel Analiz	40
4. BULGULAR	41
4.1. Demografik Bilgiler	41
4.2. Kas Kalınlığı ve Enine Kesit Alanı Ölçüm Sonuçları	42
4.3. Kuadriseps ve Hamstring Konsentrik Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları	44
4.4. Kuadriseps ve Hamstring İzometrik Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları	45
4.5. Kuadriseps ve Hamstring Eksentrik Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları	46
4.6. Fonksiyonel Performans Değerlendirme Sonuçları	47
4.6.1. Dikey Sıçrama Test Sonuçları	47
4.6.2. Tek Bacak Öne Hoplama ve Üç Adım Hoplama Test Sonuçları	48
4.7. Dinamik Denge Değerlendirme Sonuçları	49
4.8. Diz Fonksiyonunu Değerlendirmek İçin Kullanılan Klinik Ölçeklerin Sonuçları	50
5. TARTIŞMA	52
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	64
7. KAYNAKLAR	67
8. EKLER	
EK 1. Etik Kurul Onayı	
EK 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	
EK 3. Olgu Rapor Formu	
EK 4. Klinik Ölçekler	
EK 5. Orjinallik Ekran Çıktısı	
EK 6. Dijital Makbuz	
EK 7. Görüntü kullanım onam formu	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
°	Derece
<	Küçüktür
>	Büyüktür
AM	Anteromedial
ATT	Anterior tibial translasyon
BSİ	Bacak simetri indeksi
EHA	Eklem hareket açıklığı
EÖ	Eğitim öncesi
ES	Eğitim sonrası
KAK	Kan akımı kısıtlaması
kg	Kilogram
mm	Milimetre
n	Kişi sayısı
N	Newton
NMES	Nöromusküler elektrik stimülasyonu
ÖÇB	Ön çapraz bağ
ÖÇBR	Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu
PL	Posterolateral
PÜK	Patella üst kenarı
RF	Rektus femoris
SİAS	Spina iliaka anterior süperior
sn	Saniye
SS	Standart sapma
TBÖH	Tek bacak öne hoplama
ÜAH	Üç adım hoplama
VKİ	Vücut kütle indeksi
VL	Vastus lateralis
VMO	Vastus medialis oblikus
X	Aritmetik ortalama

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1.	Ön çapraz bağ	3
3.1.	Çalışmanın hasta akış çizelgesi	25
3.2.	Kaatsu master cihazı ve uygulama görüntüsü	26
3.3.	Ultrason ölçümü referans noktaları ve rektus femoris enine kesit alanı	28
3.4.	Ultrason kalınlık ölçüm görüntüleri	28
3.5.	İzokinetik dinamometre ile kas kuvvetinin değerlendirilmesi	29
3.6.	Dikey sıçrama testi	31
3.7.	Öne hoplama testi	32
3.8.	Üç adım hoplama testi	33
3.9.	Y denge testi	34
3.10.	'Bilgisayarlı fonksiyonel squat sistem'de yatay sıçrama	37
3.11.	Hamle (<i>lunge</i>) sıçrama (öne hamle yaparak makaslama sıçrama)	37
3.12.	Çift bacak yana sıçrama	38
3.13.	Öne, yana, arkaya ardışık sıçrama	38
3.14.	Yüksekliği 30 cm olan platforma çift ayak sıçrama	39
3.15.	Tek ayak yana sıçrama	39
3.16.	90° dönerek sıçrama	40
3.17.	Yerinde sayıp tek ayak yüksekliği 30 cm olan platforma sıçrama	40

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
4.1. Bireylerin demografik bilgileri	41
4.2. Bireylerin yaptıkları spor ve yaralanmadaki temas durumuna göre dağılım frekansı	42
4.3. Bireylerin ameliyat edilen ekstremiteye göre dağılım frekansı	42
4.4. Kas kalınlık ve rf enine kesit alanı ölçümlerinin grup içi karşılaştırılması	43
4.5. Kas kalınlık ve rf enine kesit alanı ölçümlerindeki gelişim oranlarının gruplar arası karşılaştırılması	43
4.6. Kuadriseps ve hamstring konsentrik kas kuvvetinin grup içi karşılaştırılması	44
4.7. Kuadriseps ve hamstring konsentrik kas kuvvet gelişiminin gruplar arası karşılaştırılması	45
4.8. Kuadriseps ve hamstring izometrik kas kuvvetinin grup içi karşılaştırılması	45
4.9. Kuadriseps ve hamstring izometrik kas kuvvet gelişiminin gruplar arası karşılaştırılması	46
4.10. Kuadriseps ve hamstring eksentrik kas kuvvetinin karşılaştırılması	46
4.11. Dikey sıçrama testinin grup içi karşılaştırılması	47
4.12. Dikey sıçrama testi gelişim oranının gruplar arası karşılaştırılması	48
4.13. Tek bacak öne hoplama, üç adım hoplama sonuçlarının karşılaştırılması	48
4.14. Y denge testi grup içi karşılaştırma sonuçları	49
4.15. Y denge testi gelişiminin gruplar arası karşılaştırılması	49
4.16. Klinik ölçek skorlarının grup içi karşılaştırma sonuçları	50
4.17. Klinik ölçek skorlarının değişiminin gruplar arası karşılaştırılması	51

1. GİRİŞ

Ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürü, en sık görülen spor yaralanmalarından biridir (1). Yaralanma sonrası genellikle cerrahi prosedür yerine getirilmektedir. Yılda yaklaşık 200.000 ÖÇB cerrahisi yapıldığı rapor edilmiştir (2). Cerrahi sonrası hastalar ağrı, bozulmuş diz fonksiyonu ve özellikle kuadriseps kas kuvvet zayıflığı ve atrofi gibi problemlerle karşılaşır (3, 4). Kuadriseps atrofisinin, rehabilitasyon programlarına rağmen yıllarca devam ettiği gösterilmiştir. Bir çalışmada spora dönüş evresi olarak tanımlanan cerrahi sonrası 6. ayda kuadriseps kas kuvvet defisitinin %5-30 arasında, hamstring kas kuvvet defisitinin ise %9-13 arasında değiştiği rapor edilmiştir (5). Çalışmalar kuadriseps kas kuvvetinin fonksiyonel performans ile de pozitif yönde ilişkili olduğunu göstermektedir (3, 6). Cerrahi sonrası hastaların %35-60'ı yaralanma öncesi diz fonksiyonlarına dönememektedir (7-9). Bu sebeple ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu (ÖÇBR) sonrası rehabilitasyon programları, spora dönüşü sağlamada ve cerrahi sonrası riskleri azaltmada önemli bir yer tutmaktadır. Cerrahi sonrası rehabilitasyonun en önemli hedeflerinden biri, kuadriseps ve hamstring kas kuvvetlerinin restorasyonudur (3, 6, 10).

Genel olarak ÖÇB rehabilitasyonu, erken ve geç olmak üzere iki döneme ayrılmaktadır. Erken dönemde dizle ilgili (ağrı, ödem, eklem hareket kısıtlılığı, kuadriseps kas zayıflığı ve antalgik yürüyüş gibi) birincil problemlerin çözümüne odaklanılırken, geç dönemde hastanın spor faaliyetlerine dönüş hazırlığına odaklanılır. Koşma, sıçrama ve çeviklik eğitimleri geç faz rehabilitasyonun egzersiz yaklaşımlarıdır (11, 12). Bu egzersizler alt ekstremitte ekstansör kaslarının gerilmekle ilgili döngüsünü tetikleyen aktiviteleri içerir ve bu da pliometrik egzersizlerin belirleyici özelliğidir (13). Sağlıklı bireylerde alt ekstremitte pliometrik egzersizlerinin motor ateşlemeyi geliştirdiği, kas kuvveti ve sporla ilişkili performansı artırdığı gösterilmiştir (12-14). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası pliometrik egzersizler, alt ekstremitte kas kuvvetini ve diz fonksiyonunu geliştirerek spora dönüş oranını artırabilir ancak, bu alanda yeterli çalışma yoktur. Son yıllarda ÖÇBR sonrası rehabilitasyonda kullanılan popüler uygulamalardan biri de düşük yoğunluklu kan akımı kısıtlamalı (KAK) eğitimidir. Kan akımı kısıtlamalı eğitim; hedef kasın proksimalinden, pnömatik bir turnike giydirilerek kan akımının eksternal basınçla kısıtlanmasına dayanan bir egzersiz protokolüdür. Eksternal basıncın venöz dönüşü

kısıtlayacak ancak arteriyel kan akımının devamını sağlayacak kadar uygulanması önerilmektedir (15-20). Bu venöz oklüzyon periyodları sırasında oluşan göreceli anaerobik ortam kas hipertrofisini uyaran çeşitli lokalize, hücrel ve hormonal değişikliklere sebep olmaktadır. Oluşan bu hipoksik ortamda egzersizin etkilerinin arttığı dolayısıyla kas kütlesi ve kuvvetinde artmanın olduğu ileri sürülmektedir (15-17, 20). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası KAK eğitimin etkilerini araştıran çok az sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalar da cerrahi sonrası erken dönemde pasif KAK uygulamanın atrofiyi önlediğini, sonraki dönemlerde düşük yoğunluklu dirençli uygulamanın kas kuvvetini ve kasın enine kesit alanını artırdığını göstermiştir (21, 22). Ancak şimdiye kadar ÖÇBR sonrası KAK pliometrik eğitimin etkilerini gösteren çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı ÖÇBR sonrası 12 haftalık rehabilitasyon programını tamamlayan hastalarda, KAK pliometrik eğitimin kas kuvveti, kas hacmi ve fonksiyon üzerine etkisini araştırmaktır.

Çalışmamızın hipotezleri:

H0: Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası pliometrik eğitim ve kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitimin kas kuvveti, kas hacmi ve fonksiyon üzerine etkileri arasında fark yoktur.

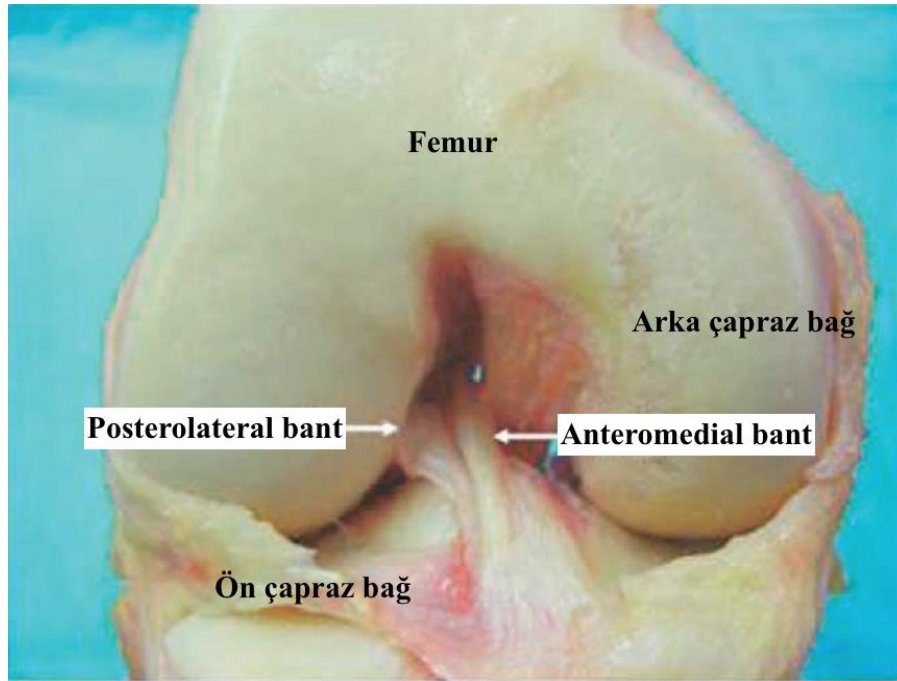
H1: Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası pliometrik eğitim ve kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitimin kas kuvveti ve kas hacmi üzerine etkileri arasında fark vardır.

H2: Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası pliometrik eğitim ve kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitimin fonksiyon üzerine etkileri arasında fark vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ön Çapraz Bağ Anatomisi

Ön çapraz bağ (ÖÇB), femurun lateral kondilindeki interkondiler çentiğin posteromedialinden başlar ve distale doğru anteromedial ve oblik yönde ilerleyerek tibia üzerindeki interkondiler eminensiya ile menisküslerin ön boynuzları arasındaki üçgen boşluğa yapışır (23, 24). Ön çapraz bağ, tibial yapışma yerine göre adlandırılan anteromedial (AM) ve posterolateral (PL) olmak üzere iki fonksiyonel banttandır (24) (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Ön çapraz bağ (25)

Ayrıca bir ara bant olarak da anterolateral bağ tanımlanmıştır (23). Anteromedial bant, femurdaki yapışma yerinin anterior ve proksimalinden başlar ve tibia üzerindeki yapışma yerinin anteromedialine tutunur. Posterolateral bant ise femurdaki yapışma yerinin posterodistalinden başlar ve tibial yapışma yerinin posterolateraline tutunur. Ön çapraz bağ, ortalama 22-41 mm uzunluğunda ve 7-12 mm genişliğindedir. Kesit alanı ise 36 mm² ile 44 mm² arasında değişmektedir (25-27). Bağın proksimali orta geniküler arter ile beslenirken, distali lateral ve medial inferior geniküler arterin

dalları tarafından beslenir. İnervasyonu tibial sinirin posterior dalı ile sağlanmaktadır (25). Ön çapraz bağda proprioepsiyon açısından öneme sahip farklı mekanoreseptörlerin (ruffini ve pacini korpüskülleri, serbest sinir sonlanmaları, golgi benzeri organlar) olduğu gösterilmiştir. Yapılan elektromyografik çalışmalar reseptörlerin çoğunlukla diz ekstansiyonu sırasında tepki verdiklerini göstermektedir. Ruffini reseptörleri, gerilim reseptörleri olarak; serbest sinir sonlanmaları ise, nosiseptör olarak fonksiyon görmektedir. Vazoaktif fonksiyonu olan nöropeptidleri serbest bırakan bu nosiseptörler, doku homeostazında ve greft iyileşmesinde önemli bir rol oynamaktadır (28). Yapılan çalışmalar kalan ÖÇB kalıntıları ile eklem pozisyon duyusunun doğruluğu arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu sebeple rekonstrüksiyon sırasında ÖÇB kalıntılarının korunmasının, proprioepsiyona katkıda bulunacağı ileri sürülmektedir (29).

2.2. Ön Çapraz Bağ Biyomekaniği

Ön çapraz bağın primer görevi tibianın anteriora yer değiştirmesini kontrol etmek, sekonder görevi ise tibianın internal rotasyonunu kontrol etmektir (23, 25, 26). İki fonksiyonel demetten oluşan ÖÇB'nin, eklem anterior-posterior ve kompleks rotasyonel stabilizasyonunda farklı rolleri vardır (30, 31). Posterolateral demet, 30°'nin altındaki diz ekstansiyonuna yakın pozisyonlarda anterior-posterior ve rotasyonel kuvvetler üzerinde belirli bir stabilizasyon etkisi oluştururken, AM demet daha yüksek fleksiyon açılarında gerilip, fonksiyonel hale gelir (30, 32). Yapılan bir çalışmada diz ekstansiyondayken PL demetin, 60°-90° diz fleksiyonundayken AM demetin geriliminin daha fazla olduğu, 15° diz fleksiyonunda ise demetlerin göstermiş olduğu dirençler arasında fark olmadığı bulunmuştur (33). Ayrıca üçüncü bir demet olarak kabul edilen anterolateral bağın, 35°'nin üzerindeki diz fleksiyon açılarında internal rotasyona karşı stabilizasyon sağladığı öne sürülmektedir (34). İschio-crural kas gruplarının 90° diz fleksiyonunda, 70°'den daha büyük posterior kuvvet vektörü oluşturdukları ve anterior tibial translasyona (ATT) karşı aktif olarak stabilizasyon sağladığı gösterilmiştir. Aktif kas kuvveti olmadan, ATT'deki en yüksek artışın 15°-40° diz fleksiyonu arasında olduğu bulunmuştur. Bu nedenle bağ ve kas kinematikleri dikkate alındığında ATT'yi ekstansiyona yakın (15°-30°) açılarda değerlendirmenin en doğrusu olduğu rapor edilmiştir (30, 35-37). Yapılan çalışmalarda ÖÇB'nin toplam

gerilim kuvvetinin yaklaşık 2200 N olduğu gösterilmiştir. Yaşlanma ve tekrarlayan yüklenmelere bağlı olarak gerilim kuvveti değişiklik göstermektedir (38).

2.3. Yaralanma Mekanizmaları

Ön çapraz bağ yaralanmaları temaslı ve temassız olmak üzere iki şekilde görülmektedir. Temassız yaralanmalar, tüm ÖÇB yaralanmalarının %70'inden fazlasını oluşturmaktadır (39-41). Diz eklemine herhangi bir darbe olmadan meydana gelen bu yaralanmalar daha çok futbol, basketbol gibi sportif faaliyetler sırasında ani durma, ani yön değiştirme, sıçrama sonrası yere inme, lateral kesme, ayak yerde sabit ve diz tam ekstansiyondayken dönme gibi hareketler sırasında oluşmaktadır. Temaslı yaralanmalar ise daha çok sportif aktivite sırasında başka bir kişinin darbesine bağlı olarak ya da trafik kazaları sonucu meydana gelmektedir (42-46). Yapılan çalışmalar temassız ÖÇB yaralanmalarında anterior tibial makaslama kuvveti, diz valgusu ve internal tibial rotasyonu içeren çok düzlemlili bir yüklenmenin, birincil yaralanma mekanizması olduğunu göstermektedir (40, 41).

Dinamik hareketler sırasındaki nöromusküler kontrol yetersizliğinin hem primer hem de sekonder ÖÇB yaralanma riski için, birincil neden olduğu öne sürülmektedir (47). Dinamik aktif nöromusküler kontroldeki yetersizlik, eklemden aşırı yüklenmeye ve sonuç olarak ÖÇB'de aşırı stres ve yaralanmalara neden olmaktadır.

2.4. Ön Çapraz Bağ Yaralanma İnsidansı ve Risk Faktörleri

Ön çapraz bağ dizde en fazla yaralanan bağıdır ve yaralanması sonrası fonksiyonel yetersizliğe bağlı olarak sıklıkla cerrahi prosedür yerine getirilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda yaklaşık 200.000 ÖÇB yaralanmasının meydana geldiği ve yaklaşık 150.000 ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisi ile en yaygın ortopedik cerrahilerden biri olduğu rapor edilmiştir. Bu yaralanmaların çoğu sportif aktiviteler sırasında oluşmaktadır (3, 4, 45, 48). Ön çapraz bağ yaralanmaları genç, aktif bireylerde daha çok görülmekle birlikte kadınlar, aynı sporu yapan erkeklerden 2-10 kat daha fazla risk altındadır (49). Temassız ÖÇB yaralanmaları, tüm yaralanmaların %70-84'ünü oluşturmaktadır (50). Bu yaralanmalara neden olan risk faktörlerini tanımlamak ve önleme stratejileri geliştirmek, sağlık ve mali açıdan önem

taşımaktadır. Bu yaralanmaların neden olan risk faktörleri 4 başlık altında incelenebilir (45).

2.4.1. Çevresel Faktörler

Hava şartları, kullanılan ekipman, zemin ve oyun kurallarının kısıtlayıcılığının yaralanma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kuru hava, yapay zemin ve uygun olmayan ayakkabı tasarımlarının zemin ile ayakkabı arasındaki sürtünmeyi artırdığı için yaralanmalara sebep olacağı ileri sürülmektedir. Uygun olmayan ekipman kullanımı da yaralanmalar için potansiyel bir risk faktörüdür (45, 51, 52).

2.4.2. Anatomik Faktörler

Erkeklerde ve kadınlarda alt ekstremite diziliminde, eklem laksitesi ve kas gelişiminde anatomik farklılıklar vardır. ÖÇB boyutu, interkondiller notch genişliği, eklem laksitesi, artmış Q açısı, artmış vücut kütle indeksi ve fonksiyonel dizilim bozukluğunun (aşırı ayak pronasyonu ve tibial torsiyon, diz eklemi dinamik valgus, artmış femoral anteversiyon vb.) ÖÇB yaralanması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (45). Küçük interkondiler notch genişliği ile ÖÇB yaralanma riski arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur (53). Diz eklem laksitesinin kadınlarda daha fazla olduğu ve bununda dinamik alt ekstremite hareketlerini değiştirdiği ve ÖÇB'ye olan stresi artırdığı düşünülmektedir (46, 54). Ayaktaki pronasyon artışının tibial internal rotasyonu artırdığı ve artmış Q açısı ile birlikte dizdeki dinamik valgus stresinin ÖÇB yaralanmalarına neden olacağı öne sürülmektedir (46, 54, 55).

2.4.3. Hormonal Faktörler

Ön çapraz bağ hücrelerinde östrojen ve progesteron reseptörleri bulunmuştur (56). Yapılan hayvan çalışmalarında estradiol konsantrasyonundaki artışın, hem fibroblast proliferasyonu hem de kollajen sentezini azalttığı ve östrojen uygulaması ile ÖÇB'nin gerilim özelliklerinin azaldığı rapor edilmiştir. Sonuç olarak, kadın cinsiyet hormonlarının, ÖÇB yapısı ve mekanik özelliklerini etkileyebileceği belirlenmiştir (56, 57).

2.4.4. Nöromusküler ve Biyomekanik Faktörler

Diz kinetik zincirin yalnızca bir parçasıdır; bu nedenle gövde, kalça ve ayak bileğinde dahil olmak üzere diz dışındaki anatomik bölgelerin ÖÇB yaralanmalarında rol oynayabileceği unutulmamalıdır. Yaralanmaya sebep olan en yaygın biyomekanik faktörler sıçrama sonrası yere inerken, yön değiştirirken ve rotasyonel aktiviteler sırasında kalça diz ve gövdede görülen anormal dinamik vücut hareketleridir (45). Nöromusküler faktörler kadınlarda ÖÇB yaralanma riskinin artışında önemli rol oynamaktadır ve erkekler ile kadınlar arasında ÖÇB yaralanma oranlarındaki farklılığın en önemli nedeni olarak gözükmektedir. Nöromusküler faktörler arasında kas kuvvet zayıflıkları, değişmiş kas aktivasyon paternleri ve yetersiz esneklik sayılabilir. Kuadriseps ve hamstring kaslarının ko-kontraksiyonu diz eklemine stabilitesinde önemli bir rol oynamaktadır. Eksentrik kasılma sırasında kuadriseps aktivasyonunun artması ve hamstring aktivasyonunun azalması ÖÇB yaralanmasında önemli bir faktör olarak düşünülmektedir (45, 46). Gluteus medius, kalça ekstensör ve eksternal rotatör kas kuvvet zayıflığı kesme ve sıçrama sonrası iniş aktiviteleri sırasında dizde dinamik valgusa sebep olabilir ve ÖÇB'ye olan stresi artırabilir (45, 46). Kadınların kesme ve sıçrama sonrası iniş manevralarını, erkeklere göre daha dik bir duruşla, daha az kalça ve diz fleksiyonu ile gerçekleştirdikleri gösterilmiştir. Bu nedenle, teorik olarak bu aktiviteleri gerçekleştirirken daha fazla risk altındadırlar (45, 46, 54). Yorgunluğunda kas aktivasyon paternlerini etkilediği ve yaralanma riskini artırdığı ileri sürülmektedir (58). Propriosepsiyon, fonksiyonel eklem stabilitesinin korunmasında tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir. Propriosepsiyondaki bir zayıflık da kas aktivasyon paternlerine etki etmekte ve yaralanma için risk oluşturmaktadır (45).

2.5. Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Tedavi

Ön çapraz bağ yetersizliğinin dizde eklem kıkırdak yaralanmaları, menisküs yırtıkları, fonksiyonel instabilite ve sonuç olarak erken başlangıçlı osteoartrit gibi potansiyel zararları vardır (59, 60). Cerrahi geçirmeyen hastalarda %24-86 oranında anormal radyografik bulgulara rastlanmıştır (61). Diğer taraftan çalışmalar ÖÇB cerrahisinden 7-12 yıl sonrada hastaların %40-90'ında radyografik osteoartrit görüldüğünü ve yaralanan dizde osteoartrit oranının 10 kat daha büyük olduğunu göstermektedir (3, 62). ÖÇB yaralanması sonrası yapılan fizik muayene ve klinik

testlerden sonra yaralanmanın ciddiyeti, eşlik eden ek yaralanmalar (menisküs yırtığı, kıkırdak hasarı vb.) hastanın yaşı, vücut ağırlığı, aktivite düzeyi gibi etkenler de dikkate alınarak konservatif veya cerrahi tedaviye karar verilir. Yüksek aktivite seviyesine sahip, diz eklem laksitesi fazla, genç yaş ve ÖÇB yaralanmasına eşlik eden ek yaralanması olan hastalar cerrahi açıdan uygun hastalardır. Diz instabilitesini yönelik bir kaç cerrahi teknik olmasına rağmen, ÖÇB bütünlüğünü sağlamak amacıyla greft kullanılarak yapılan ÖÇB rekonstrüksiyonları tercih edilmektedir. Ön çapraz bağın dikiş kullanılarak yapılan cerrahi onarımlarında, başarısızlık oranının yüksek ve iyileşme oranının düşük olduğu öne sürülmektedir (49).

Diz eklem stabilitesinin sağlanması, normal diz eklem biyomekaniğinin elde edilmesi ve ileride oluşabilecek dejeneratif değişiklikleri önlemek amacıyla cerrahi rekonstrüksiyon yerine getirilmektedir. Ototogreftler, allogreftler ve sentetik greftler rekonstrüksiyon amacıyla kullanılmaktadır. Ototogreftler daha çok tercih edilmekle birlikte sıklıkla kemik-patellar tendon-kemik ve hamstring tendonu otogreft olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bazı cerrahlar allogreft ve kuadriseps tendonunu da greft olarak tercih etmektedir (3, 63-65). Greft seçimi ÖÇB cerrahisi sonrası rehabilitasyon programını da kısmen etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada, dört kat hamstring tendon greftinin doğal ÖÇB'den yaklaşık %91, patellar tendon greftinden %39 daha güçlü olduğu, patellar tendon greftinin ise doğal ÖÇB'den %37 daha güçlü olduğu rapor edilmiştir (66). ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası patellar tendon greftinin tünel içine kaynaması yaklaşık 8 hafta, hamstring tendon greftinin ise yaklaşık 12 hafta almaktadır (67, 68). Hamstring tendon otogrefti veya allogreft kullanmanın potansiyel dezavantajı, gecikmiş veya uygun olmayan iyileşmeye bağlı artan greft laksitesi ve greft başarısızlığıdır. Bununla birlikte kemik-patellar tendon-kemik otogreftinin potansiyel dezavantajı, artrofibrozis ve ön diz ağrısı oranının yüksek olmasıdır (69). Uygun rehabilitasyon programlarıyla her iki problemde en aza indirilir veya önlenir. Klinikte, hamstring gibi yumuşak doku greftlerinde daha az agresif bir yaklaşım izlenir. Koşu, pliometrik egzersizler ve spora dönüşte daha yavaş bir prosedür izlenir. Ayrıca uygun greft iyileşmesine izin vermek için yaklaşık 6-8 hafta hamstring kuvvetlendirme egzersizlerine izin verilmez (3, 4). Allogreft rekonstrüksiyonlarında program, otojen greftine göre daha yavaş bir seyir izler. Kemik

tünel içinde, yumuşak doku fiksasyonu yaklaşık 4-6 aydan daha uzun sürmektedir ve bu sebeple hastanın yüksek seviye aktivitelere ilerlemesi geciktirilebilir (70, 71).

ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası başarılı sonuçlar için kanıta dayalı ve iyi planlanmış bir rehabilitasyon programına ihtiyaç duyulmaktadır. Rehabilitasyon programı planlanırken bağın fizyolojik iyileşme süreci de göz önüne alınmalıdır. ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası greft ligamentizasyon sürecinden geçer. Ligamentizasyon, a-) nekrozis, b-) revaskülarizasyon, c-) hücresel proliferasyon ve d-) kollajen formasyonu süreçlerini içerir (72, 73). Rekonstrüksiyonun ardından greft dokusu nekroz sürecine girer ve kemikteki kan ve sinoviyal sıvı ile beslenir. Nekrozu takiben revaskülarizasyon süreci başlar. Yaklaşık 6-8 hafta sürer ve rekonstrüksiyon sonrası greftin en zayıf olduğu dönemdir. Bu süreç hücre proliferasyonu ile devam eder. Rekonstrüksiyon sonrası greft yaklaşık 30. haftada normal bağ özelliklerini gösterir. Kollajen oluşumu 1 yıldan daha uzun sürer (74-77).

2.5.1. Preoperatif Rehabilitasyon

Akut ÖÇB yaralanması sonrası cerrahi öncesi rehabilitasyon, yapılacak olan cerrahinin genel başarısı için kritik önem taşımaktadır. Preoperatif rehabilitasyonun amacı: 1-) hastanın ameliyat için fiziksel olarak hazırlanması, 2-) hastanın ameliyat için psikolojik olarak hazırlanması, 3-) cerrahi sonrası komplikasyon riskini azaltmak, 4-) cerrahi sonrası yüksek seviye aktivite ve spora başarılı bir şekilde geri dönüş olasılığını artırmak ve 5-) sekonder ÖÇB yaralanma riskini azaltmaktır. Akut ÖÇB yırtığı teşhisi konulduktan sonra cerrahi için uygun zaman belirlenmelidir. Bu zamanlama seçimi akut veya gecikmiş cerrahi olmak üzere 2 kategoriden birine denk gelir. Akut cerrahi; diz ödemli, eklem hareket açıklığı kısıtlanmış, hemartroz ve ağrılı kuadriseps inhibisyonu ile tanıdan sonra mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirilir (48). Eğer gecikmiş cerrahi seçilmişse; hasta, dizi normal hale gelene kadar bekletilir (3). Burada amaç ağrıyı, ödemi ve inflamasyonu azaltmak, eklem hareket açıklığını (EHA) restore etmek, kas atrofisini önlemek ve yürüyüşü normal hale getirmektir (3, 4). Tam hareket, postoperatif artrofibrozis riskini azaltmada önemlidir (78). Cerrahi öncesi yaklaşık 0°-120°/125°'lik pasif eklem hareket açıklığı önerilmektedir (3). Yapılan çalışmalar; preoperatif kuadriseps kas kuvvet defisitinin, ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası uzun dönem fonksiyonel sonuçları olumsuz yönde

etkilediğini göstermektedir. Bu sebeple; cerrahi öncesi yaralanmış bacağın kuadriseps kas kuvvet defisitinin, sağlam tarafla karşılaştırıldığında %20'nin altında olması önerilmektedir (79). Tüm bunlar dikkate alındığında preoperatif rehabilitasyon programları, kuadriseps kası kuvvetlendirme eğitimlerine odaklanmalıdır.

Preoperatif rehabilitasyonun kritik konularından biri de hasta eğitimidir. Hastayı, cerrahi süreç ve postoperatif rehabilitasyon hakkında bilgilendirmek ve bu sürece hazırlamak gerekir. Başarılı sonuçlar ve cerrahi öncesi hedefleri gerçekleştirmek için yaklaşık 3-4 haftalık bir preoperatif dönem yeterli olmaktadır (78, 80, 81). Akut ÖÇB yaralanması sonrası kısa süreli ilerleyici bir rehabilitasyon programının, iyi tolere edildiği ve cerrahi öncesi diz fonksiyonlarını geliştirdiği gösterilmiştir (82). Ön çapraz bağ yaralanması sonrası dizin yaralanma öncesi normal seviyesine dönmesini ve doku homeostazının elde edilmesini hedefleyen kanıt dayalı bir preoperatif programı planlanmalıdır.

2.5.2. Postoperatif Rehabilitasyon

Ön çapraz bağ cerrahisi yapıldıktan sonra kullanılan greftin türüne, uygulanan ek cerrahilere ve eklem kıkırdak lezyonunun varlığına bağlı olarak rehabilitasyon programı planlanır. İyi planlanmış bir rehabilitasyon programı eklem hareket kaybı, patellofemoral ağrı, kas zayıflığı ve greft başarısızlığı gibi çeşitli postoperatif komplikasyonların önlenmesinde yardımcı olur.

Rehabilitasyon süreci, cerrahi sonrası hemen başlar. Erken dönem de ağrıyı azaltmaya, ödemi ve inflamasyonu kontrol altına almaya, tam pasif diz ekstansiyonunun kazanılmasına, diz fleksiyonunda dereceli artışa, kuadriseps kontrolünün kazanılması ve erken ağırlık aktarmaya odaklanılır. Ağrı ve ödem, kuadriseps kas inhibisyonunun en önemli nedenlerindedir (10, 83). Bu sebeple ağrı ve ödemin azalması kuadriseps inhibisyonunu önlemede, tam diz ekstansiyonunun kazanılmasında, patellar mobilitenin restorasyonunda ve erken ağırlık aktarmada önemlidir (10). Erken dönem hedeflerden biri de EHA restorasyonudur. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası fonksiyonel sonuçların zayıflamasının en yaygın nedeni, hareket kaybı özellikle de tam diz ekstansiyonunun kaybıdır. Tam diz ekstansiyon yetersizliği anormal eklem artrokinematığı, diz ön bölgesinde skar doku formasyonu ve ilerleyen dönemlerde patellofemoral/tibiofemoral eklem temas basıncının

artmasına neden olmaktadır (3, 4). Dolayısıyla cerrahi sonrası ilk bir kaç gün süresince tam diz ekstansiyonunu sağlamaya ve sonuç olarak simetrik hareket elde etmeye çalışılır. Rehabilitasyon süresince ekstansiyonun tersine, diz fleksiyonunda dereceli ilerlenir. Diz fleksiyonunda agresif ilerleme, ödeme ve ağrıya sebep olabilir. Bu sebeple hastanın cerrahiye yanıtı göz önüne alınmalıdır ve dirençli bir efüzyon varlığında, daha yavaş ilerlenmelidir (3, 4, 10). Cerrahi sonrası ilk hafta hedef 90° diz fleksiyonuna ulaşmaktır ve haftalık yaklaşık 10° ilerlemeyle cerrahi sonrası 4-6. haftada tam diz fleksiyonuna ulaşmak hedeflenir (77). Rehabilitasyonun hedeflerinden bir diğeri, patellar mobilitenin restorasyonudur. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası patellar mobilitenin kaybı, medial ve lateral retinakulum boyunca aşırı skar doku yapışıklıklarına, yağ pedi kısıtlılıklarına, EHA komplikasyonları ve kuadriseps aktivasyon zorluğuna neden olabilir (84). Patellar mobilizasyon sadece tam hareketin restorasyonunu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda kuadriseps fonksiyonu için de gereklidir ve ön diz ağrısını önler (3, 4, 10). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyonun akut fazı sırasında, kuadriseps kas inhibisyonu yaygındır. Kuadriseps kasının aktif kontraksiyonunu fasilite etmek için, egzersizle birlikte nöromusküler elektrik stimülasyonu ve biofeedback kullanılabilir. Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası kuadriseps kuvvetini artırmak için egzersizle birlikte nöromusküler elektrik stimülasyonunun daha etkili olduğu gösterilmiştir (85). Elektrik stimülasyonu cerrahi sonrası ilk gün izometrik ve izotonik egzersizlerle birlikte kullanılır. Hastaya nöromusküler elektrik stimülasyonu (NMES) yardımıyla aktif olarak kuadriseps kasını kasmaı öğretilir. Bağımsız kas aktivasyonu sağlandıktan sonra, kuadrisepsin ileri nöromusküler aktivasyonunu kolaylaştırmak için biofeedback kullanılabilir (3, 4). İstimli kas aktivitesi yeterli düzeye ulaştığında, NMES sonlandırılır. Bu süre ortalama cerrahi sonrası 4-6 haftadır. Diz çevresindeki kasların motor kontrolü, tüm fonksiyonel aktiviteler için gereklidir. Bu sebeple kuvvetlendirme egzersizlerine cerrahi sonrası birinci günden itibaren başlanır. Erken dönem egzersizler izometrik, kapalı ve açık kinetik zincir egzersizlerini içerir (3, 4, 10). Yerleştirilen greft erken dönemde nekroz sürecinde olduğu için, grefti korumak gerekir. Bu dönemde egzersizlere ekstremitte ağırlığı ile başlanır ve hastanın gelişimi ve fizyolojik iyileşmede göz önüne alınarak dirençli egzersizlere ilerlenir. Diz eklemının proksimal veya distalindeki zayıflıklara bağlı olarak ortaya çıkabilecek istenmeyen aşırı frontal/transvers düzlem

rotasyonlarını azaltmak için, tüm ekstremitayı kuvvetlendirmek gerekir. Ayrıca proksimal gövde kontrolünün zayıflığı, fonksiyonel aktiviteler sırasında anormal alt ekstremita dizilimine neden olabilir. Bu sebeple gövde stabilitesinin geliştirilmesi önemlidir ve cerrahi sonrası 2-3. haftadan itibaren 'core' bölge egzersizleri de programa dahil edilir (77). Genellikle cerrahi sonrası erken dönemde ekstansiyonda kilitli dizlik ve iki koltuk değneği ile tolere edebildiği kadar ağırlık aktarmaya izin verilir. Erken ağırlık aktarmanın kalça ve diz çevresi kasların ateşlenmesini artırdığı, ağrıyı azalttığı ve dizin stabilitesini artırdığı gösterilmiştir (63). Dizlik istemli kuadriseps kontrolü kazanılana kadar giyilir. Ayrıca ÖÇB cerrahisiyle eş zamanlı cerrahiler (menisküs tamiri, kırık cerrahisi vb.) yapılmışsa, ağırlık aktarma sürecinde değişiklikler yapılır. Bu gibi durumlarda doku iyileşmesine izin vermek için tam ağırlık aktarma ya geciktirilir ya da daha yavaş bir ilerleme izlenir (3, 10). Ağırlık aktarılan egzersizlerde daha az diz ağrısı, daha stabil bir diz, genellikle daha memnun edici sonuçlar ve daha hızlı spora dönüş olduğu gösterilmiştir. Ağırlık aktarılan ve aktarılmayan egzersizler arasında ÖÇB yüklenilmesinde de farklılıklar vardır. Yapılan çalışmalar, ağırlık aktarılmayan egzersizlerde ÖÇB'nin daha fazla strese maruz kaldığını göstermektedir (3, 4, 10). Postoperatif rehabilitasyon süresince ağrı, ödem ve kuadriseps kontrolü normal düzeye ulaştığında temel proprioseptif egzersizlere başlanır. Proprioseptif eğitim başlangıçta, eklem yeniden pozisyonlanması ve ağırlık aktarma gibi temel egzersizlerle başlar. Hastanın propriosepsiyon ve nöromusküler sistemini ateşlemek için ağırlık aktarma ve mini çömelmelerle birlikte nöromusküler eğitim araçları (monitörize rehabilitasyon sistemleri) kullanılabilir. Hastanın sert bir zemin üzerinde çift bacak çömelme sırasında iyi bir duruş ve postural kontrol sergilemesi durumunda, denge tahtası ve yumuşak pedler gibi stabil olmayan yüzeylerdeki egzersizlere ilerlenir (3, 4). Kas kontraksiyonunun diz varus/valgus laksitesini azalttığı ve kuadriseps hamstring kas kuvvet dengesizliğinin bağ yaralanma riskini artırdığını gösteren çalışmalara dayanarak; nöromusküler koaktivasyonun geliştirilmesinin, diz stabilitesini artırdığı düşünülmektedir (3, 4). Propriosepsiyon geliştikçe fonksiyonel aktiviteler sırasında agonist/antagonist koaktivasyonu birleştiren eğitimler desteklenir. Hasta yürüme eğitimini fasilite etmek, dinamik stabiliteyi artırmak için öne arkaya ve yana hamle egzersizleri ve diz eklemdeki kuvvetleri kontrol etmeye yardım etmek için kalça çevresi kuvvetlendirme egzersizleri

yapabilir. Dinamik stabiliteyi geliştirmek için, ayrıca lateral hamle egzersizleri yapılabilir. Lateral hamle egzersizleri önce düz planda sonra rotasyonla birlikte çok yönlü ve diagonal ve yumuşak ped üzerinde hamle egzersizlerine ilerlenir (3, 4, 77). Hasta ilerledikçe bu egzersizlerin herhangi birinde minimal bilinçli farkındalık ile alt ekstremite stabilizasyon hazırlığını zorlaştırmak için pertürbasyon egzersizleri eklenebilir. Hasta denge tahtası veya stabil olmayan yüzeylerde tek bacak veya çift bacak denge egzersizlerini yaparken, pertürbasyon eğitimi verilebilir. Nöromusküler eğitimin hedeflerinden biri de hastanın etkilenen taraf diz üzerindeki güveninin restorasyonudur. Ciddi bir yaralanma sonrası hastaların yüksek seviye aktiviteye dönme ve tekrar yaralanma korkusu olabilir (86). Nöromusküler kontrol ve özellikle pertürbasyon eğitimi hastaların yaralanmış dize olan güvenlerini artırır (3, 87).

Hasta üçüncü ayını doldurduktan sonra yeterli kuvvet ve dengeye sahipse temel fonksiyonel aktivitelerden, yüksek seviyede rekreasyonel ve sportif aktivitelere ilerlemesini sağlayacak programlara geçilir. Bu evrede, diz eklemının nöromusküler kontrolü ve dinamik stabilizasyonunu uyarmak ve kasların gerilme kısalma özelliği ile kuvvetlerin eşit dağılmasını eğitmek için pliometrik egzersizlere başlanır (3, 4, 10). Hastanın bu tür eğitimlere başlamak için, kuadriseps kas kuvvetinin sağlam tarafa göre %60-75, hamstring kas kuvvetinin %80 ve hamstring kuadriseps oranının %66-75 olması beklenir (3, 4, 77). Bunlara ek olarak fizyoterapist tarafından yapılan bir dizi değerlendirme sonucunda hastanın fonksiyonel aktiviteler sırasında herhangi bir ağrı ve ödemi yoksa, EHA tamsa, dizinde instabilite yoksa ve iyi bir diz ve kalça kontrolüne sahipse cerrahiden sonra 12. haftada pliometrik egzersizlere başlanabilir. Pliometrik aktivitelerin eklem yüzeyi ve menisküsler üzerine potansiyel olumsuz etkileri dikkate alınarak verilmesi gerekir. Bu egzersizler sırasında hastaya doğru sıçrama ve iniş tekniklerinin yanı sıra kuvvetlerin kontrolü ve dağılımı konusunda da eğitim vermek önemlidir. Rekreasyonel sporcularda ise gerekli olmadıkça bu eğitimin verilmemesi tavsiye edilmektedir (88, 89). Kas yorgunluğu oluştuğunda proprioepsiyon ve nöromusküler kontrolün azaldığı gösterilmiştir. Bu sebeple bu eğitimlerin, tedavi sürecinin sonuna doğru, kardiovasküler eğitim tamamlandıktan sonra verilmesi önerilmektedir (3, 90).

2.6. Pliometrik Eğitim

Genel olarak ÖÇB rehabilitasyonunu, erken ve geç iki döneme ayırabiliriz. Erken dönemde dizle ilgili (ağrı, ödem, eklem hareket kısıtlılığı, kuadriseps kas zayıflığı ve antalgik yürüyüş gibi) birincil problemlerin çözümüne odaklanılırken, geç dönemde hastanın spor faaliyetlerine dönüş hazırlığına odaklanılır. Koşma, sıçrama ve çeviklik eğitimleri geç faz rehabilitasyonun egzersiz yaklaşımlarıdır (6, 11). Bu egzersizler alt ekstremitte kaslarının gerilme-kısalma döngüsünü tetikleyen aktiviteleri içerir. Bu aktivitelerde pliometrik egzersizlerin en belirleyici özelliğidir (13). Pliometrik egzersizler; sıçrama performansını, kas kuvvetini, çevikliği ve hızı geliştirmede aynı zamanda diz yaralanmalarının önlenmesinde kullanılan etkili bir antrenman metodudur (13, 14, 91). Pliometrik eğitimin temeli, kas tendon biriminin uzaması ve bunu takiben ani bir kısalma ile kısa sürede maksimum kuvvet üretebilmeye dayanır (13, 92).

2.6.1. Pliometrik Eğitimin Fazları

Pliometrik egzersizler, eksentrik (yükleme), konsentrik (boşalma) ve bu ikisi arasındaki amortizasyon (geçiş fazı) fazlarından oluşur (92).

Yükleme (ilk germe, eksentrik) Fazı

Bu faz ayrıca; ilk germe, ön hazırlık, ön yükleme, karşı hareket veya karşı kuvvet olarak da isimlendirilmektedir. Pliometrik egzersizin bu fazında, eklemdaki yüklenme veya kinetik enerjinin bir sonucu olarak alt ekstremitenin agonist ve sinerjist kaslarının kas tendon üniteleri gerilir. Kinetik enerji, bir önceki sıçrama aktivitesinden, dışsal bir kaynaktan ya da antagonist kas grubunun konsentrik aktivitesinden kaynaklanabilir. Yüklemeye sırasında kas tendon ünitesinin gerilmesi, performans ve kuvvet üretiminde artışla sonuçlanan gerilme kısalma döngüsünü oluşturur (13, 92, 93). Eksentrik faz sırasında aktif kasın gerilmesiyle, kas potansiyeli ve germe refleksi mekanizmaları aktive olur. Kas potansiyeli, daha fazla kuvvet üretimine yol açan kasın kontraktıl özelliklerinin değişmesidir. Aktif bir kas gerildiğinde, hem aktine bağlı çapraz köprülerin oranı artar hem de çapraz köprülerin ayrılma hızı azalır (13, 93, 94). Kasın gerilmesi aynı zamanda kas içiğini de uyarır. Kas içiğinden gelen duyuşal

bilgiler, aynı kasta uyarıcı bir geribildirim sağlamak üzere monosaptik bir refleks döngüden geçirilir. Bu kısa süreli refleks, kas aktivitesi ile sonuçlanır. Yüklemenin hızı ve şiddeti arttıkça, germe refleksi artar (13, 95). Alt ekstremite kaslarında germe refleksi yaklaşık 30-40 milisaniyede tamamlanır ve refleksin başlatılmasından sonra, 50-55 milisaniyede kuvvet üretilir (95). Sıçramayı içeren çeşitli pliometrik aktivitelerde yükleme fazının süresi 100 milisaniyeyi aşar. Bu da kas aktivitesinde artışla sonuçlanır. Germe refleksi ile oluşan kas cevabı, genellikle aktiviteye özel geçilen eklem sayısı ile de ilgilidir. Tek eklem kat eden kaslar, çift eklem kat eden kaslara göre kuvvet oluşturmada daha avantajlıdır. Monoartiküler ve biartiküler kaslar arasındaki refleks kas aktivitesindeki farklılıklar yükleme sırasındaki kas uzunluğu değişikliklerindeki farklılıklar ile açıklanabilir (13).

Germe kısalma döngüsüyle ilgili bir diğer mekanizma, seri elastik bileşende elastik potansiyel enerjinin depolanmasıdır. Seri elastik bileşenin tüm parçaları (miyozin, aktin filamentleri ve tendon) eklem yüklendiğinde gerilmiş olsa da; tendon, kas tendon biriminin uzunluk değişimlerinde ve potansiyel enerjinin depolanmasında katkı sağlar. Tendonun gerilmesi ile golgi tendon organı uyarılır. Golgi tendon organından duyuşal bilgiler omurilikte bir internöronda sinaps yapar ve kasılmış olan kasa inhibitör bir geri bildirim gönderilir. Daha önce yapılan çalışmalar, bu geri bildirim kası aşırı gerilimden korumak amacı taşıdığını ve bunun pliometrik egzersiz sırasında oluşturulan kuvveti sınırlandıracağını bildirmekteydiler. Ancak, güncel çalışmalar golgi tendon organının submaksimal kuvvetlere cevap oluşturacağı ve hareket sırasında eksitatör refleksleri başlatacağını göstermiştir (13, 92, 96, 97).

Pliometrik egzersizler sırasında pek çok kompleks refleks mekanizma başlatılabilir ve motor koordinasyon ile eklem stabilitesine yardım eder. Uzunluk geribildirimi ve kuvvet geribildirimi olarak isimlendirilen bu refleks mekanizmalar, diğer kasların yanı sıra esas kasına geri dönen kas reseptörleri tarafından üretilen sinir sinyallerinden kaynaklanmaktadır. Kasın gerilmesi ile üretilen sinyaller, uzunluk geribildirimi olarak isimlendirilir. Kas kuvveti tarafından üretilenlere, kuvvet geribildirimi denir. Uzunluk geribildirimi eklem gerilimini, kuvvet geribildirimi eklemler arasındaki bağlantıyı düzenler (13, 98). Pliometrik aktivitenin yükleme fazı sırasında, uyarılan uzunluk ve kuvvet geribildirimi nöromusküler kontrolü iyileştirme potansiyeline sahiptir (13).

Araştırmalar eksentrik fazdaki gerilmenin, konsentrik kontraksiyonu artıracığını göstermiştir. Eksentrik faz, gerilmenin 3 değişkenine bağlıdır; gerilmenin büyüklüğü, gerilmenin hızı ve gerilmenin süresi. Bu değişkenlerden herhangi birinin manipüle edilmesi, eksentrik germe öncesi hareketi sırasında depolanan enerji miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (92).

Amortizasyon Fazı

Amortizasyon fazı; eksentrik gerilmenin kesilmesinden, konsentrik kas hareketinin başlangıcına kadar geçen süreyi tanımlamaktadır. Bu faz elektromekanik gecikme, transmisyon, eşleşme veya bağlama fazı olarak da isimlendirilmektedir. Amortizasyon fazı, pliometrik hareket paterni yönünde kuvvet üretmek için eksentrik ilk germenin negatif iş yükü ile, elastik geri dönüşü de içeren kas kontraksiyonu arasındaki gecikme zamanıdır (92, 99). Bu faz performansı artırmak için anahtar bir rol oynamaktadır. Amortizasyon fazı ne kadar kısa olursa, o kadar etkili ve güçlü bir pliometrik hareket ortaya çıkar. Çünkü eksentrik fazda depolanan enerji verimli bir şekilde transfer edilir. Eğer amortizasyon fazı uzarsa, depolanan enerji ısı olarak israf edilir, gerilme refleksi aktive olmaz ve sonuç olarak etkili bir konsentrik kasılma meydana gelmez (92, 97). Yapılan bir çalışmada ideal amortizasyon fazının 15 ms.'den az olması önerilmiştir (100). Ayrıca bekleme süresinde görülebilir bir artışın kas kuvvetlendirmesi için yararlı olabileceği ama, pliometrik aktivite olarak isimlendirilemeyeceği bildirilmiştir. Pliometrik eğitimin temel hedeflerinden biri, amortizasyon süresini kısaltmaktır.

Boşalma (Konsentrik Kısalma) Fazı

Amortizasyon fazından hemen sonra kas tendon ünitesinin kısalması ile oluşan fazdır. Bu faz güç üretim, performans, kısalma veya propulsiyon fazı olarak da isimlendirilir. Boşalma fazı, pliometrik hareketin kuvvet üretimi ile oluşturulduğu fonksiyonel, konsentrik evredir (92, 99). Pliometrik hareketin bu son aşaması, önceden gerilmiş kasların elastik özelliklerini kullanan biyomekanik cevaplar da dahil olmak üzere birçok etkileşimin sonucudur (92). Pliometrik bir hareketi gerçekleştirmek için bu üç fazın uyumu, kas gücünü artırmak için kullanılır.

2.7. Kan Akımı Kısıtlamalı Kuvvetlendirme Eğitimi

Amerikan Spor Hekimleri Birliği (ACSM) kas hipertrofisi için, normal şartlar altında 1 maksimum tekrarın en az %65'inde, 6-12 tekrarlı dirençli ağırlık kaldırma egzersizlerini önermektedir. Bu yoğunluğun altındaki uygulamaların, kas kuvveti ve hipertrofisini nadiren etkilediğini ileri sürmektedir (101). Son yıllarda yapılan çalışmalarda kas hipertrofisinin ve kuvvet gelişiminin, kan akımı kısıtlamasıyla birlikte bir maksimum tekrarın %20-30'nda yapılan egzersizlerle de ortaya çıktığı gösterilmiştir (17, 19).

Kan akımı kısıtlamalı (102) egzersiz; turnike, manşon veya elastik bir bandaj vasıtasıyla hedef kasın proksimalinden kan akımını eksternal basınçla kısıtlama yöntemine dayanan bir egzersiz protokolüdür. Eksternal basıncın ekstremitenin distalinden venöz dönüşü kısıtlayacak ancak, arteriyal kan akımının devamını sağlayacak kadar uygulanması önerilmektedir. Oluşan bu hipoksik ortamda egzersizin etkilerinin arttığı, dolayısıyla kas kuvveti ve kütlesinde artmanın olduğu düşünülmektedir. Düşük yoğunluklu kan akımı kısıtlamalı egzersizin sporcularda, yaşlılarda, kardiyak rehabilitasyonda ve özellikle ÖÇB cerrahisi sonrası rehabilitasyonda oldukça yararlı etkileri olduğu gösterilmiştir. Ayrıca sporcularda yüksek yoğunluklu egzersizlerin oluşturduğu stresler sebebiyle dinlenme periyodları veya ara verilen sezonlarda pozitif antrenman adaptasyonları oluşturduğu için kullanılması önerilmektedir (6, 17, 19, 20, 103, 104). Oklüzyon eğitimi olarak da bilinen KAK eğitim Japonya'da geliştirilmiştir ve KAATSU eğitimi olarak da bilinmektedir (105).

2.7.1. Kan Akımı Kısıtlamalı Eğitimin Etki Mekanizmaları

Kas Lifi Ateşlenmesinde Artış

Nöromotor kontrolün boyut prensibine göre, normal şartlar altında düşük yoğunluklu aktivite sırasında bir kasta önce tip I lifler ateşlenir. Yoğunluk arttıkça, ihtiyaç duyulduğunda tip II lifler ateşlenir. Bu prensibe göre, hızlı kasılan kas lifleri sadece yüksek yoğunluklu egzersizlerle ateşlenebilmektedir (106). Ancak, düşük yoğunluklu KAK egzersizler sırasında tip I kas lifleri için gerekli oksijen desteğinin yetersizliği ve yüksek metabolit birikimi nedeniyle, ateşlenen tip II liflerinin sayısında

artış olduğu gösterilmiştir (107). Sonuç olarak iskemik şartlar altında, yoğunluk düşük olsa bile tip II lifleri ateşlenebilmektedir. Elektromyografi çalışmaları da düşük yoğunluklu KAK egzersizlerin, yeterli sayıda tip II liflerin aktivasyonuna neden olduğunu göstermiştir (108, 109). Mekanik açıdan bakıldığında grup III-IV afferent liflerinin stimülasyonu, alfa motor nöron inhibisyonuna sebep olmaktadır. Bu durumda, kası inhibisyon kaynaklı iletimin azalmasına karşı korumak ve kassal gücü sürdürebilmek için ateşlenen kas lifi sayısında artış olacaktır (16, 20). Ateşlenen kas lifi sayısındaki artışın KAK egzersiz sonrası görülen hipertrofiye de katkı sağladığı ileri sürülmektedir (19, 20).

Mekanik Gerilim

Yapılan çalışmalar mekanik gerilimin, kas hipertrofisi için temel mekanizma olduğunu, aynı zamanda yüklenmemeye bağlı kas atrofisini önlemede etkili olduğunu ortaya koymuştur (110). Bununla birlikte mekanik gerilimin kasta hipertrofi oluşturabilmesi için, yüksek veya orta yoğunluklu dirençli egzersizlere gereksinim vardır (20). Düşük yoğunluklu egzersizler, kasta düşük seviyede metabolik stres yaratmaktadır. Kan akımı kısıtlanmalı düşük yoğunluklu dirençli egzersizler ise kasta düşük seviyede mekanik gerilime, yüksek seviyede metabolik strese sebep olmaktadır. Mekanik gerilimin kas hipertrofisini uyardığı mekanizmalar arasında mekanotransdüksiyon, artan lokalize hormon üretimi, kas hasarı, reaktif oksijen üretimi ve hızlı kasılan kas liflerinin ateşlenmesi vardır. Tüm bunların kas büyümesini uyarmak için, satelit hücre aktivasyonu ve proliferasyonu ve/veya sinyal yollarının aktivasyonu yoluyla protein sentezini artırdığı rapor edilmiştir. Kan akımı kısıtlanmalı egzersizle ilişkili düşük mekanik gerilim seviyesinin bu mekanizmaları büyük ölçüde uyaramayacağı iddia edilsede, metabolik stresin benzer mekanizmalara aracılık ettiği ve bu etkilere katkısı olabileceği gösterilmiştir (20, 111, 112).

Metabolik Stres

Metabolik stresin (egzersiz sırasında metabolitlerin birikimi) kas hipertrofisi için, en az mekanik gerilim kadar önemli olduğu gösterilmiştir (16, 19, 20). Yüksek yoğunluklu dirençli egzersizlerde, kan laktat seviyesinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Bu seviyedeki bir metabolik stres ancak, KAK egzersizlerle oluşturulan iskemik (hipoksik) ortam ile sağlanabilmektedir. Düşük yoğunluklu KAK egzersizler, standart egzersiz protokolüne göre tüm vücut laktat birikimi, plazma laktat ve kas hücresi laktat birikimini daha çok artırmaktadır. Bu da büyüme hormonunun artışı ile sonuçlanır (16, 19, 108, 113-115). Daha önceki çalışmalarda, büyüme hormonunun asidik kas içi çevre ile uyarıldığı gösterilmiştir. Ayrıca kanıtlar düşük pH'ın kas içi metaboreseptörler ve grup III-IV afferent liflerinin aracılık ettiği kemoreseptif refleks yoluyla sempatik sinir aktivitesini uyardığını göstermektedir. Sonuç olarak, aynı yolun büyüme hormonunun hipofiziyal sekresyonunun düzenlenmesinde önemli bir rol oynadığı rapor edilmiştir (20, 116).

Sistemik ve Lokal Hormonlar

Kan akımı kısıtlamalı eğitimle ilgili popüler bir teoride, büyüme hormonu ve IGF-1 gibi sistemik hormonların egzersiz sonrasında artmasıdır. Bununla ilgili yapılan bir çalışmada, KAK egzersiz sonrası büyüme hormonunun başlangıç ölçümlerinden yaklaşık 290 kat daha fazla artmış olduğu ve bu artışın tipik olarak düzenli dirençli eğitimle görülenden daha yüksek olduğu gösterilmiştir (108). Ancak bu sistemik hormonların artışıyla, protein sentezindeki artış arasındaki ilişki tartışmalıdır. Bununla birlikte IGF-1'in kastaki lokalize izoformu olan IGF-1Ec'nin üretimi, sistemik izoformlarından (IGF-1Ea ve IGF-1Eb) farklı olarak mekanik uyarıyla ve hücre hasarıyla artırılabilir. Ayrıca mekanik büyüme faktörü olarak da bilinen IGF-1Ec, kalsiyum bağlantılı yollardan olan mTOR (*mammalian target of rapamycin*) sinyal yolu gibi çeşitli yolları aktifleştirerek ve uydu hücrelerinin proliferasyonunu ve farklılaşmasını sağlayıp, otokrin ve parakrin aksiyonlarla kas protein sentezini ve dolayısıyla kas hipertrofisini doğrudan etkileyebilmektedir (16, 20). Ancak kan akımı kısıtlamalı egzersizin hangi yollarla kas hipertrofisini tetiklediği aydınlatılamamıştır.

Hücreşel Şişme

Kan akımı kısıtlamalı egzersizle ilgili teorilerden biri de hücrel şişme olarak da bilinen intrasellüler hidrasyon artışıdır. Çalışmalar hidrasyon kaynaklı hücrel şişmenin, protein sentezinde artışa ve hepatosit, osteosit, meme hücreleri ve kas lifleri de dahil çeşitli hücre tiplerinde proteolizide azalmaya yol açtığını göstermiştir (117). Teoriye göre KAK, metabolit birikimini artırıp kas lifleri (hücre içi boşluğa) içine kan akımını sağlayan bir basınç oluşturmaktadır. Bu basınçla birlikte artan hücrel şişme ve reperfüzyon, hücre membranının yapısal bütünlüğünü tehlikeye sokmaktadır. Buna karşın bütünlüğü korumak adına, hücrede yapıyı güçlendirecek bir sinyal oluşmaktadır. Bu sinyalin hücrede integrinle ilişkili hacim osmosensörleriyle taşındığı ve bu sensörün mTOR'dan bağımsız olarak mitojenle aktifleşen protein kinaz yoluyla anabolik faaliyeti tetiklediği gösterilmiştir (15, 20, 118, 119).

Reaktif Oksijen Türleri (ROT)

Egzersiz sırasında kaslardan üretilen ROT'nin, egzersiz sonrası anabolik faaliyetlerde önemli bir yer aldığı düşünülmektedir (120). Kan akımı kısıtlamalı egzersizlerin ROT üretimindeki rolü tartışmalı olmakla beraber, hipoksi ve arteriyal kısıtlama sonrasındaki reperfüzyonun, ROT üretimini artırdığı gösterilmiştir (20, 109). Buna karşın, KAK düşük yoğunluklu egzersiz sonrası lipit peroksit ve protein karbonil gibi ROT işaretleyicilerinde anlamlı bir artış olmadığını gösteren çalışmalarda vardır. Burada uygulamanın süresinin kısa olmasının buna sebep olabileceği düşünülmektedir (17, 20, 108).

Nitrit Oksit (NO)

Kas hipertrofinde görev alan ve ROT türü olan NO, önemli bir hücrel sinyal molekülüdür. Daha önce yapılan çalışmalarda NO'nun, uydu hücrelerinin aktivasyonunu ve proliferasyonunu artırarak kas büyümesini uyardığı gösterilmiştir (17, 20, 121). Ayrıca mTOR aktivasyonu ile birlikte protein sentezini de doğrudan etkileyebilmektedir. Esas olarak yüksek mekanik stresle NO üretilebilmektedir (122). Düşük yoğunluklu KAK egzersizle yeterli mekanik stres yaratılamamaktadır. Bununla birlikte KAK egzersizlerin elastik arterlerin maksimum dilatasyonunu artırdığı ve bu artışın NO'ya bağımlı olduğu bilinmektedir. Ayrıca hipoksik ortamda NO'nun elastik arterlerin vazodilatasyonuna katkısı daha fazla olmaktadır (123). Sonuç olarak KAK

egzersiz sonucu oluşan hipertrofiye NO üretiminin katkısı olabileceği ve otokrin/parakrin aksiyonları da aktive edebileceği düşünülmektedir (20, 122).

Isı Şok Proteinleri (*Heat Shock Proteins*)

Isı şok proteinleri ısı, iskemi, hipoksi ve serbest radikaller gibi stres faktörleri tarafından uyarılmaktadır. Stres anında ROT'nin neden olduğu oksidatif hasarı azaltıp homeostaziyi korumada rol almaktadır. Ayrıca proteinlerin yanlış sıralanmasını ve kümeleşmesini önleyerek anabolik faaliyetleri de indirekt olarak etkilemektedir (17, 20, 124). Yapılan bir hayvan deneyinde KAK ile birlikte ısı şok proteini türevi olan HSP72'de artış olduğu, başka bir çalışmada ise KAK sonrası HSP70'de değişiklik olmadığı gösterilmiştir (114, 125). Çalışmalardaki farklı sonuçlar dikkate alındığında, bakılan protein türleri farklı olsa bile, KAK eğitimin etkisinin netleşmesi için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Otokrin/Parakrin Aktivite

Kas büyümesi otokrin (yani katabolik sinyal yollarındaki azalma veya anabolik artışla protein sentezinin uyarılması) ve/veya parakrin (yani artan uydu hücresi aktivasyonu, proliferasyonu ve füzyonu) aktiviteyle meydana gelir. Bu iki primer mekanizmanın kas hipertrofisini uyarmak için protein sentezini ve/veya uydu hücre aktivitesini uyararak ilişkili ikincil mekanizmalara etki ettiği düşünülmektedir (20).

Otokrin Aktivite (Protein Sentezi)

Fujita ve ark. düşük yoğunluklu dirençli eğitimin, ribozomal S6 kinaz 1 (RS6K1) fosforilasyonu ve kas protein sentezini artırdığını göstermiştir (113). Düşük yoğunluklu KAK egzersizlerle uyarılan hipertrofiyi kısmen açıklayacak bir başka önemli hücrel mekanizmanın mTOR'daki artış olabileceği öne sürülmektedir. mTOR aktivitesindeki artış kas büyümesini negatif etkileyen myostatini inhibe ettiği ve dolayısıyla myoblast farklılaşmasını önleyen Smad2/3 fosforilasyonunun inhibisyonu sayesinde, kasta hipertrofiye katkı sağladığı düşünülmektedir. Ancak myostatini inhibe eden tek faktörün mTOR aktivasyonundaki artış olmamasından dolayı bu konuda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (20).

Myostatin

Myostatin kasın negatif düzenleyicisidir ve bu genin mutasyonları farelerde, sığırlarda ve insanlarda kasların aşırı büyümesine neden olmaktadır. Kan akımı kısıtlamalı eğitime yanıt olarak myostatin gen ekspresyonunun önemli oranda azaldığı ve bunun sonucunda kas kuvveti ile kütleinde artış olduğu ileri sürülmektedir (17, 20, 126). Kas büyümesinde myostatinin inhibisyonunun düzenlenmesinde önemli rol oynadığı gösterilen mTOR'un artmış aktivasyonu, KAK dirençli egzersizle azalan myostatin ile ilişkilendirilmiştir (127).

Parakrin Aktivite (Uydu Hücre Aktivitesi)

Uydu hücreleri kas liflerinde basal laminaların altında yer alan, kas rejenerasyonunu sağlayan ve proliferatif olup, var olan miyofibrillere yapışıp, kas hipertrofisine katkıda bulunan kök hücrelerdir (128). Egzersize bağlı kas hasarı sonrasında uydu hücreleri hızlı bir şekilde çoğalıp kasta büyümeye ve remodeling aktivitesine yol açarlar. Düşük yoğunluklu KAK egzersizlerde yeterli mekanik gerilim oluşmadığı için, uydu hücreleri mekanizmasıyla kasta büyümenin sağlanması beklenmemekle birlikte yapılan çalışmalar KAK egzersizlerin akut ve kronik etki olarak uydu hücrelerini aktive ettiği gösterilmiştir (20).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Çalışmaya Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Bölümünde ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan, sonrasında fizyoterapi ve rehabilitasyon programı için Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Sporcu Sağlığı Ünitesi'ne yönlendirilen ve 12 haftalık rutin rehabilitasyon programını tamamlayan, 18-30 yaş arası 31 erkek birey dahil edildi (Şekil 3.1.). Tüm katılımcılar tarafsız bir şekilde ve eşit sayıda birey dağılımı sağlayabilmek için, bilgisayar destekli randomizasyon yöntemi kullanılarak 2 gruba ayrıldı (Grup I, Grup II). Çalışmaya dahil edilen bireylerden 1'i eğitim sonunda yapılan değerlendirmelere gelmediği için, 2'si tedavi seanslarının zamanına uyum gösteremediği için çalışma dışı bırakıldı. Çalışma %96 güçle ve 0.05 α hata kat sayısı ile birinci grupta (KAK grup) 14 ve ikinci grupta (kontrol grubu) 14 olacak şekilde toplamda 28 birey ile tamamlandı (Şekil 3.1.).

Çalışmanın yapılabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan KA-180096 karar numarası ile izin alındı. Aynı zamanda Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan E.262415 karar numarası ile gerekli izinler alındı.

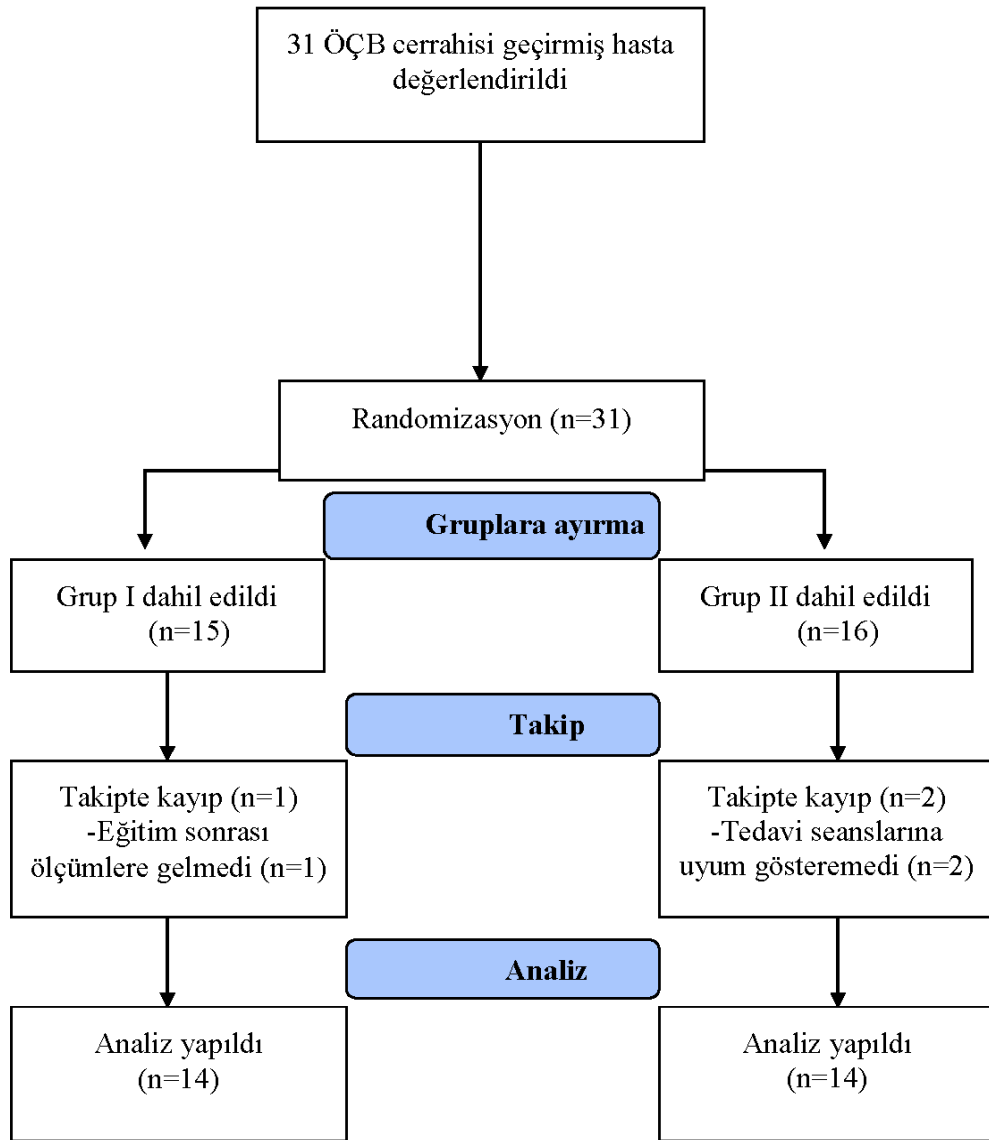
Bireylerin çalışmaya dahil edilme ve edilmeme kriterleri aşağıdaki gibidir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Çalışmaya katılmak için gönüllü olmak,
- 18-35 yaş aralığında olmak,
- Tek taraflı ön çapraz bağ yırtığı nedeniyle hamstring tendon greftiyle rekonstrüksiyon cerrahisi geçirmiş, 12 haftalık rutin rehabilitasyon programını tamamlamış olmak,
- Sağlam ekstremitede en az 6 ay herhangi bir yaralanmanın olmaması,
- Endotelial disfonksiyonunun olmaması (Hastaların doktoru ile görüşüldü ve hastanın tıbbi kayıtları incelendi. Cerrahi öncesi diğer kliniklerden alınan konsültasyon dosyaları da ayrıca incelendi).

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Sistemik veya nörolojik problemin olması,
- Derin ven tromboz hikayesinin olması ve periferik vasküler hastalıklar,
- Endotelial disfonksiyonun olması
- Endotelial disfonksiyon oluşturacak hastalık varlığı (hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar, nörolojik hastalıklar, sistemik inflamasyon, obezite, diyabet, ateroskleroz, ileri yaş)
- Aktif enfeksiyonun olması,
- Kanser hastası olmak,
- ÖÇB'ye ek arka çapraz bağ yırtığının olması,
- ÖÇB'ye ek lateral ve medial kollateral bağlarda üçüncü derece yırtık ve belirgin eklem kıkırdak lezyonunun olması,
- Çalışma süresince, pliometrik eğitim programına düzenli katılmamak



Şekil 3.1. Çalışmanın hasta akış çizelgesi

3.2. Yöntem

Çalışma kriterlerini karşılayan gönüllü bireyler değerlendirildikten sonra, düşük yoğunluklu pliometrik egzersiz programına başlandı. KAK grupta (Grup I) pliometrik egzersizler opere edilen ekstremitede kan akımı kısıtlaması ile birlikte 8 hafta süreyle haftada 3 gün yapıldı. Kontrol grubunda (Grup II) ise herhangi bir uygulama olmaksızın çalışma grubu ile aynı pliometrik egzersizler yapıldı. KAK grupta kan akımı kısıtlaması uyluğun proksimalinden pnömatik bir turnike giydirilerek

(Kaatsu Master, Sato Sports Plaza, Tokyo, Japan), her bireye özel güvenli bir basınç aralığında yapıldı (Şekil 3.2.). Bireylere uygulanacak basınç literatürde tanımlanan şu formül ile hesaplandı.

$$\text{Basınç} = 0.5 \times (\text{sistolik kan basıncı}) + 2 \times (\text{uyluk çevresi}) + 5 \quad (18, 129)$$

Kan akımı kısıtlaması, maksimum 15 dakika uygulandı. Uygulama sırasında yapılan egzersizler arasında 1 dakika dinlenme süresi verildi. Dinlenme sırasında manşon basıncı düşürülmedi. Uygulama sonrası bireyler 10-15 dakika dinlendirildi ve diğer egzersizlere devam edildi. Çalışmada KAK gruptaki olguların, eğitime adaptasyonunu sağlayabilmek için 1 haftalık bir adaptasyon eğitimi verildi. Bu eğitime 50 mmHg'lik bir basınçla başlandı ve her hastanın hesaplanan bireysel basınç değerine kademeli olarak çıkıldı.



Şekil 3.2. Kaatsu master cihazı ve uygulama görüntüsü

3.3. Değerlendirmeler

Çalışmaya katılan tüm bireyler, çalışmanın başlangıcında ve 8 haftalık çalışma bitiminde değerlendirildi. Tüm olguların demografik bilgileri, tegner aktivite seviyeleri, kuadriseps ve hamstring kas kuvvetleri (izokinetik dinamometre), fonksiyonel performansları (dikey sıçrama, tek bacak öne hoplama, üç adım hoplama)

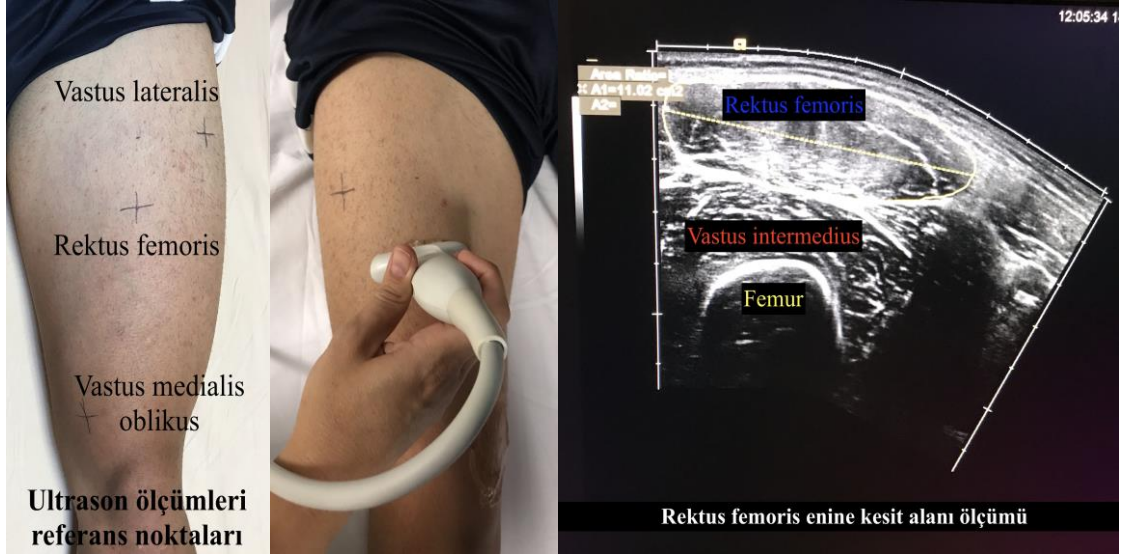
ve diz fonksiyonları (IKDC anketi, KOOS anketi, ACL-RSI anketi, tampa anketi) değerlendirildi. Hastaların kuadriseps kasının ultrason ölçümleri radyolog tarafından yapıldı.

3.3.1. Demografik Bilgiler

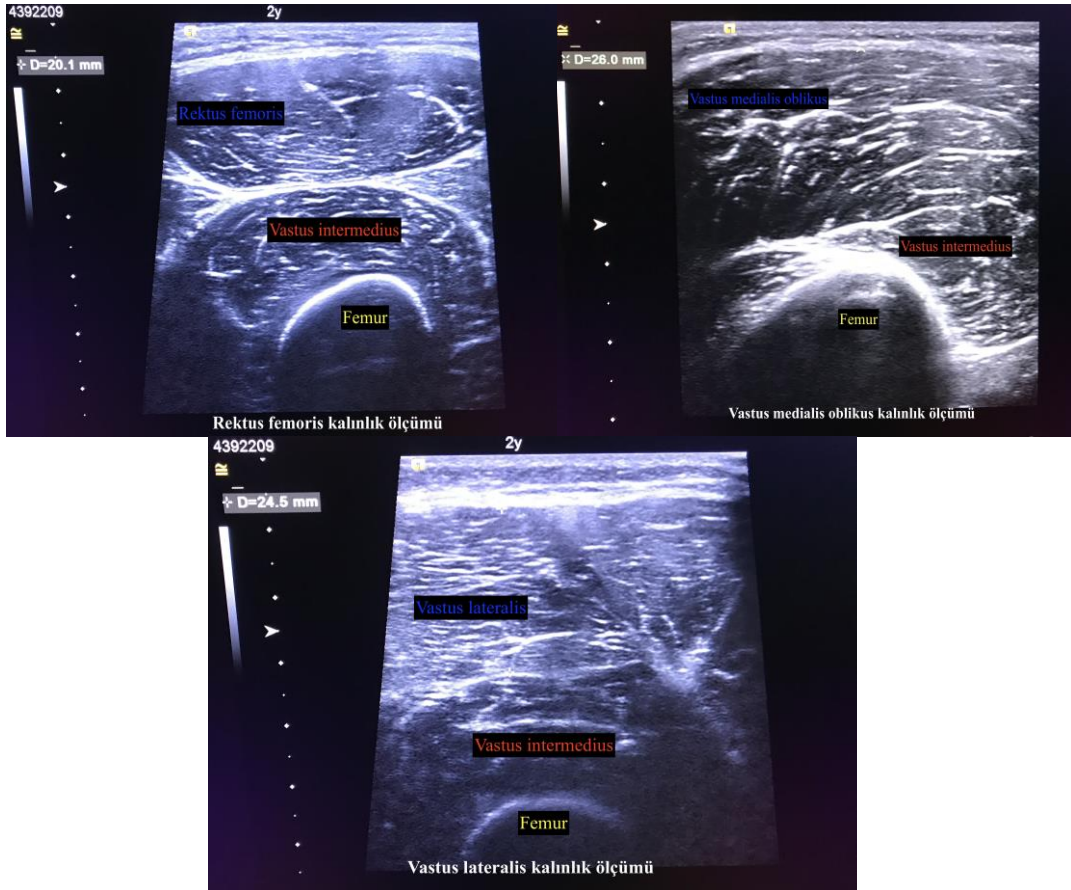
Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin demografik bilgileri ve sağlıkla ilgili özgeçmiş (yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi, dominant ve etkilenen ekstremiteler, yaralanmadan cerrahiye kadar geçen süre, yaralanma şekli, eş zamanlı cerrahiler, yaralanmadan önceki aktivite seviyesi) kaydedildi. Dominant ekstremiteler bireylerin sıçrama ya da topa vuruş bacağı olarak belirlendi.

3.3.2. Kas Kalınlık Ölçümleri

Kuadriseps kasının 3 parçasına (rektus femoris (RF), vastus medialis oblikus (VMO), vastus lateralis (VL)) B- mod bir ultrason cihazı (Siemens Medical Solution, Mountain View, CA, USA) ve Siemens 9L4 (4-9 MHz) lineer prob kullanılarak MRI ile yüksek korelasyon gösteren noktalardan kalınlık ölçümü yapıldı. Ayrıca RF parçasının enine kesit alanı ölçüldü (Şekil 3.3.). Tüm ölçümler 25°C oda sıcaklığında, karartılmış bir odada ve gruplardaki hasta dağılımını bilmeyen, körleştirilmiş bir radyolog tarafından yapıldı. Bireyler ölçüm sırasında sırt üstü pozisyonda yatırıldı. Ölçüm sırasında prob ile cilt arasında akustik teması sağlamak için suda çözünür, geçirgen bir jel kullanıldı. Kalınlık ölçümü; ölçülecek kasın üst fasyasının alt kenarı ile alt fasyasının üst kenarı arasındaki yüzeye dik mesafeden ultrason cihazının programında bulunan kaliper ile yapıldı (Şekil 3.4.). Enine kesit alanı ölçümü ultrason cihazında bulunan bir program aracılığı ile kasın sınırları çizilerek hesaplandı. Rektus femorisin kalınlık ve alan ölçümü; spina iliaca anterior superior (SİAS) ile patella üst kenarı (PÜK) arasındaki mesafenin %50 ortasından (ICC:0.88), VMO kalınlık ölçümü; PÜK'nın 4 cm üzerindeki noktanın, 5 cm medialinden (ICC:0.86), VL kalınlık ölçümü; SİAS ile PÜK arasındaki mesafenin %50 ortasındaki noktadan yapılan çevre ölçümünün %10 lateralinden yapıldı (ICC:0.83). Her noktadan 3 ölçüm alındı ve ortalaması mm cinsinden kayıt edildi (130-132).



Şekil 3.3. Ultrason ölçümü referans noktaları ve rektus femoris enine kesit alanı



Şekil 3.4. Ultrason kalınlık ölçüm görüntüleri

3.3.3. Kas Kuvvet Ölçümü

Kuadriseps ve hamstring kas kuvveti, izokinetik dinamometre (IsoMed2000 D&R GmbH, Almanya) ile değerlendirildi (Şekil 3.5.). İzometrik kas kuvvet ölçümü literatürde en güvenli açı olarak tanımlanan 60-75° diz fleksiyon aralığında, konsentrik kas kuvveti 60-180°/sn açısal hızlarda çalışmanın başlangıcında ve çalışmanın sonunda yapıldı. Eksentrik kas kuvvet ölçümü 60°/sn açısal hızda sadece çalışma sonunda değerlendirildi. Tüm testlere önce etkilenmemiş bacakta başlandı, sonra etkilenen tarafta testler tekrar edildi (Şekil 3.5.). Test sonuçları zirve tork/vücut ağırlığı olarak kaydedildi. Ayrıca hamstring ve kuadriseps indeksi hesaplandı ve kayıt edildi (133, 134).

$$\text{İndeks (\%)} = (\text{etkilenmiş taraf zirve tork} / \text{etkilenmemiş taraf zirve tork}) \times 100$$



Şekil 3.5. İzokinetik dinamometre ile kas kuvvetinin değerlendirilmesi

İzometrik Kas Testi

Test öncesi hastalar sabit bisiklet ile 5 dakikalık ısınma egzersizi yaptı. Isınma sonrası her iki ekstremitede 5 tekrarlı, 30 saniye olacak şekilde hamstring ve kuadriseps germe egzersizi yaptırıldı. Hastalar daha sonra izokinetik dinamometre

koltuğuna kalça 90° fleksiyon ve gövde dik pozisyonda oturtuldu. Test sırasında oluşabilecek kompensatuar hareketleri önlemek amacıyla bireyler dinamometrenin bantları ile omuzdan, belden ve uyluktan koltuğa sabitlendi. Dinamometrenin hareket merkezi, diz eklemının anatomik ekseni (lateral femoral kondil) ile aynı hizada olacak şekilde ayarlandı. İzokinetik sistemin kuvvet kolu lateral malleolun 3 cm üzerinde ve diz 60° fleksiyon pozisyonunda olacak şekilde ayarlandı. Test öncesi, bireylere ölçümle ilgili detaylı bilgi verildi ve birer kez pratik yapmalarına izin verildi. Değerlendirmeye önce etkilenmeyen ekstremitede başlandı. Kuadriseps kası izometrik testi için hastadan 5 sn boyunca maksimum kuvvetle bacağıny yukarı doğru itmesi, hamstring kası izometrik testi içinse, bacağıny maksimum kuvvetle aşağı doğru 5 sn boyunca çekmesi istendi. Her iki bacak için tüm testler üç tekrarlı yapıldı ve zirve tork/ağırlık değerleri kaydedildi. Tekrarlar arasında yorgunluğun etkisini azaltmak için 2 dk. dinlenme süresi verildi. Testi hastaların maksimum eforla yapabilmesi için, test sırasında sözel ve görsel uyarı verildi.

Konsentrik ve Eksentrik Kas Testi

Bireylerin konsentrik kas kuvvet testi 0-90° diz fleksiyon aralığında, 60-180°/sn açısal hızlarda yapıldı. Test öncesi, ısınma ve germe programı tekrar edildi. Ardından, test her iki açısal hızda 3 tekrarlı olacak şekilde pratik edildi. Yeterli dinlenme süresinden sonra, 180°/sn açısal hızda kuadriseps ve hamstring konsentrik kas testi 10 tekrarlı yapıldı. Test sırasında bireylerden bacağıny maksimum kuvvetle yukarı itmesi ve ters yönde beklemeden hızlı ve kuvvetli bir şekilde aşağı çekmesi istendi. Aynı test 60°/sn açısal hızda 6 tekrarlı olarak yapıldı. Testler arasında bireylerin 2 dk. dinlenmesine izin verildi.

Eksentrik kas kuvvet testi 20-90° diz fleksiyon aralığında, 60°/sn açısal hızda, 6 tekrarlı olarak yapıldı. Kuadriseps kas kuvvet testi diz 20° fleksiyonda, hamstring kas kuvvet testi diz 90° fleksiyonda başlatıldı. Test sırasında bireylerden, sistem bacağı fleksiyona doğru çekerken, bu kuvvete karşı bacağıny maksimum eforla yukarı doğru iterek direnç göstermesi istendi. Hamstring eksentrik kas testi için bireylerden sistem bacağı ekstansiyona doğru iterken, maksimum eforla bacağıny aşağı doğru çekerek direnç göstermesi istendi.

3.3.4. Fonksiyonel Değerlendirme

Hastaların fonksiyonel değerlendirmeleri dikey sıçrama, tek bacak öne hoplama ve üç adım hoplama testleri ile değerlendirildi. Hastalara 5 dakikalık ısınma ve germe programı yaptırıldı. Ardından her ekstremité ayrı ayrı test edildi. Teste önce etkilenmemiş bacakta başlandı. Bireylere test öncesi detaylı bilgi verildi ve pratik yapmalarına izin verildi. Bütün testlerde iki bacak arasındaki farkı anlamak için bacak simetri (BSİ) indeksi hesaplandı.

$$BSİ = (\text{etkilenen bacak} / \text{sağlam bacak}) \times 100$$

Dikey Sıçrama Testi

Hasta tek bacak üzerinde, kolu dirsek ekstansiyonda yukarı uzatılmış şekilde uzandığı nokta işaretlendi. Sonra tek ayak sıçrayıp dokunduğu yer ile başlangıç noktası arasındaki mesafe mezura ile ölçülerek kaydedildi. Test her ekstremité için 3'er kez tekrarlandı ve ortalaması cm cinsinden kaydedildi (135) (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Dikey sıçrama testi

Tek Bacak Öne Hoplama Testi

Hastadan test edilecek bacak üzerinde, başlangıç noktasından sıçrayabildiği kadar öne sıçraması ve kontrollü bir şekilde aynı bacak üzerinde yere inmesi istendi. Teste önce cerrahi geçirilmeyen tarafta başlandı. Sıçradığı mesafe mezura ile ölçüldü ve santimetre cinsinden kaydedildi. Test, her bacak için 3 kez tekrarlandı ve ortalaması kayıt edildi (ICC>0.85). Tek bacak öne hoplama testi 12. haftada riskli olduğu için, test sadece 8 haftalık eğitim sonunda uygulandı (136-138) (Şekil 3.7.).



Şekil 3.7. Öne hoplama testi

Üç Adım Hoplama Testi

Hastadan başlangıç noktasında, test edilecek bacak üzerinde tek ayak ile öne seri bir şekilde ve duraksamadan üç kere sıçraması istendi. Başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafe mezura ile ölçüldü ve santimetre cinsinden kaydedildi. Test her ekstremité için 3'er kez tekrarlandı ve ortalaması kayıt edildi (ICC>0.97). Bu testte 12. haftada riskli olduğu için, test sadece 8 haftalık eğitim sonunda uygulandı (137, 138) (Şekil 3.8.).

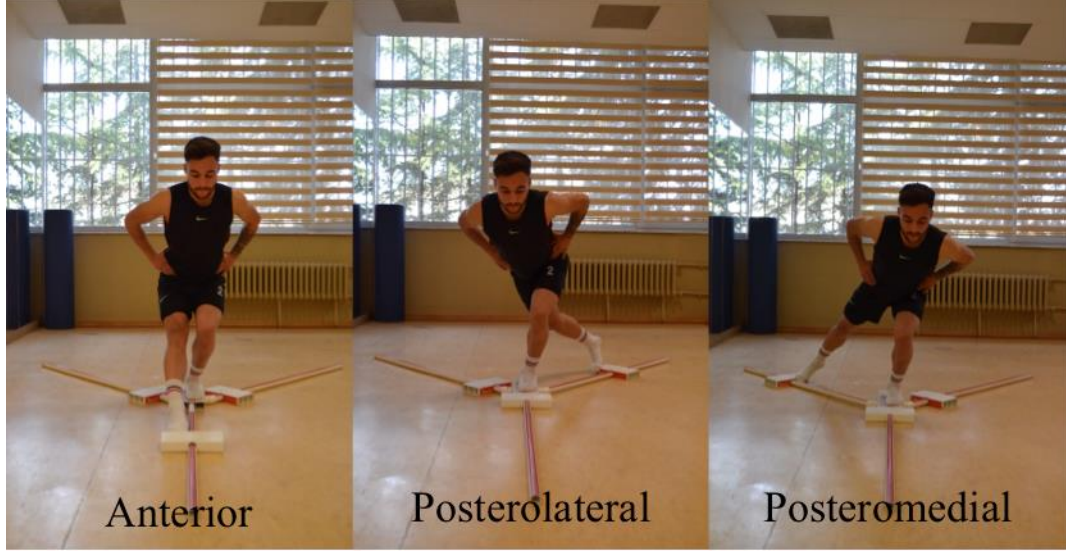


Şekil 3.8. Üç adım hoplama testi

3.3.5. Dinamik Dengenin Değerlendirilmesi

Bireylerin dinamik dengeleri Y denge testi (*Modified Star Excursion Balance Test, SEBT*) ile değerlendirildi (Şekil 3.9.). Test üzeri cm cinsinden mesafe işaretli, öndeki boru ile diğer boruların 135° arkadaki boruların 90° açığı yaptığı üç borudan oluşan Y denge test kiti ile yapıldı. Değerlendirme öncesi test katılımcıya bir kez gösterildi ve her 3 yöne deneme şansı verildi. Test sırasında ayakların çıplak olmasına dikkat edildi. Test edilecek ekstremitelerdeki platform üzerinde, topuk test sırasında tam temasta, parmaklar kırmızı çizginin arkasında, eller tüm test sırasında kalçada olacak şekilde pozisyonlandı. Katılımcılardan, hareketli platformu destek almadan parmağının ucuyla iterek götürebildiği en uzak noktaya itmesi ve dengesi bozulmadan ve yere dokunmadan başlangıç pozisyonuna dönmesi istendi. Hareketli platformun itildiği mesafe cm cinsinden kaydedildi. Teste önce etkilenmeyen ekstremiteden başlandı her üç yöne de uygulandı. Sonra diğer ekstremitede tekrarlandı. Yönergelerin herhangi birindeki hatada test tekrarlandı. Test her yöne 3 kez tekrarlandı ve ortalaması kaydedildi. Tüm yönlerde uzanma mesafelerini normalize etmek için ortalama skorlar bireyin bacak uzunluğuna (sipina iliaka anterior süperior ile medial malleol arası mesafe) bölünüp 100 ile çarpıldı ve kaydedildi. Test sonunda toplam skor aşağıdaki formülle hesaplandı (ICC: 0.85-0.93) (139).

Skor= ((anterior+posteromedial+posterolateral) / (3 x ekstremité uzunluğu)) x 100



Şekil 3.9. Y denge testi

3.3.6. Klinik Ölçekler

Çalışmaya dahil edilen hastaların Tegner aktivite seviyeleri sorgulandı ve kayıt edildi. Hastaların diz fonksiyonlarını değerlendirmek için Türkçe geçerliliği ve güvenilirliği olan IKDC (*International Knee Documentation Committee*) anketi, KOOS (Knee İnjury and Osteoarthritis Outcome Score) anketi, Tampa kinezyofobi ölçeği ve ACL-RSI (Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport After İnjury) ölçeği kullanıldı.

Tegner Aktivite Seviyesi

Bireylerin aktivite seviyesini belirlemek için tasarlanmış, 0-10 arasında skorlaması olan Tegner aktivite düzeyi ölçeği çalışmaya katılan hastaların aktivite seviyesini belirlemek için kullanıldı. İş veya sportif aktiviteler zorluk seviyesine göre sınıflandırılır ve 10 puan en yüksek aktivite seviyesini göstermektedir (140).

IKDC (*International Knee Documentation Committee*) Anketi

Hastaların diz fonksiyonlarını değerlendirmek için ÖÇB yaralanmalarında geçerli güvenilir bir ölçüm olan IKDC anketi (ICC 0.94) kullanıldı (141, 142). Anket, dizle ilgili semptomlar, spor ve fonksiyonel aktivitelerle ilgili 10 madde içerir. Skor 0-100 arasında değişmekte ve yüksek skor daha iyi diz fonksiyonunu göstermektedir.

KOOS (*Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score*) Anketi

Bu çalışma kapsamında hastaların ağrı, fonksiyonel durum, günlük yaşam aktivitesi ve yaşam kalitesini değerlendirmek amacıyla geçerli güvenilir bir ölçüm olan KOOS ölçeğinin (ICC>0.75) Türkçe versiyonu kullanılmıştır (143, 144). Ölçeğin ağrı, günlük yaşam aktiviteleri, spor ve boş zaman aktivitelerinde fonksiyonel durum ve dize bağlı yaşam kalitesi olmak üzere 5 alt başlığı vardır. Hastalar anketi geçen haftayı dikkate alarak cevaplamışlardır. Her bir alt test 0 ile 100 arasında puanlanmaktadır.

Tampa Kinezyofobi Ölçeği

Tampa Kinezyofobi Ölçeği kronik kas-iskelet ağrısı olan bireylerde ağrıyla ilişkili hareket korkusunun araştırılmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Bireylerin harekete bağlı korku ve kaçınmasının değerlendirilmesi için türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmış olan Tampa Kinezyofobi Ölçeği kullanıldı (145). Test, 17 soruluk Likert puanlaması ile hesaplanmaktadır. Birey 17-68 arası skor almakta ve puan arttıkça kinezyofobi seviyesi yükselmektedir. Bireylerden ölçeği kendilerinin doldurmaları istenerek her soru için “kesinlikle katılmıyorum”, “katılmıyorum”, “katılıyorum”, “tamamen katılıyorum” ifadelerinden birini işaretlemeleri istendi.

ACL-RSI (*Anterior Cruciate Ligament - Return to Sport After Injury*)

Ölçeği

Bireylerin spora dönüş oranını değerlendirmek için Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Spora Dönüş Ölçeğinin (*ACL-RSI, Anterior Cruciate Ligament Return to Sport After Injury*) Türkçe versiyonu kullanıldı. Görsel analog skalasına göre 0-10 arasında puanlanan, toplam 12 sorudan oluşan ölçek; duygular, performansta kendine güven ve risk değerlendirmesi alt başlıklarından oluşmaktadır. Yüksek skorlar, spora dönüşle ilgili bireylerin subjektif algısını göstermektedir (146).

3.4. Pliometrik Egzersiz ve Kuvvetlendirme Programı

Tüm katılımcılara aşağıdaki pliometrik egzersiz programı verildi.

- ‘Bilgisayarlı Fonksiyonel Squat Sistem’de yatay sıçrama (30+15+15+15 =75 tekrar) (Şekil 3.10.)
- Hamle (*lunge*) sıçrama (öne hamle yaparak makaslama sıçrama) (30 tekrar) (Şekil 3.11.)
- Çift bacak yana sıçrama (30 tekrar) (Şekil 3.12.)
- Öne, yana, arkaya ardışık sıçrama (15 tekrar) (Şekil 3.13.)

4 hafta sonra eklenen egzersizler;

- Yüksekliği 30 cm olan platforma çift ayak sıçrama (30 tekrar) (Şekil 3.14.)
- Tek ayak yana sıçrama (30 tekrar) (Şekil 3.15.)
- 90° dönerek sıçrama (15 tekrar) (Şekil 3.16.)
- Yerinde sayıp tek ayak yüksekliği 30 cm olan platforma sıçrama (15 tekrar) (Şekil 3.17.)

Tüm katılımcılara pliometrik egzersizlere ek olarak aşağıdaki kuvvetlendirme programı verildi.

- Anterior ve lateral “*plank*” egzersizleri 3x10 tekrar
- Açık kinetik kuadriseps ve hamstring dirençli kuvvetlendirme egzersizi 3x10 tekrar
- Farklı zeminlerde hamle egzersizi 3x10 tekrar
- Farklı zeminlerde çift bacak ve tek bacak çömelme egzersizi 3x10 tekrar
- Egzersiz lastiği ile çömelme pozisyonunda öne, yana yürüme egzersizi (40 adım)
- Denge ve proprioseptif egzersizler



Şekil 3.10. 'Bilgisayarlı fonksiyonel squat sistem'de yatay sıçrama



Şekil 3.11. Hamle (*lunge*) sıçrama (öne hamle yaparak makaslama sıçrama)



Şekil 3.12. Çift bacak yana sıçrama



Şekil 3.13. Öne, yana, arkaya ardışık sıçrama



Şekil 3.14. Yüksekliği 30 cm olan platforma çift ayak sıçrama



Şekil 3.15. Tek ayak yana sıçrama



Şekil 3.16. 90° dönerek sıçrama



Şekil 3.17. Yerinde sayıp tek ayak yüksekliği 30 cm olan platforma sıçrama

3.5. İstatistiksel Analiz

Verilerin analizi, “*Statistical Processing For The Social Sciences Software 21.0*” (SPSS Inc., Chicago, Illionis) programı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel ve analitik yöntemler (*Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri*) kullanılarak incelendi. Tüm bireylerin fiziksel özellikleri ortalama ve standart sapma olarak verildi. Parametrik değişkenlerin grup içi analizinde “İki Eş Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi” (*Paired Samples T Test*), non-parametrik değişkenlerin grup içi analizinde ‘*Wilcoxon Testi*’ kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmalarda parametrik değişkenlerde bağımsız gruplar için “*T testi*” (*independent samples t test*), non-parametrik değişkenlerde “*Mann-Whitney U Testi*” kullanıldı.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Bilgiler

Çalışmaya 18-30 yaş arası, (ortalama $20\pm 2,77$ yıl) ÖÇBR cerrahisi sonrası, 12 haftalık rehabilitasyon programını tamamlamış 28 erkek birey dahil edildi. Çalışmaya katılan bireylerin fiziksel özellikleri, yaralanmadan cerrahiye kadar geçen süre ve Tegner aktivite seviyesi skorlarının gruplar arası karşılaştırma sonuçlarında fark bulunmadı (Tablo 4.1) ($p>0,05$).

Tablo 4.1. Bireylerin demografik bilgileri

	Grup I (n=14)	Grup II (n=14)	z	p
	X±SS	X±SS		
Yaş (yıl)	19,64±2,16	20,35±3,31	-0,26	0,79
Boy Uzunluğu (147)	179,28±4,10	178,71±7,31	-0,74	0,45
Vücut Ağırlığı (kg)	75,97±11,47	72,25±13,90	-1,03	0,30
VKİ (kg/m^2)	23,55±2,69	22,5±3,02	-1,42	0,15
Tegner Skoru	8,07±1,38	8,28±0,99	-0,07	0,93
Cerrahiye kadar geçen süre (hafta)	2,07±1,07	1,78±1,18	-0,80	0,41

Mann-Whitney U test, X: ortalama, SS: standart sapma, VKİ: vücut kütle indeksi

Gruplardaki bireylerin yaptıkları spor, yaralanmada temasın etkisi ve ameliyat edilen ekstremiteler ile dominant ekstremiteler dağılımı Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.'de verildi.

Tablo 4.2. Bireylerin yaptıkları spor ve yaralanmadaki temas durumuna göre dağılım frekansı

Spor	Grup I (n=14)	Grup II (n=14)	Toplam (n=28)
Amerikan Futbolu	1 (%7,1)	-	1 (%3,6)
Basketbol	2 (%14,3)	3 (%21,4)	5 (%17,9)
Futbol	9 (%64,3)	9 (%64,3)	18 (%64,3)
Kick boks	1 (%7,1)	1 (%7,1)	2 (%7,1)
Ragbi	-	1 (%7,1)	1 (%3,1)
Voleybol	1 (%7,1)	-	1 (%3,1)
Temas var	6 (%42,9)	7 (%50)	13 (%46,4)
Temas yok	8 (%57,1)	7 (%50)	15 (%53,5)

Tablo 4.3. Bireylerin ameliyat edilen ekstremiteye göre dağılım frekansı

	Dominant Ekstremitte		Ameliyatlı Ekstremitte	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Grup I (n=14)	13 (%92,9)	1 (%7,1)	6 (%42,9)	8 (%57,1)
Grup II (n=14)	12 (%85,7)	2 (%14,3)	8 (%57,1)	6 (%42,9)

Çalışmaya dahil edilen bireylerin 25'inde sağ ekstremitte dominantken, 3'ünde sol ekstremitte dominanttı. Grup I'deki bireylerin %50'sinde dominant ekstremitede yaralanma görülürken, Grup II'deki bireylerin %57,14'nde dominant ekstremitede yaralanma görüldü.

4.2. Kas Kalınlığı ve Enine Kesit Alanı Ölçüm Sonuçları

Grupların RF, VMO ve VL kaslarının eğitim öncesi ve sonrası kalınlık ölçüm sonuçları ve RF kasının eğitim öncesi ve sonrası enine kesit alanı sonuçları Tablo 4.4.'de verildi.

Tablo 4.4. Kas kalınlık ve rf enine kesit alanı ölçümlerinin grup içi karşılaştırılması

Kas ölçümleri		EÖ X±SS	ES X±SS	t	p
RF (mm)	Grup I (n=14)	20,28±1,57	25,55±2,01	-21,55	<0,001*
	Grup II (n=14)	19,88±2,97	21,88±2,81	-6,42	<0,001*
VMO (mm)	Grup I (n=14)	22,17±2,70	27,54±2,61	-35,75	<0,001*
	Grup II (n=14)	20,52±3,02	22,82±3,09	-8,21	<0,001*
VL (mm)	Grup I (n=14)	23,38±3,41	27,20±3,22	-13,41	<0,001*
	Grup II (n=14)	21,90±3,04	24,0±3,06	-8,54	<0,001*
RF alan (cm ²)	Grup I (n=14)	9,68±1,02	12,25±1,71	-10,83	<0,001*
	Grup II (n=14)	9,39±1,99	10,57±2,06	-8,33	<0,001*

p<0,05*, Paired sample t test, RF: rektus femoris, VMO: vastus medialis oblikus, VL: vastus lateralis, X: ortalama, SS: standart sapma, EÖ: eğitim öncesi, ES: eğitim sonrası

Grup içi karşılaştırmalarda her iki grupta da eğitim öncesi ve sonrası tüm ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı artış bulundu (p<0,05). Kas kalınlığı ve RF enine kesit alanı ölçümlerinin eğitim öncesi ve sonrası gelişim oranlarının gruplar arası karşılaştırması Tablo 4.5.'de verildi.

Tablo 4.5. Kas kalınlık ve rf enine kesit alanı ölçümlerindeki gelişim oranlarının gruplar arası karşılaştırılması

Kas Ölçümleri	Grup I (n=14)	Grup II (n=14)	t	p
Gelişim Oranları	X±SS	X±SS		
RF (%)	26,05±4,59	10,49±6,38	7,40	<0,001*
VMO (%)	24,63±4,33	11,49±5,8	6,78	<0,001*
VL (%)	16,89±6,1	9,83±4,7	3,42	0,002*
RF alan (%)	26,27±7,28	13,02±6,08	5,22	<0,001*

p<0,05*, independent samples t test, RF: rektus femoris, VMO: vastus medialis oblikus, VL: vastus lateralis, X: ortalama, SS: standart sapma

Eğitim öncesi kaydedilen RF (t=0,44, p=0,66), VMO (t=1,52, p=0,14), VL (t=1,20, p=0,23) kas kalınlığı ve RF enine kesit alanı (t=0,47, p=0,63) ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p>0,05). Tüm kas kalınlığı ve RF enine kesit alanı ölçümlerinin eğitim öncesi sonrası gelişim

oranlarının gruplar arası karşılaştırılması sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Tüm ölçümlerde Grup I lehine artışın daha fazla olduğu görüldü.

4.3. Kuadriseps ve Hamstring Konsentrik Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları

Grupların kuadriseps ve hamstring kası 60-180°/sn açısal hızlardaki konsentrik kuvvet değerlendirmelerinin eğitim öncesi ve sonrası sonuçları Tablo 4.6.'da verildi.

Tablo 4.6. Kuadriseps ve hamstring konsentrik kas kuvvetinin grup içi karşılaştırılması

Konsentrik Kuvvet Ölçümleri		EÖ X±SS	ES X±SS	t	p
K60 (Nm/kg)	Grup I (n=14)	2,23±0,47	2,89±0,37	-9,79	<0,001*
	Grup II (n=14)	2,14±0,48	2,48±0,57	-5,39	<0,001*
K180 (Nm/kg)	Grup I (n=14)	1,68±0,27	2,18±0,25	-15,75	<0,001*
	Grup II (n=14)	1,66±0,29	1,94±0,35	-6,55	<0,001*
H60 (Nm/kg)	Grup I (n=14)	1,39±0,22	1,83±0,21	-10,82	<0,001*
	Grup II (n=14)	1,44±0,22	1,74±0,34	-5,91	<0,001*
H180 (Nm/kg)	Grup I (n=14)	1,22±0,18	1,56±0,18	-10,0	<0,001*
	Grup II (n=14)	1,24±0,25	1,47±0,24	-7,86	<0,001*

$p<0,05^*$, Paired sample t test, K: kuadriseps, H: hamstring, EÖ: eğitim öncesi, ES: eğitim sonrası, X: ortalama, SS: standart sapma

Grup içi karşılaştırmalarda her iki grupta da eğitim öncesi sonrası tüm ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı artış bulundu ($p<0,05$). Kuadriseps ve hamstring kası 60-180°/sn açısal hızlardaki konsentrik kuvvet ölçümlerinin eğitim öncesi sonrası gelişim oranlarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.7.' de verildi.

Tablo 4. 7. Kuadriseps ve hamstring konsentrik kas kuvvet gelişiminin gruplar arası karşılaştırılması

Kas Kuvveti Gelişim Oranları (%)	Grup I (n=14) X±SS	Grup II (n=14) X±SS	t	p
K60 (%)	32,32±16,47	16,08±10,47	3,11	0,004*
K180 (%)	30,89±9,99	17,33±10	3,58	0,001*
H60 (%)	32,33±12,70	20,48±11,82	2,46	0,02*
H180 (%)	28,38±11,82	19,84±9,81	2,08	0,048*

p<0,05*, independent samples t test, K: kuadriseps, H: hamstring, X: ortalama, SS: standart sapma

Eğitim öncesinde kaydedilen K60 (t=0,46, p=0,64), K180 (t=0,22, p=0,82), H60 (t=-0,50, p=0,61), H180 (t=-0,17, p=0,85) konsentrik kas kuvvet ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında, istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı bulundu (p>0,05). Tüm açısal hızlarda kuadriseps ve hamstring konsentrik kas kuvvetinin eğitim öncesi, sonrası gelişim oranlarının gruplar arası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p<0,05). Tüm ölçümlerde konsentrik kas kuvvetindeki artış oranının, Grup I lehine daha fazla olduğu görüldü.

4.4. Kuadriseps ve Hamstring İzometrik Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları

Grupların kuadriseps ve hamstring kası izometrik kas kuvvet değerlendirmelerinin eğitim öncesi ve sonrası sonuçları Tablo 4.8.'de verildi.

Tablo 4.8. Kuadriseps ve hamstring izometrik kas kuvvetinin grup içi karşılaştırılması

İzometrik Kuvvet Ölçümleri		EÖ X±SS	ES X±SS	t	p
K (Nm/kg)	Grup I (n=14)	2,34±0,48	3,02±0,45	-10,77	<0,001*
	Grup II (n=14)	2,27±0,56	2,66±0,73	-4,57	0,001*
H (Nm/kg)	Grup I (n=14)	1,53±0,31	2,04±0,30	-11,67	<0,001*
	Grup II (n=14)	1,58±0,33	1,90±0,31	-6,96	<0,001*

p<0,05*, Paired sample t test, K: kuadriseps, H: hamstring, EÖ: eğitim öncesi, ES: eğitim sonrası, X: ortalama, SS: standart sapma

Eğitim öncesi ve sonrası her iki grupta da kuadriseps ve hamstring kası izometrik kas kuvvetlerinde artış bulundu ($p<0,05$). Kuadriseps ve hamstring izometrik kas kuvvet gelişimlerinin gruplar arası karşılaştırma sonuçları Tablo 4.9.'da verildi.

Tablo 4.9. Kuadriseps ve hamstring izometrik kas kuvvet gelişiminin gruplar arası karşılaştırılması

İzometrik Kas Kuvveti Gelişim Oranları (%)	Grup I (n=14) X±SS	Grup II (n=14) X±SS	t	p
K (%)	30,8±14,1	16,07±12,34	2,94	0,007*
H (%)	35,96±15,96	22,07±14,52	2,40	0,023*

$p<0,05^*$, independent samples t test, K: kuadriseps, H: hamstring, X: ortalama, SS: standart sapma

Grupların eğitim öncesi, kuadriseps ($t=0,34$, $p=0,73$) ve hamstring ($t=-0,42$, $p=0,67$) izometrik kas kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Eğitim öncesi, sonrası kuadriseps ve hamstring izometrik kas kuvvet gelişim oranlarının gruplar arası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak fark bulundu ($p<0,05$). Kuadriseps ve hamstring izometrik kas kuvvet artışının Grup I lehine daha fazla olduğu görüldü.

4.5. Kuadriseps ve Hamstring Eksentrik Kas Kuvveti Değerlendirme Sonuçları

Grupların eğitim sonrası 60°/sn açısal hızda kuadriseps ve hamstring kaslarının eksentrik kas kuvveti karşılaştırma sonuçları Tablo 4.10'da verildi.

Tablo 4.10. Kuadriseps ve hamstring eksentrik kas kuvvetinin karşılaştırılması

Eksentrik Kas Kuvveti	Grup I (n=14) X±SS	Grup II (n=14) X±SS	t	p
K60 (Nm/kg)	3,71±0,64	3,43±0,90	0,92	0,36
K indeks (%)	96,39±7,01	87,23±11,14	2,60	0,015*
H60 (Nm/kg)	2,25±0,29	2,19±0,38	0,46	0,64
H indeks (%)	91,74±8,35	87,09±6,48	1,64	0,11

$p<0,05^*$, independent samples t test, K: kuadriseps, H: hamstring, X: ortalama, SS: standart sapma

Grupların 60°/sn açısız hızda kuadriseps ve hamstring eksentrik kas kuvvetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Etkilenen tarafın sağlam tarafa oranını gösteren kuadriseps indeksi hesaplamalarında istatistiksel olarak Grup I lehine anlamlı fark varken ($p=0,015$), hamstring indeksi hesaplamalarında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,11$).

4.6. Fonksiyonel Performans Değerlendirme Sonuçları

Fonksiyonel değerlendirme kapsamında bireylere eğitim öncesi ve sonrası dikey sıçrama testi yapıldı. Ayrıca 8 haftalık eğitim sonunda tek bacak öne hoplama ve üç adım öne hoplama testleri yapıldı.

4.6.1. Dikey Sıçrama Test Sonuçları

Eğitim öncesi ve sonrası her iki grupta da sıçrama yüksekliği ve bacak simetri indeksi değerlerinin sonuçları Tablo 4.11.'de verildi.

Tablo 4.11. Dikey sıçrama testinin grup içi karşılaştırılması

Dikey Sıçrama Testi (cm)		EÖ X±SS	ES X±SS	t	p
Etkilenen Ekstremitte (cm)	Grup I (n=14)	17,6±5,3	27,1±4,7	-13,70	<0,001*
	Grup II (n=14)	19,1±7,4	23,2±8,4	-5,41	<0,001*
Etkilenmeyen Ekstremitte (cm)	Grup I (n=14)	25,4±4,5	28,8±4,7	-5,60	<0,001*
	Grup II (n=14)	26,3±6,1	28,5±7,1	-3,96	0,002*
BSİ (%)	Grup I (n=14)	68,4±13,2	94,1±6,3	-10,92	<0,001*
	Grup II (n=14)	69,3±17,4	80,1±16,4	-4,49	0,001*

$p<0,05^*$, Paired sample t test, EÖ: eğitim öncesi, ES: eğitim sonrası, BSİ: Bacak simetri indeksi

Her iki grupta da eğitim öncesi ve sonrası sıçrama yüksekliği ve bacak simetri indeksi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış bulundu ($p<0,05$). Grupların sıçrama yüksekliği gelişim oranlarının karşılaştırma sonuçları Tablo 4.12.'de verildi.

Tablo 4.12. Dikey sıçrama testi gelişim oranının gruplar arası karşılaştırılması

Sıçrama	Yüksekliği	Grup I (n=14)	Grup II (n=14)	t	p
Gelişim Oranları (%)		X±SS	X±SS		
Etkilenen (%)		60,87±27,22	24,03±18,66	4,17	<0,001*
Etkilenmeyen (%)		13,93±10,76	8,11±7,49	1,66	0,109
BSİ (%)		25,67±8,79	10,76±8,95	4,48	<0,001*

p<0,05*, independent samples t test, X: ortalama, SS: standart sapma, BSİ: bacak simetri indeksi

Eğitim öncesi ameliyat edilen (t=-0,63, p=0,53) ve ameliyat edilmeyen ekstremite (t=-0,43, p=0,66) sıçrama yüksekliği ölçümleri ve bacak simetri indeksi ölçümlerinin (t=-0,15, p=0,87) gruplar arası karşılaştırılması sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. (p>0,05). Grupların eğitim öncesi, sonrası ameliyat edilen ekstremite sıçrama yüksekliği gelişim oranı ve bacak simetri indeksi gelişim oranlarının gruplar arası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark varken (p<0,05), ameliyat edilmeyen ekstremite gelişim oranlarında gruplar arasında fark yoktu (p= 0,109). Ameliyat edilen ekstremite, dikey sıçrama testinde Grup I lehine daha fazla artış olduğu bulundu.

4.6.2. Tek Bacak Öne Hoplama ve Üç Adım Hoplama Test Sonuçları

Grupların eğitim sonrası tek bacak öne hoplama testi ve üç adım hoplama testi ölçümlerinin karşılaştırma sonuçları Tablo 4.13.'de verildi.

Tablo 4.13. Tek bacak öne hoplama, üç adım hoplama sonuçlarının karşılaştırılması

	Grup I (n=14)	Grup II (n=14)	z	p
	X±SS	X±SS		
TBÖH (cm)	186,41±18,55	177,17±33,43	-0,68	0,49
TBÖH BSİ (%)	98,44±2,77	92,87±6,43	-2,32	0,02*
ÜAH (cm)	590,77±59,51	554,87±99,44	-0,66	0,50
ÜAH BSİ (%)	97,52±2,98	92,19±6,19	-2,61	0,009*

p<0,05* Mann-Whitney U test, X: ortalama, SS: standart sapma, BSİ: bacak simetri indeksi, TBÖH: tek bacak öne hoplama, ÜAH: üç adım hoplama

Grupların tek bacak öne hoplama ve üç adım hoplama test sonuçları arasında istatistiksel anlamda fark yokken ($p>0,05$), sırasıyla tek bacak öne hoplama ve üç adım hoplama bacak simetri indeksi değerlerinde istatistiksel olarak Grup I lehine anlamlı fark bulundu ($p=0,02$, $p=0,009$).

4.7. Dinamik Denge Değerlendirme Sonuçları

Grupların eğitim öncesi ve sonrası Y denge test ölçümlerinin grup içi karşılaştırma sonuçları Tablo 4.14.'de verildi.

Tablo 4.14. Y denge testi grup içi karşılaştırma sonuçları

Y denge testi (cm)		EÖ X±SS	ES X±SS	t	p
Anterior	Grup I (n=14)	68,42±2,95	71,02±2,64	-6,17	<0,001*
	Grup II (n=14)	64,35±7,55	66,53±7,34	-3,32	0,005*
Posteromedial	Grup I (n=14)	104,09±9,82	114,88±7,20	-5,20	<0,001*
	Grup II (n=14)	105,70±9,80	110,43±8,89	-4,26	0,001*
Posterolateral	Grup I (n=14)	97,81±10,07	111,15±7,15	-6,27	<0,001*
	Grup II (n=14)	99,96±10,61	105,78±9,94	-5,16	<0,001*
Total Skor	Grup I (n=14)	99,41±9,49	109,23±8,44	-6,72	<0,001*
	Grup II (n=14)	98,76±14,49	103,35±14,75	-6,00	<0,001*

$p<0,05$ * Paired samples t test, X: ortalama, SS: standart sapma, EÖ: eğitim öncesi, ES: eğitim sonrası

Her iki grupta da tüm Y denge testi parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı artış bulundu ($p<0,05$). Grupların eğitim öncesi, sonrası Y denge testi değerlerindeki değişimin gruplar arası karşılaştırması Tablo 4.15.'de verildi.

Tablo 4.15. Y denge testi gelişiminin gruplar arası karşılaştırılması

Eğitim Öncesi Sonrası Değişim (cm)	Grup I (n=14) X±SS	Grup II (n=14) X±SS	z	p
Anterior (cm)	2,60±1,57	2,17±2,44	-0,04	0,96
Posteromedial (cm)	10,79±7,76	4,72±4,14	-2,16	0,03*
Posterolateral (cm)	13,34±7,95	5,81±4,20	-2,61	0,009*
Total Skor (cm)	9,82±5,46	4,59±2,86	-2,61	0,009*

$p<0,05$ * Mann-Whitney U test, X: ortalama, SS: standart sapma

Eğitim öncesi kaydedilen anterior ($t=1,87$, $p=0,72$), posteromedial ($t=-0,43$, $p=0,66$) ve posterolateral ($t=-0,55$, $p=0,58$) denge değerlerinde ve toplam skor ($t=0,14$, $p=0,88$) değerlerinde gruplar arasında istatistiksel fark yoktu ($p>0,05$). Eğitim öncesi, sonrası anterior denge değeri değişiminin gruplar arası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark yokken ($p=0,96$); posteromedial, posterolateral ve toplam skor değerlerindeki değişimin gruplar arası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p<0,05$).

4.8. Diz Fonksiyonunu Değerlendirmek İçin Kullanılan Klinik Ölçeklerin Sonuçları

Bireylerin eğitim öncesi ve sonrası IKDC, KOSS ve Tampa kinezyofobi ölçeği sonuçları Tablo 4.16.'da verildi.

Tablo 4.16. Klinik ölçek skorlarının grup içi karşılaştırma sonuçları

Klinik Ölçekler (puan)		EÖ X±SS	ES X±SS	z	p	
IKDC	Grup I (n=14)	79±5,26	94,29±4,58	-3,302	0,001*	
	Grup II (n=14)	77,19±6,45	88,77±6,05	-3,298	0,001*	
Semptom	Grup I (n=14)	86,48±8,42	94,13±3,31	-3,201	0,001*	
	Grup II (n=14)	87,24±7,37	91,32±4,79	-1,475	0,14	
Ağrı	Grup I (n=14)	94,44±3,77	97,81±1,95	-2,829	0,005*	
	Grup II (n=14)	93,44±4,94	95,23±4,8	-1,897	0,058	
KOOS	Günlük Yaşam	Grup I (n=14)	96,32±2,49	99,79±0,53	-3,193	0,001*
	Grup II (n=14)	95,48±3,07	98,51±2,36	-3,329	0,001*	
Spor	Grup I (n=14)	74,01±8,66	92,14±5,78	-3,309	0,001*	
	Grup II (n=14)	72,5±16,26	83,57±13,78	-2,949	0,003*	
Yaşam Kalitesi	Grup I (n=14)	70,08±15,92	82,59±12,78	-3,219	0,001*	
	Grup II (n=14)	68,75±17,67	74,55±18,58	-1,974	0,048*	
Toplam	Grup I (n=14)	89,25±3,83	95,77±1,95	-3,298	0,001*	
	Grup II (n=14)	88,17±5,64	92,41±4,89	-3,301	0,001*	
Tampa	Grup I (n=14)	35±7,23	30,21±6,94	-3,301	0,001*	
	Grup II (n=14)	34,57±4,34	31,21±4,61	-2,943	0,003*	

$p<0,05$ * Wilcoxon test, X: ortalama, SS: standart sapma

Grup I'de eğitim öncesi, sonrası değerlendirilen tüm ölçeklerde istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p<0,05$). Grup II'de KOOS ölçeğinin semptom ve ağrı alt parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark yokken ($p>0,05$), diğer tüm ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Grupların eğitim öncesi ve

sonrası klinik ölçeklerdeki gelişim oranlarının karşılaştırma sonuçları Tablo 4.17.'de verildi.

Tablo 4.17. Klinik ölçek skorlarının değişiminin gruplar arası karşılaştırılması

Klinik Ölçekler (puan)	Grup I (n=14)	Grup II (n=14)	z	p	
	X±SS	X±SS			
IKDC	15,28±5,28	11,57±4,73	-1,591	0,11	
KOOS	Semptom	7,65±5,92	4,08±8,62	-0,927	0,35
	Ağrı	3,37±2,69	1,79±2,80	-1,170	0,24
	Günlük Yaşam	3,46±2,41	3,02±1,72	-0,473	0,63
	Spor	18,12±7,79	11,07±9,84	-2,024	0,04*
	Yaşam Kalitesi	12,5±7,35	5,8±10,24	-1,915	0,056
	Toplam Skor	6,52±2,97	4,23±2,13	-2,051	0,04*
Tampa	-4,78±2,69	-3,35±3,45	-1,618	0,106	
ACL-RSI	87,2±6,99	79,83±9,55	-2,071	0,03*	

p<0,05* Mann-Whitney U test, X: ortalama, SS: standart sapma

Eğitim öncesi IKDC (z=-1,22, p=0,22), KOOS (toplam skor (z=-0,34, p=0,73), semptom (z=-0,16, p=0,87), ağrı (z=-0,28, p=0,78), fonksiyon ve günlük yaşam (z=-0,49, p=0,62), spor (z=-0,13, p=0,88) ve yaşam kalitesi (z=-0,02, p=0,98)) ve Tampa ölçeği skorlarında (z=-0,48, p=0,62) gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p>0,05). Eğitim öncesi, sonrası IKDC skoru, KOOS semptom, ağrı, günlük yaşam ve fonksiyon, yaşam kalitesi alt parametre skorlarındaki artış ve Tampa skorundaki gelişimin gruplar arası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark yokken (p>0,05), KOOS toplam skor, spor alt parametresindeki gelişimin ve ACL-RSI skorunun gruplar arası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (p<0,05).

5. TARTIŞMA

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitimin kas kuvveti, kas hacmi ve fonksiyon üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmanın sonucunda, KAK pliometrik eğitim verilen grupta kuadrisepsin tüm parçalarının (RF, VL, VMO) kas kalınlığında, RF enine kesit alanında, hem kuadriseps hem de hamstring konsentrik ve izometrik kas kuvvetinde, eksentrik kuadriseps indeksinde, fonksiyonda (dikey sıçrama, tek bacak öne hoplama ve üç adım hoplama), fonksiyonu değerlendiren KOOS anketi toplam skor ve spor alt parametresinde ve spora dönüşle ilgili ACL-RSI skorunda kontrol grubuyla karşılaştırıldığında daha fazla artış olduğu bulundu. Bununla birlikte çalışma sonunda her iki grupta da eğitim öncesi, sonrası tüm ölçümlerde artış elde edildi. Pliometrik eğitimin ÖÇBR sonrası spora dönüş hazırlıkta kas kuvveti ve fonksiyonu artırmada etkili bir eğitim metodu olduğu, KAK ile birlikte uygulandığında ise etkilerinin önemli oranda arttığı görüldü.

Ön çapraz bağ cerrahisinin atrofi, kuvvet kaybı, kas aktivasyon problemleri, osteoartrit riskinin artması ve tekrar yaralanma gibi kısa ve uzun dönem sonuçları vardır (5, 148). Özellikle cerrahi sonrası ilk 12 haftada rehabilitasyonda karşılaşılan en büyük problem, uyluk kas atrofisi ve kuvvet zayıflığıdır (5, 148, 149). Bu problem, rehabilitasyon programlarına rağmen uzun süre devam etmektedir (5, 148). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu öncesi ve sonrası alt ekstremitte kas hacmini inceleyen bir vaka serisinde etkilenen ekstremitede, sağlam tarafla karşılaştırıldığında cerrahi öncesi VL ve RF'de %15 ve üzerinde bir atrofi, cerrahi sonrası ise VL, vastus medialis, vastus intermedius ve RF'de %20 ve üzerinde bir atrofi rapor edilmiştir (150). Yapılan başka çalışmalarda ise, diz ekleminde ağırlık aktaramamaya bağlı olarak 14 gün içinde toplam uyluk kas hacminde %8,4 azalma ve yaralanma zamanından cerrahi sonrası 3. haftaya kadar olan sürede %20-33 lük bir azalma gösterilmiştir (151, 152). Yaptığımız çalışmada cerrahi sonrası 12. haftada ultrason ile kuadriseps kas kalınlığı ve RF enine kesit alanı değerlendirmesi sonucunda, sağlam tarafla karşılaştırıldığında her iki grupta da ameliyat edilen ekstremitede atrofi bulunmakla birlikte, atrofi oranlarının benzer olduğu görüldü. Çalışmanın başlangıcında KAK grup ve kontrol grubunda sırasıyla RF enine kesit alanında %9,6-%9,1, RF kas kalınlığında; %11,1-%10,4, VMO kas kalınlığında %11,9-%14,6 ve VL kas kalınlığında %9,9-%9,4'lük atrofi

oranları tespit edildi. Atrofi oranları benzer olmakla birlikte cerrahi sonrası 12. haftada en çok VMO kasında atrofi olduğu görüldü. Literatüre baktığımızda çalışmamızla benzer şekilde ÖÇB cerrahi sonrası en çok VMO kası olmak üzere, VL kasında da atrofi görüldüğü rapor edilmiştir (148). Vastus medialis oblikus kasında daha çok atrofi görülmesi ile ilgili ağrı ve ödeme bağlı refleks inhibisyon, yapısal ve fonksiyonel farklılık gibi bir çok teori öne sürülmüş ama fikir birliği sağlanamamıştır (153). İskelet kasları mekanik çevreye hızlı bir şekilde uyum göstermektedir. Dirençli egzersiz gibi kuvvetli mekanik strese hipertrofi ile cevap verirken, immobilizasyon gibi yüklenilmeyen durumlarda atrofi ile cevap verir (22). Kullanmamaya bağlı atrofının, protein yapım oranına kıyasla protein yıkım oranındaki artışa bağlı olduğu düşünülmektedir (22, 148). Bir çalışmada sadece 5 günlük bir immobilizasyon sonrası, MAFBx (*muscle atrophy F-box*) ve mRNA (*Messenger ribonucleic acid*) gibi kas atrofi belirteçlerinde artış gözlemlenmiştir (154). Bu kısa süreli immobilizasyonun, miyofibril protein sentezinde düşüşe ve protein üretiminde dirence sebep olduğu düşünülmektedir. Ayrıca düşük mitokondriyal fonksiyon, gen ekspresyonu ve satelit hücre proliferasyonunda azalma da atrofi ile ilişkilendirilmiştir (148). Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası akut dönemde ağırlık aktarmanın kısıtlanması, artrojenik kas inhibisyonu ve yüksek yoğunluklu dirençli egzersizleri yapamama gibi ilk 12 haftalık rehabilitasyon süreci göz önüne alındığında, kas atrofisini kaçınılmazdır ve bu durumun normal bir süreç olduğu söylenebilir. Bu süreçteki atrofi ve kas aktivasyon yetersizliği, uyluk kas kuvvet zayıflığını da açıklamaktadır (148, 152). Yapılan çalışmalarda cerrahi sonrası kuadriseps kas kuvvet defisitinin %5-40 arasında, hamstring kas kuvvet defisitinin ise %9-27 arasında değiştiği gösterilmiştir ve bu problemin cerrahi sonrası 2 yıl ve üzerinde devam ettiği öne sürülmektedir (5, 155). Kuadriseps kas kuvvetinde görülen kronik defisitinin esas nedeni, cerrahi sonrası kuadriseps kas aktivasyon yetersizliği ve atrofisine bağlanırken; rehabilitasyon süresinin kısalığı, rehabilitasyon programının yetersizliği ve kişinin yaşı, aktivite düzeyi, vücut kütle indeksi gibi kişisel faktörlerin de bu süreçte etkili olduğu bildirilmiştir (156). Hamstring kas kuvvet defisiti ise, hamstring kasından greft alınmasına bağlı donör sahada meydana gelen nöral inhibisyon ve atrofiye bağlanmıştır (157). Çalışmamızda eğitim öncesi KAK grup ve kontrol grubunda sırasıyla kuadriseps kas kuvvet defisitinin %20,47-%22,46, hamstring kas kuvvet

defisitinin %20,01-%18,13 olduğu görüldü ve iki grup bu açıdan benzerdi. Literatürle uyumlu olarak kas kuvvetindeki kaybın, oransal olarak kas kütleindeki kayıptan daha büyük olduğu görüldü (148, 158). Kas aktivasyonundaki yetersizlik ve atrofiye bağlı kuvvet kaybı; cerrahi sonrası iyileşmekte olan grefti korumak için rehabilitasyon süresince uygulanan kısıtlamalar nedeniyle kaçınılmazdır. Kuadriseps kasında tip I lif oranının (%55) daha fazla olduğunu dikkate alırsak, kısa süreli rijit immobilizasyona oldukça hassastır (148, 159). Bununla birlikte cerrahi sonrası ilk 12 haftalık rehabilitasyon sürecinde; ağırlık aktarma, vücut ağırlığı ve düşük dirençli egzersizlerle tip I liflerin daha çok aktive olduğunu düşünüyoruz. Bu durumda, potansiyel olarak tip I lif atrofisini önlediğini söyleyebiliriz. Bunlara ek olarak Baugher ve ark. yaptıkları bir çalışmada; ÖÇB yaralanması sonrası uyluk kas atrofisinin, birincil olarak tip II kas liflerinin azalmasına bağlı olduğunu rapor etmişlerdir (160). Normal şartlar altında bir kasta, kuvveti artırmak ve hipertrofi elde etmek için bir maksimum tekrarın en az %65 ve üzerindeki yoğunlukta 3 set 6-12 tekrar dirençli ağırlık kaldırma egzersizi önerilmektedir. Bu yoğunluğun altındaki egzersizlerin yeterli oranda tip II liflerinin ateşlenmesini sağlayamayacağı ve hipertrofi ile kuvvet artışı için yeterli olmayacağı öne sürülmektedir (101). Ancak cerrahi sonrası bağın olgunlaşması ve yük taşıyabilmesi için yaklaşık 4-6 aylık bir süre gerekmektedir. İyileşme dönemi boyunca yüklenmeye bağlı olarak bağda esneme veya kopma meydana gelebilir. Bu sebeple cerrahi sonrası iyileşmekte olan grefti korumak için, rehabilitasyonun erken döneminde yüksek yoğunluklu kuvvetlendirme egzersizleri kullanılmamakta ve egzersizlere düşük yoğunluktan başlanıp, yoğunluk dereceli olarak artırılmaktadır (21, 148, 152, 161, 162). Literatür göz önüne alındığında, çalışmaya katılan olgularda 12. haftada görülen atrofi ve kas kuvvet yetersizliğinin, cerrahi sonrası süreçte kontrendikasyonları göz önüne alarak yüksek dirençli egzersizlerin eksikliğine de bağlı olduğu söylenebilir. Bu sebeple ÖÇB rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon programları; atrofiyi önlemede, kas kuvvetinin tekrar kazanılmasında, yaralanma öncesi aktivite seviyesi ve spora dönüşü sağlamada önemli bir yer tutmaktadır (4, 10, 77). Çalışmamızda ÖÇBR sonrası, 12 haftalık rehabilitasyon programını tamamlayan hastalara, rehabilitasyon programlarına ek olarak 2 farklı tip pliometrik eğitim programı verildi. Çalışma sonunda her iki grupta da kuadriseps ve hamstring izometrik ve konsentrik kas kuvvetinde, kuadriseps kas kalınlığında ve RF enine kesit alanında

artış elde edildi. Bununla birlikte KAK pliometrik eğitim verilen grup, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında hem kas hacminde hem de kuadriseps ve hamstring izometrik ve konsentrik kas kuvvetinde daha fazla artış elde edildi. Kan akımı kısıtlamalı grupta kuadriseps izometrik kas kuvveti literatürde 6. ayda spora dönüşle ilgili tanımlanan kriterin üzerinde iken, kontrol grubunda bu değer altında olduğu görüldü (9). Eksentrik kas kuvveti, potansiyel zararlı etkileri de düşünülerek sadece çalışma sonunda değerlendirildi ve gruplar arasında fark olmadığı görüldü. Ancak eksentrik kuadriseps indekslerine bakıldığında, KAK grup da daha yüksek oranda iyileşme olduğu görüldü. Eksentrik hamstring indeksinde, KAK grupta yüksek olmakla birlikte istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmadı.

Spora dönüş hazırlıkta pliometrik eğitim, rehabilitasyon programı içinde önemli bir yer tutmaktadır. Literatüre bakıldığında pliometrik eğitimle ilgili çalışmalar daha çok sağlıklı grup ya da sporcular üzerinde yapılmıştır (13, 14, 163). Sağlıklı bireylerde alt ekstremitte pliometrik egzersizlerinin motor ateşlemeyi geliştirdiği, kas kuvveti ve sporla ilişkili performansı artırdığı gösterilmiştir (13, 14, 91). Bununla birlikte daha yeni araştırmalar, pliometrik eğitimin yaralanmaların önlenmesindeki rolüne odaklanmıştır. Ön çapraz bağ yaralanmalarını önleme programları içine dahil edilen pliometrik egzersizlerin, kas kuvvet üretimini artırdığı ve özellikle hamstring kas aktivitesini artırmada etkili olduğu bildirilmiştir (163-165). Pliometrik eğitimin tanımlayıcı özelliği, kas tendon ünitesinin uzaması ve bunu takiben kısılmasıdır. Buradaki kuvvet kazanımı, fizyolojik olarak kasılmadan hemen önce kasları germenin daha fazla kuvvet üretimine neden olması ile açıklanmaktadır (13, 163). Sıçrama egzersizleri sırasında kuadriseps kasına bakıldığında, sıçramadan hemen önce hazırlık aşamasında gerilmekte (diz, kalça fleksiyonu) ve kasılıp boyunu kısaltarak maksimum kuvvet ortaya çıkarmaktadır. Yine sıçramadan yere iniş sırasında aynı mekanizmalar hamstring kası için de geçerlidir. Özellikle yere inişte hamstring kası eksentrik olarak kasılarak, kuadriseps kasının tibiaya uyguladığı kuvveti kontrol eder ve dizin stabilizasyonunu sağlar (166). Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında, tüm bu egzersizler sırasındaki eksentrik kasılmaların kas kuvvetini artırmada etkili olduğu düşünülebilir. Daha önce yapılan çalışmalarda eksentrik kasılmaların, izometrik ve konsentrik kasılmalara göre kas kuvvetini artırmada daha etkili olduğu gösterilmiştir (167). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası farklı şiddetteki pliometrik eğitimin

etkilerini inceleyen bir çalışmada, yüksek ve düşük şiddette yapılan pliometrik eğitimler arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fakat her iki yoğunlukta yapılan egzersizlerde de kas kuvvetinde, diz fonksiyonunda ve spora dönüşü destekleyen psikososyal durumda olumlu değişiklikler rapor edilmiştir. Bununla birlikte yazarlar yüksek yoğunluklu eğitimin diz eklem kıkırdağı üzerine potansiyel zararlarını göz önünde bulundurarak, uzun dönem etkilerinin araştırılmasını tavsiye etmişlerdir (12). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası pliometrik eğitimle ilgili net bir egzersiz reçetesi tanımlanmadığından, potansiyel zararlar ve KAK eğitimin uygulama protokolleri de göz önüne alınarak, çalışmamızda pliometrik egzersizlere düşük yoğunluktan başlandı ve gelişme kaydedildikçe egzersiz yoğunluğu artırıldı (12, 13).

Literatürde ÖÇBR sonrası KAK eğitiminin etkilerini gösteren az sayıda çalışma vardır. Bununla birlikte şimdiye kadar, ÖÇBR sonrası KAK pliometrik eğitimin etkilerini gösteren çalışmaya rastlanmamıştır. Literatürde daha önce yapılan çalışmalarda, KAK düşük yoğunluklu dirençli ve aerobik egzersizlerin kas kütlesi ve kuvvetini artırmada etkili olduğu gösterilmiştir (103, 148, 152). Ayrıca ÖÇB cerrahisi sonrası pasif olarak uygulanan KAK'ın, akut dönem etkilerini gösteren çalışmalar da vardır. Takarada ve ark. yaptıkları bir çalışmada, ÖÇBR sonrası 3 ve 14. günler arasında uygulanan pasif KAK'ın kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, diz ekstansör kas atrofisini yaklaşık %50 oranında azalttığını rapor etmişlerdir (22). Yapılan başka bir çalışmada immobilizasyon periyodu süresince pasif KAK'nın kontrol grubu ve izometrik egzersizlerle karşılaştırıldığında kas atrofisini önlemede daha etkili olduğu gösterilmiştir (168, 169). Kan akımı kısıtlamasının atrofiyi önlemenin yanı sıra düşük yoğunluklu dirençli egzersizlerle birlikte kas kütlesi ve kuvvetini artırmada etkili olduğunu gösteren çalışmalar da vardır. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası yapılan bir prospektif çalışmada, 16 haftalık düşük yoğunluklu dirençli KAK eğitimin kontrol grubuyla karşılaştırıldığında diz fleksör ve ekstansör kas kuvveti ve diz ekstansör kasları enine kesit alanını artırmada daha etkili olduğu gösterilmiştir (21). Tennent ve ark. diz artroskopisi sonrası KAK eğitimin, konservatif tedaviyle karşılaştırıldığında uyluk kas çevresini, diz fleksiyon ve ekstansiyon izokinetik kas kuvvetini daha fazla artırdığı ve daha etkili bir tedavi yaklaşımı olduğunu göstermişlerdir (170). Bunlara ek olarak ÖÇB cerrahisinin üzerinden ortalama 5 yıl geçmiş, kuadriseps kas kuvvet zayıflığı ve atrofi olan bir grup hastada, ev temelli

KAK egzersizlerinin etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, KAK vücut ağırlığı ile yapılan çömelme, diz ekstansiyon ve yürüme gibi evde yapılabilecek kısa süreli egzersizlerinin kuadriseps kas kuvveti, RF ve VL kas kalınlığını artırmada etkili olduğu gösterilmiştir (171). Bugüne kadar düşük yoğunluklu kan akımı kısıtlanmalı eğitimin etkilerini destekleyen kesin bir mekanizma tanımlanmamıştır. Bununla birlikte çeşitli potansiyel mekanizmalar ileri sürülmüş ve incelenmiştir. İleri sürülen bu mekanizmalar; hipoksik çevrede tip II liflerinin ateşlenmesinin artırılması, doku büyümesini destekleyen reaktif oksijen türlerinin üretiminde artış, hücresel şişme, büyüme hormonu sekresyonunun uyarılması ve sonuç olarak kas protein sentezinin artışıdır (16, 17, 19, 20). Yapılan çalışmalar; pasif olarak uygulanan KAK eğitimi sonunda, manşon basıncının düşürülmesiyle birlikte, hücresel şişmenin meydana geldiği ve bu akut hücresel şişmenin protein sentezini uyarıp, protein yıkımını baskılayarak, KAK eğitimin anabolik etkilerini artırdığını öne sürmektedir (15, 22, 168, 169). Ayrıca pasif KAK eğitimin, sıçan iskelet kas modellerinde mTOR'u artırdığı gösterilmiştir (172). Bunlara ek olarak KAK sırasındaki istemli izometrik kontraksiyonların, metabolik stresi ve hücresel şişmeyi artırıp, hipertrofi sürecine katkıda bulunabileceği ileri sürülmektedir (15, 168). Egzersizlerle birlikte uygulandığında oluşan hipoksik ortam nedeniyle, tip II hızlı kasılan liflerin erken ateşlenmesinin, düşük yoğunluklu KAK kuvvet adaptasyonlarının arkasındaki başka bir önemli mekanizma olduğu düşünülmektedir (17, 20, 173).

Çalışmamızda pliometrik eğitimin, KAK ile birlikte uygulandığında etkilerinin daha fazla olduğu görüldü. Bununla birlikte fizyolojik parametreleri değerlendirmedeğimiz için, bu süreçte hangi mekanizmaların daha etkili olduğunu kesin olarak söyleyemiyoruz. Ancak literatürde göz önüne alındığında, KAK eğitimin pliometrik eğitimle birlikte uygulama bölgesinde metabolik stresi daha fazla artırıp protein sentezini uyardığını tahmin ediyoruz. Yine etkili olduğunu düşündüğümüz ikinci mekanizma; uygulama bölgesinin altında tip II liflerinin aktivasyonunun artmasıdır. Kan akımı kısıtlanması ile doku içindeki oksijen seviyesi düşmektedir (174). Düşük oksijen seviyesinde yapılan egzersizlerde, kontraksiyon için büyük miktarda oksijene ihtiyaç duyan tip I lifler yeterli fonksiyon gösteremezken, tip II lifler tercihen veya seçici olarak daha çok ateşlenmektedir (175). Pliometrik eğitimin de etki mekanizmaları düşünüldüğünde, KAK ile birlikte daha fazla tip II liflerin ateşlendiği

ve buna bağlı olarak kas kuvveti ve fonksiyondaki artışın bu grupta daha iyi olduğu söylenebilir. Aslında KAK ile nöromusküler kontrolün boyut prensibinin tersine bir süreç işlemektedir (106, 148). Birkaç çalışma düşük yoğunluklu KAK egzersiz sırasında, kas aktivasyonunun arttığını göstermiştir. Düşük yoğunluklu KAK egzersiz sırasında uygulanan dirence karşı, daha büyük bir aktivasyon oluşmaktadır. Bu da tip II liflerinin tercihen daha çok ateşlendiğini göstermektedir (175-177). Kas liflerinde ÖÇBR sonrası KAK eğitim öncesi ve sonrası değişikliklerin incelendiği bir çalışmada, KAK uygulanan grupta kontrol grubuna kıyasla tip II lif atrofisi baskılanmasına rağmen, gruplar arasında tip I ve tip II lifleri değişimi açısından istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır. Yazarlar kas biyopsisi için her grupta 8 olgudan örneklem almışlar ve bu sayının istatistiksel analizler için yeterli olmadığını, daha çok örnekleme yapılan çalışmalara ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir (21).

Kas kuvveti ve hacmindeki artış için KAK eğitim, rehabilitasyon süreci boyunca haftada 2-3 gün, 6-8 hafta ve üzerinde, 1 maksimum tekrarın %20-30'nda, bacakta tam oklüzyon için gerekli basıncın %40-80'inde uygulanması önerilmektedir (173). Çalışmamızda, literatürde önerildiği gibi KAK; 8 hafta süreyle ve haftada 3 gün, 15 dakika uygulandı. Daha önce yapılan çalışmalarda sabit manşon basınçları kullanılmakla beraber, son yıllarda yapılan çalışmalar bireyselleştirilmiş basınç aralığında uygulamanın yapılmasını önermektedir. Çünkü her hastanın damar çevresi kas kütlesi ve adipoz doku yapısı farklıdır ve aynı basınçta venöz kan akışını kısıtlamak mümkün gözükmemektedir (173). Çalışmamızda da her hastaya özel basınç değerleri hesaplandı ve uygulama sırasında bu değerler kullanıldı. Uygulama süresince, egzersiz geçişlerindeki dinlenme sürelerinde manşon basıncı düşürülmedi ve pasif olarak da uygulamaya devam edildi. Bu açıdan bakıldığında hem pasif hem de aktif KAK uygulamaların bu süreçte kullanıldığı söylenebilir.

Çalışmalar, kuadriseps kuvvetinin aktivite seviyesiyle orantılı olduğunu ve ÖÇB cerrahisi sonrası kuadriseps kas kuvvetindeki iyileşmenin fonksiyonel seviyeyi de artırdığını göstermektedir (178). Çalışmamızda fonksiyonel performans değerlendirmesi sonucunda; dikey sıçrama performansında her iki grupta da artış görülmekle beraber, KAK grupta ki gelişmenin daha fazla olduğu bulundu. Tek bacak öne hoplama ve üç adım hoplama testleri, 12. haftada bağ üzerinde oluşabilecek olumsuz streslerde göz önüne alınarak, sadece çalışma sonunda değerlendirildi. Her

iki testin sonuçlarına bakıldığında, gruplar arasında sıçrama mesafeleri benzer olmakla birlikte, bacak simetri indeksi değerleri açısından KAK grupta iyileşmenin daha fazla olduğu görüldü. Bununla birlikte her iki grupta da bacak simetri indeksi sonuçlarının, spora dönüşle ilgili kriterlerin üzerinde olduğu bulundu (179). Daha önce yapılan çalışmalarda; pliometrik eğitimle, erkeklerde kas kuvveti ve dikey sıçrama performansında daha fazla kazanç elde edildiği gösterilmiştir (14, 180). Yapılan bir meta analizde ise, 10 hafta ve üzerindeki pliometrik eğitimin sıçrama performansını artırmada etkili bir antrenman şekli olduğu ve süre uzadıkça kazanımlarında artacağı rapor edilmiştir (147). Ayrıca ÖÇB cerrahisi sonrası düşük ve yüksek yoğunluklu pliometrik egzersizlerin dikey sıçrama yüksekliğini artırdığı, bununla birlikte bu iki farklı yoğunluktaki egzersizler arasında tek bacak hoplama ve dikey sıçrama test sonuçlarında fark olmadığı gösterilmiştir (12). Kan akımı kısıtlanmalı eğitimle ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında, çalışmaların çoğu kas kuvveti ve kasın enine kesit alanına odaklanırken, oldukça az sayıda çalışma KAK eğitimin sıçrama performansı üzerine etkisini araştırmıştır. Bu çalışmaların ortak özelliği; sağlıklı olgular üzerinde yapılmış olması, kas kuvvetinde ve kasın enine kesit alanında artış bulunurken, sıçrama performansında fark bulunamamış olmasıdır (181-183). Çalışmalar incelendiğinde bir takım metodolojik hatalar dikkat çekmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda olgulardaki yapısal farklılıklar düşünülerek önerilen bireyselleştirilmiş basınç uygulamalarının aksine, sabit basınç değerlerinin kullanılması (181-183), fonksiyonel gelişim için gerekli sürenin çok altında uygulama süreleri (181, 182), metabolik stres için önerilen tekrar sayılarının altında yapılan egzersiz sayıları ve verilen egzersiz tipleri gibi faktörlerin bu çalışmalardaki sıçrama performans sonuçlarını etkilediği düşünülmektedir (15-19). Çalışmamızda 8 haftalık 2 farklı pliometrik eğitimin sıçrama performansı üzerine etkileri her iki grup içinde pozitif olmakla beraber, KAK grupta kas kuvvetindeki artışın daha fazla olmasıyla paralel olarak sıçrama performansının kontrol grubundan daha iyi olduğu söylenebilir.

Ön çapraz bağ yaralanması sonrası karşılaşılan önemli problemlerden biri de, alt ekstremité postüral kontrolünün zayıflığıdır. Zayıf postüral kontrol, bir çok sporcuda yaralanma veya düşme ile ilişkilendirilmiştir (184, 185). Bununla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalarda, dinamik denge testlerinin bazı yaralanmaları tahmin etmede kullanılabileceği ileri sürülmüştür. Plisky ve ark. Yıldız denge testi

değerlendirmesi sonucunda, ekstremite farklılıkları olan kadın ve erkek lise basketbol sporcularının sezon boyunca alt ekstremite yaralanmalarına maruz kalma oranının 2.5 kat fazla olduğunu rapor etmiştir (186). Sporcularda antrenman ile denge veya postüral kontrolü iyileştirmenin, yaralanmayı azaltmada olumlu etkileri vardır (184, 187). Bir kaç farklı önleyici program oluşturulmuştur ve pliometrik, kuvvetlendirme, denge ve stabilite gibi önleyici egzersizlerin farklı bileşenleri üzerinde durulmuştur (187, 188). Pliometrik eğitim ayrıca sporcular için sezon öncesi ve sezon içindeki antrenman programlarında propriosepsiyon, denge ve nöromusküler özelliklerin iyileştirilmesinde kullanılan etkili bir antrenman yöntemidir (189). Dinamik postüral kontrolün Y denge testi ile değerlendirildiği çalışmamızın sonucunda KAK grup, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında PL ve PM yönlerde ve toplam skorda daha fazla iyileşme elde edildi. Bununla birlikte eğitim öncesi ve sonrası Y denge testinin tüm yönlerinde her iki grupta da gelişme bulundu. Her ne kadar pliometrik eğitim kas kuvveti, hız, çeviklik ve gücü artırmak için etkili bir antrenman yöntemi olsa da, yaralanma riskini azaltma ve postüral kontrolü artırmadaki mekanizmaları tam olarak anlayamamıştır (184, 189). Pliometrik eğitim, hızlı bir gerilme kısalma döngüsünü içeren dinamik bir antrenman formudur ve ağırlık merkezinin hem yatay hem de dikey yer değiştirmelerini içermektedir (13). Bu çalışmada pliometrik eğitime özel iniş ve denge egzersizleri üzerinde durulmasa da, pliometrik egzersizlerin dinamik doğası gereği denge ve postüral kontrol aktivitelerini içermektedir (184, 190). Çalışmamızda denge test skorlarında elde edilen iyileşmenin, pliometrik eğitim sırasında denge ve stabilite zorluklarına tekrar tekrar maruz kalma sonucu nöromusküler sistem ve postüral kontroldeki iyileşmeye bağlı olduğunu düşünüyoruz. Çünkü pliometrik eğitim, sporcuların eklem farkındalığını artırmak için bir dizi zorlu denge ve iniş aktivitelerini de içermektedir. Çalışmamızla paralel olarak literatürde daha önce yapılan çalışmalarda da pliometrik eğitimin dinamik denge performansını ve nöromusküler kontrolü artırdığı gösterilmiştir (184, 190). Benzer şekilde özel denge antrenmanları yapmayan farklı tip sporcularda da, sporun dinamik doğası gereği ortalama nüfustan daha iyi denge değerleri tespit edilmiştir (184, 191). Ayrıca KAK grupta daha fazla iyileşme görülmesinin, bu grupta kas kuvvetindeki artışla beraber nöromusküler kontrolün iyileşmesine bağlı olduğunu düşünüyoruz. Literatürü dikkate

aldığımızda postüral kontroldeki bu iyileşmenin, yaralanmaların önlenmesine de katkıda bulunabileceğini söyleyebiliriz.

Rehabilitasyon sonuçlarını değerlendirmede ve spora dönüş kararı vermede, kas kuvveti ve fonksiyonel performans testlerinin yanı sıra hasta tarafından doldurulan klinik ölçek ve anket sonuçları da oldukça önemlidir. Çalışmada kullandığımız klinik ölçek sonuçlarına bakıldığında; her iki grupta da IKDC, KOOS ve Tampa skorlarında artış varken, gruplar arasındaki karşılaştırmada sadece ACL-RSI, KOOS toplam skor ve spor alt parametresinde KAK grupta daha fazla gelişme elde edildi. Ortalama IKDC test skorlarına baktığımızda, her iki grupta da klinik anlamlılık seviyesinin üzerinde bir iyileşme olduğu görüldü (141). Daha önce yapılan çalışmalarda, IKDC’de kötü puan alan hastaların spora dönüş testlerinde başarısız olma ihtimalinin, 4 kat fazla olduğu ileri sürülmüştür (192). Çalışmamızın sonuçlarına göre, IKDC skorlarındaki iyileşme kas kuvveti ve fonksiyondaki iyileşmeyle paralellik göstermektedir ve spora dönüşle ilgili kriterin üzerindedir (192). Bununla birlikte çalışmaya dahil ettiğimiz yaş grubunun skorlarını, aynı yaş grubundaki sağlıklı olguların normatif verileri ile karşılaştırdığımızda; kontrol grubundaki ortalama IKDC skorunun normatif veriye oldukça yakın olduğu, KAK gruptaki ortalama IKDC skorunun ise normatif verinin çok üzerinde olduğu görüldü (193). Sonuç olarak istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmasa da KAK grupta ki gelişmenin daha fazla olduğunu söyleyebiliriz. Gruplar arasında KOOS anketi sonuçlarına baktığımızda; KAK grupta toplam skor ve spor alt parametresinde daha fazla iyileşme elde edilirken, diğer parametrelerde gruplardaki gelişimin benzer olduğu görüldü. KOOS anketinin, spor alt parametresinin sıçrama performansı ile ilişkili olduğu düşünüldüğünde, (194) KAK grupta toplam skor ve spor alt parametresinde elde edilen iyileşmenin daha fazla olmasının fonksiyondaki gelişmeye bağlı olduğunu düşünüyoruz.

Hareket sırasındaki ağrı ve tekrar yaralanma korkusu dahil olmak üzere psikolojik faktörler, ÖÇBR sonrası spora dönüş oranını etkilemektedir (195). Spora dönüş için, psikolojik hazırlığı ölçmede ACL-RSI ve Tampa kinezyofobi ölçekleri kullanıldı. ACL-RSI skorlarına bakıldığında; KAK grupta skorun daha yüksek olmasıyla birlikte, her iki grupta da spora dönüş için belirlenen kesme değerin çok üzerinde sonuçlar elde edildi (9). Tampa kinezyofobi ölçeği skoruna bakıldığında ise, her iki grupta da skorlarda gelişme varken gruplar arasında fark olmadığı görüldü.

Literatürde yapılan çalışmalar, ÖÇBR sonrası hareket veya tekrar yaralanma korkusunun, fonksiyonel sonuçları ve spora geri dönüşü olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir (196, 197). Pliometrik eğitimin spora dönüşle ilgili aktiviteleri içermesi ve bu aktivitelerin dereceli ve kontrollü bir şekilde uygulanmasının, her iki grupta da hareket ya da tekrar yaralanma korkusuyla ilgili spora dönüşü etkileyecek parametrelerde olumlu değişiklikler yarattığını söyleyebiliriz. Literatür de göz önüne alındığında ACL-RSI ve Tampa skorlarındaki iyileşmenin performanstaki pozitif artışla yakından ilişkili olduğunu düşünüyoruz.

Çalışma sırasında KAK pliometrik eğitimin ilk 10 dakikasında katılımcılar herhangi bir problem yaşamazken, eğitimin yaklaşık son 5 dakikasına doğru bazı hastalar alt ekstremitede kas ağrısından şikâyet etti. Bu şikâyet eğitimin sonunda, manşonun çıkarılması sonucu 2-3 dakika içinde kayboldu. Çalışmamızda KAK gruptaki olguların, eğitime adaptasyonunu sağlayabilmek için 1 haftalık bir adaptasyon eğitimi verildi. Bu eğitime 50 mmHg'lık bir basınçla başlandı ve her hastanın hesaplanan bireysel basınç değerlerine kademeli olarak çıkıldı. Uygulama sırasında sadece bir hastada venöz göllenmeye bağlı olabileceğini düşündüğümüz baş dönmesi problemiyle karşılaştık. Adaptasyon eğitimi ile bu sorun da aşıldı. Başka çalışmalarda da benzer problemlerden bahsedilmiştir (21). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası düşük yoğunluklu KAK eğitim ve yüksek yoğunluklu dirençli eğitimin etkilerini inceleyen bir çalışmada; KAK eğitimin, yüksek yoğunluklu eğitime göre daha fazla kas ağrısı oluşturmakla birlikte, diz ağrısında ise azalmaya neden olduğu rapor edilmiştir (198). Sonuç olarak, KAK uygulamanın geçici bir kas ağrısına neden olduğu ve düşük yoğunluklu uygulanmasına bağlı olarak daha az diz ağrısı oluşturduğunu söyleyebiliriz. Bu uygulamanın doğru protokol ve uygun hasta seçildiğinde, herhangi bir yan etkisinin olmadığı ve güvenli bir şekilde kullanılabileceğini söyleyebiliriz.

Şimdiye kadar yapılan çalışmalar KAK eğitimi, ÖÇBR sonrası erken dönemden itibaren kullanılabilir, potansiyel ilerleyici bir rehabilitasyon aracı olarak göstermektedir (21, 22, 199). Bu çalışma ile ÖÇBR sonrası spora dönüş hazırlık aşamasında KAK pliometrik eğitimin etkili, güncel bir yaklaşım olduğunu göstermiş olduk. Sonuç olarak KAK eğitimin; cerrahiden spora dönüş aşamasına

kadar, tüm basamaklarda kullanılabilir etkili, ilerleyici ve kullanışlı bir rehabilitasyon aracı olduğunu söyleyebiliriz.

Limitasyonlar

Kliniğe gelen kadın hastalar çalışmanın kriterlerini karşılamadığı için çalışmaya sadece erkek bireyler dahil edildi.

Çalışmaya cerrahi sonrası 12 haftalık rehabilitasyon programını tamamlayan hastalar dahil edildi. Dolayısıyla ölçümler sadece cerrahi sonrası 12. hafta ve 8 haftalık eğitim sonunda yapıldı. Kan akımı kısıtlamalı eğitimin uzun dönem sonuçları bu çalışmada gösterilmemiş oldu.

Ultrason ölçümleri, sadece kuadriseps kası üzerinde yapıldı. Enine kesit alanı ölçümü ise, sadece kuadriseps kasının rektus femoris parçasından yapıldı. Ultrason ile teknik problemlerden dolayı enine kesit alanı ölçümü yapmak zor olduğu için kuadrisepsin tüm parçalarının enine kesit alanı ölçülemedi. Ayrıca hamstring kası otograft olarak kullanıldığından ve adduktor kas grubunu ultrason ile tam ayırmanın zor olduğu düşünüldüğü için ölçüm yapılmadı. Dolayısıyla KAK pliometrik eğitimin hamstring kası atrofisi üzerine etkisiyle ilgili objektif bilgi verilemedi.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitimin kontrol grubuyla karşılaştırıldığında kas kuvveti, kas hacmi ve fonksiyonu geliştirmede daha etkili olduğu ve değerlendirme sonuçlarının spora dönüşle ilgili kriterlerinde üzerinde olduğu bulundu. Diğer taraftan kontrol grubunda da eğitim öncesi ve sonrası tüm parametrelerde artış elde edildi.

Çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

1. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası 12 haftalık rehabilitasyon programına rağmen, çalışma öncesinde tüm olgularda atrofi görüldü. Pliometrik eğitimle birlikte her iki grupta da atrofide azalma ve kas kütlesinde artış görülürken, bu artışın KAK pliometrik eğitim verilen grupta daha fazla olduğu bulundu. Bu sonuçlara göre, KAK pliometrik eğitimin düşük yoğunluğa rağmen kas hacmini artırmada etkili olduğunu söyleyebiliriz.
2. Çalışma öncesi kas kuvvet defisitinin oransal olarak kas atrofisinin iki katı olduğu, bununda literatürle benzerlik gösterdiği bulundu. Pliometrik eğitimle birlikte her iki grupta da tüm kas kuvvet parametrelerinde artış görülürken, KAK grupta hem kuadriseps hem de hamstring izometrik ve konsentrik kas kuvvetinde daha fazla artış elde edildi. Eksentrik kas kuvvetinde gruplar arasında fark yokken, kuadriseps bacak simetri indeksine bakıldığında KAK grupta daha fazla iyileşme elde edildi. Bununla birlikte KAK gruptaki kuvvet değerlerine bakıldığında spora dönüşle ilgili kriterlerin üzerinde kas kuvvet değerlerine ulaşıldığı görüldü. Bu sonuçlara göre, pliometrik eğitimin kas kuvvetini artırmada etkili bir yaklaşım olduğunu, bununla birlikte KAK eğitimle birleştirildiğinde düşük yoğunluğa rağmen daha etkili olduğunu söyleyebiliriz. Yüksek yoğunluklu pliometrik eğitimin kontrendike olduğu durumlarda, KAK pliometrik eğitimin alternatif olarak kullanılabilecek bir egzersiz şekli olduğunu düşünüyoruz.
3. Fonksiyonel değerlendirme sonuçlarına bakıldığında sıçrama performansında her iki grupta da artış görülürken, KAK grupta daha fazla iyileşme elde edildi. Eğitimin şekli ve kas kuvvetindeki artış düşünüldüğünde, sıçrama performansındaki artışın beklenen normal bir sonuç olduğunu söyleyebiliriz.

Ayrıca KAK grupta sıçrama performans sonuçlarının, spora dönüşle ilgili kriterlerin üzerinde olduğu bulundu.

4. Her iki grupta da dinamik denge değerlendirme sonuçlarında artış olmakla birlikte, KAK grupta daha fazla iyileşme elde edildi. Pliometrik eğitim sırasında verilen egzersizlerin ağırlık merkezinin hem yatay hem dikey yer değişimlerini içermesi, kas kuvvetindeki artış, denge ve stabilite zorluklarına tekrarlayıcı bir şekilde maruz kalmanın dinamik denge performansındaki artışla ilişkili olduğunu düşünüyoruz.
5. Klinik ölçek sonuçlarında her iki grupta da iyileşme elde edilirken, KAK grupta ACL-RSI skoru, KOOS spor alt parametresi ve toplam skorda daha fazla gelişme ile birlikte spora dönüşle ilgili kriterin üzerinde sonuçlar elde edildi. Ayrıca KAK grupta IKDC değerlendirme sonuçlarının aynı yaş grubundaki bireylerin normatif değerlerinin üzerinde olduğu bulundu. Sonuç olarak kas kuvveti, kas kütlesi ve fonksiyondaki pozitif gelişmelerin klinik ölçeklere de yansıdığını düşünüyoruz.
6. Çalışmada KAK eğitimin herhangi bir yan etkisi görülmezken, sadece bazı hastalarda uygulamanın kısa süreli bir kas ağrısı oluşturduğu bununda manşonun çıkarılmasıyla birlikte 2-3 dakika içinde kaybolduğu görüldü.

Bu çalışma, literatürde ÖÇBR sonrası KAK pliometrik eğitimin etkilerini araştıran ilk çalışmadır. Yüksek yoğunluklu eğitimin muhtemel zararlı etkileri düşünüldüğünde, KAK düşük yoğunluklu pliometrik eğitimin, ÖÇB rehabilitasyonunun spora dönüş aşamasında kullanılabilir etkili ve güvenilir bir rehabilitasyon yaklaşımı olduğu söylenebilir. Bu açıdan bakıldığında KAK eğitimin sadece ÖÇB rehabilitasyonu değil, aynı zamanda diğer kas iskelet sistemi problemlerinde de klinisyenler için alternatif bir rehabilitasyon yaklaşımı olabileceğini düşünüyoruz. Literatürde daha önce yapılan çalışmalar da göz önüne alındığında yaptığımız çalışmayla birlikte KAK eğitimin, cerrahiden spora dönüş aşamasına kadar kullanılabilir etkili, ilerleyici ve kullanışlı bir rehabilitasyon yaklaşımı olduğunu söyleyebiliriz.

Çeşitli kas iskelet sistemi yaralanmaları ve özellikle cerrahi sonrası, kan akımı kısıtlanmalı eğitimin hastaya özel program, uygulama tekniği, uygulama süresi, frekansı gibi parametrelerinin üzerinde çalışılarak, hastaya özel protokollerin

oluşturulması hem hastaların güvenliği hem de rehabilitasyon sonuçlarının ve spora dönüşün etkinliği açısından önemli olacaktır. Bununla birlikte çalışmamızda karşılaşmamış olsak bile tedavi öncesinde ve süresince KAK eğitimin olası yan etkilerinin gözlemlenmesi ve olası komplikasyonlar göz önüne alınarak doğru hasta seçiminin ve doğru uygulamanın önemli olduğunu düşünöyoruz. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, ÖÇBR sonrası farklı tip KAK pliometrik eğitim programlarının diz eklem kıkırdağı, kemik yapı ve yumuşak doku üzerine hücrenel etkilerinin incelendiği, her iki cinsiyetinde dahil edildiği ayrıca etki mekanizmalarının da araştırıldığı kısa ve uzun dönem takipli çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKLAR

1. Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury–reduction regimen. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2007;23(12):1320-5. e6.
2. Barber-Westin SD, Noyes FR. Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery*. 2011;27(12):1697-705.
3. Wilk KE, Arrigo CA. Rehabilitation Principles of the Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Knee. *Clinics in sports medicine*. 2017;36(1):189-232.
4. Wilk KE, Macrina LC, Cain EL, Dugas JR, Andrews JR. Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2012;42(3):153-71.
5. Thomas AC, Villwock M, Wojtys EM, Palmieri-Smith RM. Lower extremity muscle strength after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Journal of athletic training*. 2013;48(5):610-20.
6. Yabroudi MA, Irrgang JJ. Rehabilitation and return to play after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinics in sports medicine*. 2013;32(1):165-75.
7. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med*. 2016:bjsports-2016-096278.
8. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med*. 2011;45(7):596-606.
9. Gokeler A, Welling W, Zaffagnini S, Seil R, Padua D. Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2017;25(1):192-9.
10. Serdar Demirci, Tunay VB. Ön çapraz bağ yaralanmalarında rehabilitasyon. In: Hallaçeli H, editor. *Ortopedik dzyoterapi diz*. 1 ed. Ankara: Hipokrat yayıncılık; 2019. p. 77-104.
11. Adams D, Logerstedt D, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2012;42(7):601-14.
12. Chmielewski TL, George SZ, Tillman SM, Moser MW, Lentz TA, Indelicato PA, et al. Low-versus high-intensity plyometric exercise during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*. 2016;44(3):609-17.

13. Chmielewski TL, Myer GD, Kauffman D, Tillman SM. Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2006;36(5):308-19.
14. De Villarreal ES-S, Requena B, Newton RU. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*. 2010;13(5):513-22.
15. Loenneke J, Fahs C, Rossow L, Abe T, Bemben M. The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Medical hypotheses*. 2012;78(1):151-4.
16. Loenneke J, Fahs C, Wilson J, Bemben M. Blood flow restriction: the metabolite/volume threshold theory. *Medical hypotheses*. 2011;77(5):748-52.
17. Loenneke J, Wilson G, Wilson J. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *International journal of sports medicine*. 2010;31(01):1-4.
18. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Sherk VD, Thiebaud RS, Abe T, et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *European journal of applied physiology*. 2012;112(8):2903-12.
19. Loenneke JP, Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength & Conditioning Journal*. 2009;31(3):77-84.
20. Pearson SJ, Hussain SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports medicine*. 2015;45(2):187-200.
21. Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, Iwase Y, Satou N, Nakamura S. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 2003;74(1):62-8.
22. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusions diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(12):2035-9.
23. Beasley LS, Weiland DE, Vidal AF, Chhabra A, Herzka AS, Feng MT, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction: a literature review of the anatomy, biomechanics, surgical considerations, and clinical outcomes. *Operative Techniques in Orthopaedics*. 2005;15(1):5-19.
24. Giuliani JR, Kilcoyne KG, Rue J-PH. Anterior Cruciate Ligament Anatomy—A Review of the Anteromedial and Posterolateral Bundles. *The journal of knee surgery*. 2009;22(02):148-54.
25. Zantop T, Petersen W, Fu FH. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Operative techniques in orthopaedics*. 2005;15(1):20-8.
26. Duthon V, Barea C, Abrassart S, Fasel J, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2006;14(3):204-13.

27. Anderson AF, Dome DC, Gautam S, Awh MH, Rennirt GW. Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tear rates. *The American journal of sports medicine*. 2001;29(1):58-66.
28. Hogervorst T, Brand RA. Current concepts review-mechanoreceptors in joint function. *JBJS*. 1998;80(9):1365-78.
29. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Ryoke K, Kuriwaka M. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta orthopaedica Scandinavica*. 2002;73(3):330-4.
30. Zantop T, Herbort M, Raschke MJ, Fu FH, Petersen W. The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *The American journal of sports medicine*. 2007;35(2):223-7.
31. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clinical orthopaedics and related research*. 2007;454:35-47.
32. Kato Y, Maeyama A, Lertwanich P, Wang JH, Ingham SJ, Kramer S, et al. Biomechanical comparison of different graft positions for single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2013;21(4):816-23.
33. Gabriel MT, Wong EK, Woo SLY, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *Journal of Orthopaedic Research*. 2004;22(1):85-9.
34. Parsons EM, Gee AO, Spiekerman C, Cavanagh PR. The biomechanical function of the anterolateral ligament of the knee. *The American journal of sports medicine*. 2015;43(3):669-74.
35. Domnick C, Raschke MJ, Herbort M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. *World journal of orthopedics*. 2016;7(2):82.
36. Kondo E, Merican AM, Yasuda K, Amis AA. Biomechanical analysis of knee laxity with isolated anteromedial or posterolateral bundle-deficient anterior cruciate ligament. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2014;30(3):335-43.
37. Kondo E, Merican AM, Yasuda K, Amis AA. Biomechanical comparison of anatomic double-bundle, anatomic single-bundle, and nonanatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *The American journal of sports medicine*. 2011;39(2):279-88.
38. Woo SL-Y, Hollis JM, Adams DJ, Lyon RM, Takai S. Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex: the effects of specimen age and orientation. *The American journal of sports medicine*. 1991;19(3):217-25.
39. Kiapour AM, Wordeman SC, Paterno MV, Quatman CE, Levine JW, Goel VK, et al. Diagnostic value of knee arthrometry in the prediction of anterior cruciate

- ligament strain during landing. *The American journal of sports medicine*. 2014;42(2):312-9.
40. Levine JW, Kiapour AM, Quatman CE, Wordeman SC, Goel VK, Hewett TE, et al. Clinically relevant injury patterns after an anterior cruciate ligament injury provide insight into injury mechanisms. *The American journal of sports medicine*. 2013;41(2):385-95.
 41. Quatman CE, Kiapour AM, Demetropoulos CK, Kiapour A, Wordeman SC, Levine JW, et al. Preferential loading of the ACL compared with the MCL during landing: a novel in sim approach yields the multiplanar mechanism of dynamic valgus during ACL injuries. *The American journal of sports medicine*. 2014;42(1):177-86.
 42. Arendt EA, Agel J, Dick R. Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. *Journal of athletic training*. 1999;34(2):86.
 43. Gwinn DE, Wilckens JH, McDevitt ER, Ross G, Kao T-C. The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. *The American journal of sports medicine*. 2000;28(1):98-102.
 44. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British journal of sports medicine*. 2008;42(6):394-412.
 45. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2000;8(3):141-50.
 46. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2009;17(7):705-29.
 47. Hewett TE, Di Stasi SL, Myer GD. Current concepts for injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*. 2013;41(1):216-24.
 48. Kim S, Bosque J, Meehan JP, Jamali A, Marder R. Increase in outpatient knee arthroscopy in the United States: a comparison of National Surveys of Ambulatory Surgery, 1996 and 2006. *JBJS*. 2011;93(11):994-1000.
 49. Kiapour A, Murray M. Basic science of anterior cruciate ligament injury and repair. *Bone and Joint Research*. 2014;3(2):20-31.
 50. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*. 2000;23(6):573-8.
 51. Myklebust G, Maehlum S, Engebretsen L, Strand T, Solheim E. Registration of cruciate ligament injuries in Norwegian top level team handball. A prospective study covering two seasons. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1997;7(5):289-92.

52. Lambson RB, Barnhill BS, Higgins RW. Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries: a three-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*. 1996;24(2):155-9.
53. Souryal TO, Freeman TR. Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*. 1993;21(4):535-9.
54. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2009;17(8):859-79.
55. Mizuno Y, Kumagai M, Mattessich SM, Elias JJ, Ramrattan N, Cosgarea AJ, et al. Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics. *Journal of Orthopaedic Research*. 2001;19(5):834-40.
56. Liu SH, Al-Shaikh R, Panossian V, Yang RS, Nelson SD, Soleiman N, et al. Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *Journal of Orthopaedic Research*. 1996;14(4):526-33.
57. Slaughterbeck J, Narayan R, Slevenger C, et al., editors. Effects of estrogen level on the tensile properties of the rabbit anterior cruciate ligament. 43rd Meeting of the Orthopaedic Research Society; 1997.
58. Chappell JD, Herman DC, Knight BS, Kirkendall DT, Garrett WE, Yu B. Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(7):1022-9.
59. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(10):1579-602.
60. Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part 2. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(11):1751-67.
61. Casteleyn P-P, Handelberg F. Non-operative management of anterior cruciate ligament injuries in the general population. *Bone & Joint Journal*. 1996;78(3):446-51.
62. Pinczewski LA, Lyman J, Salmon LJ, Russell VJ, Roe J, Linklater J. A 10-year comparison of anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon and patellar tendon autograft. *The American journal of sports medicine*. 2007;35(4):564-74.
63. Shelbourne KD, Gray T. Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation: a two-to nine-year followup. *The American journal of sports medicine*. 1997;25(6):786-95.
64. Aglietti P, Buzzi R, Menchetti PPM, Giron F. Arthroscopically assisted semitendinosus and gracilis tendon graft in reconstruction for acute anterior

- cruciate ligament injuries in athletes. *The American journal of sports medicine*. 1996;24(6):726-31.
65. Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda K. Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *The American journal of sports medicine*. 1995;23(6):706-14.
 66. Hamner DL, Brown CH, Steiner ME, Hecker AT, Hayes WC. Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *JBJS*. 1999;81(4):549-57.
 67. Rodeo SA, Kawamura S, Kim H-J, Dynybil C, Ying L. Tendon healing in a bone tunnel differs at the tunnel entrance versus the tunnel exit. *The American journal of sports medicine*. 2006;34(11):1790-800.
 68. Suzuki T, Shino K, Nakagawa S, Nakata K, Iwahashi T, Kinugasa K, et al. Early integration of a bone plug in the femoral tunnel in rectangular tunnel ACL reconstruction with a bone-patellar tendon-bone graft: a prospective computed tomography analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2011;19(1):29-35.
 69. Li S, Su W, Zhao J, Xu Y, Bo Z, Ding X, et al. A meta-analysis of hamstring autografts versus bone-patellar tendon-bone autografts for reconstruction of the anterior cruciate ligament. *The Knee*. 2011;18(5):287-93.
 70. Horstman JK, Ahmadu-Suka F, Norrdin R. Anterior cruciate ligament fascia lata allograft reconstruction: progressive histologic changes toward maturity. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 1993;9(5):509-18.
 71. Jackson DW, Corsetti J, Simon TM. Biologic incorporation of allograft anterior cruciate ligament replacements. *Clinical orthopaedics and related research*. 1996;324:126-33.
 72. Amiel D, Kleiner JB, Roux RD, Harwood FL, Akeson WH. The phenomenon of "ligamentization": anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. *Journal of orthopaedic research*. 1986;4(2):162-72.
 73. Amiel D, Kleiner JB, Akeson WH. The natural history of the anterior cruciate ligament autograft of patellar tendon origin. *The American journal of sports medicine*. 1986;14(6):449-62.
 74. Butler DL, Grood ES, Noyes FR, Olmstead ML, Hohn RB, Arnoczky SP, et al. Mechanical properties of primate vascularized vs. nonvascularized patellar tendon grafts; changes over time. *Journal of orthopaedic research*. 1989;7(1):68-79.
 75. Ballock RT, Woo SLY, Lyon RM, Hollis JM, Akeson WH. Use of patellar tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction in the rabbit: A long-term histologic and biomechanical study. *Journal of Orthopaedic Research*. 1989;7(4):474-85.
 76. McFarland EG. The biology of anterior cruciate ligament reconstructions. *Orthopedics*. 1993;16(4):403-10.

77. Manske RC, Prohaska D, Lucas B. Recent advances following anterior cruciate ligament reconstruction: rehabilitation perspectives. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2012;5(1):59-71.
78. Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, DeCarlo M. Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction: the effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *The American journal of sports medicine*. 1991;19(4):332-6.
79. Eitzen I, Holm I, Risberg MA. Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *British journal of sports medicine*. 2009;43(5):371-6.
80. Meister K, Huegel M, Indelicato P. Current concepts in the recognition and treatment of knee injuries. *APTA SPTS*. 2000.
81. Meighan A, Keating J, Will E. Outcome after reconstruction of the anterior cruciate ligament in athletic patients. *Bone & Joint Journal*. 2003;85(4):521-4.
82. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2010;40(11):705-21.
83. Fahrner H, Rentsch H, Gerber N, Beyeler C, Hess CW, Grunig B. Knee effusion and reflex inhibition of the quadriceps. A bar to effective retraining. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 1988;70(4):635-8.
84. Atkinson T, Atkinson P, Mendenhall H, Haut R. Patellar tendon and infrapatellar fat pad healing after harvest of an ACL graft. *Journal of Surgical Research*. 1998;79(1):25-30.
85. Kim K-M, Croy T, Hertel J, Saliba S. Effects of neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: a systematic review. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2010;40(7):383-91.
86. Chmielewski TL, Jones D, Day T, Tillman SM, Lentz TA, George SZ. The association of pain and fear of movement/reinjury with function during anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2008;38(12):746-53.
87. Fitzgerald GK, Axe MJ, Snyder-Mackler L. The efficacy of perturbation training in nonoperative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. *Physical therapy*. 2000;80(2):128-40.
88. Wilk K, Reinold M. Plyometric and closed kinetic chain exercise. *Therapeutic Exercises: Techniques for Intervention Philadelphia, PA: Lippincott, Williams, and Wilkins*. 2001.
89. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. *The American journal of sports medicine*. 1999;27(6):699-706.

90. Lattanzio PJ, Petrella RJ. Knee proprioception: a review of mechanisms, measurements, and implications of muscular fatigue. *Orthopedics*. 1998;21(4):463-71.
91. Behrens M, Mau-Moeller A, Bruhn S. Effect of plyometric training on neural and mechanical properties of the knee extensor muscles. *International journal of sports medicine*. 2014;35(02):101-19.
92. Davies G, Riemann BL, Manske R. Current concepts of plyometric exercise. *International journal of sports physical therapy*. 2015;10(6):760.
93. Rassier DE, Herzog W. Force enhancement and relaxation rates after stretch of activated muscle fibres. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2005;272(1562):475-80.
94. Bosco C, Komi PV, Ito A. Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1981;111(2):135-40.
95. Komi PV. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of biomechanics*. 2000;33(10):1197-206.
96. Roberts TJ. The integrated function of muscles and tendons during locomotion. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*. 2002;133(4):1087-99.
97. Davies GJ, Matheson JW. Shoulder plyometrics. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. 2001;9(1):1-18.
98. Nichols T. A biomechanical perspective on spinal mechanisms of coordinated muscular action: an architecture principle. *Cells Tissues Organs*. 1994;151(1):1-.
99. Cavanagh PR, Komi PV. Electromechanical delay in human skeletal muscle under concentric and eccentric contractions. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1979;42(3):159-63.
100. Siff MC. *Supertraining*: Supertraining Institute; 2003.
101. Medicine ACoS. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(3):687.
102. Abe T, Fujita S, Nakajima T, Sakamaki M, Ozaki H, Ogasawara R, et al. Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO₂max in young men. *Journal of sports science & medicine*. 2010;9(3):452.
103. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *Journal of science and medicine in sport*. 2016;19(5):360-7.
104. Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ. Exercise and blood flow restriction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(10):2914-26.
105. Sato Y. The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(1):1-5.

106. Henneman E, Somjen G, Carpenter DO. Functional significance of cell size in spinal motoneurons. *Journal of neurophysiology*. 1965;28(3):560-80.
107. Moritani T, Sherman WM, Shibata M, Matsumoto T, Shinohara M. Oxygen availability and motor unit activity in humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1992;64(6):552-6.
108. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, Miyazaki S, Ishii N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of applied physiology*. 2000;88(1):61-5.
109. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of applied physiology*. 2000;88(6):2097-106.
110. Goldberg AL, Etlinger JD, Goldspink DF, Jablecki C. Mechanism of work-induced hypertrophy of skeletal muscle. *Medicine and science in sports*. 1975;7(3):185-98.
111. Adams GR. Invited Review: Autocrine/paracrine IGF-I and skeletal muscle adaptation. *Journal of Applied Physiology*. 2002;93(3):1159-67.
112. Bodine SC, Stitt TN, Gonzalez M, Kline WO, Stover GL, Bauerlein R, et al. Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo. *Nature cell biology*. 2001;3(11):1014.
113. Fujita S, Abe T, Drummond MJ, Cadenas JG, Dreyer HC, Sato Y, et al. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of applied physiology*. 2007;103(3):903-10.
114. Kawada S, Ishii N. Skeletal muscle hypertrophy after chronic restriction of venous blood flow in rats. *Medicine and science in sports and exercise*. 2005;37(7):1144-50.
115. Kawada S, Ishii N. Changes in skeletal muscle size, fibre-type composition and capillary supply after chronic venous occlusion in rats. *Acta physiologica*. 2008;192(4):541-9.
116. Gosselink K, Grindeland R, Roy R, Zhong H, Bigbee A, Grossman E, et al. Skeletal muscle afferent regulation of bioassayable growth hormone in the rat pituitary. *Journal of Applied Physiology*. 1998;84(4):1425-30.
117. Lang F, Busch GL, Ritter M, Volkl H, Waldegger S, Gulbins E, et al. Functional significance of cell volume regulatory mechanisms. *Physiological reviews*. 1998;78(1):247-306.
118. Lang F. Mechanisms and significance of cell volume regulation. *Journal of the American college of nutrition*. 2007;26(sup5):613S-23S.
119. Schliess F, Richter L, vom, Vom Dahl S, Häussinger D. Cell hydration and mTOR-dependent signalling. *Acta Physiologica*. 2006;187(1-2):223-9.
120. Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, Wiley RL. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(9):1576-81.

121. Tatsumi R, Liu X, Pulido A, Morales M, Sakata T, Dial S, et al. Satellite cell activation in stretched skeletal muscle and the role of nitric oxide and hepatocyte growth factor. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*. 2006;290(6):C1487-C94.
122. Tatsumi R, Hattori A, Ikeuchi Y, Anderson JE, Allen RE. Release of hepatocyte growth factor from mechanically stretched skeletal muscle satellite cells and role of pH and nitric oxide. *Molecular biology of the cell*. 2002;13(8):2909-18.
123. Hunt JE, Galea D, Tufft G, Bunce D, Ferguson RA. Time course of regional vascular adaptations to low load resistance training with blood flow restriction. *Journal of applied physiology*. 2013;115(3):403-11.
124. Simar D, Malatesta D, Badiou S, Dupuy AM, Caillaud C. Physical activity modulates heat shock protein-72 expression and limits oxidative damage accumulation in a healthy elderly population aged 60–90 years. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2007;62(12):1413-9.
125. Fry CS, Glynn EL, Drummond MJ, Timmerman KL, Fujita S, Abe T, et al. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *Journal of applied physiology*. 2010;108(5):1199-209.
126. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves Jr M, et al. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(3):406-12.
127. Trendelenburg AU, Meyer A, Rohner D, Boyle J, Hatakeyama S, Glass DJ. Myostatin reduces Akt/TORC1/p70S6K signaling, inhibiting myoblast differentiation and myotube size. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*. 2009;296(6):C1258-C70.
128. Ciciliot S, Schiaffino S. Regeneration of mammalian skeletal muscle: basic mechanisms and clinical implications. *Current pharmaceutical design*. 2010;16(8):906-14.
129. Van Roekel H, Thurston A. Tourniquet pressure: the effect of limb circumference and systolic blood pressure. *Journal of Hand Surgery*. 1985;10(2):142-4.
130. Behringer M, Behlau D, Montag JC, McCourt ML, Mester J. Low-intensity sprint training with blood flow restriction improves 100-m dash. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2017;31(9):2462-72.
131. Worsley PR, Kitsell F, Samuel D, Stokes M. Validity of measuring distal vastus medialis muscle using rehabilitative ultrasound imaging versus magnetic resonance imaging. *Manual therapy*. 2014;19(3):259-63.
132. Giles LS, Webster KE, McClelland JA, Cook J. Can ultrasound measurements of muscle thickness be used to measure the size of individual quadriceps muscles in people with patellofemoral pain? *Physical Therapy in Sport*. 2015;16(1):45-52.

133. Dirnberger J, Wiesinger H-P, Kösters A, Müller E. Reproducibility for isometric and isokinetic maximum knee flexion and extension measurements using the IsoMed 2000-dynamometer. *Isokinetics and exercise science*. 2012;20(3):149-53.
134. Zwolski C, Schmitt LC, Quatman-Yates C, Thomas S, Hewett TE, Paterno MV. The influence of quadriceps strength asymmetry on patient-reported function at time of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*. 2015;43(9):2242-9.
135. Young W, MacDonald C, Heggen T, Fitzpatrick J. An evaluation of the specificity, validity and reliability of jumping tests. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 1997;37(4):240-5.
136. Gustavsson A, Neeter C, Thomeé P, Silbernagel KG, Augustsson J, Thomeé R, et al. A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2006;14(8):778-88.
137. Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American journal of sports medicine*. 1991;19(5):513-8.
138. Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, Alcock GK, Giffin JR. Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical therapy*. 2007;87(3):337-49.
139. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, et al. Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Military medicine*. 2013;178(11):1264-70.
140. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clinical orthopaedics and related research*. 1985(198):43-9.
141. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Neyret P, Richmond JC, et al. Responsiveness of the international knee documentation committee subjective knee form. *The American journal of sports medicine*. 2006;34(10):1567-73.
142. Çelik D, Coşkunsu D, Kılıçoğlu Ö, Ergönül Ö, Irrgang JJ. Translation and cross-cultural adaptation of the international knee documentation committee subjective knee form into Turkish. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2014;44(11):899-909.
143. Roos EM, Lohmander LS. The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS): from joint injury to osteoarthritis. *Health and quality of life outcomes*. 2003;1(1):64.
144. Sabırlı Nurdan Paker, Derya Buğdaycı, Feride Ersoy, Sedef SÖ. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score: reliability and validation of the Turkish version. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*. 2007;27(3):350-6.
145. Yılmaz ÖT, Yakut Y, Uygur F, ULUĞ N. Tampa Kinezyofobi Ölçeği'nin Türkçe versiyonu ve test-tekrar test güvenirliliği. *Fizyoterapi Rehabilitasyon*. 2011;22(1):44-9.

146. Harput G, Tok D, Ulusoy B, Eraslan L, Yildiz TI, Turgut E, et al. Translation and cross-cultural adaptation of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale into Turkish. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2017;25(1):159-64.
147. Stojanović E, Ristić V, McMaster DT, Milanović Z. Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2017;47(5):975-86.
148. Hughes L, Rosenblatt B, Paton B, Patterson SD. Blood flow restriction training in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstructive surgery: A review. *Techniques in Orthopaedics*. 2018;33(2):106-13.
149. Žargi TG, Drobníč M, Vauhnik R, Koder J, Kacin A. Factors predicting quadriceps femoris muscle atrophy during the first 12 weeks following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Knee*. 2017;24(2):319-28.
150. Norte GE, Knaus KR, Kuenze C, Handsfield GG, Meyer CH, Blemker SS, et al. MRI-based assessment of lower-extremity muscle volumes in patients before and after ACL reconstruction. *Journal of sport rehabilitation*. 2018;27(3):201-12.
151. Gerber JP, Marcus RL, Dibble LE, LaStayo PC. The use of eccentrically biased resistance exercise to mitigate muscle impairments following anterior cruciate ligament reconstruction: a short review. *Sports health*. 2009;1(1):31-8.
152. DePhillipo NN, Kennedy MI, Aman ZS, Bernhardson AS, O'Brien LT, LaPrade RF. The role of blood flow restriction therapy following knee surgery: Expert opinion. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2018;34(8):2506-10.
153. Pattyn E, Verdonk P, Steyaert A, Vanden Bossche L, Van den Broecke W, Thijs Y, et al. Vastus medialis obliquus atrophy: does it exist in patellofemoral pain syndrome? *The American journal of sports medicine*. 2011;39(7):1450-5.
154. Wall BT, Dirks ML, Snijders T, Senden JM, Dolmans J, Van Loon LJ. Substantial skeletal muscle loss occurs during only 5 days of disuse. *Acta physiologica*. 2014;210(3):600-11.
155. Moisala A-S, Järvelä T, Kannus P, Järvinen M. Muscle strength evaluations after ACL reconstruction. *International journal of sports medicine*. 2007;28(10):868-72.
156. Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Wojtys EM. Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. *Clinics in sports medicine*. 2008;27(3):405-24.
157. Tashiro T, Kurosawa H, Kawakami A, Hikita A, Fukui N. Influence of medial hamstring tendon harvest on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction: a detailed evaluation with comparison of single-and double-tendon harvest. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(4):521-9.
158. Lepley A, Gribble P, Thomas A, Tevald M, Sohn D, Pietrosimone B. Quadriceps neural alterations in anterior cruciate ligament reconstructed

- patients: A 6-month longitudinal investigation. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2015;25(6):828-39.
159. Wang Y, Pessin JE. Mechanisms for fiber-type specificity of skeletal muscle atrophy. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*. 2013;16(3):243.
 160. Baugher WH, Warren RF, Marshall JL, Joseph A. Quadriceps atrophy in the anterior cruciate insufficient knee. *The American journal of sports medicine*. 1984;12(3):192-5.
 161. Ratamess NA, Alvar BA, Evetoch TE, Housh TJ, Ben Kibler W, Kraemer WJ, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(3):687-708.
 162. Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2006;36(6):385-402.
 163. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques. *The American journal of sports medicine*. 1996;24(6):765-73.
 164. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *The American journal of sports medicine*. 2008;36(8):1476-83.
 165. Vescovi J, VanHeest JL. Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20(3):394-402.
 166. Tsang KK, DiPasquale AA. Improving the Q: H strength ratio in women using plyometric exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(10):2740-5.
 167. Hakkinen K. Effect of different combined concentric and eccentric muscle work regimens on maximal strength development. *J Human Movement Studies*. 1981;7:33-44.
 168. Kubota A, Sakuraba K, Koh S, Ogura Y, Tamura Y. Blood flow restriction by low compressive force prevents disuse muscular weakness. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2011;14(2):95-9.
 169. Kubota A, Sakuraba K, Sawaki K, Sumide T, Tamura Y. Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. *Medicine and science in sports and exercise*. 2008;40(3):529-34.
 170. Tennent DJ, Hylden CM, Johnson AE, Burns TC, Wilken JM, Owens JG. Blood flow restriction training after knee arthroscopy: a randomized controlled pilot study. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2017;27(3):245-52.
 171. Kilgas MA, Lytle LL, Drum SN, Elmer SJ. Exercise with Blood Flow Restriction to Improve Quadriceps Function Long After ACL Reconstruction. *International journal of sports medicine*. 2019;40(10):650-6.

172. Nakajima T, Yasuda T, Koide S, Yamasoba T, Obi S, Toyoda S, et al. Repetitive restriction of muscle blood flow enhances mTOR signaling pathways in a rat model. *Heart and vessels*. 2016;31(10):1685-95.
173. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bemben MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European journal of applied physiology*. 2012;112(5):1849-59.
174. Manini TM, Clark BC. Blood flow restricted exercise and skeletal muscle health. *Exercise and sport sciences reviews*. 2009;37(2):78-85.
175. Yasuda T, Brechue WF, Fujita T, Shirakawa J, Sato Y, Abe T. Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow. *Journal of sports sciences*. 2009;27(5):479-89.
176. Fatela P, Reis JF, Mendonca GV, Avela J, Mil-Homens P. Acute effects of exercise under different levels of blood-flow restriction on muscle activation and fatigue. *European journal of applied physiology*. 2016;116(5):985-95.
177. Lauver JD, Cayot TE, Rotarius T, Scheuermann BW. The effect of eccentric exercise with blood flow restriction on neuromuscular activation, microvascular oxygenation, and the repeated bout effect. *European journal of applied physiology*. 2017;117(5):1005-15.
178. Schmitt LC, Paterno MV, Hewett TE. The impact of quadriceps femoris strength asymmetry on functional performance at return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2012;42(9):750-9.
179. Thomeé R, Kaplan Y, Kvist J, Myklebust G, Risberg MA, Theisen D, et al. Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2011;19(11):1798.
180. de Villarreal ES-S, Kellis E, Kraemer WJ, Izquierdo M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2009;23(2):495-506.
181. Abe T, Kawamoto K, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y. Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2005;1(1):19-23.
182. Horiuchi M, Endo J, Sato T, Okita K. Jump training with blood flow restriction has no effect on jump performance. *Biology of sport*. 2018;35(4):343.
183. Madarame H, Ochi E, Tomioka Y, Nakazato K, Ishii N. Blood flow-restricted training does not improve jump performance in untrained young men. *Acta Physiologica Hungarica*. 2011;98(4):465-71.
184. Asadi A, de Villarreal ES, Arazi H. The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(7):1870-5.

185. McGuine TA, Greene JJ, Best T, Levenson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2000;10(4):239-44.
186. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2006;36(12):911-9.
187. Myklebust G, Engebretsen L, Brækken IH, Skjølberg A, Olsen O-E, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical journal of sport medicine*. 2003;13(2):71-8.
188. Söderman K, Werner S, Pietilä T, Engström B, Alfredson H. Balance board training: prevention of traumatic injuries of the lower extremities in female soccer players? *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2000;8(6):356-63.
189. Arazi H, Asadi A. The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. 2011.
190. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *Journal of strength and conditioning research*. 2006;20(2):345.
191. Nagy E, Toth K, Janositz G, Kovacs G, Feher-Kiss A, Angyan L, et al. Postural control in athletes participating in an ironman triathlon. *European journal of applied physiology*. 2004;92(4-5):407-13.
192. Logerstedt D, Di Stasi S, Grindem H, Lynch A, Eitzen I, Engebretsen L, et al. Self-reported knee function can identify athletes who fail return-to-activity criteria up to 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction: a delaware-oslo ACL cohort study. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2014;44(12):914-23.
193. Anderson AF, Irrgang JJ, Kocher MS, Mann BJ, Harrast JJ, Committee IKD. The International Knee Documentation Committee subjective knee evaluation form: normative data. *The American journal of sports medicine*. 2006;34(1):128-35.
194. Reinke EK, Spindler KP, Lorring D, Jones MH, Schmitz L, Flanigan DC, et al. Hop tests correlate with IKDC and KOOS at minimum of 2 years after primary ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2011;19(11):1806.
195. Huang H, Nagao M, Arita H, Shiozawa J, Nishio H, Kobayashi Y, et al. Reproducibility, responsiveness and validation of the Tampa Scale for Kinesiophobia in patients with ACL injuries. *Health and quality of life outcomes*. 2019;17(1):150.
196. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. A systematic review of the psychological factors associated with returning to sport following injury. *Br J Sports Med*. 2013;47(17):1120-6.

197. Morrey MA, Stuart MJ, Smith AM, Wiese-Bjornstal DM. A longitudinal examination of athletes' emotional and cognitive responses to anterior cruciate ligament injury. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 1999;9(2):63-9.
198. Hughes L, Paton B, Haddad F, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Comparison of the acute perceptual and blood pressure response to heavy load and light load blood flow restriction resistance exercise in anterior cruciate ligament reconstruction patients and non-injured populations. *Physical Therapy in Sport*. 2018;33:54-61.
199. Loenneke J, Abe T, Wilson J, Thiebaud R, Fahs C, Rossow L, et al. Blood flow restriction: an evidence based progressive model. *Acta Physiologica Hungarica*. 2012;99(3):235-50.

8. EKLER

EK 1. Etik Kurul Onayı

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Kan Akımı Kısıtlanmalı Pliometrik Eğitimin Kas Kuvveti ve Fonksiyon Üzerine Etkisi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	KA-180096

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	SIGORTA	<input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>	
	BIYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>	
	ILAN	<input type="checkbox"/>	
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>	
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>	
	GUVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>	
	DİĞER:	<input type="checkbox"/>	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2018/20-35 (KA-180096)	Toplantı Tarihi: 15.11.2018	
	Üniversitemiz Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Doç. Dr. Egemen TURHAN'ın sorumlu araştırmacısı olduğu, Uzm. Fzt. Serdar DEMİRCI'nin doktora tezi olan, Prof. Dr. Volga Bayrakçı TUNAY ve Prof. Dr. Fatma Bilge ERGEN ile birlikte çalışacakları "Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Kan Akımı Kısıtlanmalı Pliometrik Eğitimin Kas Kuvveti ve Fonksiyon Üzerine Etkisi" protokol numaralı proje önerisine ait yukarıda bilgileri verilen belge ve dokümanlar, araştırmamın/çalışmamın gerekeceği, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve bilgi edinilmiş olup, tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur. Bu çalışmanın/araştırmamın başlatılabilmesi ya da ilgili değişiklikler sonrasında sürdürülebilmesi için T. C. Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumundan izin alınması gerekmektedir.		

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU							
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu						
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Mutlu HAYRAN						
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi		Katılım*	İmzası:
Prof. Dr. Mutlu HAYRAN Başkan	Epidemiyoloji	Hacettepe Ü. Kanser Enstitüsü	E	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Türkan ELDEM Başkan Yardımcısı	Farmasötik Biyoteknoloji	Hacettepe Ü. Ezc. F.	K	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Murat Yurdakök	Çocuk Sağl. ve Hst. Neonatoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Nilgün Sayınalp	İç Hst. Hematoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ayşe Küçükdeveci	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Ankara Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Nuket Örnek Buken	Tıp Tarihi ve Etik	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Mehmet Uğur	Biyofizik	Ankara Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. İnci Erdemli	Farmakoloji	Hacettepe Ü. Eczacılık F.	K	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Erdem Karabulut	Biyostatistik	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hamdi Cem Güngör	Pedodonti	Hacettepe Ü. Diş Hekimliği F.	E	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Zafer Arık	Medikal Onkoloji	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Ümit Murat Şahiner	Çocuk İmmünoloji ve Alerji Hast.	Hacettepe Ü. Tıp Fakültesi	E	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Av. Meltem Onurlu	Hukuk	Hacettepe Ü. Hukuk Müşavir V.	K	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	
Fatma Nesrin Şeyhismoğlu	İşletme	Sivil Üye	K	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

*: Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanı'nın
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Mutlu HAYRAN
İmzası:

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası yer almalıdır.



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

NORMAL

Sayı : 66175679-514.11.01-E.8577
Konu : Klinik Araştırma [18-AKD-151]

16.01.2019

Prof. Dr. Egemen Turhan
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı
Hacettepe Mh. 06230 Altındağ / ANKARA

İlgi : a) Kurum evrak kayıt 21.09.2018 tarihli, E.262415 sayılı yazınız,
b) Kurum evrak kayıt 31.12.2018 tarihli, E.391452 sayılı yazınız

Aşağıda bilgileri verilen klinik araştırma başvurunuz ilgili mevzuat gereğince incelenmiş olup;

Araştırmanın Adı:	Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası kan akımı kısıtlatmalı pliometrik eğitimin kas kuvveti ve fonksiyon üzerine etkisi
Protokol Kodu:	-
Sorumlu Araştırmacı:	Prof. Dr. Egemen Turhan
Koordinatör Merkez:	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı
Destekleyici:	-
Destekleyicinin Yasal Temsilcisi:	-
Onay Veren Etik Kurulun Adı:	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
(TÜBİTAK-BAP) Proje Yürütücüsü:	-

Araştırmanın güncel Helsinki Bildirgesi'ne, iyi klinik uygulamalar ilkelerine ve ilgili mevzuata uygun olarak yürütülmesi,

Araştırma ekibinde yer alan sorumlu araştırmacıların ilgili mevzuat hükümleri gereğince araştırma süresince tam zamanlı olarak araştırma merkezinde bulunması,

Araştırmada protokol dâhilinde kullanılacak tüm ürünlerin ve tetkiklerin destekleyici, destekleyici yoksa araştırmacı tarafından karşılanması,

Güvenlilik bildirimlerinin ilgili mevzuat gereği belirtilen sürelerde Kurumumuz "Klinik Araştırmalar Dairesi Başkanlığı ve "Farmakovijilans ve Kontrole Tabi Maddeler Dairesi Başkanlığı"na ve ilgili etik kurula bildirilmesi,

Söğütözü Mahallesi, 2176. Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA
Tel: (0 312) 218 30 00- Fax : (0 312) 218 34 60 www.titck.gov.tr



Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır. Doküman <http://ebs.titck.gov.tr/Basvuru/Elmza/Kontrol> adresinden kontrol edilebilir. Güvenli elektronik imza aslı ile aynıdır. Dokümanın doğrulama kodu : Q3NRRG83RG83YnUySHY3ZmxXQ3NR

EK 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Ön çapraz bağ cerrahisi geçirmiş hastalarda bir araştırma planlamaktayız.

Araştırmanın Adı: “Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Kan Akımı Kısıtlamalı Pliometrik Eğitimin Kas Kuvveti Ve Fonksiyon Üzerine Etkisi’ dir.”

Araştırmanın Konusu: : Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası 12 haftalık rutin tedaviyi tamamlayan gönüllü bireylerde bu tarihten itibaren uygulanan kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitimin diz kas kuvvet gelişimi ve fonksiyon üzerine etkisinin değerlendirilmesidir.

Araştırmanın Amacı: : Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası 12. haftadan itibaren uygulanan kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitimin diz kas kuvvet gelişimi ve fonksiyon üzerine etkisinin değerlendirilmesi ve iki farklı eğitimden hangisinin kuvvet gelişimine daha etkili olduğunun araştırılmasıdır.

Araştırmanın Süresi: 8 hafta

Araştırmaya Katılan Hasta Sayısı: 28 hasta

Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz; ancak katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayanır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

Bu araştırmayı yapmak istememizin nedeni, ön çapraz bağ cerrahisi sonrası rehabilitasyon programlarına rağmen kas kuvvet zayıflığı uzun süre devam etmekte ve bu da diz fonksiyonlarını etkilemektedir. Sonuç olarak spora dönüş süresi gecikmekte yada aktivite seviyesi azalmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar da, kan akımı kısıtlamalı egzersiz eğitiminin cerrahi sonrası erken dönemde kasın küçülmesini önlediği ve kas kuvvetini artırdığı gösterilmiştir. Ayrıca hız, sıçrama, çeviklik gibi egzersizleri içeren pliometrik eğitimin fonksiyonu artırdığı ve spora dönüşü desteklediği rapor edilmiştir. Kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitim; uyluk kaslarınızın üst kısmından bacağınızda kan akımını yavaşlatacak tansiyon aletlerindeki gibi bir manşon giydirilerek, sizi rahatsız etmeyecek güvenli bir basınç aralığına kadar şişirdiğimiz manşonla birlikte çeşitli sıçrama egzersizlerini içeren bir eğitim metodudur. Çalışma ön çapraz bağ cerrahisi sonrası 12. haftadan itibaren 8 hafta süreyle kan akımı kısıtlamalı ve kan akımı kısıtlaması olmaksızın uygulanan düşük yoğunluklu pliometrik eğitimin kas kuvveti ve fonksiyon üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışma Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde gerçekleştirilecektir.

Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Uzm. Fzt. Serdar DEMİRCİ tarafından değerlendirileceksiniz ve bulgularınız kayıt edilecektir. Bu değerlendirmelerden elde edilen veriler, kimliğiniz belirtilmeden sağlık alanında öğrenim gören öğrencilerin eğitiminde veya bilimsel nitelikli yayınlarda kullanılabilir. Bu amaçların dışında bu kayıtlar kullanılmayacak, başkalarına verilmeyecektir.

Araştırmada İzlenecek Yöntem: Hastaların ad/soyad, yaş, cinsiyet, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, yaralanma hikâyesi, yaralanmadan cerrahiye kadar geçen süre, vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi, dominant ve etkilenmiş bacağı, cerrahide kopan bağı tamir

etmek için nereden parça alındığı, dominant bacak ve ameliyat edilen bacak not edilecektir.

Araştırmaya katılan hastalara tedavi ünitemizde 8 hafta boyunca haftada 3 seans, her bir seans 20-30 dk. toplam 18 seans olacak şekilde her hastamıza pliometrik eğitim programı uygulanacaktır. Çalışmaya dahil edilen hastalar rastgele olarak 2 farklı pliometrik eğitim grubuna ayrılacaklardır. Bütün hastalar aynı pliometrik egzersiz programını takip edecek ama birinci gruba bu egzersizler kan akımı kısıtlaması ile birlikte yaptırılacaktır.

Değerlendirme sonucunuz uygun ise bu çalışmaya alınacaksınız. Çalışmaya başlamadan size çalışma hakkında bilgi verilecektir. Yine izniniz doğrultusunda bu çalışmayı yapabilmek için yaş, boy, kilo, özgeçmiş, soy geçmiş gibi bilgileriniz alınacaktır. Hangi gruptan olursanız olun size aşağıdaki ölçekler ve ölçümler uygulanacaktır. Eğitim öncesi ve 8 haftalık eğitim sonrasında yapılacak değerlendirmeler yaklaşık 60 dk. sürecektir.

- Ağrının değerlendirilmesi,
- Uyluk kas kuvvetinin değerlendirilmesi (izokinetik sistem ile değerlendirilecektir)
- Uyluk kas kalınlığının değerlendirilmesi (ultrasonografi ile değerlendirilecektir)
- Diz fonksiyonlarının değerlendirilmesi
- Spora dönüş ve diz fonksiyonlarını değerlendiren anketler

Kas kuvveti değerlendirmesi izokinetik sisteme sahip bir makine ile yapılacaktır. İzokinetik sisteme sahip makineler güvenli bir şekilde bacak kas kuvvetinizi değerlendirmek için kullanılan aletlerdir. Değerlendirmeler, siz makinaya oturur pozisyonda iken yapılacaktır. Makinaya oturmanızın ardından, kemer ile bel ve omuz kısmınızdan makinaya sabitleneceksiniz ve düşme riskiniz ortadan kaldırılacaktır. Aynı şekilde ayak bileğinizin üst kısmından da makinaya bağlanacaksınız. Değerlendirme yaparken, ne kadar kuvvet uygulayacağınız size bağlı olacaktır ve siz ne kadar kuvvet uygularsanız makine de size o kadar kuvvet uygulayacaktır. Bu nedenle sakatlık riski yoktur.

Uyluk kas kalınlığınız ultrason ile uyluğunuzun orta noktasından siz yatar pozisyonda iken değerlendirilecektir.

Diz fonksiyonunuzu tek ayak ile öne ve yukarı sıçrama yüksekliğinizi ölçerek değerlendireceğiz. Ayrıca diz fonksiyonunuzu değerlendirmek için dizinizle ve aktivite seviyenizle ilgili sorular içeren bazı anketler ile değerlendireceğiz.

Cerrahi sonrası 12 haftalık rutin tedavi programını tamamlamanızın ardından ek olarak 8 hafta süreyle sıçrama, çeviklik ve hız egzersizlerini içeren düşük yoğunluklu pliometrik eğitim verilecektir. Bu egzersizler sırasında uyluk kaslarınızın üst kısmından bacağınızda kan akımını yavaşlatacak tansiyon aletlerindeki gibi bir manşon giydirilecektir. Sizi rahatsız etmeyecek güvenli bir basınç aralığına kadar şişirdiğimiz manşonla birlikte egzersizlerinizi yapacaksınız. Bu egzersizlerin süresi 15

dakikayı geçmeyecektir. Egzersiz seansları Uzm. Fzt. Serdar DEMİRCİ tarafından uygulanacak ve takip edilecektir. Haftada 3 gün 8 hafta boyunca uygulanacak eğitim her seans için dinlenme süreleri ile birlikte 20-30 dk olarak belirlenmiştir. Pliometrik egzersizler aşağıdaki gibidir;

-Fonksiyonel bacak itme makinesinde sıçrama (30+15+15+15 =75 tekrar)

-Çift bacak yana sıçrama (30 tekrar)

-Öne hamle yaparak makaslama sıçrama) (30 tekrar)

-Öne, yana, arkaya ardışık sıçrama (15 tekrar)

3 hafta sonra eklenecek egzersizler,

-Yerinde sayıp 20cm yüksekliğinde basamağa tek ayak sıçrama (30 tekrar)

-Tek ayak yana sıçrama (30 tekrar)

-90° dönerek sıçrama (15 tekrar)

Egzersizler arasında 1 dk dinlenme süresi verilecektir. Kan akımı kısıtlamalı uygulama her üç egzersiz arasında gevşetilerek yapılacaktır.

Bu çalışma süresince size yapılan tedavi ve değerlendirmeler için herhangi bir ücretlendirme ve faturalandırma yapılmayacaktır. Tedaviye geliş ve gidişiniz sırasındaki ulaşım masraflarınız kişi başı maksimum 135 TL olarak hesaplanmıştır. Bu ücret tarafınıza verilecektir. Ulaşım masrafları dışında çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Değerlendirmeler sonucunda oluşabilecek riskler: Çalışma kapsamında yapılacak olan değerlendirmeler herhangi bir risk içermemektedir. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır ve reddettiğiniz takdirde size uygulanan tedavide herhangi bir değişiklik olmayacaktır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Fizyoterapi uygulamalarının getirebileceği olası riskler: Uygulamalar herhangi bir risk taşımamaktadırlar. Araştırma sırasında görebileceğiniz olası bir zararda bunun sorumluluğu alınacak ve giderilmesi için her türlü tıbbi müdahale yapılacaktır. Bu konudaki tüm harcamalar üstlenilecektir. Tedavi süresince Uzm.Fzt. Serdar DEMİRCİ'ye 0506 456 91 37 numaralı telefonda ve sorumlu araştırmacı Prof. Dr. Egemen TURHAN'a 0533 741 51 22 numaralı telefonda 24 saat ulaşabilirsiniz.

Yapılacak çalışmanın getireceği olası yararlar: Ön çapraz bağ tamiri sonrası rehabilitasyon sırasında uygulanan düşük yoğunluklu kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitimin kas kuvveti ve fonksiyon üzerine etkisi değerlendirilecek ve spora dönüş süreleri incelenecektir. Çalışmanın sonucunda cerrahi geçirmiş bacakta kuvvet açısından meydana gelen değişimler değerlendirilecek, kan akımı kısıtlamalı eğitimin etkinliği ortaya konulacak ve yeni tekniklerin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Bu alanda çalışacak olan fizyoterapistlere bu tedavilerin öncesi ve sonrasında yapılacak olan değerlendirmeler ve bununla ilgili rehabilitasyonun başarısının desteklenmesinde yol gösterici olacaktır.

Katılımcı

Adı, soyadı:

İmza:

Katılımcı ile görüşen fizyoterapist:

Adı soyadı: Serdar DEMİRCİ

Adres: Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

Tel: 05064569137

İmza

Sorumlu Araştırmacı:

Adı Soyadı: Prof. Dr. Egemen TURHAN

Adres: Hacettepe Üniversitesi

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

06100 Ankara

Tel: 0533 741 51 22

İmza:

Katılımcı / Hastanın Beyanı

Sayın Prof. Dr. Egemen Turhan tarafından Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı ortopedi polikliniğinde ön çapraz bağ cerrahisi sonrası rehabilitasyon sırasında uygulanan kan akımı kısıtlamalı veya kan akımı kısıtlaması uygulanmaksızın verilen pliometrik eğitimle ilgili bilgilendirildim. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ve fizyoterapist ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (*Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim*). Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Tarafıma toplam 135 TL’lik ulaşım ücreti dışında herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. İster doğrudan ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim)

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; günün herhangi bir saatinde, Uzm.Fzt. Serdar DEMİRCİ’ye 0506 456 91 37 numaralı telefondan ve

sorumlu araştırmacı Prof. Dr. Egemen TURHAN'a 0533 741 51 22 numaralı telefonda 24 saat ulaşabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değelim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına, hekim ve fizyoterapist ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla "katılımcı" olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün
Adı, Soyadı

Görüşme tanığı
Adı, Soyadı:

İmzası :
Tarih:

İmzası:
Tarih:

Katılımcı İle Grşen Fizyoterapist

Adı, Soyadı: Serdar Demirci

Adres: Hacettepe Üniversitesi

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü 06100 Ankara

İmzası:

Sorumlu Araştırmacı: Prof. Dr. Egemen Turhan

Adres: Hacettepe Üniversitesi

Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı 06100 Ankara

Tel: 05337415122

EK 3. Olgu Rapor Formu

Olgu Rapor Formu

Ad Soyad:

Tel:

Meslek:

Adres:

Spor:

Dr:

Yaş:

Yaralanma Tarihi:

Boy:

Ameliyat Tarihi:

Kilo:

Dominant Taraf:

VKİ:

Etkilenen Taraf:

Özgeçmiş:

Yaralanma mekanizması:

Menisküs tamiri :

Temas Temassız

Var (medial lateral) Yok

Bacak uzunluğu:

Hikaye:

R: L:

1. Ağrının Değerlendirilmesi (R- L-)

İstirahat

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

İstirahat

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Aktivite

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Aktivite

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Gece

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Gece

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. ROM Değerlendirmesi

	TÖ	TS
Fleksiyon (R-L)		
Ekstansiyon (R-L)		

3. Ultrasonografik Değerlendirme Tarihi:

	Post-op 12. Hafta		Post-op 20. Hafta	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Rectus Femoris				
Vastus Medialis Obliquus				
Vastus Lateralis				
RF alan				

4. Y Denge Testi

		Anterior			Posteromedial			Posterolateral		
TÖ	Sağ									
	Sol									
TS	Sağ									
	Sol									

5. Dikey Sıçrama Testi

		Uzanma mesafesi		
TÖ	Sağ			
	Sol			
TS	Sağ			
	Sol			

5. Öne Sıçrama Testi

	Uzanma mesafesi		
Sağ			
Sol			

6. Üç Adım Sıçrama Testi

	Uzanma mesafesi		
Sağ			
Sol			

EK 4. Klinik Ölçekler

Tegner Aktivite Düzeyi Ölçeği

Tegner Activity Level Scale

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Bu ölçek ile diz yaralanması olan kişilerin aktivite düzeyini değerlendirmek amaçlanır.

Seviye	Açıklama
10	Rekabet gerektiren sporlar: Ulusal ve elit düzeyde futbol, Amerikan futbolu oyuncusu olmak
9	Rekabet gerektiren sporlar: Alt liglerde futbol oyuncusu olmak, buz hokeyi, güreş, jimnastik, basketbol
8	Rekabet gerektiren sporlar: raketle oynanan oyunlar, hokey, badminton, koşu-zıplama yarışları, yokuş aşağı kayak sporları
7	Rekabet gerektiren sporlar: tenis, koşu, motorlu araç hız yolu, motokros, hentbol Eğlence amaçlı sporlar: futbol, ragbi, buz hokeyi, skuaş, trekking, atlama
6	Eğlence amaçlı sporlar: tenis ve badminton, hentbol, raketle oynana oyunlar, yokuş aşağı kayak sporları, haftada 5 kez jogging yapmak
5	İş: Ağır işte çalışmak (inşaat-orman vb.) Rekabet gerektiren sporlar: Bisiklet yarışı, dağdan aşağı kayak yarışları, Eğlence amaçlı sporlar: haftada en az 2 kez engeli arazide Jogging
4	İş: Orta derecede zor işlerde çalışmak (uzun yol şoförlüğü vb.)
3	İş: Hafif işlerde çalışmak (bakım veren olmak; bakıcılık gibi)
2	İş: Hafif işlerde çalışmak (bakım veren olmak; bakıcılık gibi) Engeli arazide yürüyebilse de ormanda sırt çantalı vs. yürüyüş yapamaz.
1	İş: Sedanter işler (sekreterlik gibi masa başı işler) Engeli arazide yürüyebilir.
0	Diz problemleri nedeniyle ya istirahat izninde ya da emekliye ayrılmış.

Tegner Y, Lysholm J (1985) Clin Orthop Relat Res. 1985 Sep;(198):43-9.

Hastanın Aktivite Düzeyi (0-10): _____



www.ftronline.com

Tasarım ve düzenleme: Dr. Ender Salbaş 2016

2000 IKDC SUBJEKTİF DİZ DEĞERLENDİRME FORMU

Tam Adınız
Bugünün Tarih: Gün/ Ay Yıl
Yaralanma Tarihi: Gün/ Ay Yıl

BELİRTİLER

Bulgularınızı ciddi belirtiler ortaya çıkmadan yapabileceğinizi düşündüğünüz en yüksek aktivite düzeyine göre derecelendirin. Normalde bu düzeyde aktivite yapmıyor olabilirsiniz.

1) Şiddetli diz ağrısı olmadan yapabileceğiniz en yüksek aktivite düzeyi nedir?

4. Zıplamak gibi zor aktiviteler veya basketbol ya da futboldaki gibi pivot (ayak yerde iken dizin içe veya dışa dönmesi) hareketleri.
3. Ağır fiziki işler, ya da tenis, kayak gibi yorucu aktiviteler
2. Orta düzeydeki fiziki işler, hızlı yürüyüş ya da koşmak.
1. Yürümek, ev işi veya bahçe işi gibi hafif aktiviteler
0. Yukarıda sayılan herhangi bir aktiviteyi diz ağrısı nedeniyle yapamama

2) Son 4 hafta içerisinde, ya da yaralanmanızdan beri, ne sıklıkla ağrınız oldu?

Sürekli 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Asla

3) Eğer ağrınız olduysa, ne kadar şiddetli idi?

Hayal edilebilen en kötü ağrı 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Ağrı yok

4) Son 4 hafta içerisinde, ya da yaralanmanızdan beri, dizinizde şişlik ya da hareket kısıtlanması oldu mu?

4. Pek değil
3. Hafif
2. Orta düzeyde
1. Çok
0. İleri düzeyde

5) Dizinizde şişlik ortaya çıkmadan yapabildiğiniz en yüksek aktivite düzeyi nedir?

4. Zıplamak gibi zor aktiviteler veya basketbol ya da futboldaki gibi pivot (ayak yerde iken dizin içe veya dışa dönmesi) hareketleri.
3. Ağır fiziki işler, ya da tenis, kayak gibi yorucu aktiviteler
2. Orta düzeydeki fiziki işler, hızlı yürüyüş ya da koşmak
1. Yürümek, ev işi veya bahçe işi gibi hafif aktiviteler
0. Yukarıda sayılan herhangi bir aktiviteyi dizde şişme nedeniyle yapamama

6) Son 4 hafta içerisinde, ya da yaralanmanızdan beri, dizinizde kilitleme ya da takılma oldu mu?

Evet

Hayır

7) Dizinizde ciddi boşalma hissi (dizin öne doğru kayması) olmadan yapabileceğiniz en yüksek aktivite düzeyi nedir?

4. Zıplamak gibi zor aktiviteler veya basketbol ya da futboldaki gibi pivot (ayak yerde iken dizin içe veya dışa dönmesi) hareketleri.
3. Ağır fiziki işler, ya da tenis, kayak gibi yorucu aktiviteler
2. Orta düzeydeki fiziki işler, hızlı yürüyüş ya da koşmak
1. Yürümek, ev işi veya bahçe işi gibi hafif aktiviteler
0. Yukarıda sayılan herhangi bir aktiviteyi dizde boşalma nedeniyle yapamama

SPOR AKTİVİTELERİ

8) Düzenli olarak katlabildiğiniz en yüksek aktivite düzeyi nedir?

4. Zıplamak gibi zor aktiviteler veya basketbol ya da futboldaki gibi pivot (ayak yerde iken dizin içe veya dışa dönmesi) hareketleri.
3. Ağır fiziki işler, ya da tenis, kayak gibi yorucu aktiviteler
2. Orta düzeydeki fiziki işler, hızlı yürüyüş ya da koşmak
1. Yürümek, ev işi veya bahçe işi gibi hafif aktiviteler
0. Yukarıda sayılan herhangi bir aktiviteyi dizde ağrı nedeniyle yapamama

9) Diziniz şunları yapmanızı ne kadar etkiliyor?

	Pek zorlamıyor	Az miktarda zorluyor	Orta miktarda zorluyor	Ciddi düzeyde zorluyor	Yapamıyorum
a. Merdiven çıkma	4 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
b. Merdiven inme	4 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
c. Diz üzerine çökme	4 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
d. Çömelme	4 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
e. Dizleri kırarak oturma	4 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
f. Sandalyeden kalkma	4 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
g. Düz koşma	4 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
h. Zıplamak ve sorunlu bacağın üzerine inmek	4 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
i. Ani olarak durmak veya harekete başlamak	4 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>

FONKSİYON

10) 0 – 10 arasında değerlendirildiğinde, dizinizin durumunu nasıl puanlarsınız? 10 normal ve mükemmel, 0 hiçbir günlük aktiviteyi, spor aktiviteleri dahil yapamamaktır.

DİZ YARALANMASI ÖNCESİ FONKSİYON

Günlük Aktiviteleri Yapamıyorum											Kısıtlılık yok
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

ŞU ANKİ DİZ FONKSİYONU

Günlük Aktiviteleri Yapamıyorum											Kısıtlılık yok
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

KOOS DİZ SORGULAMASI

Tarih: __/__/____

Doğum tarihi: __/__/____

İsim:

Talimat

Bu sorgulama diziniz hakkında kendi görüşünüzü sormaktadır. Bu bilgi, diziniz ile ilgili hissettiklerinizi ve olağan aktivitelerinizi ne kadar iyi yapabildiğinizi anlamamızda bize yardımcı olacaktır.

Her soruyu uygun kutucuğu işaretleyerek cevaplayınız, her soru için sadece bir kutucuk işaretleyiniz. Eğer bir soruyu nasıl cevaplayacağınızdan emin değilseniz, lütfen verebileceğiniz en uygun cevabı veriniz.

BELİRTİLER

Bu sorular **geçen hafta** dizinizdeki belirtiler düşünülerek cevaplandırılmalıdır.

S1. Dizinizde şişlik var mı?

Hiç Nadiren Bazen Sık sık Her zaman

S2. Dizinizi hareket ettirirken gıcırdama hisseder misiniz, çıtırdama veya başka tipte sesler duyar mısınız?

Hiç Nadiren Bazen Sık sık Her zaman

S3. Hareket ederken diziniz takılır veya kiletlenir mi?

Hiç Nadiren Bazen Sık sık Her zaman

S4. Dizinizi tam olarak uzatabiliyor musunuz?

Hiç Nadiren Bazen Sık sık Her zaman

S5. Dizinizi tam olarak bükülebiliyor musunuz?

Hiç Nadiren Bazen Sık sık Her zaman

SERTLİK

Aşağıdaki sorular **geçen hafta** boyunca dizinizde yaşadığınız eklem sertliğinin miktarı ile ilişkilidir. Sertlik, diz eklemimizin hareketindeki kolaylığı kısıtlanması veya yavaşlığı şeklinde bir duydur.

S6. Sabah ilk uyanıldığımızda diz eklemimizdeki sertlik ne kadar şiddetli olur?

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

S7. **Günün ilerleyen saatlerinde** oturduktan, uzandıktan, dinlendikten sonra diz sertliğiniz ne kadar şiddetli olur?

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

AĞRI

P1. Dizinizde ne kadar sık ağrı olur?

Hiç Aylık Haftalık Günlük Her zaman

Geçen hafta boyunca aşağıdaki aktiviteler sırasında ne miktarda diz ağrısı yaşadınız?

P2. Dizinizi kıvrımak/kendi ekseninde döndürmek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

P3. Dizi tam düzleştirmek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

P4. Dizi tam bükmek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

P5. Düz zeminde yürümek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

P6. Merdiven inmek veya çıkmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

P7. Gece yataktayken

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

P8. Oturmak veya yatmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

P9. Ayakta dik durmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

FONKSİYON, GÜNLÜK YAŞAM

Aşağıdaki sorular fiziksel fonksiyonunuz ile ilişkilidir. Bununla etrafta dolaşma ve kendine bakım yeteneğinizi kastediyoruz. Aşağıdaki aktivitelerin her biri için lütfen **geçen hafta** dizinizden dolayı yaşadığınız zorluk derecesini belirtin

A1. Merdiven inmek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A2. Merdiven çıkmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A3. Oturduğunuz yerden kalkmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

Aşağıdaki aktivitelerin her biri için lütfen **geçen hafta** dizinizden dolayı yaşadığınız zorluk derecesini işaretleyin

A4. Ayakta durmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A5. Yere eğilmek/ Bir nesne almak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A6. Düz zeminde yürümek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A7. Arabaya binmek/inmek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A8. Alışverişe gitmek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A9. Çorap/Külotlu çorap giymek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A10. Yataktan kalkmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A11. Çorap/Külotlu çorap çıkarmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A12. Yataкта yatmak (dönmek, diz pozisyonunu devam ettirmek)

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A13. Banyoya girmek/çıkılmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A14. Oturmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A15. Tuvalete girmek/çıkılmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A16. Ağır ev işleri (ağır kutular taşımak, yerleri ovalamak, vb.)

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

A17. Hafif ev işleri (yemek pişirmek, toz almak vb.)

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

FONKSİYON, SPOR VE BOŞ ZAMAN DEĞERLENDİRME AKTİVİTELERİ

Aşağıdaki sorular daha yüksek düzeyde aktif olduğunuz zamanki fiziksel fonksiyonunuzla ilişkilidir. Sorular **geçen hafta** dizinizden dolayı yaşadığınız zorluğun ne derecede olduğu düşünülerek cevaplandırılmalıdır.

SP1. Çömelmek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

SP2. Koşmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

SP3. Zıplamak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

SP4. İncinen dizinizi kıvrırmak/kendi ekseninde döndürmek

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

SP5. Diz üstü oturmak

Yok Hafif Orta Şiddetli Çok şiddetli

YAŞAM KALİTESİ

Q1. Ne kadar sık diz probleminizin farkındasınız?

Hiç Aylık Haftalık Günlük Sürekli

Q2. Dizinize zarar verme potansiyeli olan aktivitelerden kaçınmak için yaşam şeklinizi değiştirdiniz mi?

Hiç Hafif derecede Orta derecede Ciddi derecede Tamamen

Q3. Dizinizdeki güvensizlikten dolayı ne kadar sıkıntılısınız?

Hiç Hafif derecede Orta derecede Ciddi derecede Tamamen

Q4. Genelde dizinizle ilgili ne kadar zorluğunuz var?

Hiç Hafif derecede Orta derecede Ciddi derecede Tamamen

Bu sorgulamadaki bütün soruları tamamladığınız için çok teşekkür ederiz.

Ek. Tampa Kinezyofobi Ölçeği'nin Türkçe versiyonu (Toplam puan 17-68).

Lütfen, her soruda kendinize en uygun olan kutucuğu işaretleyiniz (*her soruda yalnızca bir kutucuğu işaretleyiniz*). *Teşekkür ederiz.*

	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Katılıyorum	Tamamen katılıyorum
1. Egzersiz yaparsam kendi kendimi sakatlarım diye kaygılanıyorum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ağrıyla baş etmeye çalışacak olsam, ağrım artar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ağrımdan dolayı vücudum bana tehlikeli derecede yanlış giden bir şeyler olduğunu söylüyor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Egzersiz yaparsam sanki ağrım hafifleyecekmiş gibi geliyor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. İnsanlar benim tıbbi sorunlarımı yeterince ciddiye almıyorlar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Başıma gelen bu olay nedeni ile vücudum hayat boyu risk altında olacak.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ağrının olması her zaman, vücudumu sakatladığım/bir problemim olduğu anlamına gelir.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Sırf bazı şeylerin ağrımı artırıyor olması, onların tehlikeli oldukları anlamına gelmez.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Kendimi kazara sakatlamaktan korkuyorum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ağrının artmasını engellemenin en basit ve güvenli yolu gereksiz hareketler yapmaktan kaçınmaktır.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Vücudumda tehlike arz eden bir şey olmasaydı, bu kadar çok ağrı hissetmezdim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Ağrıma rağmen, fiziksel olarak aktif olsaydım, durumum daha iyi olurdu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ağrı, kendimi sakatlamamam için egzersizi ne zaman bırakmam gerektiği konusunda bana sinyal verir.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Benim durumumda olan birinin, fiziksel olarak aktif olması pek güvenli değildir.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Normal insanların yaptığı her şeyi yapamam, çünkü çok kolay sakatlanırım.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Bazı şeyler çok fazla ağrıya neden olsa bile, bunların gerçekte tehlikeli olduklarını düşünmem.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Hiç kimse ağrı hissederken egzersiz yapmak zorunda olmamalı.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ön Çapraz Bağ Yaralanması Sonrası Spora Dönüş Ölçeği

Duygular

1. Sporunuzu yaparken endişeleniyor musunuz?
0 _____ 10
2. Sporunuzu yaparken sürekli dizinizi düşünmek sinirinizi bozuyor mu?
0 _____ 10
3. Sporunuzu yaparken kendinizi rahat hissediyor musunuz?
0 _____ 10
4. Sporunuzu yaparken dizinizi yeniden yaralamaktan korkuyor musunuz?
0 _____ 10
5. Sporunuzu yaparken dizinizi kazayla sakatlamaktan korkuyor musunuz?
0 _____ 10

Performansta Kendine Güven

6. Sporunuzu yaparken dizinizin boşalmayacağı konusunda kendinize güveniyor musunuz?
0 _____ 10
7. Dizinizden endişe etmeden sporunuzu yapacağınıza güveniyor musunuz?
0 _____ 10
8. Baskı altında dizinizin dayanabileceği konusunda kendinize güveniyor musunuz?
0 _____ 10
9. Daha önceki spora katılım düzeyinizde performansa ulaşabileceğiniz konusunda kendinize güveniyor musunuz?
0 _____ 10
10. Sporunuzda iyi performans gösterme yeteneğinizde kendinize güveniyor musunuz?
0 _____ 10

Risk Değerlendirmesi

11. Sporunuza katılarak dizinizi yeni den yaralayabileceğinizi düşünüyor musunuz?
0 _____ 10
12. Yeni den ameliyat olma ve rehabilitasyon görme düşünceleri sizi spor yapmaktan alıkoymuyor mu?
0 _____ 10

12

Harpuz G, Tok D, Ulusoy B, Eraslan L, Yıldız TI, Turgut E, Demirci S, Duzgun I, Tunay VB, Baltacı G, Ergun N. Translation and cross-cultural adaptation of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale into Turkish. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016 Aug 13.

OtoRehab.org

EK 5. Orjinallik Ekran Çıktısı

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası kan akımı kısıtlanmalı pliometrik eğitimin kas kuvveti ve fonksiyon üzerine etkisi

ORIJINALLIK RAPORU

% 6	% 6	% 2	%
BENZERLIK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 3
2	acikerisim.deu.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
3	www.fizyoterapirehabilitasyon.org İnternet Kaynağı	<% 1
4	link.springer.com İnternet Kaynağı	<% 1
5	istanbulsaglik.gov.tr İnternet Kaynağı	<% 1
6	earsiv.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	<% 1
7	"Poster Özetleri / Poster Abstracts", Turkish Journal of Biochemistry, 2016 Yayın	<% 1
8	koos.nu İnternet Kaynağı	<% 1

EK 6. Dijital Makbuz



Dijital Makbuz

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

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: **Serdar Demirci**
Ödev başlığı: **Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu so...**
Gönderi Başlığı: **Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu so...**
Dosya adı: **SERDAR_DEMI_RCI_DOKTORA_T...**
Dosya boyutu: **368.53K**
Sayfa sayısı: **56**
Kelime sayısı: **14,918**
Karakter sayısı: **103,217**
Gönderim Tarihi: **20-Ara-2019 11:07AM (UTC+0300)**
Gönderim Numarası: **1237380261**

L 0808

Ön çapraz bağ (ÖÇB) operasyonun amacı, genelde akut postmenstrüel bulaş (1). Yenidoğan veya gençlerde ciddi genelde (2). Tıbbi olarak 2019'de ÖÇB cerrahi uygulaması olduğu (3). Cerrahi sonra bulaşın operasyonla bulaşın ve etkili bulaşın operasyonla bulaşın ve etkili bulaşın operasyonla bulaşın (4). (5). (6). (7). (8). (9). (10). (11). (12). (13). (14). (15). (16). (17). (18). (19). (20). (21). (22). (23). (24). (25). (26). (27). (28). (29). (30). (31). (32). (33). (34). (35). (36). (37). (38). (39). (40). (41). (42). (43). (44). (45). (46). (47). (48). (49). (50). (51). (52). (53). (54). (55). (56). (57). (58). (59). (60). (61). (62). (63). (64). (65). (66). (67). (68). (69). (70). (71). (72). (73). (74). (75). (76). (77). (78). (79). (80). (81). (82). (83). (84). (85). (86). (87). (88). (89). (90). (91). (92). (93). (94). (95). (96). (97). (98). (99). (100). (101). (102). (103). (104). (105). (106). (107). (108). (109). (110). (111). (112). (113). (114). (115). (116). (117). (118). (119). (120). (121). (122). (123). (124). (125). (126). (127). (128). (129). (130). (131). (132). (133). (134). (135). (136). (137). (138). (139). (140). (141). (142). (143). (144). (145). (146). (147). (148). (149). (150). (151). (152). (153). (154). (155). (156). (157). (158). (159). (160). (161). (162). (163). (164). (165). (166). (167). (168). (169). (170). (171). (172). (173). (174). (175). (176). (177). (178). (179). (180). (181). (182). (183). (184). (185). (186). (187). (188). (189). (190). (191). (192). (193). (194). (195). (196). (197). (198). (199). (200). (201). (202). (203). (204). (205). (206). (207). (208). (209). (210). (211). (212). (213). (214). (215). (216). (217). (218). (219). (220). (221). (222). (223). (224). (225). (226). (227). (228). (229). (230). (231). (232). (233). (234). (235). (236). (237). (238). (239). (240). (241). (242). (243). (244). (245). (246). (247). (248). (249). (250). (251). (252). (253). (254). (255). (256). (257). (258). (259). (260). (261). (262). (263). (264). (265). (266). (267). (268). (269). (270). (271). (272). (273). (274). (275). (276). (277). (278). (279). (280). (281). (282). (283). (284). (285). (286). (287). (288). (289). (290). (291). (292). (293). (294). (295). (296). (297). (298). (299). (300). (301). (302). (303). (304). (305). (306). (307). (308). (309). (310). (311). (312). (313). (314). (315). (316). (317). (318). (319). (320). (321). (322). (323). (324). (325). (326). (327). (328). (329). (330). (331). (332). (333). (334). (335). (336). (337). (338). (339). (340). (341). (342). (343). (344). (345). (346). (347). (348). (349). (350). (351). (352). (353). (354). (355). (356). (357). (358). (359). (360). (361). (362). (363). (364). (365). (366). (367). (368). (369). (370). (371). (372). (373). (374). (375). (376). (377). (378). (379). (380). (381). (382). (383). (384). (385). (386). (387). (388). (389). (390). (391). (392). (393). (394). (395). (396). (397). (398). (399). (400). (401). (402). (403). (404). (405). (406). (407). (408). (409). (410). (411). (412). (413). (414). (415). (416). (417). (418). (419). (420). (421). (422). (423). (424). (425). (426). (427). (428). (429). (430). (431). (432). (433). (434). (435). (436). (437). (438). (439). (440). (441). (442). (443). (444). (445). (446). (447). (448). (449). (450). (451). (452). (453). (454). (455). (456). (457). (458). (459). (460). (461). (462). (463). (464). (465). (466). (467). (468). (469). (470). (471). (472). (473). (474). (475). (476). (477). (478). (479). (480). (481). (482). (483). (484). (485). (486). (487). (488). (489). (490). (491). (492). (493). (494). (495). (496). (497). (498). (499). (500). (501). (502). (503). (504). (505). (506). (507). (508). (509). (510). (511). (512). (513). (514). (515). (516). (517). (518). (519). (520). (521). (522). (523). (524). (525). (526). (527). (528). (529). (530). (531). (532). (533). (534). (535). (536). (537). (538). (539). (540). (541). (542). (543). (544). (545). (546). (547). (548). (549). (550). (551). (552). (553). (554). (555). (556). (557). (558). (559). (560). (561). (562). (563). (564). (565). (566). (567). (568). (569). (570). (571). (572). (573). (574). (575). (576). (577). (578). (579). (580). (581). (582). (583). (584). (585). (586). (587). (588). (589). (590). (591). (592). (593). (594). (595). (596). (597). (598). (599). (600). (601). (602). (603). (604). (605). (606). (607). (608). (609). (610). (611). (612). (613). (614). (615). (616). (617). (618). (619). (620). (621). (622). (623). (624). (625). (626). (627). (628). (629). (630). (631). (632). (633). (634). (635). (636). (637). (638). (639). (640). (641). (642). (643). (644). (645). (646). (647). (648). (649). (650). (651). (652). (653). (654). (655). (656). (657). (658). (659). (660). (661). (662). (663). (664). (665). (666). (667). (668). (669). (670). (671). (672). (673). (674). (675). (676). (677). (678). (679). (680). (681). (682). (683). (684). (685). (686). (687). (688). (689). (690). (691). (692). (693). (694). (695). (696). (697). (698). (699). (700). (701). (702). (703). (704). (705). (706). (707). (708). (709). (710). (711). (712). (713). (714). (715). (716). (717). (718). (719). (720). (721). (722). (723). (724). (725). (726). (727). (728). (729). (730). (731). (732). (733). (734). (735). (736). (737). (738). (739). (740). (741). (742). (743). (744). (745). (746). (747). (748). (749). (750). (751). (752). (753). (754). (755). (756). (757). (758). (759). (760). (761). (762). (763). (764). (765). (766). (767). (768). (769). (770). (771). (772). (773). (774). (775). (776). (777). (778). (779). (780). (781). (782). (783). (784). (785). (786). (787). (788). (789). (790). (791). (792). (793). (794). (795). (796). (797). (798). (799). (800). (801). (802). (803). (804). (805). (806). (807). (808). (809). (810). (811). (812). (813). (814). (815). (816). (817). (818). (819). (820). (821). (822). (823). (824). (825). (826). (827). (828). (829). (830). (831). (832). (833). (834). (835). (836). (837). (838). (839). (840). (841). (842). (843). (844). (845). (846). (847). (848). (849). (850). (851). (852). (853). (854). (855). (856). (857). (858). (859). (860). (861). (862). (863). (864). (865). (866). (867). (868). (869). (870). (871). (872). (873). (874). (875). (876). (877). (878). (879). (880). (881). (882). (883). (884). (885). (886). (887). (888). (889). (890). (891). (892). (893). (894). (895). (896). (897). (898). (899). (900). (901). (902). (903). (904). (905). (906). (907). (908). (909). (910). (911). (912). (913). (914). (915). (916). (917). (918). (919). (920). (921). (922). (923). (924). (925). (926). (927). (928). (929). (930). (931). (932). (933). (934). (935). (936). (937). (938). (939). (940). (941). (942). (943). (944). (945). (946). (947). (948). (949). (950). (951). (952). (953). (954). (955). (956). (957). (958). (959). (960). (961). (962). (963). (964). (965). (966). (967). (968). (969). (970). (971). (972). (973). (974). (975). (976). (977). (978). (979). (980). (981). (982). (983). (984). (985). (986). (987). (988). (989). (990). (991). (992). (993). (994). (995). (996). (997). (998). (999). (1000).

EK 7. Görüntü Kullanım Onam Formu

Ek Hastadan Alınan Görüntü Kullanım Onam Formu

22.11.2019

Uzm. Fzt. Serdar DEMİRCİ' nin 'Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası kan akımı kısıtlanmalı pliometrik eğitimin kas kuvveti ve fonksiyon üzerin etkisi' isimli tez çalışması ve bu tez kapsamında yapılacak yayınlar için çekilen görüntülerimin gözleri açık bir şekilde kullanılmasına kendi rızamla izin veriyorum.

Mert Can Elmaltepe



9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Serdar DEMİRCİ

Doğum Tarihi: 13 Nisan 1982

İletişim bilgileri: Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

Telefon: 0 506 456 91 37 **Mail:** fztserdar@hotmail.com

Öğrenim Durumu

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Hacettepe Üniversitesi	2006
Y. Lisans	Spor Fizyoterapistliği	Hacettepe Üniversitesi	2014
Doktora	Spor Fizyoterapistliği	Hacettepe Üniversitesi	2014-

Yüksek Lisans Tez Başlığı ve Tez Danışmanı:

‘Patellofemoral Ağrı Sendromunda Hareketle Mobilizasyon Ve Bantlamanın Ağrı, Fonksiyon Ve Denge Üzerine Kısa Dönem Etkilerinin Karşılaştırılması’

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Fizyoterapistliği Programı, Ankara 2014

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Volga BAYRAKCI TUNAY

Doktora Tezi Başlığı ve Tez Danışmanı:

‘Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Kan Akımı Kısıtlanmalı Pliometrik Eğitimin Kas Kuvveti Ve Fonksiyon Üzerine Etkisi’

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Fizyoterapistliği Programı, Ankara Devam Ediyor

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Volga BAYRAKCI TUNAY

Çalıştığı Kurumlar ve Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Radyoloji T.	Hendek Devlet Hastanesi Radyoloji Kliniği	2005-2006
Radyoloji T.	Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Acil Servis Radyoloji Kliniği / Nükleer Tıp Kliniği	2006-2014
Fizyoterapist	Gülhane Askeri Tıp Akademisi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği	2007-2008
Fizyoterapist	Özel Eğitim Merkezi, Tıp Merkezi, Huzurevi	2008-2013
Fizyoterapist	Ankara DSİ Era Basketbol Takımı	2013-2014
Araştırma G.	Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	2014- 2019

Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler:

Türkiye Fizyoterapistler Derneği

Spor Fizyoterapistleri Derneği

Shoulder Club

ESERLER LİSTESİ

A. YAYINLAR

A.1. SCI-E (Science Citation Index-Expanded), SSCI (Social Science Citation Index), AHCI (Arts and Humanites Citation Index) tarafından taranan dergilerde yayımlanmış makaleler

A.1.1 Harput G, Tok D, Ulusoy B, Eraslan L, Yildiz TI, Turgut E, Demirci S, Duzgun I, Tunay VB, Baltaci G, Ergun N. Translation and cross-cultural adaptation of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale into Turkish. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016 Aug 18 doi. 10.1007/s00167-016-4288-6

A.1.2 Demirci S, Kınıklı GI, Callaghan MJ, Tunay VB. Comparison of short-term effects of mobilization with movement and Kinesiotaping on pain, function and balance in patellofemoral pain. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica doi.org/10.1016/j.aott.2017.09.005

A.1.3 Turgut E, Yildiz TI, Demirci S, Eraslan L, Ulusoy B, Tok D, Harput G, Kara D, Duzgun I, Tunay VB, Ergun N. Shoulder Kinematics and Mobility Adaptations in Water Polo Players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 2017 Sep 29. doi 10.23736/S0022-4707.17.07674-5.

A.1.4 Büyükturan Ö, Demirci S, Büyükturan B, Yakut Y. Effects Of Using Insoles Of Different Thicknesses In Older Adults: Which Thickness Has The Best Impact On Postural Stability And Risk Of Falling? Journal of the American Podiatric Medical Association Doi: 10.7547/17-085 (Yayın No: 4682960)

A.1.5. Turgut E, Yildiz T İ, Eraslan L S, Demirci S, Huri G, Turhan E, Düzgün İ (2018). A three-dimensional scapular motion analysis in patients with arthroscopic anterior capsulolabral repair of the shoulder: The effect of scapular stabilization taping. Journal Of Orthopaedic Science, Doi: 10.1016/j.jos.2018.11.005 (Yayın No: 4683097)

A.1.6. Harput G, Ulusoy B, Yildiz T İ, Demirci S, Eraslan L S, Turhan E, Bayrakçı T V (2018). Cross-Education Improves Quadriceps Strength Recovery After Acleconstruction: A Randomized Controlled Trial. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy <https://doi.org/10.1007/s00167-018-5040-1> (Yayın No: 4682847)

A.2. Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanmış Makaleler

A.2.1. Kara D, Demirci S, Yildiz T İ, Huri G, Düzgün İ (2018). Artroskopik Anterior Omuz Instabilite Cerrahisi Sonrasikontralateral Tarafta Kas Atrofisinde Rehabilitasyon: Vaka Raporu. Journal Of Exercise Therapy And Rehabilitation (Yayın No: 4752077)

A.2.2. Demirci S, Yildiz T İ, Harput G, Ulusoy B, Eraslan L S, Ergen F B, Turhan E, Bayrakçı T V (2019) Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu Sonrası Pliometrik Eğitimin Kas Kuvveti ve Fonksiyon Üzerine Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma. Journal Of Exercise Therapy And Rehabilitation (Basım aşamasında)

B. KİTAPLAR

B.1. Yurt dışında yabancı dilde yayımlanmış kitap bölümü

B.1.1. Duzgun İ, Eraslan L, Yildiz TI, Demirci S ‘Shoulder Rehabilitation p 215-257, In: SHOULDER Editors: Huri G, Paschos NK. Springer 2017 ISBN 3319519794, 9783319519791 DOI 10.1007/978-3-319-51979-1

B.2. Yurt içinde yayımlanmış kitap bölümü

B.2.1. Demirci S. Medial Patellofemoral Ligament Tamiri Sonrası Diz Rehabilitasyonu. Fizyoterapi Seminerleri, e-kitap H.Ü.S.B.F. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ISBN: 978-605-88879-1-6, 2016 (2).

B.2.2. Demirci S, Tunay VB. Diz. Bölüm Adı: Ön Çapraz Bağ Yaralanmalarında Rehabilitasyon Ortopedik Fizyoterapi 2019. İstanbul Tıp Kitabevi: Editör: Hasan Halleçeli, Basım Sayısı:1, ISBN: 9786057899026, Türkçe (Bilimsel Kitap),

B.2.3. Demirci S, Tunay VB. Ayak Bileği Ve Ayak Problemleri, Bölüm Adı:(Ayak Bileği Artroskopileri) (2018)., Hipokrat Kitabevi, Editör: Bek Nilgün, Basım Sayısı:1, Sayfa Sayısı 369, ISBN:978-605-9160-84-1, Türkçe (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 4682550)

B.2.4. Demirci S, Kınıklı Gİ. Olgularla Ortopedik Rehabilitasyon, Bölüm adı: Ön Çapraz Bağ Cerrahisi Sonrası Rehabilitasyon (2018). İstanbul Tıp Kitabevi, Editör: Derya ÇELİK, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 291, ISBN:978-605-9528-65-8, Türkçe (Bilimsel Kitap), (Yayın No: 4092007)

B.2.5. Kınıklı Gİ, Demirci S Olgularla Ortopedik Rehabilitasyon, Bölüm adı: Parsiyel Menisektomide Fizyoterapi ve Rehabilitasyon (2018). istanbul Tıp Kitabevi, Editör: Çelik Derya, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 291, ISBN:978-605-9528-65-8, Türkçe(Bilimsel Kitap), (Yayın No: 4682643)

G. BİLDİRİLER

G.1.c Uluslararası kongre ve sempozyumlarda bildiri kitabında veya elektronik ortamda özeti yayınlanmış bildiriler

G.1.c.1. Demirci S, Kalaycıoğlu T. Baltacı G. Acute Effect of Thumb Spica Taping on Grip Strength and Endurance in Professionals Handball Player: A Pilot Study The Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 2(11)(suppl 3) 2014 DOI: 10.1177/2325967114S00286 (poster bildiri)

G.1.c.2. Bitirim H, Türkmen C, **Demirci S,** Bilgin S, Köse N. Demographic characteristics and results of rehabilitation of child patients with brain tumors, European Journal of Paediatric Neurology 19s (2015) S 1 – S152,

G.1.c.3. Tok D, Değer Ü, Biçici S, Güçhan Z, Eraslan L, Ulusoy B, **Demirci S,** Baltacı G. (2016). Is It Enough Body Composition And Physical Activity Level In University Students. 6th Ispah Congress (The International Congress On Physical Activity And Public Health (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3252803)

G.1.c.4. Demirci S, Yıldız Tİ, Düzgün İ, Temuçin ÇM (2016). Effects Of Trapezius Muscle Palsy Regarding To Accessorial Nerve Injury On Scapular Kinematics And Shoulder Function A Case Report. 13. International Congress Shoulder And Elbow Surgery 5. International Congress Shoulder And Elbow Therapists (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3202037)

G.1.c.5. Dönder D, Akşahin E, Eraslan L, Turgut E, Yıldız Tİ, **Demirci S,** Işık Ö, Aktekin CN, Kaya D, Düzgün İ. (2016). Assessment Of Active Joint Position Sense After Arthroscopic Rotator Cuff Repair A Pilot Study. 13. International Congress Shoulder And Elbow Surgery 5. International Congress Shoulder And Elbow Therapists (Özet Bildiri/Poster)(Yayın No:3260283)

G.1.c.6. Demirci S, Kara D, Ulusoy B, Yıldız Tİ, Düzgün İ. Akromioklavikular Eklem Dejenerasyonu Olan Hastalarda Bantlamanın Akut Etkisi (Pilot Çalışma) Adnan Menderes Üniversitesi 1. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi 17.07.2017 (bildiri kitabı)

G.1.c.7. Ulusoy B, Yıldız Tİ, **Demirci S,** Ercan N, Akmeşe R, Ergun N. Medial

Patellofemoral Ligament Rekonstrüksiyonu Sonrası Klinik Ve Ev Programı İle Takip Edilen Bireylerin Uzun Dönem Fonksiyonel Sonuçlarının Karşılaştırılması Adnan Menderes Üniversitesi 1. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi 17.07.2017 (bildiri kitabı)

G.1.c.8. Harput G, Ulusoy B, Yıldız Tİ, Eraslan L, **Demirci S**, Tunay VB. Cross-Concentric Exercise Effect On Muscle Strength Recovery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Randomized Controlled Trial. Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 2017;Sup (1)

G.1.c.9. Turgut E, **Demirci S**, Eraslan L, Yıldız Tİ, Ulusoy B, Kara D, Sevinç C, Duzgun I. The Exercise Therapy For Patients With Shoulder Pain: Long Term Follow-Up To Investigate The Effects On Pain Severity And Disability Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 2017;Sup (1)

G.1.c.10. **Demirci S**, Yıldız Tİ, Ulusoy B, Tunay VB, Turhan E. The Relationship Between Elapsed Time Until Surgery And Muscle Strength After Anterior Cruciate Ligament Injuries Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 2017;Sup (1)

G.1.c.11. Orhan C, **Demirci S**, Kaya S, Baran E, Üzelpasacı E, Sevinç C, Dönder D, Tunay VB, Akbayrak T. The Effects Of Complex Decongestive Physiotherapy In Patients With Secondary Edema Due To Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 2017;Sup (1)

G.1.c.12. Yıldız Tİ, **Demirci S**, Kara D, Eraslan L, Ulusoy B, Turgut E, Duzgun I. The Reliability And Validity Of 3-Dimensional Scapular Orientation Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 2017;Sup (1)

G.1.c.13. Eraslan L, Tok D, Yıldız Tİ, Harput G, **Demirci S**, Ulusoy B, Kara D, Turgut E, Duzgun I, Tunay VB. Association Between Pectoralis Minor Muscle Length And Scapular Resting Position In Asymptomatic Individuals Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 2017;Sup (1)

G.1.c.14. Yıldız Tİ, Huri G, Ulusoy B, Eraslan L, Demirci S, Kara D, Turgut E, Turhan E, Düzgün İ, Doral MN, Changes in the scapular kinematics in reverse shoulder arthroplasty: A pilot study, 27th SECEC-ESSSE Congress, 13-16/09/2017

G.1.c.15. Turgut E, Huri G, Yıldız Tİ, Turhan E, Eraslan L, Demirci S, Düzgün İ, Doral MN, The acute effect of kinesiotaping in surgically repaired shoulders with history of anterior instability: A three-dimensional motion analysis, 27th SECEC-ESSSE Congress, 13-16/09/2017

G.1.c.16. Harput G, Ulusoy B, Yıldız Tİ, Eraslan L, **Demirci S**, Tunay VB Cross-concentric exercise effect on muscle strength recovery after anterior cruciate ligament reconstruction: randomized controlled trial The Second World Congress of Sports Physical Therapy, OPLOAD 2017, 6-7 Ekim, Belfast, Kuzey İrlanda Physical Therapy in Sport 28 (2017).

G.2.c Ulusal kongre ve sempozyumlarda bildiri kitabında veya elektronik ortamda özeti yayınlanmış bildiriler

G.2.c.1. Kılınç HE, **Demirci S**, Tunay VB. “İki Farklı Hamstring Germe Tekniğinin Esneklik Ve Dikey Sıçrama Performansı Üzerine Olan Kısa Dönem Etkilerinin Karşılaştırılması: Pilot Çalışma.” XIV. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi. Fizyoterapi Rehabilitasyon ISSN: 1300-8757 23 (1) 2012 (poster bildiri)

G.2.c.2. Büyükturan Ö, **Demirci S**, Arı G, Yakut Y. Geriatriklerde Farklı Kalınlıklardaki Yumuşak Zeminlerin Statik Denge Üzerine Etkisi: Bir Pilot Çalışma

XIV. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi. Fizyoterapi Rehabilitasyon ISSN: 1300-8757 23 (1) 2012 (poster bildirisi)

G.2.c.3. Demirci S, Güney H, Marangoz S, Yüksel İ. İlizarov Sirküler Eksternal Fiksatorü İle Kontraktür Düzeltme Cerrahisi Uygulanan Juvenil Romatoid Artritli Hastada Erken Dönem Rehabilitasyon Sonuçları: Olgu Sunumu Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica 48 (5) Supplementum-I 2014

G.2.c.4. Güney H, **Demirci S**, Marangoz S, Yüksel İ Alt ekstremitte bilateral eksternal fiksator uygulanan akondroplazili hastada ağırlık aktarma eğitiminin yürüme mesafesine etkisi: Olgu sunumu Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica 48 (5) Supplementum-I 2014

G.2.c.5. Demirci S, Tunay VB. Bantlama ve hareketle mobilizasyonun patellofemoral ağrı sendromunda denge ve fonksiyon üzerine etkilerinin karşılaştırılması, Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2015 26(2)

G.2.c.6. Demirci S, Türkmen C, Bitirim H, Bilgin S, Köse N, Von Hippel Lindau hastalığına bağlı santral sinir sistemi hemangioblastomlarının fonksiyonel sonuçları : Bir olgu sunumu, Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2015 26(2)

G.2.c.7. Eraslan L, Yıldız Tİ, Tok D, Turgut E, Ulusoy B, Harput G, **Demirci S**, Düzgün İ, Tunay VB, Ergun N. Elit Su Topu Sporcularında İki Farklı Pektoralis Minor Kısalık Ölçümünün Skapular Kinematik İle İlişkisinin İncelenmesi, Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2015 26(2)

G.2.c.8. Demirci S, Kalaycıoğlu T, Baltacı G, Profesyonel hentbol oyuncularında başparmak spika bantlama atış performansını etkiler mi? Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2015 26(3)

G.2.c.9. Harput G, Ulusoy B, Tok D, Eraslan L, Yıldız Tİ, **Demirci S**, Turgut E, Düzgün İ, Tunay VB, Baltacı G, Ergun N. Ön çapraz bağ cerrahisi sonrası spora dönüş (ACL-RSI) ölçeğinin türkçe versiyonu, kültürel adaptasyonu ve güvenilirliği. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2015 26(3)

G.2.c.10. Turgut E, Yıldız Tİ, Tok D, Eraslan L, Ulusoy B, Harput G, **Demirci S**, Düzgün İ, Tunay VB, Ergun N. Su topu oyuncularında abdüksiyondaki dinamik skapular pozisyonun incelenmesi. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2015 26(3)

G.2.c.11. Demirci S, Taş S, Yıldız Tİ, Delioğlu K, Fırat T, Korkusuz F, Tunay VB. (2016). Patellar Tendon Ototgreftiyle Ön Çapraz Bağ Onarımı Sonrasında Diz Çevresi Kas Ve Tendonların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi. Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica 2016; 50 (Suppl.):226. (TOTBİD 2016).

G.2.c.12. Yıldız Tİ, **Demirci S**, Taş S, Delioğlu K, Fırat T, Korkusuz F, Tunay VB (2016). Patellar Tendon Greft İle Ön Çapraz Bağ Tamiri Yapılan Olgularda Geç Dönemde Kas Ve Tendonların Viskoelastik Özelliklerinin Kas Kuvvet Ve Enduransının İncelenmesi Pilot Çalışma. Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica 2016; 50 (Suppl.):226. (TOTBİD 2016).

G.2.c.13. Demirci S, Turgut E, Dönder D, Yıldız T.İ, Eraslan L, Düzgün İ. Farklı Omuz Patolojilerinde Hassas Noktalar Değişir mi? Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2016;27(2): 53. (XVI. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi-Sözel Bildiri)

G.2.c.14. Dönder D, **Demirci S**, Yıldız T.İ, Eraslan L, Turgut E, Düzgün İ. Artroskopik bankart tamiri sonrası immobilizasyon süresi eklem hareket açıklığını etkiler mi? Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2016;27(2):53-54. (XVI. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi-Sözel Bildiri)

G.2.c.15. Turgut E, Eraslan L, Ulusoy B, Tok D, Harput G, Yıldız T.İ, **Demirci S**, Dönder D, Düzgün İ, Bayrakçı Tunay V, Ergun N. Profesyonel su topu oyuncularında izokinetik omuz performansı. Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2016;27(2): 54. (XVI. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi-Sözel Bildiri)

G.2.c.16. Yıldız T.İ, Dönder D, **Demirci S**, Turgut E, Eraslan L, Düzgün İ. Omuz stabilizasyon cerrahisi yapılan bireylerde kinezyofobinin üst ekstremitte performansına etkisi (pilot çalışma). Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2016;27(2): 55-56. (XVI. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi-Sözel Bildiri)

G.2.c.17. Eraslan L, Yıldız T.İ, Tok D, Turgut E, Ulusoy B, Harput G, **Demirci S**, Düzgün İ, Bayrakçı Tunay V, Ergun N Pectoralis Minor Kas Uzunluğu Kol Elevasyonu Sirasında Skapular Hareketleri Etkiler Mi? Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi 2016;27(2): 55-56. (XVI. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi-Sözel Bildiri)

G.2.c.18. Gülçek M, Gülçek S, **Demirci S**, Deveci A, Sualp T, Harput G, Tunay VB. Cerrahi tedavi

ön çapraz bağ kalınlığının rekonstrikte etmekte ne kadar etkindir? Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica 2017 51 (1) (Suppl.) (TOTBİD 2017)

G.2.c.19. Harput G, Eraslan L, Demirci S, Yıldız Tİ, Ulusoy B, Tunay VB, Ön Çapraz Bağ Cerrahisi Geçirmiş Bireylerde Cross-Over Eğitimin Spora Dönüş Sonuçları Üzerine Etkisi 15. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi 15-18/11/2017

KATILDIĞI KURSLAR ve BİLİMSEL TOPLANTILAR

1. McKenzie Lumbal Bölge Değerlendirme ve Tedavi Teknikleri, 1-2 Nisan 2006, Dumlupınar Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu
2. 11. Fizyoterapide Gelişmeler Sempozyumu, 17-19 Kasım 2006, İstanbul
3. Cyriax Servikal Bölge Mobilizasyon Kursu, 13-14 Ocak 2007, Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Ankara
4. 1. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi, 4-6 Mayıs 2007, Hacettepe Üniversitesi Kültür Merkezi, Ankara
5. Brian Mulligan Konsepti (A&B), 7-8-9 Temmuz 2007, İlk Bilge Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Ankara
6. KPM Temel Kurs Konseptler, 12-13-14 Eylül 2008, International Academy for Osteopathic and Manual Therapy, Aktif Sağlıklı Yaşam Merkezi, İstanbul
7. KPM Temel Kurs Fizyoloji, 31 Ekim-2 Kasım 2008, International Academy for Osteopathic and Manual Therapy, Aktif Sağlıklı Yaşam Merkezi, İstanbul
8. KPM Temel Kurs Visseral, 16-17-18 Ocak 2009, International Academy for Osteopathic and Manual Therapy, Aktif Sağlıklı Yaşam Merkezi, İstanbul
9. Theraband Egzersiz Eğitimi Kursu, 7-8 Şubat 2009, Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Ankara
10. KPM Temel Kurs Refleksoloji, 27-28 Şubat-1 Mart 2009, International Academy for Osteopathic and Manual Therapy, Aktif Sağlıklı Yaşam Merkezi, İstanbul
11. Kinesiotaping (Basic&Advanced), 7-8 Mart 2009, Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Ankara
12. Kinesiotaping Advanced 25-26 Nisan 2009 Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Ankara
13. KPM Servikal Bölge 13-15 Kasım 2009 International Academy for Osteopathic and Manual Therapy Aktif Sağlıklı Yaşam Merkezi, İstanbul

14. CP'li Çocukta Değerlendirme ve Güncel Tedavi Yöntemleri (Bobath Yöntemi), 14-16 Mayıs 2010, İlk Bilge Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Ankara
15. 6. Ulusal Spor Fizyoterapistleri Kongresi 19-23 Ekim 2011, Kuşadası Aydın
16. III. Rıdvan Ege Ortopedi ve Travmatoloji Günleri, "Serebral Palsili Çocuklarda Ortez Tedavisi Güncel Yaklaşımlar ve Yeni Gelişmeler", 3 Mart 2012, GATA, Ankara
17. AC-OMT Osteopathic Manuel Therapy 'Dry Needling' 11-12 Aug 2012 Ankara
18. IV. Gülhane Rıdvan Ege Ortopedi ve Travmatoloji Günleri, "Serebral Palside Ayak ve Ayak Bileği Sorunları Güncel Yaklaşımlar ve Yeni Gelişmeler", 23 Şubat 2013, GATA, Ankara
19. Lumbal Bölge Problemleri ve Güncel Yaklaşımlar, 27 Mart 2013, Turgut Özal Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Ankara
20. VII Ulusal Spor Fizyoterapistleri Kongresi 7-9 Kasım 2013 Hacettepe Üniversitesi Ankara
21. XV. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi, 8-12 Nisan 2014, Hacettepe Üniversitesi Kültür Merkezi, Ankara
22. 2. Fizyoterapide Genç Araştırmacılar ve Yeni Fikirler Sempozyumu, 8 Mayıs 2014, Hacettepe Üniversitesi Kültür Merkezi, Ankara.
23. 2.Nörolojik Fizyoterapi Sempozyumu, İnmede Fizyoterapi Yaklaşımları, 9-10 Mayıs 2014, Turgut Özal Üniversitesi, Ankara
24. Patellofemoral Ağrı Bantlama Kursu 23 Mayıs 2014 GATA, Ankara
25. Patellofemoral Ağrı Güncel Yaklaşımlar ve Yeni Gelişmeler 24 Mayıs 2014 GATA, Ankara
26. 12. TUSYAD Kongresi 23-27 Eylül 2014, Kaya Kongre Merkezi, İzmir
27. Voleybol Yaralanmalarında Güncel Yaklaşımlar, 19 Aralık 2014 Güven Hastanesi, Ankara
28. Spina Bifida'lı Çocuklarda Ortopedik tedavi ve Rehabilitasyon 20 Şubat 2015 GATA, Ankara
29. Plantar Basınç Analizinde Güncel Yaklaşımlar, 16 Nisan 2015, Hacettepe Üniversitesi Kültür Merkezi, Ankara
30. 5. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Kongresi 21-24 Mayıs 2015 Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu
31. 1. World Congress of Sports Physical Therapy 'Return to Play' 20-21 November 2015 Bern Expo, Bern Switzerland
32. Kurumsal Kültür ve Kurumsal Aidiyet Eğitimi 18 Şubat 2016 Hacettepe Üniversitesi, Ankara
33. Shoulder Club International 'Shoulder Arthroplasty Course' 19-20 February 2016 Hacettepe Üniversitesi, Ankara
34. Başkent Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyonda Güncel Yaklaşımlar Bahar Sempozyumu 7 Nisan 2016, Ankara
35. XVI. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi 21-24 Nisan 2016 Hilton Dalaman Otel Muğla
36. Sporda Omuz Yaralanmalarında Güncel Yaklaşımlar 7-8 Mayıs 2016 İzmir
37. 8. Uluslararası Katılımlı Biyomekanik Kongresi EMG Kursu Katılım Sertifikası, 23 Ekim 2016, Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kongre Merkezi, Ankara

38. 26. Ulusal Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, 25-30 Ekim, 2016, Sueno Belek Kongre Merkezi, Antalya
39. 1. Kinezyo Bantlama Sempozyumu 3 Aralık 2016 Güven Çayyolu Kampüsü, Ankara
40. Kinezyolojik Elektromyografi Kursu Katılım Sertifikası, 17 Aralık 2016, Güven Hastanesi, Ankara
41. 2nd. Shoulder Club International Summit, 17-18 February 2017, TOBB ETÜ
42. Ankara Üniversitesi Artroskopi Eğitim Sempozyumu, 2-3 Mart 2017 İbni Sina Hastanesi, Ankara
43. 1. Shoulder Club International PT-Skapular Diskinezi –Eğitimci- 8-9 Nisan 2017 Hacettepe Üniversitesi, Ankara
44. XXVI International Conference on Sports Rehabilitation and Traumatology ‘The Future of Football Medicine’ 13-15 May 2017 Camp Nou Stadium Barcelona, Spain
45. IX Uluslararası Spor Fizyoterapistleri Kongresi, 9-11 Kasım 2017, Holiday Inn Ankara
46. Introduction to Dynamic Taping Course 2-3 Aralık 2017 Ankara ,Vivaldi Otel, Ankara

ÖDÜLLER

- **Bir fikrim var yarışması 2.’lik Ödülü: Demirci S** Alt Ekstremitte Yaralanmaları Sonrası Fonksiyonel Testler Sırasında Verilen Kognitif Ek Görevlerin Alt Ekstremitte Kinematığı ve Performans Üzerine Etkisi, Spor Travmatolojisi ve Rehabilitasyonu Kongresi II 28 Şubat-01-02 Mart 2019 Üsküdar Üniversitesi İstanbul
- **En iyi sözel bildiri ödülü: Demirci S**, Ergen F E, Turhan E, Tunay V B. Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası kan akımı kısıtlamalı pliometrik eğitimin kuadriseps kas kuvveti, kas kalınlığı ve fonksiyon üzerine etkisi: randomize tek kör çalışma X Uluslararası Katılımlı Spor Fizyoterapistleri Kongresi 6-9 Kasım, Gaziantep