

EMRE ÇAĞRI SAVAŞ

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL-2020

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

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**FUTBOLCULARDA MİYOFASİYAL LATENT TETİK
NOKTA KURU İĞNELEMESİNİN ATLETİK
PERFORMANS PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

EMRE ÇAĞRI SAVAŞ

**DANIŞMAN
PROF.DR.BÜLENT BAYRAKTAR**

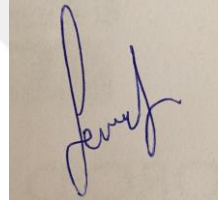
**SPOR HEKİMLİĞİ ANABİLİM DALI
EGZERSİZ FİZYOLOJİSİ PROGRAMI**

İSTANBUL-2020

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Emre Çağrı Savaş



İTHAF

Bu tez çalışmamı, biricik annem Gönül Savaş, canım abim Salih Oğuz Savaş, merhum babam Orhan Savaş 'a ve yeni korona virüs pandemisinde canları pahasına görev başında olan, başta İstanbul Tıp Fakültesi'nin öğretim üyeleri olmak üzere ülkemizdeki bütün sağlık personeline ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ders ve tez döneminde bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren ve her anlamda desteğini hissettiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Bülent Bayraktar'a,

Eğitimim boyunca teorik ve pratik uygulamalarda tecrübelerini aktaran, hayatın her alanında bize destek olan ve güvenen, tez çalışmamın her aşamasında yol gösterici olan hocam Öğr. Gör. Türker Şahinkaya'ya,

Tecrübelerinden yararlandığım spor hekimliği anabilim dalı öğretim üyeleri Prof. Dr. Gökhan Metin ve Prof. Dr. Oğuz Öztürk'e

Beraber yola çıktığımız bu eğitim ve tez sürecinde dostluğumuzun perçinlendiği, aile olduğumuz, her anlamda desteklerini benden esirgemeyen ve mesleki gelişimimde katkıları yadsınmaz olan sevgili meslektaşlarım Uzm. Fzt. M. Orhun Ayan, Uzm. Fzt. Melisa Salduz, Uzm. Fzt. Alperen Çelik, Uzm. Fzt. Armad Gözbek, Fzt. Anıl Çiçek, Fzt. Mahsum Akikol, Fzt. Gülsüm Mandır, Fzt. Ayşen Elif Yılmaz ve Fzt. Muhammed Teknaz'a,

Tezimin istatistiksel analizinde bana yol gösteren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Alev Bakır'a,

Eğitim sürecimde yardımlarından dolayı sevgili abim Uzm. Dr. Sertaç Yakal ve anabilim dalımızda çalışan bütün ekibe,

İdari süreçlerdeki yardımları ve arkadaşlığından dolayı Sağlık Bilimleri Enstitüsü öğrenci işleri personeli Emrah Aksoy'a,

Beni yetiştirip bu günlere getiren canım annem Gönül Savaş ve desteğini her adımında hissettiğim ve her zaman örnek aldığım canım abim Salih Oğuz Savaş'a teşekkürlerimi sunarım.

Fzt. Emre Çağrı Savaş

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	iii
İTHAF.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	xii
ÖZET	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İskelet Kasının Yapısı	3
2.2. İskelet Kasının İnnervasyonu.....	8
2.2.1. Motor Nörondan İskelet Kasına Uyarının Aktarılması.....	10
2.3. İskelet Kasının Kasılma Mekanizması – Teorisi	12
2.4. İskelet Kasının Gevşeme Mekanizması	14
2.5. Kas Kasılma Türleri.....	14
2.5.1. İzometrik Kasılma.....	14
2.5.2. İzotonik Kasılma	15
2.5.2.1. Konsantrik Kasılma.....	15
2.5.2.2. Eksantrik Kasılma	15
2.5.3. Oksotonik Kasılma.....	15
2.5.4. İzokinetik Kasılma	16
2.6. Fibrillerin Kasılma Mekanizması.....	16
2.7. Kaslarda Kuvvet Üretimini Etkileyen Mekanik Faktörler	18
2.7.1. Yük – Hız İlişkisi	18
2.7.2. Frekans – Gerim İlişkisi.....	20
2.7.3. Uzunluk – Gerim İlişkisi.....	21
2.8. Diz Bölgesi Kasları	22
2.8.1. Rektus Femoris	22

2.8.2. Vastus Medialis.....	23
2.8.3. Vastus Lateralis.....	23
2.8.4. Biseps Femoris.....	24
2.8.5. Semitendinosus ve Semimembranosus	24
2.9. Miyofasiyal Tetik Nokta	25
2.9.1. Tanım	25
2.9.2. Etiyolojisi	26
2.9.3. Prevelansı	27
2.9.4. Klinik Bulgular ve Tanı	27
2.9.5. Patofizyolojisi	29
2.9.5.1. Entegre Tetik Nokta Hipotezi	29
2.10. Kuru İğneleme	34
2.11. Atletik Performans Parametreleri	36
2.11.1. Kuvvet ve Dayanıklılık	36
2.11.2. Çabukluk ve Güç.....	37
2.11.3. Çeviklik.....	37
2.11.4. Hız ve İvmelenme	37
2.11.5. Propriyosepsiyon.....	38
2.11.5.1. Propriyoseptif Organlar.....	38
2.12. İzokinetik Dinamometre	39
2.12.1. İzokinetik Test Parametreleri	41
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	43
3.1. Gereç	43
3.2. Yöntem.....	44
3.2.1. Demografik Özelliklerin Belirlenmesi.....	44
3.2.2. Latent Tetik Noktaların Belirlenmesi	44
3.2.3. Basınç – Ağrı Eşiğinin Değerlendirilmesi	45
3.2.4. Propriyosepsiyon Testi.....	47
3.2.5. İzokinetik Kuvvet ve Dayanıklılık Testi.....	49
3.2.6. Kuru İğneleme.....	50
3.2.7. Kuru İğneleme Sonrası Analizler.....	53
3.2.8. İstatiksel Analizler	53
4. BULGULAR.....	54

4.1. Basınç – Ağrı Eşiği Ölçümleri.....	55
4.2. Propriyosepsiyon Analizleri.....	56
4.3. İzokinetik Test Analizleri	58
5. TARTIŞMA	66
KAYNAKLAR	78
FORMLAR	84
ETİK KURUL KARARI	91
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	92
ÖZGEÇMİŞ	93



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1: MTN’lerin klinik bulgular ve tanıyı doğrulayıcı bulgular [3].	29
Tablo 2-2: İzokinetik Açısal Hız Spektrumlarının Sınıflandırılması [73].	40
Tablo 4-1: Katılımcı futbolcuların demografik özellikleri	54
Tablo 4-2: İncelenen kas gruplarında basınç-ağrı eşiği değerlerinin dominant ve non – dominant bacakta değerlerinin grup içerisinde ve kuru iğneleme öncesi ve sonrasındaki basınç-ağrı eşiği değerlendirmesi	55
Tablo 4-3: 60 °/sn ve 180 °/sn açısal hızlarda propriyosepsiyon analizinin dominant ve non – dominant bacakta değerlerinin grup içerisinde ve kuru iğneleme öncesi ve sonrasındaki değerlerin karşılaştırılması	57
Tablo 4-4: 60 °/sn’de ekstansiyon ve fleksiyonun pik tork, pik torkun vücut ağırlığına oranı ve ortalama iş değerlerinin ortalamaları ve dominant – non dominant grup içi ve kuru iğneleme öncesi – sonrası karşılaştırması.....	59
Tablo 4-5: 180 °/sn’de ekstansiyon ve fleksiyonun pik tork, pik torkun vücut ağırlığına oranı ve 25 tekrarda toplam yapılan iş değerlerinin ortalama değerleri ve dominant – non dominant bacağın grup içi ve kuru iğneleme öncesi – sonrası karşılaştırması.	60
Tablo 4-6: 60 °/sn açısal hızda izokinetik hız parametrelerinden ivmelenme, gecikme zamanı ve resiprokal gecikme zamanı değerlerinin dominant ve non – dominant bacak değerlerinin grup içinde ve kuru iğneleme öncesi – sonrasındaki değerlerinin karşılaştırılması.	62
Tablo 4-7: 60 °/sn ve 180 °/sn.’de yapılan testlerde pik torkun üretildiği eklem hareket açıklığı değerlerinin gruplar arası ve kuru iğneleme öncesi – sonrası karşılaştırılması .	64

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Kas, fasikül, kas lifi ve miyofibrillerin yapısal organizasyonu.....	3
Şekil 2-2 : Sarkomer yapısı.....	5
Şekil 2-3: Aktin Flamenti, çift sarma F – aktin molekülü ile troponin ve tropomiyozin yapıları	6
Şekil 2-4: Miyozin molekülünü oluşturan ağır ve hafif polipeptid zincirler, miyozin baş ve kuyruk kısımları	7
Şekil 2-5: Aktin, miyozin filamentleri ve çapraz köprü yapıları	7
Şekil 2-6: Titin ve Nebulin protein yapılarının aktin ve miyozin filamentleriyle olan ilişkisi	8
Şekil 2-7: Akson, akson terminalleri ve nöromusküler bileşke.	9
Şekil 2-8: Motor son plak, sinaptik aralık ve sinaptik veziküler.	9
Şekil 2-9: Asetilkolin salımı, asetilkolin kapılı iyon kapısı.....	11
Şekil 2-10: Sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınması	12
Şekil 2-11: Aktin miyofilamentinin Ca^{+2} ile aktivasyonu	13
Şekil 2-12: Seğirmede latent periyot ve kasılma periyodu	17
Şekil 2-13: İzotonik seğirmede kasılma süresi ve kısalma uzunluğunun yük ile ilişkisi	18
Şekil 2-14: Yük – Hız İlişkisi.	19
Şekil 2-15: Yük hız ilişkisi	19
Şekil 2-16: Frekans – gerim ilişkisi	20
Şekil 2-17: Birleşik ve birleşik olmayan tetani.....	20
Şekil 2-18: Uzunluk – Gerim İlişkisi.....	21
Şekil 2-19: Solda, rektus femoris kasının anterior inferior iliak çıkıntından tibial tüberküle uzanımı. Sağda vastus lateralis ve medialisin yerleşimi.....	22
Şekil 2-20: Solda vastus medialisin uzanımı, sağda vastus lateralis ve rektus femorisin yerleşimi	23
Şekil 2-21: Solda vastus lateralisin uzanımı, sağda vastus medialis ve rektus femorisin yerleşimi.....	23
Şekil 2-22: Biseps femorisin uzun ve kısa başının uzanımı ve fibula başında yapıştığı bölge.....	24

Şekil 2-23: Solda semitendinosus ve biceps femorisin yerleşimi ; sağda semitendinosus'un kesilerek altında kalan semimembranosus'un yerleşiminin gösterimi.	25
Şekil 2-24: Dinlenim durumunda normal ve miyofasiyal Tetik nokta bulunduran kasın EMG aktivitesi ve spontan elektriksel aktivite.	30
Şekil 2-25: Işık mikroskopu altında kontraktif düğümler ve kontraktif düğümlerin miyofibrillere dağılımı.	31
Şekil 2-26: Simons Entegre Tetik Nokta Hipotezi.	34
Şekil 3-1: Kuadriiceps ve hamstring kas gruplarında LMTN'lerin belirlenip kalıcı cilt kalemi ile işaretlenmesi.	45
Şekil 3-2: Baseline Push-Pull Force Gauge® Algometre.	46
Şekil 3-3: Biceps femoris kasında belirlenen MTN'nin basınç – ağrı eşiği ölçümü.	46
Şekil 3-4: Vastus lateralis kasında belirlenen MTN'nin basınç – ağrı eşiği ölçümü.	47
Şekil 3-5: İzokinetik dinamometrede hıza bağlı propriyosepsiyon ölçüm ekranı	48
Şekil 3-6: İzokinetik dinamometre propriyosepsiyon ölçümü.	49
Şekil 3-7: İzokinetik kuvvet ve dayanıklılık ölçümü.	50
Şekil 3-8: Seirin ® L-Type marka 0.30 milimetre çap ve 60 milimetre uzunluğunda steril kuru iğne	51
Şekil 3-9: Solda, vastus lateralis kuru iğnelemesi. Sağda, iğneleme sonrasında 30 saniye hafif baskı uygulanması.	52
Şekil 3-10: Semitendinosus – semimembranosus'a yapılan kuru iğne uygulaması.	52

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

MTN: miyofasiyal tetik nokta

AMTN: aktif miyofasiyal tetik nokta

LMTN: latent miyofasiyal tetik nokta

MAS: miyofasiyal ağrı sendromu

T-Tübül: transvers tübül

ADP: adenzin difosfat

ATP: adenzin trifosfat

Ca²⁺: kalsiyum iyonu

Na⁺: sodyum iyonu

H⁺: proton

K⁺: potasyum iyonu

mm : milimetre

LSC : lokal seğirme cevabı

ACh: asetilkolin

5-HT: serotonin

TNF-a: tümör nekroz faktör – a

SP: substans P

Nm: newtonmetre

cm: santimetre

kg: kilogram

VKİ: vücut kitle indeksi

RF: rektus femoris

VM: vastus medialis

VL: vastus lateralis

BF: biceps femoris

ST: semitendinosus

SM: semimembranosus

PT: pik tork

PT %BW: pik torkun yüzde vücut ağırlığına oranı (peak torque % body weight)

Nm/kg : newtonmetre/kilogram

WPR: tekrar başına ortalama yapılan iş değeri (work per repetition)

TWD: yapılan toplam iş değeri (total work done)

EMG: elektromiyografi

Acc. : ivmelenme zamanı (acceleration)

DT: gecikme zamanı (delay time)

RD: resiprokal gecikme zamanı (reciprocal delay)

ROM: eklem hareket açıklığı (range of motion)

RPM: çevirme hızı (revolutions per minute)

ort. : ortalama

SD: standart sapma (standart deviation)

sn: saniye

ÖZET

Savaş, E.Ç. (2020). Futbolcularda Miyofasiyal Latent Tetik Nokta Kuru İğnelemesinin Atletik Performans Parametreleri Üzerine Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Hekimliği ABD. Egzersiz Fizyolojisi Programı Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Çalışmamız, miyofasiyal latent tetik nokta kuru iğnelemesinin kısa dönemde (3 gün) ağrı, propriyosepsiyon, kas kuvveti, dayanıklılığı, maksimal kuvvete ulaştığı eklem hareket açıklığı, ivmelenme ve reaksiyon zamanı üzerine etkilerini araştırmak ve atletik popülasyonda performans yaklaşımlarında kullanılabilirliğini değerlendirmek üzere dizayn edildi. Çalışmaya, amatör liglerde lisanslı olarak performans gösteren 24 futbolcu katıldı. Katılımcılar sırasıyla demografik özellikleri ve çalışmaya katılım kriterleri sorgulandıktan sonra her iki bacakta rektus femoris, vastus medialis, vastus lateralis, biceps femoris ve semitendinosus – semimembranosus kas gruplarındaki miyofasiyal latent tetik noktalar tespit edildi ve silinmez cilt kalemıyla bu noktalar işaretlendi. İşaretlenen bu noktaların basınç – ağrı eşiği ölçümleri Baseline (Push-Pull Force Gauge®, Fabrication Enterprises, Inc.) marka algometreyle yapıldı. Sonrasında Cybex HUMAC/NORM (CSMI, 2004) izokinetik dinamotrede hıza bağlı propriyosepsiyon, 60 °/sn. ve 180 °/sn. açısal hızlarda her iki bacağın fleksiyon ve ekstansiyon değerleri ölçüldü. Propriyosepsiyon analizini takiben izokinetik kas kuvvet ölçümleri; oturur pozisyonda 0 – 90°'lik eklem hareket açıklığı içerisinde 60 °/sn. ve 180 °/sn. açısal hızlarda gerçekleştirildi. İzokinetik analizleri sonrasında sporcunun dominant bacağına, önceden belirlenip işaretlenmiş olan latent tetik noktalara kuru iğneleme girişimi, uygulandı. Her bir noktaya dinamik ve derin kuru iğneleme uygulanmış olup; Seirin marka, boy ve kalınlığı 60 mm. x 0,30 mm. olan akupunktur iğneleri kullanılmıştır. Her bir noktada lokal seğirme cevapları bitene kadar işleme devam edilmiş ve sonrasında diğer latent miyofasiyal tetik noktaya geçilmiştir. Non – dominant bacağına herhangi bir işlem yapılmamıştır. 3 gün sonrasında katılımcılara yapılan testler tekrarlanıp deney sonlandırılmıştır. İstatiksel analizler IBM SPSS 21 paket program kullanılarak yapıldı ve anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlendi (p<0,05). Analizlerin sonucunda, kuru iğneleme sonrasında kısa dönemde, incelenen kas gruplarında basınç-ağrı eşiği artış eğiliminde olurken semitendinosus-semimembranosus kas grubunda anlamlı derecede artış olduğu görüldü (p=0,015). Hıza bağlı propriyosepsiyon analizine göre 60 °/sn.'de ekstansiyon hedef hıza anlamlı derecede yaklaşmış (p=0,025), fleksiyonda ise hedef hıza yaklaşma eğilimi olmuş fakat bu değer anlamlı bulunmamıştır. İzokinetik kuvvet değerleri anlamlı sonuç olmamasına rağmen pik tork değerleri ekstansiyon için azalma, fleksiyon için artma eğiliminde olmuştur. Dayanıklılıkta ise toplam yapılan iş değerindeki kuru iğneleme yapılmayan non – dominant bacakta ekstansiyonda (p=0,004), fleksiyonda (p=0,015) anlamlı derecede artış meydana gelirken dominant bacakta artış anlamlı seviyede olmamıştır. İvmelenme zamanında fleksiyonda hem dominant hem de non – dominant bacakta anlamlı derecede azalma meydana gelirken (p<0,05) ekstansiyonda anlamlı fark oluşmamıştır. Sonuç olarak kuru iğnelemenin futbolcularda latent tetik noktaların ağrı eşiğini yükselttiği, propriyosepsiyonu anlamlı derecede etkilediği, izokinetik kuvvet ve zaman parametreleri yönünden fleksiyonda artış eğiliminde etki gösterdiği görülmüştür. Anahtar kelimeler: tetik nokta, kuru iğneleme, ağrı, kuvvet, propriyosepsiyon

ABSTRACT

Savaş, E.Ç. (2020). The Effect of Myofascial Latent Trigger Point Dry Needling on Athletic Performance Parameters in Football Players. İstanbul University, Institute of Health Sciences, Department of Sports Medicine. Master Thesis. İstanbul.

Our study was designed to investigate the effects of myofascial latent trigger point dry needling on pain, proprioception and isokinetic parameters such as, strength, endurance, peak torque angle and isokinetic time parameters. Twenty-four licensed amateur football player participated in the study. After questioning the demographic characteristics and participation criteria of the study, myofascial latent trigger points were determined through palpation in rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis, biceps femoris, and semitendinosus-semimembranosus muscle groups and they were marked with indelible skin pencil. Pressure - pain threshold measurements of these marked points were made with Baseline (Push-Pull Force Gauge®, Fabrication Enterprises, Inc.) brand algometer. Velocity – based proprioception tests were done in 2 different angular velocities (60 °/sec. and 180 °/sec.) on Cybex HUMAC/NORM (CSMI, 2004) isokinetic device. Isokinetic muscle strength and endurance tests analyzed, in sitting position with concentric mode at 60 °/sec and 180 °/sec angular velocities. Each dominant side muscle needled once until the local twitch responses over. After dry needling, baseline tests repeated respectively 72 hours later. Statistical analyses were done by "IBM SPSS 21" software program and 0,05 was determined as a significance level ($p < 0.05$). Pain – pressure threshold increased significantly ($p = 0,015$) in semitendinosus-semimembranosus muscle group, while also others tended to increase 3 days after dry needling. Knee extension velocity based proprioception approached significantly to target angular velocity ($p = 0,025$). Although isokinetic strength values were not significant, peak torque values tended to decrease for extension and increase for flexion. In endurance tests, there was a significant increase in extension ($p = 0.004$), flexion ($p = 0.015$) in the non-dominant leg without dry needling in the total work value, while the increase in the dominant leg was not significant. There was a significant decrease in flexion in both legs at the time of acceleration ($p < 0.05$), but no significant difference in extension values. As a result, it has been observed that dry needling increases the pain threshold of latent trigger points in football players, significantly affects proprioception, and increases isokinetic strength and time parameters in flexion.

Keywords: myofascial trigger points, dry needling, pain, strength, proprioception

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Miyofasiyal ağrı sendromu (MAS) kas-iskelet sistemini ilgilendiren önemli sağlık problemlerinden birini oluştururken genel popülasyonun %85'ini etkilemektedir. Kas içerisinde oluşup palpe edilebilen miyofasiyal tetik noktalar (MTN) bu sendroma sebep olmaktadır [1]. Miyofasiyal ağrı sendromu duysal, motor ve otonomik sistemi içerisine alır ve beraberinde lokal veya yansıyan ağrı, hareket açıklığında azalma ve kas kuvvetinde zayıflık ile karakterizedir [2].

MTN'ler, aktif miyofasiyal tetik nokta (AMTN) ve latent miyofasiyal tetik nokta (LMTN) olarak 2 gruba ayrılmaktadır. AMTN'ler kendiliğinden, spontan ağrıya sebep olmaktadır. LMTN'ler ise kendiliğinden ağrı oluşturmayıp bir basınca maruz kaldığında ağrı oluşturan yapılar olup predispozan faktörlerin varlığında aktifleşerek AMTN'lere dönülebileceği bildirilmiştir [3].

MTN'lerin patofizyolojisi henüz tam olarak açıklanamasa da Simons tarafından oluşturulan entegre miyofasiyal tetik nokta hipotezi literatürde en çok kabul gören hipotez olup [4], Shah ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalar bu hipotezi doğrular nitelikte nicel veriler ortaya koymuştur [5], [6].

Bu yaklaşımlar, yaralanan kas dokusunda ya da yüklenmeye bağlı olarak, motor son plak aktivitesinin artması, kas fibrillerinin istemsiz kısılması, besin ve oksijen desteğinin azalması, lokal dokuda metabolik artık ve biyokimyasalların birikmesi gibi biyokimyasal ve nöromusküler metabolik olayları içerisinde barındıran kompleks bir durumu oluşturur [4], [7].

MTN'ler ile ilgili yapılan birçok çalışma ağrıya yönelik, dolayısıyla AMTN'ler üzerine yapılan çalışmalar olmuştur. Fakat LMTN'lerin varlığına ve etkilerine yönelik yapılan çalışmalar mevcuttur. Lucas ve arkadaşlarının 2004 yılında yaptıkları yüzeysel elektromiyografi (EMG) çalışmasında LMTN'lerin kolun skapular planda elevasyonu sırasında kas aktivasyon paternlerini değiştirdiği ve beraberinde hareket paterninde olan diğer kasları da etkileyerek "overuse" yaralanmalara dolaylı olarak yol açabileceğini bildirmiştir. Aynı çalışmada, LMTN'lere yapılan kuru iğneleme sonrasında kas aktivasyon paternlerinin normale döndüğü belirtilmiş ve LMTN'lerin motor aktivitedeki etkisine vurgu yapılmıştır [8].

Devereux ve arkadaşlarının 2019 yılında yayınlanan çalışmasında alt ekstremitedeki farklı kas gruplarında bulunan LMTN kuru iğnelemesinin alt ekstremité kinetik zincirinde kuvvet üretimi üzerine yaptıkları çalışmada gastrokinemius kasında iğneleme yapılan grupta, iğneleme sonrasında sıçrama yüksekliğinde iğnelemeden 48 saat sonra anlamlı derecede artış belirtilmiştir [9].

Baraja ve arkadaşları gastrokinemius kasında bulunan LMTN'lerin kuru iğnelenmesi öncesi ve sonrasında tensiyometre ölçümleriyle analizleri sonrasında, kuru iğneleme girişiminden hemen sonra kas kontraktilitesinde anlamlı artış görüldüğü bildirilmiştir [10].

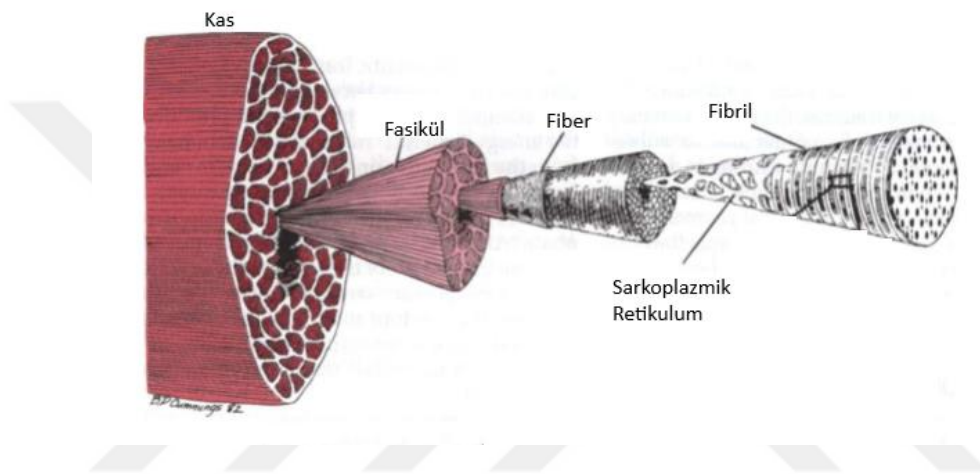
Hong ve arkadaşlarının 2012 yılında yayınladıkları EMG çalışmasında ise LMTN bulunduran kas grubunun bulundurmaya göre daha erken yorulduğu ve kassal dayanıklılığının azaldığını belirtilmiştir [11]. Bir başka çalışmada futbolcularda, haftada 1 kez olacak şekilde LMTN'lere 4 hafta uygulanan kuru iğneleme sonrasında hem fleksiyon hem de ekstansiyon izokinetik dayanıklılık değerlerinin anlamlı derecede arttığı bildirilmiştir [12].

Tüm bu bilgiler ışığında LMTN'lerin kassal performansa etkisinin farklı parametrelerde incelenmesi ve kuru iğneleme girişiminden sonra spora katılımda optimal sürenin belirlenmesi gerektiği fikri doğmuş ve çalışmamız da bu temel fikir üzerine dizayn edilmiştir. Futbolun, ani hızlanma veya yavaşlama, zıplama, yön değiştirme, dönme gibi hareketler barındırdığı, darbeye maruz kalma, maç ve antrenman temposunun LMTN oluşumuna zemin hazırladığı [12] göz önünde bulundurularak çalışmamızda katılımcılar lisanslı olarak futbol oynayan kişiler olmuştur. Çalışmamızdaki ana amacımız LMTN noktalarına uygulanacak olan kuru iğnelemenin kısa dönemde (3 gün); maksimal kuvvet, dayanıklılık, maksimal kuvvete ulaşma süresi (ivmelenme), maksimal kuvvete ulaştığı eklem hareket açısı, resiprokal gecikme zamanı, tork üretimindeki gecikme zamanı, hıza bağlı propriyosepsiyonunun ve basınç – ağrı eşiği değerlerindeki değişimleri analiz etmektir. Bununla beraber LMTN kuru iğnelemesinin sportif performans ve verimliliğe etkisi ve nöromusküler etkileri çerçevesinde kas yaralanmalarını koruyucu ve rehabilitasyon yaklaşımlarında kullanılabilirliğinin araştırmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İskelet Kasının Yapısı

İskeletin kemik bölümlerine tendonlar ile tutunan ve istemli hareketleri kontrol eden ve vücut ağırlığının %40'ını oluşturan iskelet kasları fasiküllerin bir araya gelmesiyle oluşur. Her bir fasikül yaklaşık olarak 100 kas lifinin birleşmesiyle oluşurken her bir kas lifi ortalama olarak 1000 – 2000 arasında miyofibrilli içerisinde barındırır [3],[13].



Şekil 2-1: Kas, fasikül, kas lifi ve miyofibrillerin yapısal organizasyonu [3].

İskelet kasını en dıştan örten zar epimisyum olarak adlandırılan bağ dokusudur. Epimisyumun kesildiği düşünüldüğünde fasiküllere ulaşılır ve fasiküller ise perimisyum ile örtülüdür. Eğer ki perimisyum da kesilirse kas fibrillerine ulaşılır ve her bir kas lifi ise endomisyum ile örtülüdür. Endomisyumun alt tabakasında kas liflerinin hücresel membranını oluşturan yapı ise “sarkolemma” olarak isimlendirilir. Kası çevreleyen bu bağ dokular, kas lifinin sonunda tendonlar ile kaynaşır ve kasın ürettiği kuvveti kemiklere aktararak hareketin önemli bir componentini oluştururlar. Bir kas lifinin çapı ise 10 – 80 mikrometre arasında değişkenlik göstermektedir [13].

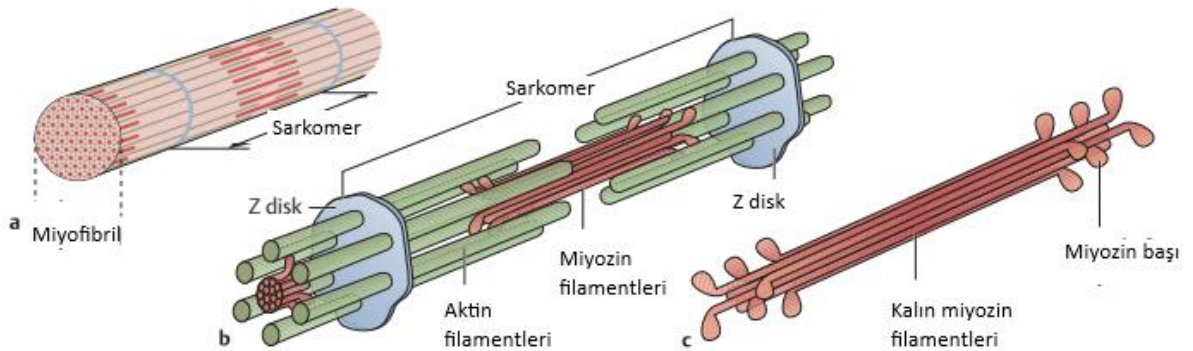
Kas lifi (hücresi)’nin hücre içi sıvısı “sarkoplazma” olarak adlandırılır. Hücre içinde miyofibrillerin arasındaki boşlukları dolduran sarkoplazmada diğer hücre içi

organel yapılarıyla birlikte protein, glikojen, enzim yapıları, potasyum ve magnezyum gibi mineralleri bulundurur [14].

Sarkoplazmadaki besin maddeleri, mineral ve enzimlerin miyofibril yapılarına taşınması, özelleşmiş borusal bir ağ yapısı olan “*sarkoplazmik retikulum*” tarafından gerçekleştirilir. Sarkoplazmik retikulum, kas lifi içerisindeki ana kalsiyum deposu olarak görev alır ve kalsiyum salınımı olmadan kas kasılması gerçekleşmez. Hızlı kasılan kas tiplerinde, kalsiyuma olan ihtiyaç düşünüldüğünde sarkoplazmik retikulum ağı oldukça geniştir. Kas liflerine paralel olan özelleşmiş sarkoplazmik retikulum yapısı olan “*longitudinal tübül*” yapıları terminal sisternalarda sonlanırken, dikey olarak uzananı yapan özelleşmiş tübül ise *transvers tübül (T – Tübüller)* olarak isimlendirilir. T – Tübüller sarkolemanın dışına kadar uzanım yaparak ekstrasellüler sıvıdan madde geçişinde gizli bir geçit oluşturur ve sinirsel uyarıların kimyasal cevabını bütün liflere daha hızlı iletilmesinde görev alır [15].

Çıplak gözle görülmesi imkânsız olan kas lifleri tüm kas boyunca uzanırlar [13]. Kas liflerinin bu uzanımı, çizgili kaslarda kasılabilen en temel birim olan sarkomer yapıların, birbiri ardına bir zincir şeklinde eklenmesiyle gerçekleşir. Kas lifinin uzanımını sağlayan bu zincirin birleşme noktaları ise sarkomerlerin *Z çizgileridir* [3]. (Şekil 2-2b)

Her bir sarkomer yapısı, kontraksiyon kuvvetini oluşturmak için etkileşime girecek olan ve *aktin* ile *miyozin* olarak adlandırılan polimerize protein moleküllerini içerisinde, ince bir filaman dizilimi şeklinde içerisinde barındırır. *Aktin* protein yapıları ince iplikçikler, *miyozin* protein yapıları ise kalın iplikçiklerdir. Bunlara ek olarak *troponin* ve *tropomyozin* ile *titin* ve *nebulin* proteinleri biyokimyasal süreçlerin yürütülmesinde ve miyofilamentlerin kasılma ve birbiri üzerinde kaymaları sırasındaki biyomekanik süreçlerin regülasyonunda görev alan yapılar olarak sarkomer içerisinde bulunurlar [15].



Şekil 2-2 : Sarkomer yapısı [15].

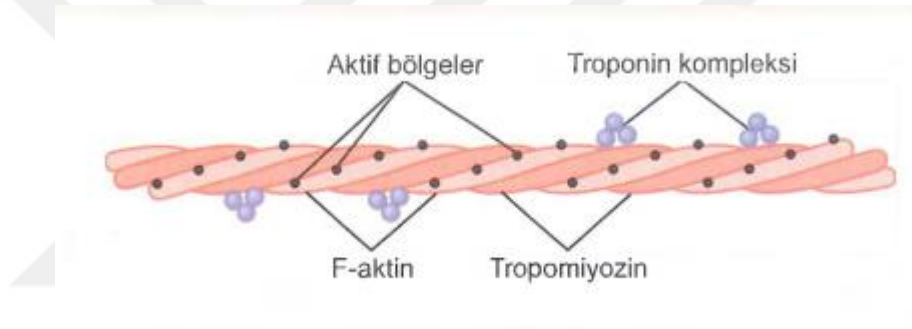
- a) Kas lifi üzerinde sarkomer yapısı
- b) Sarkomerin büyütülmüş yapısı ve Z çizgileri
- c) Miyozin filamentleri ve baş kısımları

Şekil 2-2a’da görüldüğü gibi aktin ve miyozin iplikçiklerinin (filament) bir kısmının iç içe geçmiş yapılarından dolayı kas lifleri birbirini takip eden koyu ve açık şeritler oluşturur. Ton olarak açık olan şeritler sadece aktin iplikçiklerinden oluşup “*I bandı*” olarak isimlendirilirken bunun sebebi polarize ışığa izotropik olmalarıdır. Ton olarak koyu olan şeritler ise miyozin iplikçiklerini ve aralarına giren aktin iplikçiklerinin uçlarından oluşur ve “*A bandı*” olarak isimlendirilirler, çünkü polarize ışığa anizotropiktirler. Zincir şeklinde bir araya gelen sarkomer yapılarındaki bu şeritler, iskelet kasına çizgili görünümü veren yapılardır [14].

Aktin filamentleri *Aktin*, *Tropomiyozin*, *Troponinden* oluşur ve bu yapılar kalsiyum bağlama özelliğine sahiptir. Çift sarmal *F – aktin* protein molekülü aktin filamentlerinin oluşumu ve bir arada olmasında önemli rol oynar. Çift sarmal *F – aktin* sarmalındaki lifler polimerize *G – aktin* molekülünden oluşmuştur. Bu moleküllerin her birine *Adenozin difosfat (ADP)* bağlanmıştır. *G – aktin* molekülüleri ayrıca *Z* çizgilerine bağlanım yaparak sarkomerlerin sınırlarını oluştururlar [14], [15].

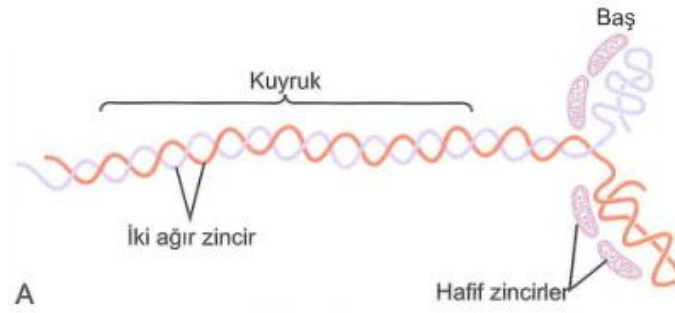
Aktin filamentlerini oluşturan protein yapılardan biri olan *Tropomiyozin* molekülleri F – aktin çift sarmal yapısının çevresinde spiral olarak yayılım göstermiştir. Dinlenme durumunda tropomiyozin molekülleri aktin filamentlerinin aktif bölgelerini miyozin filamentlerinden uzak tutarak kasılmaya sebebiyet verecek olan çekimi engeller [14].

Tropomiyozin yapının yanlarına aralıklı olarak dağılmış olan protein yapının adı *Troponin*'dir. Troponin yapısında *Troponin I*; aktine afinitesi olan protein, *Troponin T*; tropomiyozine afinitesi olan protein, *Troponin C*; kalsiyuma afinitesi yüksek olan 3 alt birim bulunmaktadır. Bu kompleks protein yapının, tropomiyozinin aktine bağlanmasında etkili olduğu düşünülür. Ayrıca kalsiyum iyonlarına oluşturduğu yüksek afinitenin kas kasılmasının başlamasında önemli bir yapı oluşturduğu belirtilmektedir[13], [14].



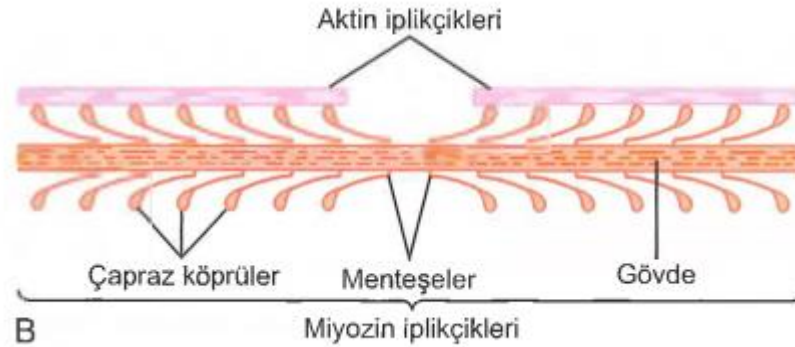
Şekil 2-3: Aktin Flamenti, çift sarma F – aktin molekülü ile troponin ve tropomiyozin yapıları [14].

Miyozin filamentleri, yaklaşık olarak 250 miyozin molekülünün bir araya gelmesiyle oluşurken; miyozin molekülleri 2 ağır, 4 hafif olmak üzere toplamda 6 polipeptid zincirden oluşmuştur. Ağır zincirler sarmal bir yapı oluşturarak “*kuyruk*” kısmını oluştururken zincirlerin diğer ucu karşılıklı olarak küresel bir kıvrım yaparak “*miyozin başı*” olarak adlandırılan yapıyı oluşturur. Çift sarmal bir miyozin molekülünde 2 serbest baş bulunurken her bir başta 2 adet hafif zincir yerleşerek miyozin başını tamamlarlar [14] (Şekil 2-2c, şekil 2-4).



Şekil 2-4: Miyozin molekülünü oluşturan ağır ve hafif polipeptid zincirler, miyozin baş ve kuyruk kısımları [14].

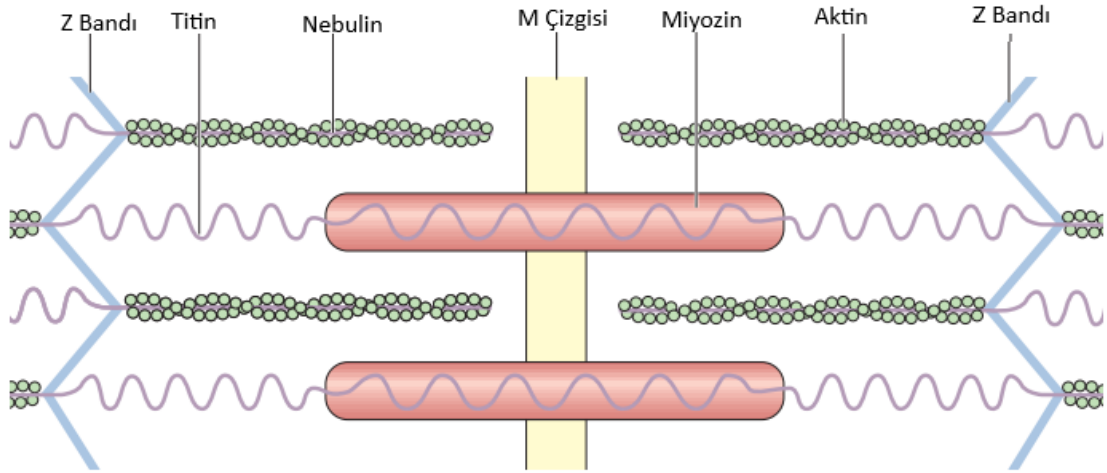
Miyozin moleküllerinin kuyruk kısımları kümelenerek miyozin filamentlerinin gövde kısmını oluşturur. Miyozin moleküllerinin baş ve gövde kısmı, miyozin filamentinden dışarı doğru sarkmış şekilde gövdeden uzaklaşmış bir görünüm oluşturur. Dışarı sarkmış olan miyozin başı ve gövdesi *çapraz köprüler* (Şekil 2-5) olarak tanımlanır. Ayrıca, miyozin başlarında bulunan *ATPaz* enzimi, adenozin trifosfat (ATP)'ın ADP'ye dönüştürülüp; yıkılan fosfat bağından elde edilen enerjiyi kasılma işlemi sırasında kullanılmasını sağlaması açısından miyozin başlarının önemli bir görevini oluşturmaktadır[14],[15].



Şekil 2-5: Aktin, miyozin filamentleri ve çapraz köprü yapıları [14].

Aktin ve miyozin filamentlerinin birbirleriyle olan ilişkisinde önemli paya sahip olan yapılardan birisi “*Titin*” proteindir. Miyozin filamentleri vasıtasıyla Z çizgilerinden sarkomer merkezine kadar uzanır. Görevi kasılma sonrasında aktin ile miyozin filamentleri arasındaki stabilizasyonu sağlayıp kasılma öncesindeki pozisyonlara geri dönmesini sağlamaktır. Bunu sağlarken yapısındaki elastik dokudan faydalanarak bir

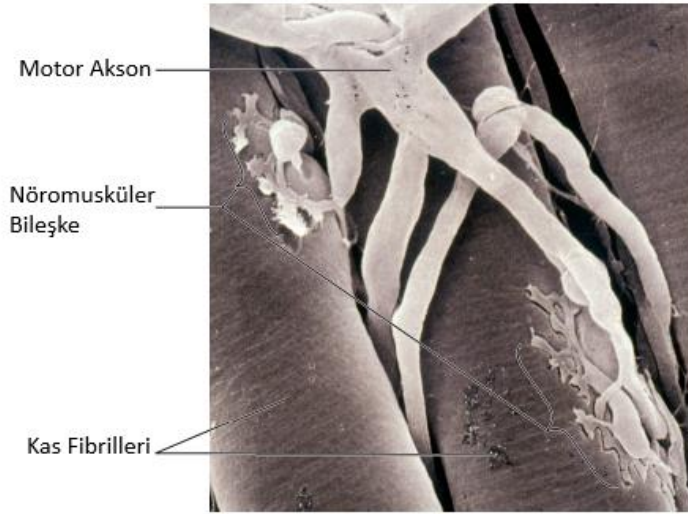
yay görevi görür. Sarkomerik yapıda önemli bir diğer protein ise “*Nebulin*”dir. Nebulin ise aktin filamentlerine paralel olarak ilerleyip Z çizgilerine fikse olur. Yapısına 200’e kadar aktin monomeri bağlayabilen nebulin, titin ile birlikte sarkomerin yapısal ve fonksiyonel integrasyonunda görev alırlar [15]. (Şekil 2-6)



Şekil 2-6: Titin ve Nebulin protein yapılarının aktin ve miyozin filamentleriyle olan ilişkisi [15].

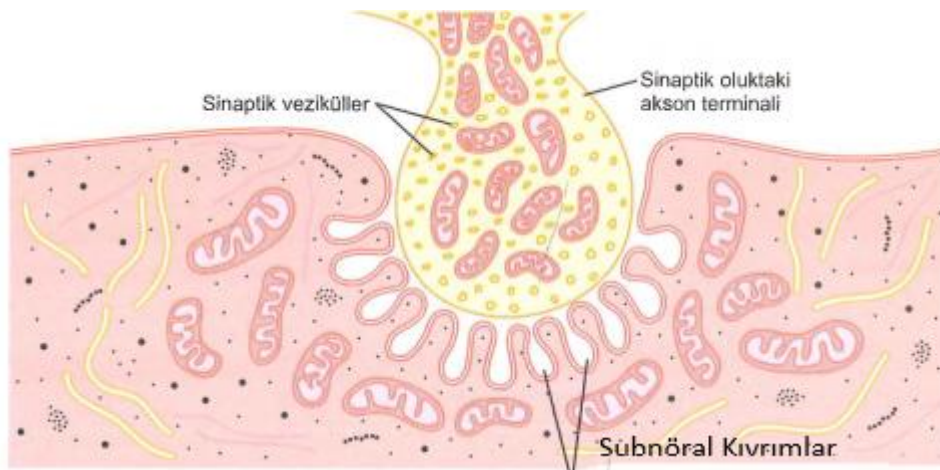
2.2. İskelet Kasının İnnervasyonu

İskelet kasları, hücre gövdeleri omuriliğin ön boynuzuna yerleşmiş olan nöronların *akson* adı verilen uzantılarıyla innerve edilir. Her bir akson uzantısı periferik sinirlerle kaslara erişir ve burada terminal dallara ayrılarak çok sayıda kas lifini uyarır ve kasılma gerçekleşir. Her bir akson terminal dalının kas lifiyle oluşturduğu yapı “*nöromusküler bileşke*” olarak adlandırılır [14] [15]. (Şekil 2-7)



Şekil 2-7: Akson, akson terminalleri ve nöromusküler bileşke [16].

Akson terminal dallarının kas fibrillerinin yüzeyinde oluşturduğu sinaptik “*yapıya motor son plak*” adı verilir. Motor son plakta bulunan keseciklerde bir transmitter olan asetilkolin sentezi yapılır. Akson terminal dallarıyla sarkolemma arasındaki boşluğa *sinaptik oluk* denir ve aksone uyarı geldiğinde asetilkolin kesecikleri bu boşluğa salınarak elektriksel uyarıyı kimyasal uyarıya dönüştürerek kasılmanın ilk aşamasını başlatacaktır[14], [15]. (Şekil 2-8)



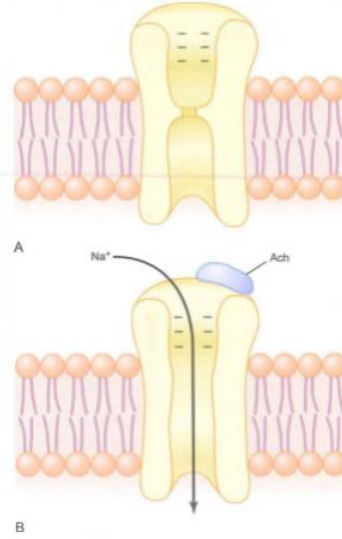
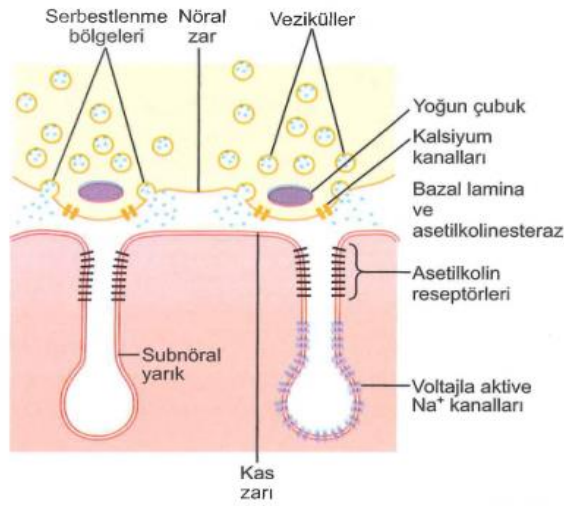
Şekil 2-8: Motor son plak, sinaptik aralık ve sinaptik veziküler [14].

2.2.1. Motor Nöronun İskelet Kasına Uyarının Aktarılması

Aksiyon potansiyeli motor son plağa ulaştığında, aksonun terminallerine yerleşmiş olan voltaj-kapılı kalsiyum kanalları açılır ve sinaptik aralıkta bulunan kalsiyum akson terminallerine geçiş yapar. Asetilkolin kesecikleri bu geçiş sonrasında akson terminalinin membranına doğru çekilerek membran ile birleşir. Böylelikle keseciklerde bulunan asetilkolin pre-sinaptik membrandan sinaptik oluğa salınmış olur [14]–[16]. (Şekil 2 – 9)

Post – sinaptik membran olan kas lifi membranında oluşmuş olan subnöral kıvrımların ağız kısmında ve yanyana olacak şekilde yerleşmiş olan asetilkolin - kapılı iyon kanalları bulunur. Sinaptik oluğa salınan asetilkolin, asetilkolin reseptörlerine bağlanır ve kanal proteinleri iyon kanallarını açar. Pozitif iyonlar olan kalsiyum (Ca^{+2}), sodyum (Na^{+}), potasyum (K^{+}) kanaldan kolaylıkla geçebilir. Kanalin ağız kısmında bulunan negatif yükler, negatif iyonlara büyük bir itme kuvveti uygulayarak kanaldan geçişlerini engeller [14]. (Şekil 2 – 9)

Asetilkolin – kapılı iyon kanallarının açılmasıyla birlikte kas lifi membranından içeri Na^{+} iyon geçişiyle birlikte; dinlenme durumunda -80 ile -90 milivolt arasında değişiklik gösteren membran potansiyeli +50 ile +75 milivolt arasında bir değere pozitif yönde artış gösterir ve *motor son plak potansiyeli* oluşmuş olur. Son plak potansiyeli kas lifi içerisine yayılarak kas lifi içerisindeki kasılma mekanizmasını başlatacak olan *aksiyon potansiyelini* oluşturacaktır [14].

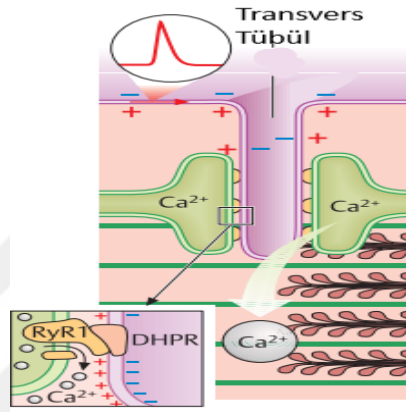


Şekil 2-9: Asetilkolin salımı, asetilkolin kapılı iyon kanalı[14].

Motor son plak potansiyelinin oluşmasıyla birlikte kas lifi membran potansiyeli ani bir değişiklikle dinlenim durumundaki negatif zar potansiyelinden pozitif potansiyele hızlı bir geçiş yapar ve bu lif boyunca yayılarak aksiyon potansiyelini oluşturur. Son plak potansiyelinin oluşturduğu etkinin kas lifi boyunca yayılması sinyal etkisini oluşturur. Bu sinyal etkisi depolarizasyon ve repolarizasyon döngüsü içerisinde gerçekleşir. Kas membranı üzerinde yayılan aksiyon potansiyeli, T – tübüleriyle birlikte kas lifinin içerisine girerek miyofilamentlere ulaşır [14].

2.3. İskelet Kasının Kasılma Mekanizması – Teorisi

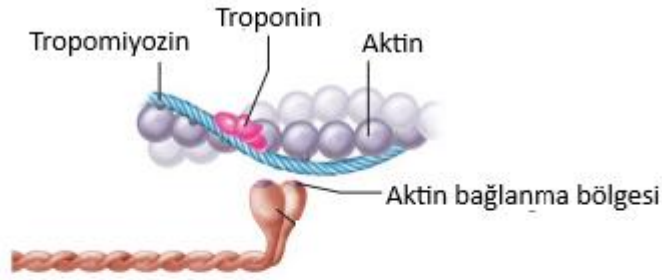
İlk kısımda bahsedildiği gibi, kas lifindeki T – tübül yapısının, sarkoplazmik retikulumların terminal sisternalarıyla bitişik bir yapı oluşturur. Bu yapıdan dolayı, aksiyon potansiyeli T – tübülüyle aktarılmaya başladığında, voltajı algılayan dihidropiridin reseptörleri kalsiyum deposu olarak görev yapan sarkoplazmik retikulum sisternalarındaki özelleşmiş kalsiyum kanalları olan “*riyanodin reseptör kanallarını*” açarak kalsiyumu sarkoplazmanın içerisine serbestlemiş olur [15]. (Şekil 2-10)



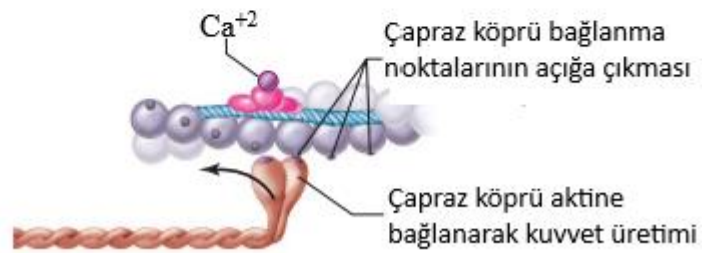
Şekil 2-10: Sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınması [15].

Sarkoplazmaya serbestlenen kalsiyum iyonları, dinlenme durumunda aktin miyofilamentleri üzerinde iç içe geçip sarmal bir yapı oluşturarak aktif bölgeleri inhibe eden troponin – tropomiyozin bileşkesini aktif bölgelerden uzaklaştırır. Troponin molekülünün kalsiyuma olan yüksek afinitesi buna sebep olur ve sonuçta aktin miyofilamentleri aktiflenmiş olur [14],[15]. (Şekil 2-11)

(a) Düşük seviye Ca^{+2} , gevşemiş kas.



(b) Yüksek seviye Ca^{+2} , kasın aktive olması.



Şekil 2-11: Aktin miyofilamentinin Ca^{+2} ile aktivasyonu [16].

Kasılma başlamadan önce miyozinin baş kısımlarının ATPaz aktivitesi, miyozin başlarına bağlanan ATP'yi $ADP + P$ şeklinde bünyesinde tutar. Bu yıkım süreci miyozin başlarının aktine dik olacak bir doğrultuya gelmesine sebep olur.

Aktinin aktifleşen bölgelerine çekilerek bağlanan miyozin başları kasın kasılmasına sebep olur. “Dişli çark” teorisiyle açıklanan olaylar dizisi şöyle devam etmektedir. İlk etapta aktin’e dik bağlanarak uzanan miyozin başları, aktif bölgelere bağlanmanın oluşturduğu moleküler etkileşimle birlikte başın kola doğru eğilmesine ve beraberinde aktin miyofilamentlerini de beraberinde çekmesine neden olur. “Kuvvet vurumu” olarak adlandırılan bu olayda enerji, daha önceden miyozin başında yıkılıp hazır tutulan ATP’den karşılanır [14]. Kuvvet vurumuyla aktin miyofilamenti sarkomere 10 nanometre çekilmiş olur [15].

Kuvvet vurumu gerçekleşikten sonra miyozin başı bünyesindeki ADP’yi ve fosfatı serbestler ve serbestleşen bölgeye yeni ATP molekülü bağlanır. ATP’nin yeniden bağlanması miyozin başını aktinden ayırmaya sebep olurken, ATP yıkıldıktan sonra miyozin başları tekrardan aktin’e bağlanır ve döngü devam ettirilir. Bu döngü çapraz

köprü döngüsü olarak isimlendirilir. Döngü devam ettikçe aktin miyofilamentleri miyozinler üzerine çekilir ve sarkomerin boyu kısalarak birbiri üzerinde kayan filamentler mekanizmasıyla kas kasılması gerçekleşmiş olur. Miyozin başlarının ATP'yi bağlama, ADP'yi oluşturup devamında salınımını yapma hızı önem kazanmaktadır [14].

2.4. İskelet Kasının Gevşeme Mekanizması

Motor nörondan gelen sinirsel uyarı kesildiği zaman kalsiyum iyonlarının sarkoplazmaya akışı durur. Buna ek olarak sarkoplazmadaki kalsiyum iyonlarının sarkoplazmik retikuluma tekrar dönmesi gerekmektedir. Bunu sağlayacak yapı ise sarkoplazmik retikulum membranında bulunan *kalsiyum pompalarıdır*. Kalsiyum pompalarının aktifleşmesiyle birlikte kalsiyumun troponin molekülü ile birleştiği bölgeler tekrardan tropomiyozin ile birleşerek troponin – tropomiyozin bileşkesi aktin üzerindeki aktif bölgeleri bloke ederek miyozin başlarını bu bölgelerden uzaklaştırır. Bu aşamada kas gevşer. Kalsiyum pompaları ATP'nin hidroliziyle çalışır. Kasılmada olduğu gibi gevşemede de enerji harcanarak kasılma – gevşeme döngüsü devam eder [15].

2.5. Kas Kasılma Türleri

Kas kasılıp bir objeye kuvvet uygulaması kas gerimi olarak tanımlanır [16]. Kasılma sırasında oluşan gerim (kuvvet) tendonlar aracılığıyla iskelet sistemine aktararak hareket oluşturulur. Kasın oluşturduğu kuvvet eklemde moment oluşturur. Kasın oluşturduğu momentin kassal iş, kasın uzunluğu, gerimi oluşturulan moment kuvveti açısından sınıflandırıldığında kasılma türleri oluşur.

2.5.1. İzometrik Kasılma

Kasın boyunun değişmediği kasılma tipidir. Statik kasılma olarak da adlandırılan bu kasılma tipinde kas gerimi olur fakat hareket oluşmaz. Bunun sebebi kasın sabit bir şekilde fikse olmasıdır. Sarkomer boyunda değişme olmaz. Kas kasılma teorisinde bahsedildiği gibi miyozin başlarının kuvvet vurumuyla aktin üzerinde oluşturduğu dişli çark mekanizmasıyla filamentlerin birbiri üzerinde kayması, izometrik kasılmalarda gerçekleşmez. Fakat kuvvet vurumuyla birlikte miyozin başlarında

oluşturulan elastik tepki kuvvetleri izometrik kasılmayı meydana getirir. Günlük hayatta postürel kasların fonksiyonu izometrik kasılmara örnek olarak gösterilebilir [17].

2.5.2. İzotonik Kasılma

Kasın sabit bir yük karşısında gerim oluşturken kas boyunun değiştiği kasılma tipidir [16]. Kendi içerisinde konsantrik ve eksantrik olmak üzere 2 grupta incelenir.

2.5.2.1. Konsantrik Kasılma

Kasılma ve kuvvet üretimi esnasında kasın boyunun kısaldığı bütün kasılmalar konsantrik kasılma olarak adlandırılır. Bu kasılma tipinde yük, kişinin maksimal izometrik kuvvetinden daha düşük seviyededir ve yükün kaldırılması esnasında kas kısalarak kuvvet üretir. Kasın ürettiği moment değeri eklem hareket açıklığının yönüyle aynı yönde oluşur [17].

2.5.2.2. Eksantrik Kasılma

Kasın kasılması esnasında boyunun uzaması yani gerilmesiyle birlikte kuvvet üretmesidir. Yükün maksimal izometrik kuvvetten fazla olduğu durumda kas kuvvet üretmeye devam ederken bir yandan da uzar. Eksantrik kasılmalar birçok sportif aktivitede, hareket komponentinin içindeki yavaşlama ve yön değiştirme fazlarında aktif olarak görev almakla birlikte burada üretilen tork değeri eklem hareket açıklığının tersi yönünde oluşur [17],[18].

2.5.3. Oksotonik Kasılma

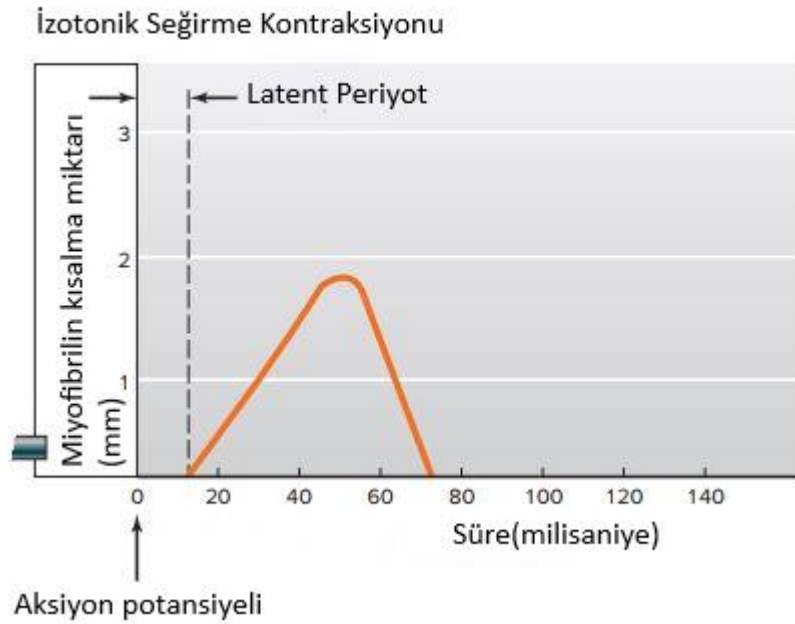
Kasın uzunluğunda ve üretilen kuvvette simultane olarak değişimin gerçekleştiği kasılma tipi oksotonik kasılma olarak adlandırılır. Kaldırılan yük sabit bir ağırlıkta olsa bile, kasın kısılmasıyla birlikte eklemdaki harekete bağlı olarak ekleme binen yükteki anlık değişimler oluşmaktadır. Pozitif oksotonik kasılmalarda yük kısalan kas ile birlikte artarken negatif oksotonik kasılmada ise kas kısaldıkça kasın maruz kaldığı yük azalmaktadır [17].

2.5.4. İzokinetik Kasılma

1960'lı yıllarda geliştirilen özel bir dinamometre ile eklem hareket hızının sabit tutulmasıyla gerçekleşen kasılma şeklidir. Sporcu ne kadar efor sarf ederse etsin eklem hareketi sabit bir hıza karşı yapılmakta ve her kasılmada kişinin kendi maksimum kas performans seviyesinde kasılmaya olanak vermektedir. Ayrıca eklem hareket açıklığının her noktasına aynı miktarda tork uygulandığı için kasın her açıda aynı miktarda geliştirilmesine olanak sağlar. İzokinetik dinamometre ve izokinetik kasılmalar kas kuvvetinin nicel olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır [17].

2.6. Fibrillerin Kasılma Mekanizması

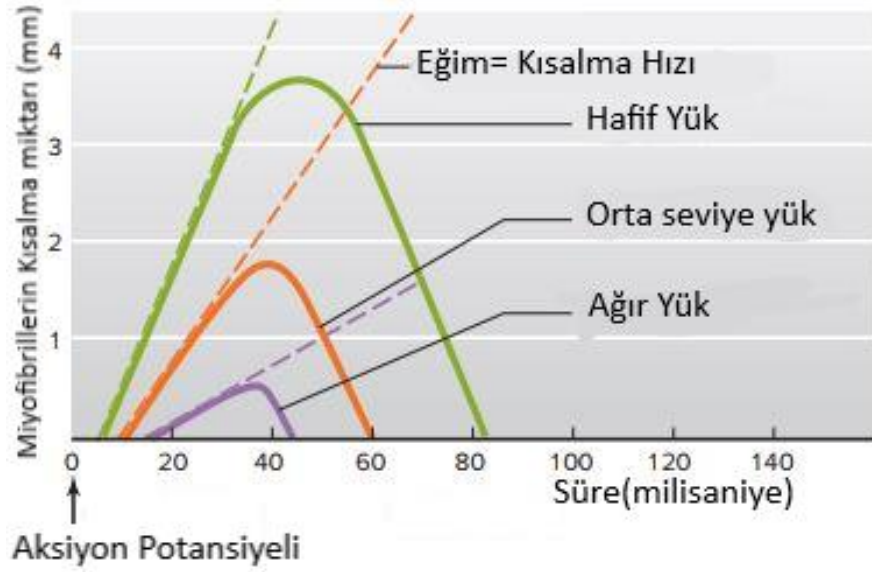
İskelet kasının tek bir aksiyon potansiyeline verdiği mekanik cevap *seğirme* olarak adlandırılır. Uyarının fibrile ulaşmasıyla fibrilin gerim üretmeye başlaması arasında milisaniyeler ile ifade edilen bölüm *latent periyod*'dur. Latent periyot sırasında fibrilin kasılmaya hazırlık süreci olan uyarılma-kasılma eşleşmesinde incelenen süreçler gerçekleşir. Latent periyoddan gerimin pik olduğu bölüme kadar olan süreç ise *kasılma süresi*'ni ifade eder (Şekil 2-12). Her iskelet kası fibrilinin kasılma süresi aynı olmamakla birlikte kasılma süreleri fibrillerin *hızlı ve yavaş kasılan kas fibrilleri* olarak gruplandırılmasına olanak sağlamıştır. Hızlı kasılan kas fibrilleri 10 milisaniye kadar kısa bir sürede kasılırken yavaş kasılan kas tiplerinde bu süre 100 milisaniyeye kadar çıkabilmektedir [16].



Şekil 2-12: Seğirmede latent periyot ve kasılma periyodu [16].

Latent period kasılma tipine göre farklılık göstermektedir. İzometrik kasılmada çapraz köprülerin oluşmaya başlamasıyla birlikte fibrilde mekanik gerim artmaya başlarken izotonik kasılmada uyarılma – kasılma eşleşmesinin gerektirdiği gecikmeye ek olarak maruz kalınan yükü tolere edecek izometrik gerimin oluşması için gereken sayıda çapraz köprülerin oluşmasından dolayı izotonik kasılmanın latent periyodu daha uzundur.

Kas fibrillerinin izotonik seğirme karakteristiğinin oluşmasında maruz bırakılan yükün büyüklüğü önem teşkil eder. Yük arttıkça latent periyot uzar, kısalmanın uzunluğu ve hızı azalır [16]. (Şekil 2-13)



Şekil 2-13: İzotonik seğirmede kasılma süresi ve kısalma uzunluğunun yük ile ilişkisi [16].

2.7. Kaslarda Kuvvet Üretimini Etkileyen Mekanik Faktörler

2.7.1. Yük – Hız İlişkisi

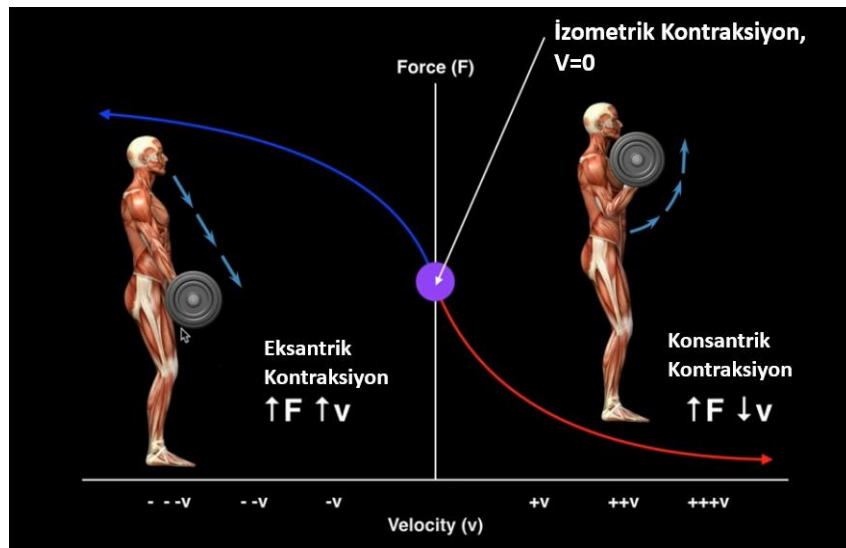
Kasın kasılma hızı maruz kalınan yük azaldıkça artar ve yükün sıfır olduğu durumda kas kasılma hızı maksimale ulaşır. Yük, maksimal izometrik kuvvete eşit olduğunda kasılma hızı sıfır olur ve yükün maksimal izometrik kuvvetten daha yüksek olduğu durumda ise kas uzayarak eksantrik faza geçer ve yükle birlikte kasılma hızı artmış olur [16]. (Şekil 2 – 14, Şekil 2 – 15)



Şekil 2-14: Yük – Hız ilişkisi [16].

Bu ilişkiden anlaşılabacağı üzere konsantrik kasılmalarda yük arttıkça kasılma hızında azalma görülerek ters orantı oluştururken eksantrik kasılmalarda yükün artmasıyla birlikte kasılma hızı da artış gösterir.

Yükün sıfır olduğu durumda kasılma hızı çapraz köprülerin döngüsel aktivite hızı ve ATPaz enzim aktivite hızına bağlıdır [16].

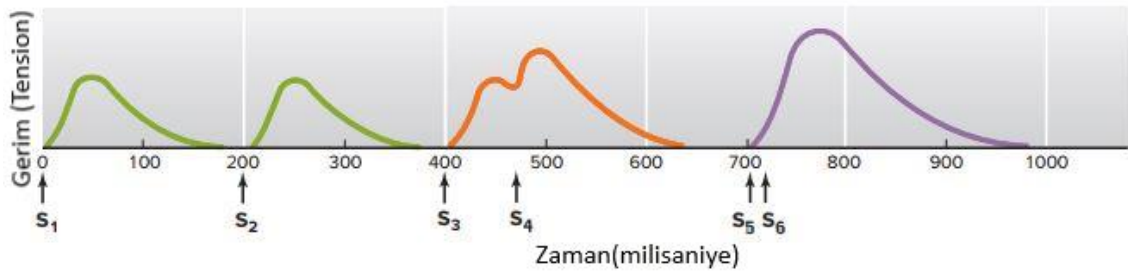


Şekil 2-15: Yük hız ilişkisi

2.7.2. Frekans – Gerim İlişkisi

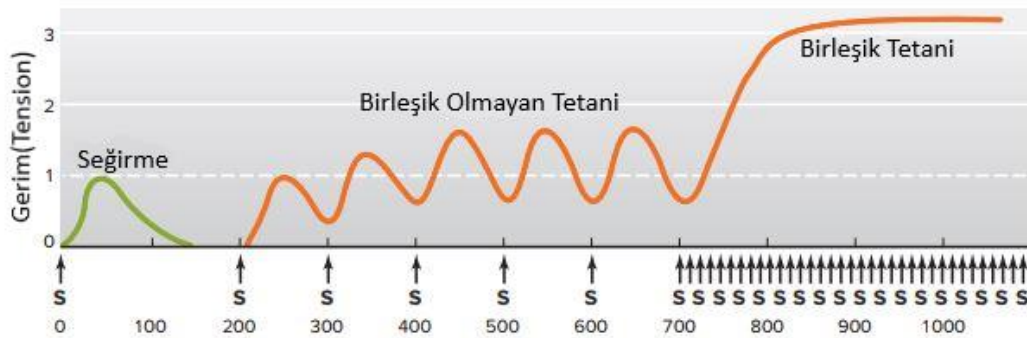
İskelet kasını uyaran aksiyon potansiyelinin etkisi 1 – 2 milisaniye sürerken uyardığı fibrilin seğirme cevabının süresi 100 milisaniyeye kadar çıkabilir. Bu durum seğirmenin mekanik etkisi sürerken ikinci bir aksiyon potansiyelinin fibrile ulaşmasına olanak sağlar. Aksiyon potansiyeli sonrasında seğirmeye devam eden fibrile gelen diğer aksiyon potansiyelinin etkisiyle kas fibrili pik gerimi üreterek tek bir aksiyon potansiyelinin oluşturduğu mekanik etkinin üzerine çıkar. Aksiyon potansiyellerinin frekansı arttığında fibrilin oluşturduğu mekanik etkideki artış daha da fazla olur [16]-[19]. (Şekil 2-16)

Art arda oluşan aksiyon potansiyellerinin fibrildeki gerimi arttırmasına sumasyon denir. Aksiyon potansiyelinin frekansının artması ve kontraksiyona devam



Şekil 2-16: Frekans – gerim ilişkisi [16].

etmesi *tetanik* kontraksiyonu oluşturur. Aksiyon potansiyelinin frekansı yüksek olduğunda *birleşik tetani* gerçekleşir. Frekansın düştüğü tetanik kasılmalar, fibrilin kısmi olarak gevşemesine izin verir ve grafikte incelendiğinde osilasyon görülür ve *birleşmemiş tetani* olarak adlandırılır. Birleşik tetanide oluşturulan gerim daha yüksektir [16]. (Şekil 2-17)



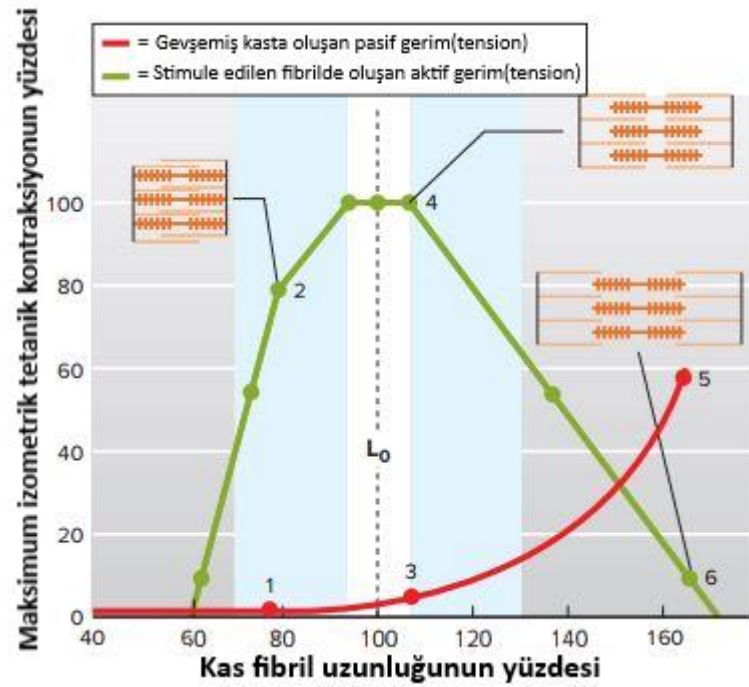
Şekil 2-17: Birleşik ve birleşik olmayan tetani [16].

Artmış frekansta aksiyon potansiyeli varlığında oluşan maksimal birleşik tetaniyle birlikte fibrilde maksimal gerim oluşur. Fibril geriminde maksimale ulaştıktan sonra aksiyon potansiyelinin frekansı daha da artsa bile kas geriminde bir artış gerçekleşmez [16]. (Şekil 2-17)

Maksimal tetanik kasılmada oluşturulan fibril gerimi seğirme cevabından 3 – 5 kat daha fazladır. Kas gruplarının kontraksiyon zamanları birbirlerinden farklı olduğu için, maksimal tetanik kontraksiyon için gerekli olan aksiyon potansiyeli frekansı da kas gruplarına göre farklılık gösterir. Tetanik kontraksiyon, kasın maksimal kuvvetini oluşturan en önemli fizyolojik parametrelerden biri olarak birçok spor branşında önem kazanır [16].

2.7.3. Uzunluk – Gerim İlişkisi

Kas fibrilinin kontraksiyon sırasında ürettiği aktif gerim, sarkomer boyu ve aktin – miyozin filamentlerinin üst üste binme derecesine bağlı olarak değişebilir [16]. Fibrilin maksimal gerimi üretebildiği sarkomer boyuna *optimal (ideal) uzunluk* olarak tanımlanır. Optimal uzunluk ise yaklaşık 2.2 mikrometredir [14],[19].



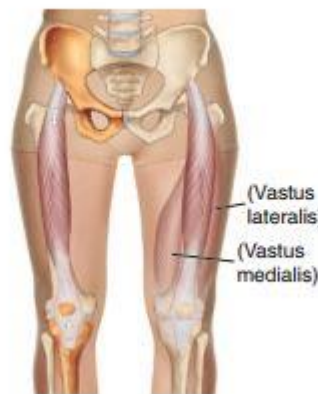
Şekil 2-18: Uzunluk – Gerim İlişkisi [16].

Şekil 2 – 18’da görüldüğü üzere sarkomer boyu ideal uzunluğundan (L_0) çok kısa ya da çok uzun olduğunda ürettiği gerim azalır. Grafikte, fibril uzunluğunun ideal uzunluğun %60 ve daha kısa olduğu bölümünde fibrilde aktif gerim 0’dır. Şekilde 2 ve 4 numaralı kısımda görüldüğü gibi sarkomer boyu optimal uzunluğa yaklaştıkça, ideal uzunlukta maksimal gerim oluşacak şekilde gerimde artış gerçekleşir. Optimal uzunluğa eriştikten sonra fibril boyunda gerçekleşen artış aktif gerimde azalmaya sebep olacaktır. Grafikte 6 numaralı bölümde gösterilen fibril uzunluğu ideal gerimin %160 olduğu durumda aktin filamentleri üst üste binmeden miyozin filamentlerinin uç kısımlarına doğru çekilmiştir. Çapraz köprülerin oluşmasına imkân vermeyen bu noktada da fibril tarafından oluşturulan aktif gerim 0’dır. Sarkomer boyunun ideal uzunluktan kısılmasıyla aktif gerimin düşmesi ise miyozin filamentlerinin kısalan Z çizgilerine temas ederek aktif gerim oluşumunu internal bir güç uygulayarak engellemesiyle açıklanır [14],[16].

2.8. Diz Bölgesi Kasları

2.8.1. Rektus Femoris

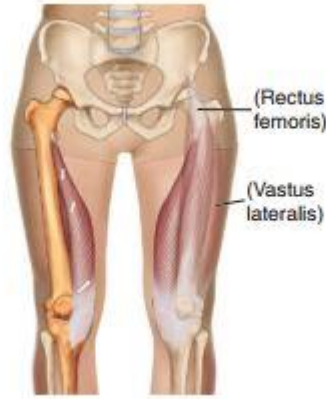
Kuadriceps kas grubu içerisinde, kalça ekleminde dize uzanan ve anterior inferior iliak çıkıntıdan başlayıp patellayı tendinoz yapı içerisine alıp tibial tüberküle yapışan kastır. Temel fonksiyonu diz ekstansiyonu ve kalça fleksiyonudur. Aynı zamanda pelvisin anterior tiltine sebep olur [20]. (Şekil 2-19)



Şekil 2-19: Solda, rektus femoris kasının anterior inferior iliak çıkıntıdan tibial tüberküle uzanımı. Sağda vastus lateralis ve medialisin yerleşimi [20].

2.8.2. Vastus Medialis

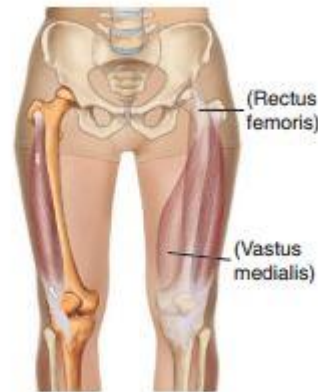
Femur üzerinde linea asperanın medial çizgisinden başlayıp patellayı tendinoz yapı içerisine alıp tibial tüberisitaza yapışır. Dizin ekstansiyonunda ve stabilizasyonunda görev alır [20], [21]. (Şekil 2-20)



Şekil 2-20: Solda vastus medialisin uzanımı, sağda vastus lateralis ve rektus femorisin yerleşimi [20].

2.8.3. Vastus Lateralis

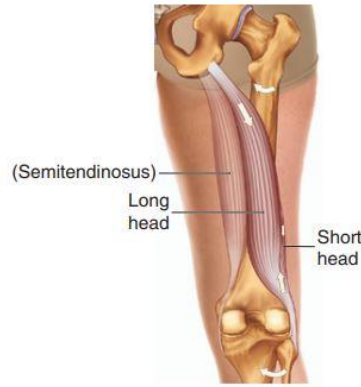
Femurda linea asperanın lateralinden ve femur gluteal tüberkülden başlayıp patellayı tendinoz yapı içerisine alır tibial tüberküle yapışır. Dizin ekstansuiyonunda ve stabilizasyonunda görev alır [20],[21]. (Şekil 2-21)



Şekil 2-21: Solda vastus lateralisin uzanımı, sağda vastus medialis ve rektus femorisin yerleşimi [20].

2.8.4. Biceps Femoris

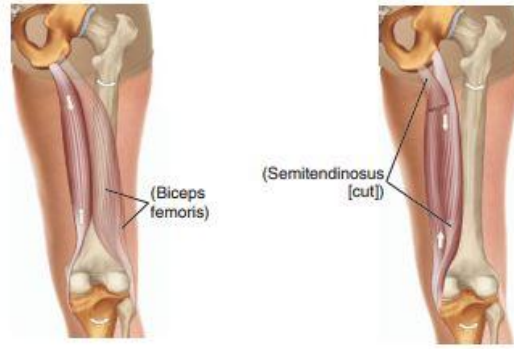
Uzun başı iskial tüberkülden, kısa başı ise femurun suprakondiler çizgisi üzerine yerleşim gösterip fibulanın başında ve tibianın lateral kondilinde üzerine ortak bir tendon oluşturup yapışır. Dizin fleksiyonunda, kalçanın ekstansiyonu fonksiyonunu gerçekleştirirken, pelvisin posterior tiltine de etkisi vardır [20]. (Şekil 2-22)



Şekil 2-22: Biceps femorisin uzun ve kısa başının uzanımı ve fibula başında yapıştığı bölge [20].

2.8.5. Semitendinosus ve Semimembranosus

Her iki grubu da iskial tüberkülden başlar ve semitendinosus tibianın proksimal anteromedialine (pes anserin tendonu) yapışırken, semimembranosus ise tibianın medial kondilinin posterioruna yapışır. Her iki kas grubu fonksiyon olarak dizin fleksiyonunda, kalçanın ekstansiyonunu gerçekleştirirken, pelvisin posterior tiltine etki eder [20]. (Şekil 2-23)



Şekil 2-23: Solda semitendinosus ve biceps femorisin yerleşimi ; sağda semitendinosus'un kesilerek altında kalan semimembranosus'un yerleşiminin gösterimi [20].

2.9. Miyofasiyal Tetik Nokta

2.9.1. Tanım

Miyofasiyal tetik noktalar (MTN) çizgili iskelet kasları içerisinde palpe edilebilir gergin bantlarda lokalize olmuş hassas nodüller şeklinde oluşan nöromusküler lezyonlardır [3],[8],[22]. *Miyofasiyal ağrı sendromunun (MAS)* başlangıcı ve devamındaki ağrılı süreçlere neden olan MTN'lerin aynı zamanda akut ve kronik kas ağrıları oluşturan en önemli etkenlerden birini oluşturduğu düşünülmektedir [22],[4],[23].

MTN' ler aktif ve latent olarak iki grupta incelenir. *Aktif miyofasiyal tetik noktalar (AMTN)* kişide spontan klinik ağrı ve belirgin motor disfonksiyona sebep olurlar. MTN'nin aktifleşmesi birkaç sebeple olabilir. Bunlar; kasa mekanik olarak fazla yüklenilmesi ve “overuse” durumu, kasın uzun süre kısalmış pozisyonda kaldığı ve bu pozisyonda kasın kontrakte olup kas geriminin arttığı durumlar, sinir basısının olduğu durumlarda nöropatik elektromiyografik değişikliklere bağlı olarak motor son plakta gerçekleşebilecek değişikliklere bağlı olabilir. AMTN'lerde ağrı lokalizasyonu olmayıp yayılan tarzda, bölgesel ve kas ve eklemlerde acı şeklinde görülen ağrı belirtisi olur. Genellikle AMTN'den uzakta her kas için ayrı karakterize olmuş yansıyan ağrı paternleri oluşturur[3].

AMTN'lerin manuel ya da kuru iğneyle uyarılmaları sonucu kişi tanıdık bir ağrı ve beraberinde yansıyan ağrı deneyimleyebilirken, gergin bantlarda hassasiyet ve *lokal seğirme cevabına(LSC)* sebebiyet verirler [2]. AMTN'lerin boyun, omuz kuşağı, pelvik

kuşakta postür kaslarında daha yaygın olarak oluştuğu ve özellikle üst trapez, skalen kaslar, sternokleidomastoid, levator skapula ve quadratus lumborum kaslarında karşılaşıldığı belirtilmiştir. MTN'nin aktifleşmesine sebep olan etkenlerin azalmasıyla aktif miyofasiyal tetik nokta latent miyofasiyal tetik noktaya dönüşür [3].

Latent miyofasiyal tetik noktalar (LMTN), aktif miyofasiyal tetik noktaları oluşturan faktörlerle oluşabilirken semptomatik belirtileri de benzerdir. Fakat latent miyofasiyal tetik noktalar spontan ağrı oluşturmuyup sadece üzerine baskı uygulandığında kişide ağrı hissi oluşturur [3]. Yansıyan ağrı yayılımları, gergin bant oluşturma ve lokal seğirme cevabı oluşturma açısından AMTN'lere benzerlik gösterir [2]. Ağrı uyarımı yapmayan LMTN'ler kişide kas boyunun kısalığına ve kasın geriminin artmasına sebep olabilirken aynı zamanda biyomekanik kas aktivasyon paternlerini bozarak dolaylı olarak diğer patolojik ve biyomekanik problemlere sebebiyet verebilirler [22],[24]. Aynı zamanda motor ünite aktivasyonunu etkileyerek kasta erken yorgunluğa [11], ve kas kuvvetini azaltacak şekilde motor etkisi belirtilmiştir [25].

Aktif miyofasiyal tetik noktalara göre “sessiz” olarak nitelendirilebilen latent Miyofasiyal tetik noktalar, kendilerini oluşturan predispozan faktörlerin etkinliğini sürdürmesi, alışılmamış tarzda ve şiddette egzersiz yapılması, kas dolaşımının etkilenmesi vb. durumlarda aktif miyofasiyal tetik noktalara dönüşebilirler [2].

2.9.2. Etiyolojisi

MTN'lerin etiyolojisi henüz tam olarak aydınlatılamamıştır [2], [3], [7]. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda MTN ve gergin band formasyonunun mekanizmasını açıklayıcı yaklaşımlar yapılmıştır. Bu yaklaşımlar, yaralanan ya da yüklenmeye bağlı kas fibrillerinin istemsiz kısalması, besin ve oksijen desteğinin azalmasına [7], lokal dokuda metabolik artık ve biyokimyasalların birikmesi [4] ve birçok araştırmacı tarafından kabul gören Simon'un tanımladığı *entegre tetik nokta hipotezini* [3], [22] geliştirmeye yönelik çalışmalar olmuştur.

2.9.3. Prevelansı

Çok yaygın olarak karşımıza çıkan MTN'lerin ağrı şikayetiyle ağrı kliniklerine başvuran kişilerin %85'inde bulunduğu [26], ve MTN'ler ile ilişkisi olabilecek durumların ise migren, gerilim tipi baş ağrıları, temporomandibular eklem disfonksiyonları, boyun ağrısı, omuz ağrısı, epikondilit, bel ağrısı, pelvik ağrılar, atipik angina pectoris gibi farklı klinik koşullar olabileceği bildirilmiştir [27]–[29].

Sola ve ark. 200 asemptomatik bireyle yaptıkları çalışmada omuz kuşağında kadınların %54, erkeklerin %45 oranında LTN bulundurduğunu ve ayrıca katılımcıların %25'inin yansıyan ağrı paterni oluşturduğu bildirmiştir [30].

1995 yılında Frohlich ve ark. 100 asemptomatik bireyde lumbogluteal bölge kaslarındaki LTN'leri inceledikleri çalışmada katılımcıların %45'inde kuadratus lumborumda, %41'inde gluteus medius, %24 iliopsoas, %11 gluteus minimus ve %5 priformis oranında dağılım gösterdiğini bildirmiştir. [31].

Bir nöroloji kliniğinde 96 kişinin incelenmesi sonucunda %93'ünün ağrısının en azından bir kısmına, %74'ünde ise ağrının tamamının MTN'ler olduğu belirtilmiştir [32].

Lucas ve ark. 154 yetişkin bireyde yaptığı çalışmada omuz bölgesi incelenmiş ve katılımcıların %90'ında LTN bulunduğu ve üst trapez kasının algometre değerlendirmesinde omuz kuşağındaki en hassas kas olduğu bildirilmiştir [8].

2.9.4. Klinik Bulgular ve Tanı

Klinik olarak MTN'ler kas fibrilleri içerisinde oluşan gergin bantların içerisinde lokalize olmuş, palpe edilebilir hassas noktalardır. Tanı konulurken kullanılan herhangi bir laboratuvar ve görüntüleme yöntemi yoktur. Ancak EMG ve ultrason altında lokal seğirme cevaplarının incelenebilmesiyle birlikte basınç ağrı eşiği analizi, MTN'lerin nicel olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır [3].

Gergin bant; palpe edilebilen kasın uzanım yönünün çaprazına olacak şekilde palpe edildiğinde iplik şeklinde uzanım gösteren ve MTN'nin başlangıcından kasın uzanımı doğrultusunda oluşan yapılardır. MTN'lerin tedavi yöntemleriyle inaktif edilmesiyle bu gergin bant yapılarının hassasiyetinin azaldığı ve çoğunlukla ortadan kalktığı bildirilmiştir [3], [4].

Hassas nodül; gergin bant boyunca bant üzerine yerleşmiş lokalize noktalardır ve hassasiyeti yüksek olan bu noktalar MTN'lerin belirgin bulgularından birini oluşturur [3]. Tavşanlarda yapılan çalışmada hassas nodülün 5mm. çevresinde lokal seğirme cevabı (LSC) alınması sonucunda LSC'nin tamamına yakın azalma görülürken, birkaç santimetre çevresinde yapılan uygulama sonrasında LSC'deki azalmanın daha yavaş olduğu görülmüştür [33]. Klinik değerlendirme sırasında hassas nodüllere uygulanan basınçla birlikte kişide oluşturduğu yüksek ağrı hissiyle *zıplama belirtisini* oluşturur. Uygulanan basıncın miktarını ölçülebilir kılmak amacıyla araştırmalarda ve klinik değerlendirme kullanılan algometrelerin geçerlilik – güvenilirlik çalışmaları yapılmış ve MTN'lerin objektif değerlendirilmesinde önemli bir klinik yöntem olarak kullanılmaya devam etmektedir [34].

Ağrı; kişide hassas nodül üzerine uygulanan basınçla birlikte ilgili kasın ağrı yayılım paterni boyunca oluşabilen refere ağrı yayılımı ve kişinin bu ağrıya yabancı olmaması ve önceden hissettiği ağrıya benzetmesi palpe edilebilen bulgularla birlikte MTN'lerin en önemli bulgularından birisidir [35], [36].

Lokal seğirme cevabı; AMTN ve LMTN'lerde görülebilen lokal seğirme cevabı derin palpasyonla ya da iğne girişimi yapılarak oluşabilirken MTN'lerin en spesifik klinik belirtisini oluşturur [2], [36], [37]. MTN'ye iğne penetrasyonu yapıldığında ani ve küçük boyutta gelişen seğirme ve devamında yayılan ağrı paterninde ağrı yayılımı gözlenir. Hong ve ark. yaptığı çalışmada santral ve lokal yolların lokal seğirme mekanizmasında etkili olduğu bildirilmiştir [37]. Shah ve ark. 2005 yılında yaptıkları çalışmada ise lokal seğirme cevabı sonrasında lokal dokuda gerçekleşen metabolit değişimleri izlenmiştir [5].

Azalmış hareket açıklığı; AMTN'lerin varlığında aktif olan ağrı sebebiyetiyle ilgili eklemdeki hareket açıklığında azalma meydana gelir [38]. İlgili kası pasif olarak, kasın izin verdiği limitin ötesinde germek ise kişide dayanılmaz bir ağrıya sebep olacaktır. Bunun sebebi kasın dinlenim durumundayken bile AMTN'ye bağlı artmış geriminin olmasıdır [3],[4].

Ağrılı kas kontraksiyonu; AMTN varlığında şiddetli izometrik kontraksiyon sırasında şiddetli ağrı oluşumu görülür [38].

Kas dayanıklılığında azalma; kasa ve kişiye göre değişmekle birlikte, yapılan EMG çalışmalarına göre MTN bulunduran kas daha çabuk yorulmakta ve hareketin başlangıcından itibaren yorgunluk belirtileri vermekte ve klinikte kas dayanıklılığında

azalma olarak değerlendirilmektedir. Bu durumun kasın refleks inhibisyon mekanizmalarını aktif ettiğinin bir göstergesi olabileceği düşünülmektedir [3][11].

Klinik bulgularla birlikte Travell ve Simons'un oluşturduğu tanı kriterleri aşağıdaki tablodaki gibi özetlenebilir [3].

Tablo 2-1: MTN'lerin klinik bulgular ve tanıyı doğrulayıcı bulgular [3].

Hikayesinde;

- Bölgesel ağrı
- Hareketle birlikte ani başlayan ağrı
- Kasın kısaldığı pozisyonda uzun süreli kontraksiyonla başlayan ağrı
- Tekrarlı hareketle birlikte başlayan ağrı

Fiziksel Muayenede;

- Gergin Bant
- Gergin bant içerisinde noktasal kas hassasiyeti
- Basınçla birlikte ortaya çıkan refere ağrı paterni
- Aktif miyofasiyal tetik nokta varlığında, basınçla birlikte kişide spontan oluşan ağrıya benzer ağrı oluşturma
- Hareket açıklığının aşırı ağrı dolayısıyla tamamlanamaması

Tanıda Doğrulayıcı faktörler

- Visuel ve taktil olarak lokal seğirme cevabının alınması; iğne ya da manuel friksiyon ile
 - EMG'de spontan elektriksel aktivite ve grafikte gürültü oluşumu
-

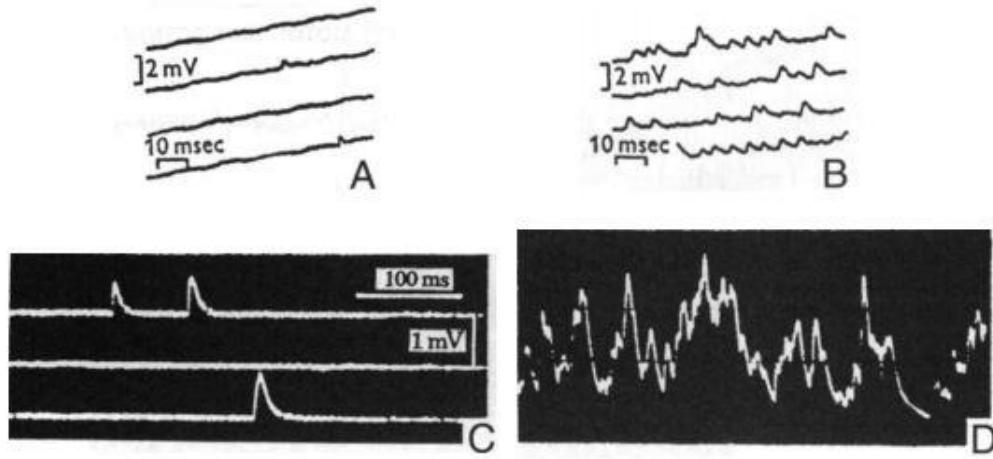
2.9.5. Patofizyolojisi

2.9.5.1. Entegre Tetik Nokta Hipotezi

İlk olarak 1981'de öne sürülen ve *enerji krizi yaklaşımı* ve *MTN'lerin elektrofizyolojik bulgularının* Simons tarafından entegre edilerek oluşturulan hipotezdir [2], [3], [4].

Yapılan *elektromiyografi (EMG)* çalışmalarında, miyofasiyal tetik noktaların spontan elektriksel aktiviteye neden olduğu ve EMG grafiğinde gürültü oluşumlarının tetik noktalara bağlı olarak olduğu bildirilmiştir [4],[39]. Normal bir kasta herhangi bir kontraksiyon oluşmadığında EMG'de elektriksel aktivite gözlenmezken, MTN bölgesinde grafikte gürültü şeklinde ortaya çıkan voltaj değişimleri, MTN'nin

diagnostik karakterinden birini oluşturmaktadır [3]. (Şekil 2 – 24). Simons tarafından yapılan çalışmalarda EMG’de oluşan gürültünün MTN’lerle ilişkisini kanıtlayıcı çalışmalara ek olarak bu gürültünün EMG iğnesinin motor son plağa denk gelmesinden dolayı oluştuğu görüşünü çürütmüş ve MTN’lerle spontan elektriksel aktivite arasındaki ilişkinin kanıtlarını güçlendirmiştir [40].



Şekil 2-24: Dinlenim durumunda normal (A ve C) ve miyofasiyal Tetik nokta bulunduran (B ve D) kasın EMG aktivitesi ve spontan elektriksel aktivite.

1971 yılında Hauser ve Miledi tarafından kurbağalarda yapılan çalışmada motor son plaktan aşırı derecede *asetilkolin*(ACh) salınımının spontan elektriksel aktiviteye sebep olduğu ve EMG’de gürültü grafiği oluşturduğu bildirilmiştir [41]. Buna ek olarak 1995 yılında Simons ve Hong tarafından tavşanlar üzerinde yapılan çalışmada, MTN’lere enjekte edilen ve ACh salınımını bloke edici etkisi olan botulinium toksinin spontan elektriksel aktiviteyi ortalama olarak %25 oranında azalttığı bildirilmiştir [42].

Simons’un entegre tetik nokta hipotezi aşırı artmış ACh salınımını başlangıç noktası kabul eder ve 7 basamaktan oluşan pozitif geri besleme döngüsüyle tetik nokta oluşumunu ve patofizyolojisini açıklar [4].

1. Basamak: Aşırı Asetilkolin Salınımı

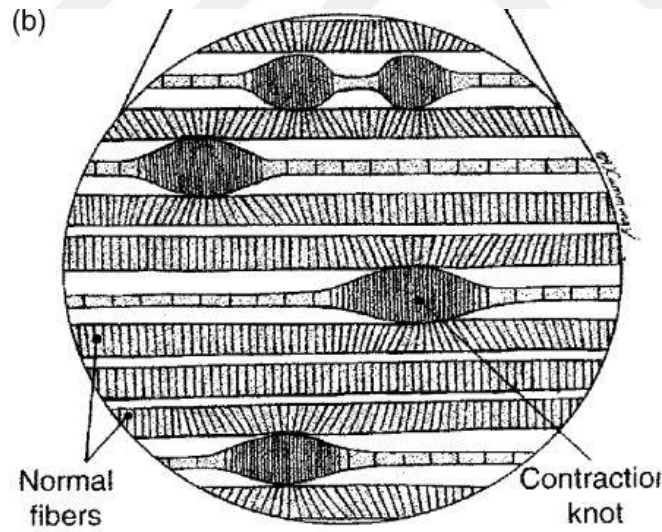
Normal kas fibrillerinin motor son plakta gürültü oluşturmadağının anlaşılması ve ACh salınımına bağlı olarak EMG’de minimal motor son plak aktivitesi görülmesi MTN’lerin diagnostik karakteristiklerinden birini oluşturmaktadır [4]. (Şekil 2-24)

Motor son plak aktivitesinin patofizyolojik oluşunun araştırmacılar tarafından anlaşılmasından sonra MTN'lerin elektrofizyolojik olarak çalışılmasındaki bariyer ortadan kalkmıştır. Böylece AMTN'lerin EMG aktivitesinde diken şeklinde dalga oluşumu ve devamlı düşük amplitüdlü aksiyon potansiyelleri, LMTN'lerin ise devamlı düşük amplitüdlü aksiyon potansiyelleri oluşturduğu görülmüş ve bu anormalliğin aşırı ACh salınımına bağlı olabileceği aynı yazar tarafından tartışılmıştır [39].

2. Basamak: Miyofibril Geriminde Artış

Palpe edilebilir gergin bantlardaki miyofibrillerin gerimindeki değişikliklerin araştırılması kas biyopsileriyle gerçekleştirilmiştir [4].

MTN'lerin araştırıldığı ilk biyopsi çalışmaları 1976 yılında Simons ve ark. tarafından yapılmıştır. Köpeklerin kullanıldığı çalışmada, gergin bantların içersindeki hassas nodüller dikkatle kesilip histolojik olarak incelenmiştir. Işık mikroskopunda uzunlama kesit incelendiğinde birçok kontraktif düğümün farklı miyofibrillere dağılmış şekilde yerleştiğini belirtmiştir [43]. (Şekil 2-25)



Şekil 2-25: Işık mikroskopu altında kontraktif düğümler ve kontraktif düğümlerin miyofibrillere dağılımı [4].

Aynı çalışmada kontraktif düğümlerin detaylı incelenmesi sonucunda ise aşırı derecede kısalmış sarkomer yapılarının bir araya gelerek oluştuğu bildirilmiştir. Aynı miyofibrilin düğüm bulundurmayan bölgesinde ise sarkomer boyunun, düğüm bulundurmayan normal miyofibrillerdeki sarkomer boyuna kıyasla daha da uzun olduğu

belirtilerek; aynı miyofibril boyunca düğümlere bağlı sarkomer boyunun aşırı derecede kısılması ve düğüm bulundurmeyen bölgedeki sarkomer boyunun ise uzamasının miyofibrilin geriminin artışına sebep olduğu düşünülmektedir. Bu şekilde miyofibril sayısındaki artışın palpe edilebilir gergin bant formasyonuna sebep olabileceği tartışılmıştır [43].

Mense ve Simons tarafından ve farelerde deneysel kontraktif düğümler oluşturularak yapılan takip çalışmasında kolinesteraz blokör kullanılarak aşırı ACh salınımı ve elektrik stimülasyon ile kas kontraksiyonu oluşturulmuştur. Yazarlar çıktı olarak 3 anormal bulgu belirtmiştir. Bunlar; kontraktif düğümler, yırtık fibriller ve yatay olarak uzanan şeritlerdir. Yırtık fibrillerin ve kontraktif disk bulgularının miyofibril gerimindeki artışla ilişkisi olduğu düşünülmekte ve miyofibril gerimindeki artışın gergin bantları açıklamada, kontraktif düğümlerin ise palpe edilebilir nodülleri açıklayabileceği belirtilmiştir [44].

3. Basamak: Lokal Hipoksi

Aşırı kısalmış sarkomer ve buna bağlı oluşan kontraktıl düğümlerdeki çoklu sarkomer yapısının oluşturduğu kontraktıl gerimi devam ettirebilmesi gerekli olan oksijen miktarı da artacaktır. Buna ek olarak düğümlerdeki kısalmış sarkomer yapıları miyofibrillerin dolaşımını bozarak lokal iskemiye sebep olur. Artmış oksijen ihtiyacına rağmen dokudaki dolaşımın bozulmasıyla birlikte şiddetli lokal hipoksi oluşumu görülür [4].

4. Basamak: Doku Distresi:

Lokal hipoksinin sonucunda dokuda glikolitik ve aerobik enerji desteğinin sekteye uğraması sonucunda ATP miktarında azalma ve sensitizasyona sebep olan maddelerin dokuya salınımına sebep olacaktır. Dokuda giderek azalan ATP “*enerji krizi*” yaklaşımını oluşturur [4].

Mense ve Simons’un deneysel çalışmasında iskelet kasında gerçekleşen hipoksinin tek başına nosiseptörlerin uyarılmasında yeterli olduğu ve MTN’ya bağlı güçlü kontraktıl yapıdan dolayı oluşmuş olan sensitizasyonu arttıracığı bildirilmiştir [44].

5. Basamak: Sarkoplazmik Retikulum Disfonksiyonu

ACh salınımına bağlı artmış olan motor son plak aktivitesiyle birlikte sarkoplazmik retikulumdan Ca^{+2} iyonunun salınımı artarak miyofibrillerde sürekli olarak kontraksiyon oluşmasına sebep olur. Sarkoplazmik retikulumun Ca pompası görevi ve ATP ile aktifleşmesi ve dokuda hali hazırda bir enerji krizinden dolayı pompanın miyofibrildeki gevşemeyi gerçekleştirememesi ve böylece miyofibril geriminde artışı tetikleyerek kısır döngüyü oluşturmuş olacaktır[4].

6. Basamak: Sensitizasyon Maddeleri

Kaslarda bulunan nosiseptif terminaller, hasar görmüş dokudan salınan bradikinin, serotonin (5-HT), proton (H^+) ve prostaglandinler salınarak nosiseptörlerin ağrı eşiğini düşürerek sensitizasyonu kolaylaştırır ve hareket esnasında kasta ağrıya sebep olur [45].

Nöropatik ağrılı kişilerde yapılan periferik kan ve merkezi sinir sistemi araştırmalarında sitokin tümör nekroz faktör-a (TNF-a) salınımının nöropatik ağrıyı oluşturan önemli bir substans olduğu belirtilmiştir [46].

AMTN'lerin spontan ağrı karakteristiği LMTN'lerin yayılan refere ağrı karakteristiği, kaslarda nosiseptörlerin lokal dokudaki biyokimyalar üzerinden etkilenebilerek ağrı ve hassasiyet oluşturabileceğini akıllara getirmiştir [5].

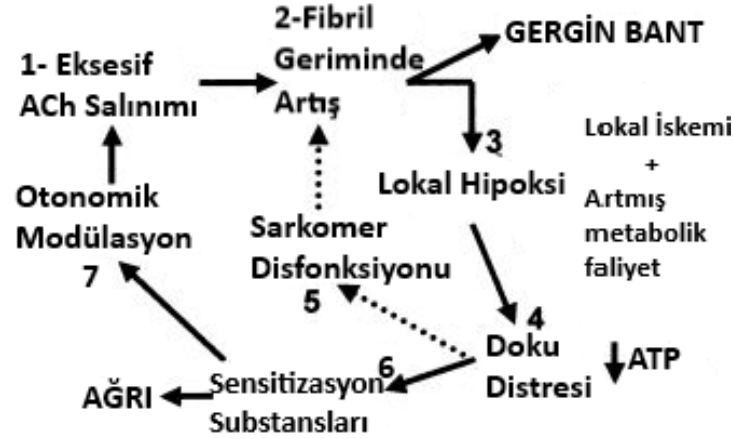
Shah ve ark. 2005 yılında yaptıkları çığır açan çalışmada ve sonrasında 2008 yılındaki takip çalışmasında ; AMTN, LMTN ve herhangi tetik nokta ve ağrısı olmayan kişilere göre MTN'lerin lokal çevresindeki biyokimyasal maddelerin analizi yapılmış ve kalsitonin gen ilişkili peptid (CGRP), bradikinin, serotonin(5-HT), substans P (SP), (tümör nekroz faktör-a (TNF-a), norepinefrinin ve proton(H^+)'nun AMTN'larda anlamlı şekilde artmış olduğunu ve pH seviyesinin ise anlamlı düşük olduğu bildirilmiştir [5], [6].

7. Basamak: Otonomik Modülasyon

Baş ağrısı olan ve olmayan kişilerin bazı psikolojik testlere tabi tutulduktan sonra üst trapez kasındaki MTN'lerdeki EMG'de oluşturdıkları gürültüde artış olduğu gözlemlenmiştir [47], [48].

MTN'lerin karakteristik EMG bulgusu olan motor son plak gürültü grafiklerinin motor son plaktaki eksefif ve düzensiz ACh salınımıyla ilişkisi düşünüldüğünde

otonomik değişimler ve stres faktörünün ACh salınımını tetikleyebileceği ve stresle birlikte MTN'lerin agreve olmasının bu şekilde açıklanabileceği düşünölmektedir [4].



Şekil 2-26: Simons Entegre Tetik Nokta Hipotezi [4].

2.10. Kuru İğneleme

MTN'lerin tedavisinde sıklıkla kullanılan ve tercih edilen tekniklerden birisi de kuru iğneleme yöntemidir. Akupunktur iğneleri kullanılarak gerçekleştirilen ve invazif bir işlem olan kuru iğneleme yönteminde, gergin bant içerisindeki hassas nodüller hedef alınır ve iğnenin oluşturduğu mekanik etkiyle birlikte MTN'leri inaktifleştirmek amaçlanır [49] [50].

Kuru iğneleme yönteminde çapı 160 – 450 mikron arasında değişkenlik gösteren iğneler kullanılır. Miyofibrillerin 20 – 60 mikron arasında değişkenlik gösteren çapları düşünöldüğünde, kuru iğnelemedeki mekanik etki, penetre olunan dokudaki miyofibrilleri, motor son plakları ve distal aksonları parçalayacaktır. MTN'lerin patofizyolojisi göz önüne alındığında, disfonksiyonel motor son plakların ve kısalarak nodülleşen sarkomer yapılarının parçalanmasıyla kuru iğneleme yönteminin etkinliğini gösterdiği düşünölmektedir [49].

Travell ve Simons, lokal anestezikleri iğne ile MTN'lere enjekte etmişler ve manuel terapiyle ulaşamadıkları bölgelere ulaşabilmeleri ve o dönemdeki en uzun ağrı kesici etkiyi sağlayabilmeleriyle önemli bir yöntem haline gelmiştir. Travell, Kellgren'in miyaljide prokain enjeksiyonu yaptığı çalışmadan etkilenmiş [51], fakat 1930-1940'lı yıllarda lokal anestezik kullanımı bazı endişeler doğurmuştur. Bunlar; kas

nekrozu, anaflaktik şok ve doza bağlı toksik etkilerdir. Risklerin farkındalığında MTN enjeksiyon yöntemini kullanmaya devam ederken, *soğuk sprey ve germe* yöntemini de geliştirerek [3] MTN'leri inaktif etme yaklaşımlarını genişletmişlerdir [22].

1955 yılında Sola ve Kuitert, MTN'leri inaktif etmek için lokal anestezikler yerine salin enjeksiyonu yapmışlardır [52]. Bu uygulama lokal anesteziklerin oluşturduğu riskleri ortadan kaldırmıştır. 1980 yılında Frost ve ark. yaptıkları çift kör çalışmada salin enjeksiyonu yapılan katılımcıların %80'inde ağrı ortadan kalkarken, lokal anesteziklerden olan mepivakain enjeksiyonunda bu oran %52 olarak görülmüştür [53].

Salin enjeksiyonun lokal anesteziklere kıyasla daha efektif görülmesi, iğnelemenin etkileri üzerine soru işaretleri ortaya çıkarmış ve Lewit 1979 yılında, iğnede herhangi bir anestezik ya da salin çözeltisi dahi kullanmadan iğneyi enjekte etmiş sonrasında *kuru iğneleme* olarak tanımlanacak şekilde bu yöntem literatüre girmiştir [54]. Lewit'in çalışmasının sonuçlarına göre 241 miyofasiyal ağrı sendromu tanımlı katılımcıdan %87'si ağrılarının birden bire gittiğini ve bu katılımcılardan %31'inde ağrının kalıcı olarak giderildiği, %20'si birkaç ay, %22'si birkaç hafta ağrı hissetmediklerini belirtirken %14'ünde ağrı hissinde herhangi bir değişiklik olmadığı belirtilmiştir [54].

Hangi girişimsel yöntem seçilirse seçilsin, lokal seğirme cevabının alınması MTN'lerin ve ağrının deaktivasyonunda en önemli kriterlerden biri olduğu birçok araştırmacı tarafından kabul edilmiş ve MTN deaktivasyonunun en önemli parçalarından olduğu bildirilmiştir [22]. Lokal seğirme cevabı, 1976 yılında Simons tarafından, elektromiyografik aktivitenin çok hızlı bir şekilde artıp azalması olarak tanımlanmıştır ve sonrasında Friction ve ark. bu tanımlı doğrulamıştır [55],[56]. Hong ve arkadaşları radial sinire yaptıkları iskemik kompresyon sonrasında, parmak ekstansörlerindeki LSC'nin EMG aktivitesinde progresif bir şekilde azalma olduğunu görmüş [57], devamında brakial plexus posterior kordunda sinir iletiminde tamamen kayıp olan kişide yaptığı çalışmada, paralize olan kasın LSC'nin EMG incelemesinde belirgin derecede azalma olduğu görülmüştür [58]. Bu bilgiler ışığında LSC'nin merkezi sinir sistemiyle ilişkisi üzerinde durulmuş ve tavşanlar üzerinde yapılan çalışmada spinal kord transeksiyonuyla birlikte LSC'nin EMG aktivitesinin tamamen ortadan kalktığı, aynı denek hayvanın transeksiyondan 2.5 saat sonrasında; yani transeksiyonun etkisinin ortadan kalkmasıyla birlikte LSC'nin EMG aktivitesinin

girişim öncesindeki seviyeye geldiği bildirilmiştir [59]. Bu bilgiler ışığında LSC'nin merkezi sinir sistemi aracılığıyla sağlandığı ve spinal kord seviyesinde entegre olabileceği düşünülmektedir [59] .

Lucas ve ark. 2003 yılında yayınladıkları çalışmada omuz elevasyonu sırasında kas aktivasyon paternlerinin yüzeyel EMG ile incelenmiş ve LTN'lerin kuru iğnelemesi sonrasında aktivasyon paternlerinin normale döndüğü belirtilmiştir. Çalışma metodunda LSC alınarak iğneleme yapılmıştır. Yazar ayrıca omuz rotator kaslarında bulunan LTN'lerin kas aktivasyonlarını etkileyerek nöromusküler kontrolü etkilediği ve omuz sıkışma sendromu, infraspinatus kasının overuse sendromu ve skapular hareketin kısıtlanması ve hareket verimliliğinin azalmasına sebep olabildiği bildirilmiştir [8], [60].

2.11. Atletik Performans Parametreleri

2.11.1. Kuvvet ve Dayanıklılık

Kas – iskelet sisteminin dirence karşı koyabilme ve etki gördüğü dirence karşı direnç oluşturabilme yetisi *kuvvet*, herhangi seviyedeki bir dirence karşı tekrarlı yüklenmeler oluşturabilme yetisi ise *kuvvette dayanıklılık* olarak tanımlanmıştır. Kas kuvveti eksikliği ya da kas grupları arasındaki kuvvet dengesizliği sportif hareketin ve yürüme paternlerinin bozulmasına sebep olabilirken; atletik performansın sürdürülmesi ve değerlendirilmesinde en önemli parametrelerden birini oluşturur [61].

Maksimal kuvvet, kas ya da kas grubunun hareketin formunu bozmadan üretebildiği maksimal kuvveti ifade eder. Kişinin 'bench press' ya da 'back squat' gibi egzersizlerde 1 tekrarda kaldıracabildiği maksimum ağırlıkla, izometrik şekilde bir platforma karşı oluşturduğu kuvvetin elektronik sistemlerde oluşturduğu sinyallerle ya da izokinetik sistemlerde belirli bir hıza karşı oluşturduğu maksimal eforla nicelleştirilip testlenebilir [62].

Kuvvette dayanıklılık değerlendirilirken sporcunun, 'chin-up', 'paralel bar dips', 'push-up' gibi egzersizleri yapabileceği maksimal sayıda yapması istenir. Ya da yükü belirli olan bir ağırlığı maksimal seviyede kaldırması ya da izokinetik sistemde yüksek hıza karşı tekrar sayısı artırılarak yapılan kassal iş değerlendirilerek ölçümlenebilir [62].

Kuvvet üretimini etkileyen faktörler; kasın kesit alanı, miyofibril sayısı, nöromusküler koordinasyon seviyesi, tendonun yapışma yeri, kasılma tipi, uzunluk –

gerim ilişkisi, kasılma hızı – gerim ilişkisi, kas fibril tipi oranı, hormonal ve kognitif sistem ve yorgunluk düzeyi olarak sıralanabilir [61].

2.11.2. Çabukluk ve Güç

Birçok spor branşının gerekliliği olan hareketlerin en etkili şekilde yapılabilmesi için kuvvetli ve hızlı olması gerekmektedir [63]. Birim zamanda üretilen kuvvetin miktarı arttıkça güç artmış olacaktır. Hangi spor branşı olursa olsun, sporcunun güç üretebilme kapasitesi atletik performansını doğrudan etkileyen önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır [64].

Maksimal güç kavramı kişinin en kısa sürede kaldırabileceği maksimum ağırlık olarak tanımlanır. Maksimal kuvvetin aksine sürenin ve çabukluğun önemli olduğu bu parametrede nicel ölçümler kişinin 1 tekrar maksimumla yapacağı patlayıcı egzersizler olan ‘snatch’, ‘power clean’, ‘push jerk’, sıçrama yüksekliği ve kassal seviyede izokinetik sistemlerle ölçülebilir [62]. Burada hareketin süresi ve çabukluk büyük önem kazanmaktadır.

2.11.3. Çeviklik

Spora spesifik uyarılara karşı vücudun ani şekilde hızını veya yönünü değiştirme kabiliyeti çeviklik olarak tanımlanmaktadır. Yön değiştirmedeki reaksiyon hızı ve kognitif reaksiyonlar olarak 2 ana komponentte incelenir [65].

T testi, 505 çeviklik testi gibi testlerle testlenebilir [62]. İzokinetik dinamometrede gecikme zamanı ve resiprokal gecikme parametreleriyle nicel olarak değerlendirilebilir.

2.11.4. Hız ve İvmelenme

Birim zamanda kat edilen mesafe *hız* olarak tanımlanır. Bir sprint ele alındığında, başlangıçtan 10 metre gibi kısa mesafedeki hız *ivmelenme* olarak tanımlanabilirken 40 metrelik mesafe maksimal hız ölçümü için ideal mesafedir. Hız testlerinin 100 metreden kısa bir mesafede yapılması, hız ölçümünden çok enerji yollarının kapasitesini gösterebileceği için hız ölçümünde önemli bir noktayı oluşturur [62], [66].

2.11.5. Propriyosepsiyon

Loosch'a göre propriyosepsiyon ilk kez İngiliz Nobel ödüllü nörofizikçi Sherrington tarafından vücut hareketinin algılanması ve uzaysal oryantasyon olarak tanımlanmıştır [67],[68].

Quante ve Hille propriyosepsiyonu, eklem hareketi ve pozisyonunun afferent girdilerinin bilinçli veya bilinçsiz şekilde merkezi sinir sistemi tarafından işlenen özel bir duyu olarak tanımlamışlardır [69],[68].

Häfelinger ve Schuba propriyosepsiyonu total koordinasyonun önemli bir parçası olarak değerlendirmiş derin duyu hissi ve refleks kas aktivitesinin en önemli komponentini oluştururken denge, adaptasyon ve reaksiyon kabiliyetiyle ilişkisinden dolayı uzaysal oryantasyona etkisi belirtilmiştir [68],[70].

Mekanoreseptörler, vestibular, görsel sistemler, kas ve eklem içerisindeki duysal girdilerin merkezi seviyeye ulaştırılmasıyla birlikte merkezi sinir sistemi tarafından değerlendirilen bilginin kaslara ulaştırılmasından da sorumludur. Hareketlerin kalitesini ve verimini, ard arda oluşan hareketlerin planlanması pozisyonlamasında önemli rol oynayarak sportif yaralanmaların önlenmesi ve atletik performansın artırılmasında önemli rol oynar [71].

2.11.5.1. Propriyoseptif Organlar

Mekanoreseptörler: Mekanik etkileşimleri elektriksel sinyallere çevirerek merkezi sinir sistemine bilgi gönderirler. Eklem içerisinde ve çevresinde yerleşim gösteren bu reseptörler *rufini cisimciği*, *pacini cisimciği*, *meissner cisimciği* ve *serbest sinir sonlanmalarıdır*. [14]

Golgi Tendon Organı: Kas – tendon bileşkesinde yerleşim gösterip kasın gerim düzeyi ve boyu ile ilgili geri bildirim sağlar. Otojenik inhibisyonda görev alarak kas ya da tendon bölgelerinde aşırı gerime bağlı kas ya da tendon yırtılmalarını önler. Kuvvet üretimi, ivmelenme, yön değiştirme gibi yüksek performans gerektiren sportif aktivitelerde eklem hareketinin son açılarını sınırlayarak yaralanmalardan korunmada etkilidir. [14], [62].

Kas İğcikleri: Kas fibrillerinin içerisinde, ektrafüzal liflere paralel yerleşim gösteren ve konnektif doku fasyasıyla çevrelenen özelleşmiş *intrafüzal liflerdir*. Kas

iğcikleri kasın uzunluğu ve kas uzunluğunun değişim hızıyla ilgili merkezi sinir sistemine bilgi gönderir. Kasın boyu uzadığında kas iğciklerinin duyuşal nöral ağıları spinal kord'a sinaps yapıp burada aynı kasın motor nöronlarını aktive ederek kasın aktifleşmesi yani kasılmasına sebep olur. Burada refleks agonist kasılma ve antagonist gevşeme gerçekleşir. Kas iğcikleri, kasa binen yükün üstesinden gelebilmek için kasın ne kadar aktifleşmesi gerektiğiyle ilgili bilgiyi spinal kord'a taşır. Binen yük arttıkça kas iğciklerinin gerimi artacak ve aktifleşecek olan motor ünite sayısı da aynı derecede artış gösterecektir [62].

2.12. İzokinetik Dinamometre

Hislop ve Perrine tarafından ilk olarak 1967 yılında *izokinetik egzersiz* tanımı, 'hareketin sabit bir açısal hıza karşı yapılması' olarak yapılmıştır [72]. Daha sonrasında ise bu fikir izokinetik dinamometrelerin üretilmesiyle hayata geçirilmiştir. İzokinetik dinamometreler; egzersiz öncesi belirlenen bir açısal hız karşısında kuvvet üretimi gerçekleşirken, dinamometrenin açısal hızı sabit tutmak için oluşturduğu direncin hareket açıklığı boyunca değiştiği sistemlerdir. Bu özellik, kişinin hareketi yaparken hareket açıklığının her açısında kendi maksimalinde çalıştıracağı için, izometrik ve izotonik çalışmalara göre oldukça verimlidir [61].

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte hem konsantrik hem de eksantrik kasılmanın gerçekleştirilebildiği izokinetik sistemler, geniş açısal hız seçenekleri sunmaktadır. Açısal hız spektrumları tablo 2- 2 'deki gibi sınıflandırılabilir [61], [73].

Tablo 2-2: İzokinetik Açısal Hız Spektrumlarının Sınıflandırılması [73].

HIZ SINIFI	AÇISAL HIZ (°/sn)
İzometrik	0
Yavaş	0-60
Orta	60-180
Hızlı	180-300
Fonksiyonel	300-1000

Analiz, atletik performans gelişimi ve rehabilitasyonda kullanılan izokinetik sistemlerin avantajları [61], [73],[74]:

- Kişi kendi kapasitesinin maksimalinde çalıştırılabileceği için yaralanma riski yoktur.
- Bilgisayarlı sistem oluşu ve yazılımın sağladığı görsel geri besleme olanağı, çalıştıran kişinin işitsel uyarlarıyla birlikte kişinin kendi maksimalinin sınırlarını zorlaştırmasını kolaylaştır ve verimi artırır.
- Farklı hız seçeneklerinin olması spor branşı ve istenilen atletik performans birimine yönelik farklı tipte çalışmaların oluşturulmasına olanak sağlar.
- Eşzamanlı olarak hem agonist hem de antagonist kas grubunun çalışmasına imkan verir.
- Grafik analizlerinde kuvvet üretimi sırasında ağırlı açının tespit edilebilmesi ve bu açı dikkate alınarak egzersiz reçetesi oluşturulmasına olanak sağlaması.
- Geçerlilik ve güvenilirliğinin yüksek olması.

İzokinetik sistemlerin dezavantajları ise [61], [73],[74]:

- Hareket paterni tek düzlemde gerçekleşir ve fonksiyonel hareketlerin birçoğunun yapılması mümkün değildir.
- Sistemin kurulumu için bir laboratuvar ortamı gereklidir ve sistemin yüksek maliyeti erişimini kısıtlamaktadır.

- Sistemi en verimli ve güvenli şekilde kullanacak yetişmiş personelin eğitiminin uzun sürmesi.

İzokinetik egzersiz ve testlemenin kontraendike olduğu durumlar ise [73], [74] :

- Kalp yetmezliği, koroner arter hastalıkları.
- Akut inflamasyon ya da hasta hissetme – olma durumu.
- Osteoporoz.
- Herhangi bir spor yaralanması ya da yumuşak doku yaralanması sonrasında iyileşme döneminde olmak.
- Ameliyat sonrası akut dönem.
- Hamilelik.
- Yük altında kalacak olan bölgede herhangi bir cilt hastalığının olması.

2.12.1. İzokinetik Test Parametreleri

Tork (Torque): Rotasyon aksisine (dinamometre kolu) uygulanan kuvvetle birlikte oluşan değerdir. Fiziksel formülü “ $Tork = Kuvvet \times kuvvet\ kolunun\ uzunlu\u{g}u$ ” olarak ifade edilir ve birimi *newtonmetre(Nm)*’dir. İzokinetik sistemlerde tork değeri rotasyon merkezinden direkt olarak hesaplandığı için bu sistemlerde kuvvet kolunun uzunlu\u{g}u hesaplamaya katılmaz. Test edilen açısal hız değeri arttıkça üretilen tork değeri düşecektir [75],[76].

Pik Tork (Peak Torque): Belirlenen hareket açıklığında kişinin ürettiği maksimal tork değeridir [76].

Pik Tork Açısı (Peak Torque ROM): Kişinin pik tork değerine ulaştığı hareket açısını ifade eder [76].

İş (Work): Kuvvet x yol formülüyle elde edilen iş değeri, izokinetik değerlendirmede kasın ürettiği mekanik enerjiyi tanımlar ve birimi *newton.metre*dir. İzokinetik dinamometrede yol açısal olarak kat edilen değeri alınarak hesaplanır ve tork-açı grafiğinde, eğrinin alanı iş değerini oluşturur. Düşük açısal hızlarda *ortalama iş değeri* üzerinden kuvvet, yüksek açısal hızlarda *total iş değeri* üzerinden kasal dayanıklılık değerlendirmesi yapılabilir. [75], [76].

% Vücut Ağırlığı (% Body Weight): Tork ya da iş değerlerinin kişiler arasındaki değerlendirmelerinin yapılmasına ve kişinin ağırlık aktarımı sırasında

fonksiyonel kuvveti hakkında bilgi sağlayan değerdir. *100/kişinin ağırlığı* katsayısının iş ya da tork değeriyle çarpılmasıyla elde edilir [75].

Agonist – Antagonist Oranı (Ratio): Agonist/antagonist oranı oluşturularak kuvvet değerlendirmelerinin yanı sıra, agonist/antagonist kasların birbirleriyle olan kuvvet ilişkine göre de ek değerlendirmeler yapılarak birçok klinik durum için önem teşkil eden bir parametreyi oluşturur [75].

Başlangıç Pik Torku (Initial Peak Torque): Dayanıklılık testinin ilk 3 tekrarının ortalama pik tork değeri [75].

Bitiş Pik Torku (Final Peak Torque): Dayanıklılık testinin son 3 tekrarının ortalama pik tork değeri [75].

Yorgunluk İndeksi (Fatigue Index): Dayanıklılık testindeki düşüşün yüzdesi. Başlangıç pik torkuyla bitiş pik torku farkının yüzdesel değişimini ifade eder [75].

Pik Torka Ulaşma Süresi (Time to Peak Torque): Tork üretiminin başlangıcından pik torka ulaşıldığında geçen süre [75].

Resiprokal Gecikme Zamanı (Resiprocal Delay Time): Hareketin yönünü değiştirirken geçirilen süre [75].

Gecikme Zamanı (Delay Time): Hareketin başlangıcından tork üretiminin başlamasına kadar geçirilen süre [75].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç

‘Futbolcularda Miyofasiyal Latent Tetik Nokta Kuru İğnelemesinin Atletik Performans Parametreleri Üzerine Etkisi’ isimli çalışmamız İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Laboratuvarlarında gerçekleştirildi. Çalışmamız İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 14.06.2019 tarihli ve 11 sayılı toplantısında onaylanmıştır.

Çalışmamıza bölgesel amatör futbol ligi ve süper amatör futbol liginde olan ve farklı takımlarda oynayan 28 lisanslı futbolcu katıldı. İkinci analizlere katılmayan 4 sporcu çalışmadan çıkarılmıştır. Çalışma öncesinde katılımcı adaylarına çalışma detaylı şekilde anlatılmış ve sonrasında “bilgilendirilmiş gönüllü onam formu” (EK 1) okutulup, çalışmaya katılmayı kabul ettiklerine dair imzaları alındıktan sonra ölçüm aşamasına geçilmiştir.

Gönüllülerin araştırmaya dahil edilme kriterleri :

- 18 yaşından büyük ve erkek olup futbol oynuyor olmak.
- Futbolu bir rekabet ortamında, resmi bir lige katılım gösteren bir takımda oynayıp haftada en az 2 kez maç ya da antrenmana katılıyor olmak.
- En az 6 aydır düzenli antrenman yapıyor olmak.
- Son 6 ay içerisinde herhangi bir kas yaralanması geçirmemiş olmak.
- Kuadriceps ve hamstring kas gruplarında latent tetik nokta/noktalara sahip olmak
- 3 ay içerisinde quadriceps ve hamstring kas gruplarında aktif ya da latent tetik noktalara yönelik miyofasiyal tetik nokta tedavisi almamış olmak.
- Kanda pıhtılaşma problemi yaşamıyor olmak.
- Diyabet tanısı almamış olmak.
- Dizin eklem hareket açıklığında bir kısıtlılığın bulunmaması

Gönüllülerin çalışmaya dahil edilmeme kriterleri :

- Sporcuda iğne fobisinin olması.

- Kanda pıhtılaşma problemi yaşıyor olmak.
- Ağrı kesici ilaç kullanıyor olmak (son 3 gün)
- Fibromyalji tanısı almış olmak.
- Diyabet tanısı almış olmak.
- Çalışmanın yapılacağı esnada sporcunun bir spor yaralanması ya da hastalık geçirmesi durumu.
- Son 6 ay içerisinde alt ekstremiteden ve bel bölgesinden bir yaralanma veya cerrahi operasyon geçirmesi durumu.
- 3 ay içerisinde kuadriceps ve hamstring kas gruplarında aktif ya da latent tetik noktalara yönelik miyofasiyal tetik nokta tedavisi almış olmak.
- Dizin eklem hareket açıklığında kısıtlılığın bulunması.

3.2. Yöntem

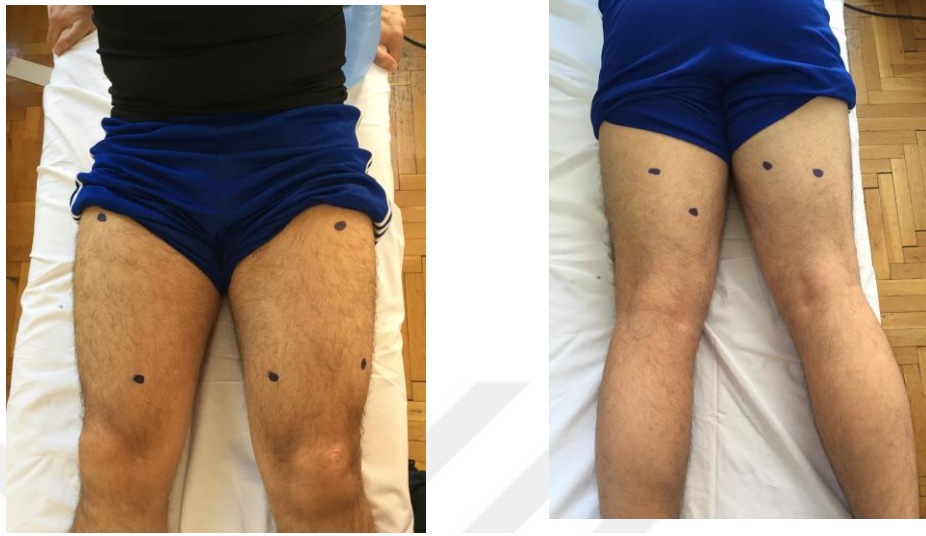
3.2.1. Demografik Özelliklerin Belirlenmesi

Çalışmaya katılan her sporcunun boyu, Holtain marka stadiometre ile ± 1 milimetre hata ile, kilosu ise Tess marka terazi ile ± 0.01 kilogram hata ile ölçüldü. Şut attığı bacak ve dominant bacak, ilaç kullanımı, lisanslı olarak kaç yıldır futbol oynadığı, haftada yapılan toplam antrenman sayısı, diyabet, fibromyalji, hemofili tanısı, iğne fobisi, akut – kronik bel ağrısı şikayeti, son 6 ay içerisinde alt ekstremiteli ilgilendiren spor yaralanması hikayesi, son 3 ay içerisinde uyluk bölgesinde kuru iğnelemenin yapılıp yapılmadığı gibi bilgiler tarafımızca hazırlanan bilgi formuna (EK 2) kayıt edildi.

3.2.2. Latent Tetik Noktaların Belirlenmesi

Spor hekimliği laboratuvarlarında, katılımcı sırtüstü uzanır ve gevşemiş bir pozisyona alınıp, sağ ve sol uylukta kuadriceps (rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis) ve hamstring (semitendinosus, semimembranosus) kas gruplarında öncelikle palpasyon ile gergin bant ve gergin bant içerisindeki hassas noktaların tespiti yapıldı. Palpasyonda kasa derin bir basınç uygulandı ve tetik nokta varlığında ortaya çıkan “sıçrama işareti” oluştuğu görüldü [3]. Tespit edilen bu tetik noktaların palpasyonla birlikte lokal ağrı oluşturacak ya da ilgili kasın referans alanına yansıyan ağrı oluşturduğu teyit edildi. Basıncın oluşturduğu ağrıdan dolayı oluşan bu reaksiyon ile

birlikte kasın uzanımı doğrultusunda uzanan gergin bantlar da palpe edildikten sonra en ağrılı nokta uzun süre ciltte iz bırakabilen cilt kalemi ile belirgin şekilde işaretlendi.



Şekil 3-1: Kuadriceps ve hamstring kas gruplarında LMTN'lerin belirlenip kalıcı cilt kalemi ile işaretlenmesi.

3.2.3. Basınç – Ağrı Eşiğinin Değerlendirilmesi

Her bir kas grubu için en ağrılı noktanın palpasyonla belirlenmesinin ardından, bu noktaların ağrı eşiğinin ve ağrıya olan toleransının belirlenmesi için, Baseline (Push-Pull Force Gauge®, Fabrication Enterprises, Inc.) marka algometre ile ölçümler yapıldı (Şekil 3-2). Miyofasiyal tetik noktaların değerlendirmesine objektif boyut katacak olan bu yöntemde 1 cm²'lik düz ve sirküler olan kauçuk basınç ucu kullanıldı. Basınç ucu, basıncı kilogram (kg) cinsinden değerlendiren kısma iletir ve basınç kg/cm² birimiyle hesaplanır.

Algometre ile ölçüm yapılmadan önce önkol lateral epikondili üzerine bir basınç uygulanacak ve ardından aynı noktaya; basınç ile ağrı duyusunu ayırt edebilmesi için kuvvet uygulanarak kişinin bu iki duyuyu ayırt etmesi için eğitim yapıldı. Tespit edilen noktaya dik bir şekilde ve basınç kademeli olarak artırılırken (3 saniyede 1 kg/cm²) kişinin ağrı hissettiği noktada “dur” sesli komutuyla haber vermesi istendi ve ölçüm tamamlandı. Ölçümler arasında en az 20 sn. ara verilerek 3 kez tekrarlandıktan sonra ortalama değer kaydedilerek belirlenen nokta için basınç ağrı eşiği değeri oluşturuldu. Analizi yapan kişi, her tekrar ve ölçümde değerlere bakmadan algometreyi direkt olarak

değerleri not eden bir diğer araştırmacıya ulaştırmış ve ağrı eşiği verileri bu şekilde alınmıştır. (Şekil 3-3, Şekil 3-4)



Şekil 3-2: Baseline Push-Pull Force Gauge® Algometre.



Şekil 3-3: Biceps femoris kasında belirlenen MTN'nin basınç – ağrı eşiği ölçümü.



Şekil 3-4: Vastus lateralis kasında belirlenen MTN'nin basınç – ağrı eşiği ölçümü

3.2.4. Propriosepsiyon Testi

Cyberex HUMAC/NORM (CSMI, 2004) marka ve model izokinetik dinamometrede propriosepsiyonun eklem hareket hızı komponenti test edildi. Analizler öncesinde kalibrasyonu yapılan cihaz, sürekli pasif modda (CPM) iken ‘velocity – based proprioception’ testi seçildi. Sporcudan ayakkabılarını çıkarıp cihazın koltuğuna oturması istendi. Oturur pozisyonda iken hareket açıklığı 90° olacak şekilde dinamometrenin dönme merkezi femurun lateral kondiline hizalandı ve aparat ayak bileği malleol üzerinden bağlandı. Propriosepsiyon testine özel olarak koltuğun kemerleri bağlanmadı. Oluşturduğumuz protokolda testlenecek açısal hız değerleri $60^{\circ}/sn$ ve $180^{\circ}/sn$ olarak belirlendi.

Testleme ilk olarak $60^{\circ}/sn$ hız ile başlatıldı. Cihazda hız ayarlandıktan sonra kişiden gözlerini kapatıp, dinamometreyle birlikte hareket eden bacakta oluşan hızı hem ekstansiyon hem de fleksiyon yönünde öğrenmesi ve öğrendiğini düşündüğü noktada, gözlerini açmadan “hazırım” sesli komutuyla testlemeyi yapan fizyoterapistte bildirmesi istendi. Komut sonrasında cihaz durduruldu ve kişiden öğrendiği hızda, gözlerini açmadan bacağına fleksiyon – ekstansiyon yönünde hareket ettirmesi istendi. Hızı



Şekil 3-6: İzokinetik dinamometre propriyosepsiyon ölçümü

3.2.5. İzokinetik Kuvvet ve Dayanıklılık Testi

Propriyosepsiyon testi sonrasında sporcu bisiklet ergometresinde 8 dakika 55 – 65 RPM çevirme hızıyla ısınmasını tamamladıktan sonra 2 dakika kuadriceps ve hamstring kas gruplarına yönelik gösterilen germe egzersizleri yaparak izokinetik kuvvet testi için hazırlandı.

Test *Cybex HUMAC/NORM (CSMI, 2004)* marka, kalibrasyonu yapılmış izokinetik dinamometrede yapıldı. Sporcunun boy, kilo, doğum tarihi ve dominant ekstremiteler bilgileri sistemde sporcuya açılan dosyaya girildi. Oturur pozisyonda sporcunun diz merkezi dinamometrenin dönme merkezine göre ayarlandıktan sonra test sırasında gövde stabilizasyonunu sağlamak adına kişi kemerle sabitlendi. 90°'lik hareket açıklığında fleksiyon – ekstansiyon paterninde 60 °/sn hızda kuvvet ölçümü öncesinde 4 tekrarda üretebileceği maksimal kuvvetin yaklaşık %50'si ile örnek gerçekleştirildikten sonra 4 tekrar maksimal test tekrarı yapıldı. 180 °/sn hızda dayanıklılık testi öncesinde 4 tekrarda maksimal kuvvetin yaklaşık %50'si ile örnek gerçekleştirildikten sonra 25

tekrarla test gerçekleştirildi. Testler sırasında sporcunun maksimal kuvvet uygulaması istendi ve sözel motivasyon – geri bildirim uygulandı. Diğerk ekstremiteye de aynı süreç uygulanarak testler bitirildi. Kuvvet ve dayanıklılık testleri arasında, diğerk ekstremiteye geçiş arasında 1 dakikalık dinlenme aralığı verildi.



şekil 3-7: İzokinetik kuvvet ve dayanıklılık ölçümü

Test sonrasında long torque/position formatında rapor alındı. Tork ve toplam iş değerleri, pik torka ulaşma süresi, pik torka ulaştığı açı değerleri, gecikme zamanı, resiprokal gecikme zamanı parametreleri kaydedildi.

3.2.6. Kuru İğneleme

Ön analizler sonrasında basınç – ağrı eşiği belirlenen kas gruplarına yönelik *miyofasiyal tetik nokta kuru iğnelemesi* yöntemiyle kuru iğneleme yapıldı. Her uygulama öncesinde uygulayıcı ellerini sabunla yıkadıktan sonra alkol bazlı dezenfektan ile dekontamine etti, tek kullanımlık klinik eldivenleri her iki eline de giydikten sonra alkol bazlı dezenfektan ile uygulama yapılacak bölge dezenfekte edildikten sonra kuru iğneleme için hazırlık tamamlandı.

Kuru iğneleme yönteminde dominant bacağa iğneleme yapılmış olup *Seirin* marka 60 milimetre boyunda ve 0,30 milimetre kalınlığındaki ipliksi, tek kullanımlık steril iğneler kullanıldı. Tercih edilen yöntem *dinamik iğneleme* yöntemi olup gergin bant ve miyofasiyal tetik noktalara ulaşp lokal seğirme cevabını almaya yönelik bir yaklaşım sergilendi. Bu yöntemde iğne dokuya hızlı bir şekilde penetre edilirken iğnenin doğrultusu koni çizecek şekilde ayarlanır ve hızı ritmik olarak belirlendi.



Şekil 3-8: Seirin ® L-Type marka 0.30 milimetre çap ve 60 milimetre uzunluğunda steril kuru iğne

Lokal seğirme cevabının alınması sonrasında iğne 5 saniye hareketsiz bekletildikten sonra dokudan çıkarılmadan penetrasyona devam edildi. Koni şeklinde penetrasyon sonrasında kişide “sızı” tariflendiğinde iğne dokudan çıkarıldı ve tıbbi atık kutusuna atıldı. İğne çıkarıldıktan hemen sonra 30 saniye süreyle ağrı oluşturmada hafif şekilde baskı uygulandıktan sonra uygulama yapılacak diğer kasa geçildi. Her kas grubu için tekrarlanan bu süreçte rektus femoris, vastus medialis, vastus lateralis, biceps femoris, semitendinosus – semimembranosus kaslarına 1 kez olacak şekilde iğneleme yapılmış oldu. Uygulama esnasında lokal seğirme cevaplarının alınması gerekliliği en önemli nokta olup, miyofasiyal tetik noktaya girişim yaptığımızın en objektif kriterini oluşturmuştur [3]. Kuadriceps kas grubu için sırtüstü uzanır pozisyonda hamstring kas grubu için ise yüzüstü uzanır pozisyonda iğneleme yapıldı.

Bacakta belirlenen bütün noktalar iğnelendikten sonra kuadriceps ve hamstring kas gruplarına 10'ar saniye 3'er tekrar olmak üzere statik germe yaptırıldı ve uygulama son buldu.



Şekil 3-9: Solda, vastus lateralis kuru iğnelemesi. Sağda, iğneleme sonrasında 30 saniye hafif baskı uygulanması.



Şekil 3-10: Semitendinoz – semimembranoz’ a yapılan kuru iğne uygulaması.

3.2.7. Kuru İğneleme Sonrası Analizler

Kuru iğneleme sonrasında sporcudan 72 saat sonra kliniğe tekrar gelmesi istendi. Kuru iğneleme öncesinde yapılan testler 72 saat sonrasında tekrarlandı.

72 saatlik sürede sporcu, programlı herhangi bir antrenmandan alıkonulmadı. Sadece bireysel olarak yaptığı ek programlar varsa bunları kesmesi istendi ve teste geleceği günlerde antrenman ya da maç olmamasına dikkat edildi.

3.2.8. İstatiksel Analizler

Futbolcularda kuru iğneleme yöntemi sonrasında izometrik kuvvet ve dayanıklılığı ölçen çalışma dikkate alınarak [12] yapılan power analiz sonucunda, %80 güç ve %95 güven aralığında klinik olarak 22 birimlik fark (standart sapma 15,4 , 28,6) anlamlı olarak kabul edildiğinde (etki büyüklüğü 22 birim olarak alındığında) çalışmaya en az 17 kişinin katılmasına karar verilmiş; bu sayı oluşabilecek kayıplar %10 olarak düşünüldüğünde yapılan eklemeyeyle 20 kişi olarak kararlaştırılmıştır.

Sayısal değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri; ortalama, medyan, minimum-maksimum sayısal olarak, niteliksel değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri sayı ve yüzde olarak verildi.

Sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro – Wilk testi ile incelenecektir. Normal dağılım gösteren değişkenlerin karşılaştırılmasında (deney ve kontrol) bağımsız gruplarda Student T testi kullanılacaktır. Normal dağılım göstermeyen değişkenlerin ortalamalarının karşılaştırılmasında ise Mann – Whitney U testi kullanıldı.

Normal dağılım gösteren değişkenlerin öncesi – sonrası ortalama değerlerinin karşılaştırılmasında Paired T testi, normal dağılmayan değişkenlerin öncesi – sonrası ortanca değerlerinin karşılaştırılmasında ise Wilcoxon testi kullanıldı.

İki sayısal değişken arasındaki korelasyon için; normal dağılım gösteren durumlarda Pearson korelasyon testi, normal dağılım göstermeyen durumlarda Spearman korelasyon testi kullanıldı.

İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak $p \leq 0,05$ kabul edildi.

Hesaplamalarda SPSS (version 21) paket programı kullanıldı.

4. BULGULAR

Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 4 – 1 ‘de özetlenmiştir. Katılımcı takip formunda yer alan sistemik ve metabolik hastalıklar, fibromiyalji, iğne fobisi, akut – kronik bel ağrısı şikayeti, son 6 ay içerisinde alt ekstremitede geçirilmiş spor yaralanması hikayesi, son 3 ay içerisinde uyluk kaslarına yönelik kuru iğneleme uygulamasının yapılıp yapılmadığı soruları çalışmadan dışlanma kriteri olarak sorgulandığından tabloda yer almamıştır.

Tablo 4-1: Katılımcı futbolcuların demografik özellikleri

Parametreler	Minimum	Maksimum	Ortalama(ort±SS)
Boy (cm)	165	189	178,33 ± 6,42
Kilo (kg)	57	91	70,79 ± 9,28
VKİ (kg/cm ²)	17,40	27,28	22,21 ± 2,21
			Med (25. – 75. Ç)
Yaş(yıl)	18	28	19 (18 – 22)
Haftada yapılan toplam antrenman sayısı	3	10	4,0 (4,0 – 5,75)
Lisanslı olarak futbol oynanan süre (yıl)	2	20	7,0 (6,0 – 12,0)
Dominant Bacak	Sağ (n, (%))		21 (%87,5)
	Sol (n, (%))		3 (%12,5)

4.1. Basınç – Ağrı Eşiği Ölçümleri

Katılımcıların uyluk bölgesinde bulunan 5 farklı kas grubunda basınç – ağrı eşiği değerlerinin dominant ve non – dominant bacakdaki değerlerinin grup içerisinde ve kuru iğneleme öncesi ve sonrasındaki basınç – ağrı eşiği değerlendirmesi Tablo 4 – 2 ‘de verilmiştir.

İlk ölçümler sonucunda rektus femoris ve vastus medialis kas gruplarında dominant bacağın ağrı eşiği değeri non – dominant bacağına göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Diğer kas gruplarında dominant ve non – dominant bacak arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Vastus medialis kas grubu, her iki grupta da en hassas kas grubu olarak göze çarpmaktadır.

Kuru iğneleme uygulaması sonrasında bütün kas gruplarında ağrı eşiğinin yükseldiği ve semitendinosus – semimembranosus kas grubunda bu artışın anlamlı derecede olduğu görülmektedir ($p=0,015$). Uygulama yapılmayan non – dominant bacakta ise rektus femoris, vastus medialis, vastus lateralis kas gruplarında ağrı eşiğinin düşme eğiliminde olduğu, biceps femoris ile semitendinosus ve membranosusta ise artma eğiliminde olduğu görülürken anlamlı derecede fark bulunmamıştır.

Tablo 4-2: İncelenen kas gruplarında basınç-ağrı eşiği değerlerinin dominant ve non – dominant bacakdaki değerlerinin grup içerisinde ve kuru iğneleme öncesi ve sonrasındaki basınç-ağrı eşiği değerlendirmesi

Kas Gruplarının		Dominant Bacak (n =24)	Non – Dominant Bacak (n=24)	p değeri
Basınç ağrı eşiği değerleri (kg/cm ²)		(ort±SS)	(ort±SS)	
RF	1.Ölçüm	7,03 ± 0,89	7,38 ± 0,98	0,006*
	2.Ölçüm	7,24 ± 0,89	7,21 ± 0,73	0,877
	p değeri	0,282	0,339	
VM	1. Ölçüm	6,31 ± 0,75	6,65 ± 1,07	0,015*

	2. Ölçüm	6,44 ± 0,84	6,56 ± 0,63	0,478
	p değeri	0,454	0,604	
VL	1. Ölçüm	7,31 ± 0,87	7,48 ± 0,98	0,193
	2. Ölçüm	7,44 ± 0,74	7,20 ± 0,58	0,032*
	p değeri	0,543	0,125	
BF	1. Ölçüm	7,33 ± 0,65	7,53 ± 1,06	0,262
	2. Ölçüm	7,72 ± 0,80	7,70 ± 0,81	0,871
	p değeri	0,058	0,446	
SM – ST	1. Ölçüm	6,97 ± 0,74	6,93 ± 0,73	0,675
	2. Ölçüm	7,35 ± 0,54	7,06 ± 0,67	0,025*
	p değeri	0,015*	0,371	

***p < 0,05. RF: rektus femoris, VM: vastus medialis, VL: vastus lateralis, BF: biceps femoris, SM: semimembranosus, ST: semitendinosus. 1. Ölçüm : Kuru iğneleme öncesi, 2. Ölçüm : Kuru iğneleme sonrası**

4.2. Propriyosepsiyon Analizleri

Katılımcıların izokinetik dinamometre 60 °/sn ve 180 °/sn açısal hızlarda ekstansiyon ve fleksiyonun hızsal propriyosepsiyon değerleri ve dominant ve non – dominant bacağın değerlerinin grup içerisinde ve kuru iğneleme öncesi ve sonrasındaki değerlerin karşılaştırılması Tablo 4 – 3’de gösterilmektedir.

60 °/sn’de yapılan analizde ekstansiyon ve fleksiyonda dominant ve non – dominant bacak arasında anlamlı derecede fark bulunmazken, dominant bacağın kuru iğneleme sonrasında yapılan ölçümünde kaydedilen açısal hız değeri anlamlı derecede (p=0,025) düşmüştür. Fleksiyon yönünde dominant ve non – dominant bacakta da ikinci

testte açısal hızlarda azalma görülse de bu azalma anlamlı derecede değildir. 180 °/sn’de deney ve kontrol grubunda herhangi anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Tablo 4-3: 60 °/sn ve 180 °/sn açısal hızlarda propriyosepsiyon analizinin dominant ve non – dominant bacakdaki değerlerinin grup içerisinde ve kuru iğneleme öncesi ve sonrasındaki değerlerin karşılaştırılması

60 °/sn açısal hızda propriyosepsiyon analizi		Dominant Bacak (n=24)	Non – dominant bacak (n=24)	p değeri
		Medyan (25. – 75. Ç)	Medyan (25. – 75. Ç)	
		Ortalama (ort±SS)	Ortalama (ort±SS)	
Ekstansiyon	1. Ölçüm	69,33 (60,41 – 79,08)	68,83 (65,08 – 73,33)	0,93
	2. Ölçüm	63,33 (59,16 - 70,75)	64,83 (60,33 - 72,08)	0,310
	p değeri	0,025*	0,175	
Fleksiyon	1. Ölçüm	64,68 ± 10,67	65,93 ± 8,97	0,59
	2. Ölçüm	59,37 ± 11,70	63,25 ± 10,72	0,08
	p değeri	0,063	0,346	
180 °/sn açısal hızda propriyosepsiyon analizi		Dominant Bacak (n=24)	Non – dominant bacak (n=24)	
		Medyan (25. – 75. Ç)	Medyan (25. – 75. Ç)	
		Ortalama (ort±SS)	Ortalama (ort±SS)	
Ekstansiyon	1. Ölçüm	179,0 (177,5 – 179,0)	179,0(178,66 – 179,0)	0,55
	2. Ölçüm	179,0(177,16 – 179,0)	178,83(178,33 – 179,0)	0,943

	p değeri	0,962	0,609
Fleksiyon	1. Ölçüm	179,0 (178,0 – 179,0)	179,0 (178,66 – 179,0)
	2. Ölçüm	179,0(177,83 – 179,0)	179,0(177,75 – 179,0)
	p değeri	0,849	0,754

*p<0,05. 1. Ölçüm : Kuru iğneleme öncesi, 2. Ölçüm : Kuru iğneleme sonrası

4.3. İzokinetik Test Analizleri

60 °/sn.'de 4 test tekrarıyla yapılan analizde pik tork, pik torkun vücut ağırlığına oranı, 4 tekrarın ortalama iş değerinin vücut ağırlığına oranı ve bu parametrelerin dominant – non dominant bacak, kuru iğneleme öncesi – sonrasının karşılaştırılması Tablo 4 – 3'de gösterilmektedir. Dominant ve non -dominant bacak arasında sadece fleksiyonun ortalama iş değerinin vücut ağırlığında anlamlı fark bulunmuştur (p=0,032). Buna göre dominant bacağın fleksiyonda oluşturduğu iş non – dominant baktan anlamlı derecede fazladır. (Tablo 4 – 4)

Ekstansiyonun pik tork ve pik torkun vücut ağırlığına oranı değerlerindeki azalma deney grubu olan dominant bacakta, kontrol grubu olan non – dominant bacağa göre daha fazla azalma gösterse de kuru iğneleme öncesine göre anlamlı fark bulunmamıştır. Fleksiyonun pik tork ve pik torkun vücut ağırlığına oranı değerlerindeki her iki grupta da artış gözlenirken kontrol grubundaki artış, deney grubundan daha fazla olmakla birlikte anlamlı fark bulunmamıştır. (Tablo 4 – 4)

Her tekrarda yapılan ortalama işin vücut ağırlığına oranı ekstansiyon için her iki grupta ikinci testlerde düşüş göstermekte fakat bu düşüşün deney grubunda daha az olmakla birlikte öncesi – sonrası analizlerde anlamlı fark bulunmamıştır. Aynı parametre için fleksiyon değerlerinde deney grubundaki artış kontrol grubuna göre daha fazla olmakla birlikte her iki değer artış önceki değerlerine göre anlamlı seviyede değildir. (Tablo 4 – 4)

Tablo 4-4: 60 °/sn’de ekstansiyon ve fleksiyonun pik tork, pik torkun vücut ağırlığına oranı ve ortalama iş değerlerinin ortalamaları ve dominant – non dominant grup içi ve kuru işleme öncesi – sonrası karşılaştırması

Parametreler		Dominant Bacak(n=24) (ort±SS)	Non – dominant Bacak (n=24) (ort±SS)	p değeri
Ekstansiyon PT (Nm)	1. Ölçüm	191,13 ± 28,65	192,71 ± 32,03	0,709
	2. Ölçüm	185,75 ± 29,18	187,04 ± 28,033	0,801
	p değeri	0,189	0,201	
Fleksiyon PT (Nm)	1. Ölçüm	140,21 ± 22,69	135,17 ± 19,401	0,147
	2. Ölçüm	141,67 ± 19,17	138,79 ± 16,67	0,261
	p değeri	0,655	0,279	
Eksansiyon PT- %BW (Nm/kg)	1. Ölçüm	271,54 ± 38,14	273,71 ± 42,22	0,716
	2. Ölçüm	263,79 ± 38,39	266,79 ± 38,03	0,649
	p değeri	0,170	0,228	
Fleksiyon PT- %BW (Nm/kg)	1. Ölçüm	198,88 ± 26,01	192,96 ± 28,36	0,261
	2. Ölçüm	201,79 ± 23,91	198,04 ± 23,845	0,300
	p değeri	0,537	0,284	
Ekstansiyon WPR - %BW (Nm/kg)	1. Ölçüm	290,21 ± 43,55	289,92 ± 46,98	0,963
	2. Ölçüm	288,96 ± 41,48	285,13 ± 43,11	0,589
	p değeri	0,799	0,494	

Fleksiyon WPR - %BW (Nm/kg)	1. Ölçüm	242,13 ± 32,19	232,21 ± 34,910	0,032*
	2. Ölçüm	251,71 ± 35,81	239,83 ± 33,041	0,009*
	p değeri	0,086	0,128	
*p<0,05. PT: Pik tork, PT-%BW : Pik torkun vücut ağırlığına oranı, WPR-%BW: her tekrarda yapılan ortalama işin vücut ağırlığına oranı. 1. Ölçüm : Kuru iğneleme öncesi, 2. Ölçüm : Kuru iğneleme sonrası				

180 °/sn'de 25 test tekrarıyla yapılan analizde pik tork, pik torkun vücut ağırlığına oranı, 25 tekrarda yapılan toplam iş değerinin vücut ağırlığına oranı ve bu parametrelerin dominant – non dominant bacak, kuru iğneleme öncesi – sonrasının karşılaştırılması Tablo 4 – 5’de gösterilmektedir. İncelenen parametrelerde gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. (Tablo 4 – 5)

Ekstansiyonun pik tork ve pik torkun vücut ağırlığına oranı değerlerinde deney grubunda kuru iğneleme sonrasında değerler azalma eğiliminde iken kontrol grubunda değerler artış eğiliminde olmuş fakat bu değerler istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Fleksiyonda ise ikinci analizlerdeki değerler kontrol grubunda daha fazla olsa da istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. (Tablo 4 – 5)

Toplam iş değerinde ise ikinci testlerde hem fleksiyon hem de ekstansiyonda artış olduğu görülse de kontrol grubundaki artış ekstansiyon yönünde p=0,004 ile , fleksiyonda ise p=0,015 değeriyle anlamlı derecede artış göstermiştir. (Tablo 4 – 5)

Tablo 4-5: 180 °/sn'de ekstansiyon ve fleksiyonun pik tork, pik torkun vücut ağırlığına oranı ve 25 tekrarda toplam yapılan iş değerlerinin ortalama değerleri ve dominant – non dominant bacağın grup içi ve kuru iğneleme öncesi – sonrası karşılaştırması.

Parametreler	Dominant Bacak (n=24)	Non – Dominant Bacak (n=24)	p değeri
	(ort±SS)	(ort±SS)	

Ekstansiyon PT (Nm)	1. Ölçüm	141,52±25,12	139,57±26,45	0,548
	2. Ölçüm	140,04 ±24,70	145,17±19,69	0,166
	p değeri	0,709	0,128	
Fleksiyon PT (Nm)	1. Ölçüm	108,09±22,98	105,09±18,55	0,380
	2. Ölçüm	110,04±19,07	109,38±14,84	0,836
	p değeri	0,267	0,202	
Eksansiyon PT- %BW (Nm/kg)	1. Ölçüm	202,39±22,360	199,83 ±29,85	0,603
	2. Ölçüm	198,17±24,74	206,42±21,61	0,129
	p değeri	0,848	0,092	
Fleksiyon PT- %BW (Nm/kg)	1. Ölçüm	154,91±26,77	148,57±23,84	0,196
	2. Ölçüm	156,50±25,37	156,0±22,82	0,919
	p değeri	0,279	0,09	
Ekstansiyon TWD-%BW (Nm)	1. Ölçüm	4324,00±511,93	4208,22±515,11	0,356
	2. Ölçüm	4406,54±521,55	4432,46±548,13	0,745
	p değeri	0,096	0,004*	
Fleksiyon TWD- %BW (Nm)	1. Ölçüm	3674,17±557,55	3500,96 ±427,179	0,069
	2. Ölçüm	3712,0±541,34	3633,96±482,05	0,242
	p değeri	0,272	0,015*	

*p<0,05. PT: Pik tork, PT-%BW: Pik torkun vücut ağırlığına oranı, TWD-%BW: 25 tekrarda toplam yapılan işin vücut ağırlığına oranı. 1. Ölçüm : Kuru iğneleme öncesi, 2. Ölçüm : Kuru iğneleme sonrası.

60 °/sn. hızda izokinetik hız parametrelerinden ivmelenme, gecikme zamanı ve resiprokal gecikme zamanı değerlerinin dominant ve non – dominant bacak değerlerinin grup içinde ve kuru iğneleme öncesi – sonrasındaki değerleri tablo 4 – 6’te görülmektedir. İncelenen parametrelerde gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Fleksiyonda ivmelenme parametresinde her iki kontrol($p=0,00$) ve deney bacağında ($p=0,009$) anlamlı derecede artış meydana gelmiştir. Ekstansiyonda gecikme zamanında anlamlı fark bulunmamıştır. Fleksiyonda ise deney grubunda anlamlı fark oluşmazken kontrol grubunda gecikme zamanında anlamlı derecede artış olduğu görülmüştür ($p=0,010$).

Ekstansiyon ve fleksiyonun gecikme zamanında deney grubunda anlamlı farklar oluşmazken ekstansiyonun kontrol grubunda anlamlı derecede azalma olduğu görülmektedir. ($p=0,038$) (tablo 4 – 6)

Tablo 4-6: 60 °/sn açısal hızda izokinetik hız parametrelerinden ivmelenme, gecikme zamanı ve resiprokal gecikme zamanı değerlerinin dominant ve non – dominant bacak değerlerinin grup içinde ve kuru iğneleme öncesi – sonrasındaki değerlerinin karşılaştırılması.

Parametreler		Dominant Bacak (n=24)	Dominant Bacak (n=24)	p değeri
		Medyan (25. – 75. Ç)	Medyan (25. – 75. Ç)	
		Ortalama (ort±SS)	Ortalama (ort±SS)	
ACC Ekstansiyon (sn.)	1. Ölçüm	0,63 ± 0,10	0,62 ± 0,14	0,957
	2. Ölçüm	0,64 ± 0,11	0,59 ± 0,14	0,206
	p değeri	0,572	0,276	
ACC Fleksiyon	1. Ölçüm	0,67 (0,51 – 0,79)	0,68 (0,53 – 0,76)	0,637

(sn.)	2. Ölçüm	0,54 (0,49 – 0,62)	0,53 (0,44 – 0,61)	0,377
	p değeri	0,009*	0,000	
DT Ekstansiyon (sn.)	1. Ölçüm	0,02 (0,01 – 0,02)	0,01 (0,01 – 0,028)	0,544
	2. Ölçüm	0,02 (0,02 – 0,03)	0,02 (0,01 – 0,03)	0,683
	p değeri	0,225	0,059	
DT Fleksiyon (sn.)	1. Ölçüm	0,02 (0,01 – 0,02)	0,01 (0,00 – 0,02)	0,111
	2. Ölçüm	0,02 (0,01 – 0,02)	0,02 (0,01 – 0,02)	0,952
	p değeri	0,508	0,010*	
RD Ekstansiyon (sn.)	1. Ölçüm	0,14 (0,12 – 0,16)	0,14 (0,12 – 0,17)	0,625
	2. Ölçüm	0,14 (0,09 – 0,18)	0,13 (0,10 – 0,15)	0,316
	p değeri	0,401	0,038*	
RD Fleksiyon (sn.)	1. Ölçüm	0,14 ± 0,03	0,13 ± 0,04	0,674
	2. Ölçüm	0,13 ± 0,03	0,13 ± 0,03	0,310
	p değeri	0,608	0,283	
*p<0,05. ACC: İvmelenme, DT: Gecikme zamanı, RD : Resiprokal gecikme. 1. Ölçüm : Kuru iğneleme öncesi, 2. Ölçüm : Kuru iğneleme sonrası				

60 °/sn. ve 180 °/sn. yapılan izokinetik kuvvet ve dayanıklılık testinde ekstansiyon ve fleksiyon sırasında pik torkun oluşturulduğu eklem hareket açıklığı değerlerinin dominant – non dominant bacak karşılaştırması ile kuru iğneleme öncesi – sonrasında karşılaştırılması Tablo 4 – 7’da gösterilmektedir. Kuru iğneleme öncesi

ölçümlerde her iki hızda da incelenen parametrelerde gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. 60 °/sn.'de ekstansiyonda kuru iğneleme grubu olan dominant bacakta pik torka ulaşma açısında azalma görülürken non – dominant bacakta artış görülmüş fakat bu değerler istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Aynı hız değerinde fleksiyon değeri için dominant bacakta $p=0,002$ değeriyle non – dominant bacakta $p=0,000$ değeriyle anlamlı derecede azalma görülmüştür. 180 °/sn.'de kuru iğneleme sonrasında ekstansiyon ve fleksiyon değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. (Tablo 4-7)

Tablo 4-7: 60 °/sn ve 180 °/sn.'de yapılan testlerde pik torkun üretildiği eklem hareket açıklığı değerlerinin gruplar arası ve kuru iğneleme öncesi – sonrası karşılaştırılması

Parametreler		Dominant Bacak (n=24)	Dominant Bacak (n=24)	p değeri
		Medyan (25. – 75. Ç) Ortalama (ort±SS)	Medyan (25. – 75. Ç) Ortalama (ort±SS)	
60 °/sn.				
Ekstansiyon PT – ROM (derece)	1. Ölçüm	59,17± 5,91	58,88± 6,56	0,857
	2. Ölçüm	58,75± 5,35	60,42± 6,48	0,300
	p değeri	0,723	0,222	
Fleksiyon PT – ROM (derece)	1. Ölçüm	34,71± 8,82	35,00± 8,82	0,834
	2. Ölçüm	28,75± 4,65	27,33± 4,81	0,133
	p değeri	0,002*	0,000*	
180 °/sn.				

Ekstansiyon PT – ROM (derece)	1. Ölçüm	52,92± 4,71	52,79± 4,57	0,806
	2. Ölçüm	53,63± 4,55	52,88± 3,80	0,256
	p değeri	0,291	0,914	
Fleksiyon PT – ROM (derece)	1. Ölçüm	42,50 (37,25 – 45,00)	42,00 (37,00 – 45,00)	0,867
	2. Ölçüm	39,50 (37,00 – 46,75)	41,50 (39,00 – 42,75)	0,987
	p değeri	1	0,954	
*p<0,05. PT-ROM : Pik torkun elde edildiği eklem hareket açıklığı				

5. TARTIŞMA

Çalışmamızda, amatör kümelerde lisanslı olarak futbol oynayan gönüllü 28 futbolcu ön değerlendirmeye alınmış ve 4 kişi çalışmaya katılım şartlarını sağlamadığı için çalışmaya dahil edilmemiştir. Katılımcıların farklı uyluk kaslarının miyofasiyal tetik nokta değerlendirmeleri yapıldıktan sonra tespit edilen tetik noktaların basınç – ağrı eşiği ölçümleri gerçekleştirildi. Bu değerlendirmeden sonra diz ekstansiyon ve fleksiyon hareket paterninde farklı hızlarda hıza bağlı propriyosepsiyon değerlendirildikten sonra aynı paternde izokinetik kuvvet ve dayanıklılık testi yapıldı. Bu ölçümler sonrasında katılımcıların dominant bacaklarında tespit edilen miyofasiyal tetik noktalara kuru iğneleme yapıldı. Kuru iğnelemede, her bir kas grubuna 1 adet iğne kullanılırken, tespit edilen noktada lokal seğirme cevapları bitinceye kadar iğnenin kas içerisindeki penetrasyonuna devam edildi. Bu işleminden 3 gün sonra yapılan ilk analizler tekrarlanıp çalışma bitirildi.

Algometre ile basınç ağrı eşiği ölçümleri vastus medialis, vastus lateralis, rektus femoris (proksimali), biceps femoris ve semitendinosus – semimembranosus kas gruplarında belirlenen gergin band ve tetik noktalarda gerçekleştirildi. Miyofasiyal tetik noktaların değerlendirilmesinde palpasyon yönteminin güvenilirliği literatürde bildirilmiştir [77]. Algometre ölçümlerinin geçerliliği ve güvenilirliği 0,70 – 0,94 tutarlılık katsayısı ile Fischer tarafından kanıtlanmıştır [34]. Ayrıca birçok araştırmacı tarafından sporcularda kas ağrılarının nicel olarak değerlendirilmesinde aktif olarak kullanılan bir araçtır [78], [79], [80].

Basınç – ağrı eşiği ölçümlerinin dominant ve non – dominant bacak için değerlendirmesi Tablo 4-2’de görülmektedir. Buna göre dominant bacakta rektus femoris ($p=0,006$) ve vastus medialis’in ($p=0,015$) basınç – ağrı eşiğinin non – dominant bacağına göre anlamlı derecede düşük olduğu görülmektedir. Vastus lateralis ve biceps femoriste dominant bacak değerleri non – dominant bacağına göre düşük olsa da aradaki fark anlamlı derecede değildir. Semitendinosus – semimembranosusta dominant ve non – dominant bacak arasında fark bulunmamaktadır. Vastus medialis $6,48 \pm 0,87$ kg/cm², değeriyle, analiz grubundaki kas grupları arasında en hassas kas olurken, biceps femoris $7,48 \pm 0,78$ kg/cm² değeriyle hassasiyeti en düşük kas grubu olmuştur. Basınç – ağrı eşiğinin ilk ölçümlerinin sonuçları çalışmamızın çıktılarından biri olup,

sunî çimde performans gösteren futbolcularda incelenen kaslardaki latent tetik noktaların hassasiyetlerinin nicel olarak değerlendirilmesinde diğer araştırmacılara norm veri sağlayacaktır.(Tablo 4-2)

Domínguez-Martín ve arkadaşlarının 2013 yılında yayınladıkları çalışmada sunî çim zemin ve gerçek çim zeminde performans gösteren futbolcularda alt ekstremitelerde belirlenen farklı kas gruplarına ait 23 noktada basınç – ağrı eşiği analizi yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre dominant ve non – dominant bacakta anlamlı fark bulunmazken en hassas kas grubu vastus medialis, hassasiyet değeri en düşük kas grubu ise rektus femoris olarak belirtilse de sunî çimde performans gösteren sporcuların basınç – ağrı eşiği değerleri incelendiğinde biceps femorisin en düşük hassasiyeti gösterdiği görülmektedir. Biz de çalışmamızda benzer sonuçlar elde ettik. Ayrıca yapılan çalışmada belirlenen noktaların gergin bant ve palpasyon analizi yapılmamış olması, değerlendirilen noktaların latent miyofasiyal tetik nokta olabileceğini de akıllara getirmektedir [81].

Drew M.K. ve arkadaşlarının 2017 yılında yayınladıkları çalışmada addüktör kaslarla ilişkili kasık ağrısının en sık karşılaşılan ağrı problemi olduğunu ve kasık problemleri olan futbolcularda addüktör magnus kasının hassaslaştığını belirtmiştir [82]. Miao ve arkadaşlarının 2015 yılında yayınladıkları çalışmada ise squat egzersizi sırasında kalçanın addüksiyonda olduğu pozisyonda vastus medialis kasının aktivasyonunun anlamlı derecede artmış olduğunu belirtmişlerdir [83]. Futbolun biyomekanik gereksinimleri ve addüktör kasların aktivasyonu ile beraber vastus medialis'in de beraberinde aktifleşmesi, kastaki hassasiyetin artışının sebebi olarak düşünülebilir. Ayrıca rektus femoris ve vastus medialisin dominant bacakta daha hassas görülmesi topa vurmanın etkisi olabilir.

Çalışmamızda basınç – ağrı eşiğinin kuru iğneleme sonrası değerlerine bakıldığında ise incelenen bütün kas gruplarında eşiğin ilk teste göre artış yönünde olduğu, semitendinosus – semimembranosus kas grubunda ise anlamlı derecede ($p=0,015$) artış olduğu görülmektedir. Bununla beraber kuru iğneleme yapılmamış bacak olan non – dominant bacakta ön grup kasları olan rektus femoris, vastus medialis, vastus lateralis'te ikinci ölçümlerde eşik azalma eğiliminde olduğu fakat istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülmektedir. Fakat arka grup kasları olan biceps femoris ve semitendinosus – semimembranosus kas grubunda ise basınç – ağrı eşiğinin artış

eğiliminde olduğu görülmektedir. Dominant bacakta da biceps femoris ve semitendinosus – semimembranosus kas gruplarında iğneleme sonrasındaki artışın non – dominant bacağı nöral mekanizmalar üzerinden etkilediği düşünülebilir.(Tablo 4-2)

Cheatham ve arkadaşlarının 2018 yılında yayınladıkları çalışmada sağlıklı bireylerde tek taraflı quadriceps kasına uygulanan 2 dakikalık self foam rolling(kendi kendine yapılan miyofasiyal gevşetme) aktivitesinin ipsilateral hamstring ve kontralateral kuadriceps kasındaki basınç – ağrı eşiğine olan etkileri incelenmiş. Yapılan pilot çalışmanın sonucunda foam rolling aktivitesinin ipsilateral antagonist ve kontralateral kas grubunun basınç – ağrı eşiğinde kısa dönemde anlamlı artış görüldüğü belirtilmiştir [84]. Foam roller'ın oluşturduğu basıncın mekanik etkisinden dolayı fasyanın viskoelastik yapısını etkilediği düşünülmekle birlikte fizyolojik olarak dokudaki vizkositenin azalması, sıvı değişimleri, hücresel seviyedeki cevaplar ve fasiyal inflamasyonun ağrı algılanmasındaki değişikliklere sebep olabileceği bildirilmiştir [85]. Nörofizyolojik olarak, golgi tendon organı, kas içiği ve diğer nosiseptörlerin mekanik etkiye maruz kalarak ağrı algısını merkezi sinir sistemi üzerinden etkilediği düşünülmektedir [86]. Çapraz etkileri düşünüldüğünde ise, artmış gerim toleransı, mekanoreseptör aktivitesine bağlı olarak artmış parasempatik etki ya da H-refleksinin baskılanması olabileceği belirtilmiştir [84],[85]. Bizim çalışmamızda kuru iğnelemenin hamstring kas grubundaki ağrı eşiğinin anlamlı derecede artması ve kontrol grubu olan kontralateral hamstring grubunda da ağrı eşiğinin artış yönünde oluşunun bu şekilde açıklanabilir.

Shah ve ark. 2005 yılında yaptıkları çığır açan çalışmada ve sonrasında 2008 yılındaki takip çalışmasında; AMTN, LMTN ve herhangi bir tetik nokta ve ağrısı olmayan kişilere göre MTN'lerin lokal çevresindeki biyokimyasal maddelerin analizi yapılmış ve kalsitonin gen ilişkili peptid (CGRP), bradikinin, serotonin (5-HT), substans P (SP), tümör nekroz faktör-a (TNF-a), norepinefrinin ve proton (H⁺)'nun AMTN'lerde anlamlı şekilde artmış olduğunu ve pH seviyesinin ise anlamlı düşük olduğu bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmadaki bulgular ATMN ve LMTN'lerin kuru iğnelemesi sonrasında oluşan biyokimyasallardır ve ATMN'lerdeki kuru iğneleme sonrasında miktar olarak LMTN'lerden daha fazla miktarda oluşmuştur. [5], [6]. Bu biyokimyasalların nosiseptörleri uyarak ağrı oluşturduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda kuru iğneleme sonrası basınç – ağrı eşiğindeki artış eğilimi LMTN'lerin

iğneleme sonucu oluşan biyokimyasal maddelerin dokudan uzaklaştırılmasıyla bu yönüyle açıklanabilir.

Çalışmamızda yaptığımız propriyosepsiyon analizleri izokinetik cihazda kişiye öğretilen açısal hızın bütün eklem hareketi boyunca kişinin kendisi tarafından oluşturulması istenerek gerçekleştirildi. 60 °/sn. ve 180 °/sn. açısal hızlarda yapılan analizlerde ekstansiyon ve fleksiyonun dominant ve non – dominant bacağına ait değerleri Tablo 4 – 3'te görülmektedir. Sonuçlara göre dominant ve non – dominant bacak arasında propriyosepsiyon yönünden anlamlı fark bulunmadı. 60 °/sn. açısal hızdaki propriyosepsiyon düzeyi 180 °/sn. yapılan teste göre her iki ekstremitede de daha zayıf olduğu görüldü. Bu sonuçtan hareketle açısal hıza bağlı propriyosepsiyon ölçümlerinin düşük hızlarda yapılmasının sonuçları değerlendirmede daha anlamlı sonuç vereceğini düşünmekteyiz (Tablo 4-3).

Ayan'ın 2019 yılında yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında kadın basketbolcular ve aynı yaş grubundaki sedanter bireylerde yapılan araştırmada 60 °/sn. ve 240 °/sn.'de hamstring kas grubuna yönelik yapılan propriyosepsiyon analizindeki sonuçlar da çalışmamızla aynı doğrultuda sonuçları ortaya koymuştur. Araştırmacı $p<0,001$ anlamlılık değeriyle düşük hızda yapılan testin yüksek hıza göre anlamlı sonuç verdiğini belirterek bu farkın yüksek hızların diz eklemine günlük hayatta yapılan birçok hareketin gereksinimi olduğunu ve bu nedenle düşük hızda yapılan testin daha anlamlı olduğunu belirtmiştir [73].

Çalışmamızda kuru iğneleme sonrasında yapılan propriyosepsiyon ölçümüne göre 60 °/sn.'de ekstansiyonda $p=0,025$ anlamlılık değeriyle kuru iğneleme sonrasında hedef hız olan 60 °/sn.'e yaklaştığı görülürken, non – dominant bacakta da ikinci testte 60 °/sn.'e yaklaşma eğiliminde olsa da istatistiksel olarak anlamlı değildir. Fleksiyonda ise istatistiksel olarak anlamlı fark olmasa da kuru iğneleme yapılan dominant bacağın hedef hıza yaklaşmasının non – dominant bacağına göre daha fazla olduğu görülmektedir. 180 °/sn'de ise öncesi – sonrası analizde anlamlı sonuç bulunamamıştır.

Lokal seğirme cevabı, 1976 yılında Simons tarafından, elektromiyografik aktivitenin çok hızlı bir şekilde artıp azalması olarak tanımlanmıştır ve sonrasında Friction ve ark. bu tanımlı doğrulamıştır [55],[56]. Hong ve arkadaşları radial sinire yaptıkları iskemik kompresyon sonrasında, parmak ekstansörlerindeki LSC'nin EMG aktivitesinde progresif bir şekilde azalma olduğunu görmüş [57], devamında brakial

pleksus posterior kordunda sinir iletiminde tamamen kayıp olan kişide yaptığı çalışmada, paralize olan kasın LSC'nin EMG incelemesinde belirgin derecede azalma olduğu görülmüştür [58]. Bu bilgiler ışığında LSC'nin merkezi sinir sistemiyle ilişkisi üzerinde durulmuş ve tavşanlar üzerinde yapılan çalışmada spinal kord transeksiyonuyla birlikte LSC'nin EMG aktivitesinin tamamen ortadan kalktığı, aynı denek hayvanın transeksiyondan 2.5 saat sonrasında; yani transeksiyonun etkisinin ortadan kalkmasıyla birlikte LSC'nin EMG aktivitesinin girişim öncesindeki seviyeye geldiği bildirilmiştir [59]. Bu bilgiler ışığında LSC'nin merkezi sinir sistemi aracılığıyla sağlandığı ve spinal kord seviyesinde entegre olabileceği düşünülmektedir [59]. Çalışmamızda, dominant bacağın kuru iğneleme sonrasında yapılan ölçümünde kaydedilen açısal hız değeri anlamlı derecede ($p=0,025$) düşmesi LSC'nin merkezi sinir sistemi ile bağlantısı doğrultusunda sonuç vermektedir.

Çalışmamızdaki izokinetik kuvvet testi $60^{\circ}/sn.$ 'de dayanıklılık testi ise $180^{\circ}/sn.$ açısal hızda gerçekleştirildi. $60^{\circ}/sn.$ 'de; pik tork, pik torkun vücut ağırlığına oranı ve tekrar başına yapılan ortalama iş değerinin vücut ağırlığına oranı değerlendirildi. İlk testler ile kıyaslandığında sadece dominant bacakta fleksiyonun ortalama iş değerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ($p=0,032$) görüldü. Diğer parametrelerde anlamlı fark bulunmadı (Tablo 4-4). Kuru iğneleme sonrasında kuru iğne yapılan dominant bacakta ekstansiyon parametrelerinin ilk testteki verilere göre düşüş eğiliminde olduğu görüldü fakat anlamlı fark bulunmadı. Aynı düşüş eğiliminin kontrol grubu olan non – dominant bacakta da olduğu görüldü. Aynı parametreler fleksiyonda incelendiğinde ise dominant ve non – dominant bacakta ikinci testlerde değerlerin artış eğiliminde olduğu görüldü (Tablo 4-4).

$180^{\circ}/sn.$ açısal hız ile yapılan dayanıklılık testinde; pik tork, pik torkun vücut ağırlığına oranı ve 25 tekrarda yapılan toplam iş değerinin vücut ağırlığına oranı değerlendirildi. İlk testlerde dominant ve non – dominant bacak arasında anlamlı fark bulunmadı. İkinci ölçümlerde ise ekstansiyon pik tork ve pik torkun vücut ağırlığına oranında dominant bacakta düşüş eğilimi görülürken non-dominant bacakta artış eğiliminde olduğu görüldü, fakat bu değişiklikler istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı. Aynı parametreler için fleksiyon değerleri incelendiğinde dominant ve non – dominant bacağın artış eğiliminde olduğu fakat bu değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü. Toplam iş değerlerinde ise ekstansiyon ve fleksiyonda dominant bacağın artış

eğilimde olduğu, non – dominant bacakta ise ekstansiyonun ($p=0,004$) ve fleksiyonun ($p=0,015$) istatistiksel olarak artış gösterdiği görüldü (Tablo 4-5).

Devereux ve arkadaşlarının 2019 yılında yayınladıkları çalışma kuru iğnelemenin kuvvet yönünden etkilerine bakılan öncü çalışmalardan biri olmuştur. Çalışmaya farklı atletik branşlardan kompetitif seviyede performans gösteren ve rektus femoris ile mediyal gastroknemius kas gruplarında bilateral latent tetik nokta tespit edilen 40 sporcu dahil edilmiş. Rektus femoris kuru iğleneme, mediyal gastroknemius kuru iğneleme, rektus femoris + mediyal gastroknemius kuru iğneleme ve kontrol grubu olarak 4 gruba ayrılmış ve zıplama yükseklikleri ve güç çıktıları, kuru iğnelemenin hemen sonrasında, 48 saat, 72 saat ve 96 saat sonrasında tekrar analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda kuru iğnelemeden hemen sonra yapılan analizde bütün deney gruplarında zıplama yüksekliğinde azalmanın görüldüğü, 48 saat sonraki ölçümlerde ise gastroknemius grubunda, bir önceki ölçüme göre anlamlı derecede artış meydana geldiği belirtilmiştir. Fakat bu artış kuru iğneleme öncesindeki değere göre anlamlı seviyede değildir. 48 saat ve sonrasında ise zıplama yüksekliklerinde artışlar bütün gruplarda görülmekle beraber anlamlı seviyede bulunmamıştır [9].

Kuru iğneleme yönteminde çapı 160 – 450 mikron arasında değişkenlik gösteren iğneler kullanılır. Miyofibrillerin 20 – 60 mikron arasında değişkenlik gösteren çapları düşünüldüğünde, kuru iğnelemedeki mekanik etki, penetre olunan dokudaki miyofibrilleri, motor son plakları ve distal aksonları parçalayacaktır [49]. Aksonlarda meydana gelen harabiyete bağlı olarak, motor son plakların innerve ettiği fibril sayısındaki azalmaya bağlı olarak kuvvette azalma açıklanabilir [50]. Aynı anda iğnelenen kas grubundaki artışın dokudaki enflamasyonu da doğru orantılı olarak arttıracığı ve aynı zamanda iğneleme sonrası toparlanma süresini de arttıracığı belirtilmiştir [9]. Çalışmamızda dominant bacakta 5 farklı kas grubunun iğnelenmesi de enflamasyonu arttırıcı bir etken olarak görülebilir. Nitekim izokinetik dayanıklılık parametrelerinden birisi olan toplam iş değerinin, non – dominant bacakta anlamlı derecede artış gösterirken dominant bacakta artışın bu seviyede olmaması bunu doğrular niteliktedir (Tablo 4-5). Ayrıca 60 °/sn.'de yapılan kuvvet değerlendirmesinde, ekstansiyon parametrelerinin azalma eğiliminde, fleksiyon parametrelerinin ise artış eğiliminde olduğu görülmektedir (Tablo 4-4). Çalışmamızda kuru iğneleme yapılan kas grupları düşünüldüğünde ekstansiyon için 3, fleksiyon için 2 kas grubunun iğnelemesi

de enflamasyonun iğnelenen kas grubuyla olan ilişkisini ortaya koyacak doğrultuda veri oluşturmaktadır.

Baraja ve arkadaşlarının 2019 yılında yayınladıkları çalışmada, gastrokinemius kasında bulunan LMTN'lara kuru iğneleme yapıldıktan 1 saat sonra dokudaki ödemi ve kontraktileteyi incelemişler. Manyetik rezonans görüntülemeyle yapılan incelemede dokudaki ödemin %130 arttığı fakat tensiyomiyografi analizinde kasın reaksiyon zamanında anlamlı derecede azalma olduğu görülmüştür [10]. Buradan hareketle kuru iğneleme yönteminin dokuda oluşturduğu ödem ve enflamasyonun nicel olarak kanıtlandığını ve aynı zamanda LMTN'ların motorik etkisinin, kuru iğneleme sonrasında azaltıldığı da söylenebilir.

MTN'ye bağlı oluşan gergin bantlar ve nodüllerin sarkomer boyunda kısalmaya sebep oluşu sarkomerin optimal boyundan daha da kısa olmasını ve fibril uzunluğu – gerim ilişkisi doğrultusunda kuvvet üretimini etkilediği düşünülmektedir [43]. Kuru iğnelemede nodüllerin ve gergin bant yapılarının harap edilmesiyle birlikte optimal uzunluğa gelecek olan sarkomer yapılarının kuvvet artışında etkili olduğu düşünülebilir. H.A. Kim ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptıkları çalışmada üst trapez kasında MTN bulunduran kişilerin omuz elevasyonu kısıtlanır pozisyonda omuz abduksiyonunun izometrik kuvvet yönünden MTN bulundurmayanlara göre anlamlı derecede düşük olduğu belirtilmiştir. Yazara göre üst trapez kasındaki MTN'ler omuz abduksiyonunda kompensatuar bir hareket paterni oluşup, kuvvet yönünden azalmaya sebep olmaktadır [87]. Lucas ve ark. 2003 yılında yayınladıkları çalışmada omuz elevasyonu sırasında kas aktivasyon paternlerinin yüzeysel EMG ile incelenmiş ve LTN'lerin kuru iğnelemesi sonrasında aktivasyon paternlerinin normale döndüğü belirtilmiştir. Yazar ayrıca omuz rotatör kaslarda bulunan LTN'lerin kas aktivasyonlarını etkileyerek nöromusküler kontrolü etkilediği ve omuz sıkışma sendromu, infaspinatus kasının overuse sendromu ve skapular hareketin kısıtlanması ve hareket verimliliğinin azalmasına sebep olabildiği bildirilmiştir [8], [60].

Haser ve ark. 2017 yılında Bayern Münih futbol takımının 30 sporcudan oluşan B takımıyla yaptıkları çalışmada sporcular; kuru iğneleme, plasebo lazer ve kontrol grubu olarak 3 gruba ayrılmış. Kuru iğneleme grubunda sporcuların her iki uyluk bölgesindeki kaslarda tespit edilen MTN'lere min. 20 dakika süreyle kuru iğneleme işlemi uygulanmış. Lokal seğirme cevabı alındıktan sonra iğne çıkarılıp tespit edilen diğer noktaya iğneleme yapılamaya devam edilmiş. Bu işlem haftada 1 kez olmak üzere

4 hafta devam etmiş. Kuru iğneleme sonlandırıldıktan hemen sonra ilk testler tekrarlanmış ve devamında 4 hafta sonra takip testleri yapılarak çalışma sonlandırılmış. İzometrik diz fleksiyon ve ekstansiyonu ile 180 °/sn.de izokinetik dayanıklılık ve düz bacak kaldırma testi ile hamstring fleksibilitesi değerlendirilmiş. Çalışmanın sonucunda diz ekstansiyonun dayanıklılığı ile hamstring fleksibilitesinde ilk 4 hafta ve 8. haftadaki ölçümlerde ilk ölçümlere göre anlamlı derecede artış görülmüş. Diz fleksiyonunun dayanıklılığı ise 4. haftadaki ölçümde anlamlı derecede artış göstermiş [12]. Bu çalışmada MTN'lerin lokasyonu ve iğneleme sayısının kişiden kişiye değişip değişmediğiyle ilgili detaylı bilgi bulunmamakla birlikte çalışma grubunun aynı takımdan olması ve takip testlerinin yapılması yönünden avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmanın çıktıları kuru iğnelemenin uzun vadeli sonuçları hakkında aydınlatıcı olmuştur.

Çalışmamızda ayrıca 60 °/sn hızda dominant ve non-dominant bacakta grup içinde ve kuru iğneleme öncesi - sonrası izokinetik hız parametrelerinden olan ivmelenme, gecikme zamanı ve resiprokal gecikme zamanı değerlendirildi. Yapılan ilk testlerde dominant ve non-dominant bacak değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı. Kuru iğneleme sonrası yapılan analizle ilk analiz kıyaslandığında fleksiyonun ivmelenme süresinde dominant bacakta ($p=0,009$) ve non – dominant bacak ($p=0,001$) anlamlı ölçüde azalma meydana gelmiştir. Gecikme zamanı parametresinde ekstansiyonda dominant bacakta değişim olmazken dominant bacakta düşme eğiliminde olmuş fakat anlamlı seviyede değildir. Fleksiyonda ise dominant bacakta değişim olmazken non – dominant bacakta anlamlı derecede($p=0,01$) artış meydana gelmiştir. Resiprokal gecikme zamanında ise dominant bacakta anlamlı fark oluşmazken, non – dominant bacakta ($p=0,038$) istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür (Tablo 4-6).

Kuru iğneleme sonrasında İzokinetik ivmelenme zamanı dominant bacakta ekstansiyonda artma eğiliminde olup non-dominant bacakta azalma eğilimindedir, fleksiyonda ise dominant ve non-dominant bacakta istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştır ve bu azalma izokinetik kuvvet parametreleri ile örtüşmektedir. Kuvvette tartışılan noktaların ivmelenme için de geçerli olması muhtemeldir. Özellikle çalışmamızda ekstansiyonun 3, fleksiyonun 2 kas grubuna kuru iğneleme yapılması ve

iğneleme sayısının artışının artmış enflamasyon ve toparlanma süresiyle ilişkili olduğu düşünüldüğünde bu veri de kuvvette olduğu gibi anlamlı hale gelmektedir.

İzokinetik testleme ve pik tork verileri kuvvet ve dayanıklılığın değerlendirilmesinde altın standart yöntem olarak kabul gören, özellikle atletik popülasyonun değerlendirilmesinde uzun yıllardır kullanılan bir yöntemdir. İvmelenme, pik torka ulaşma gibi zaman parametreleri nöromusküler yapıların harekete hazır olup olmadığıyla ilgili önemli bilgi vermektedir. Atletik performans yönünden bakıldığında, maksimal torku en kısa sürede üretme kapasitesi birçok spor branşı için en önemli fonksiyonel parametrelerden birisidir. Bu yönüyle de değerlendirildiğinde izokinetik tork parametreleriyle birlikte zaman parametrelerinin de incelenmesi, bu testleri fonksiyonel anlamda daha geçerli kılacaktır [88]. Literatürde bu yönde çalışmaların eksikliği belirtilmektedir [89]. Çalışmamızda değerlendirdiğimiz izokinetik zaman parametreleri bu yönden önemli veri oluşturacaktır. Kuru iğneleme sonrasında ekstansiyonun ve fleksiyonun gecikme zamanında değişim olmazken, kuru iğneleme yapılmayan bacakta gecikmenin ekstansiyonda artış eğiliminde olurken fleksiyonda anlamlı derecede artması kuru iğnelemenin etkinliği olarak düşünülebilir. Ayrıca basınç – ağırlık eşliğini tartışırken değindiğimiz üzere miyofasiyal gevşetmelerin çapraz taraftaki etkileri de olabilir [84]. Bu konuda aydınlatıcı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Pik torka ulaşma açısı, izokinetik test sırasında pik torka ulaşılan eklem hareket açıklığıdır. Son dönemde özellikle hamstring yaralanmalarında koruyucu yaklaşıma yönelik değerlendirmede kriter olarak kullanılması üzerine yaklaşımlar yapılmaktadır. Bu yaklaşımlar temelini uzunluk – gerim ilişkisinden alır. Buna göre kas pik torku yakaladığı eklem hareket açıklığında ne kadar uzun pozisyonda olursa kasın yırtılma riski o kadar azalacaktır [90]. Uzunluk – gerim ilişkisi ve izokinetik test düşünüldüğünde hareket açıklığı içerisinde kasın pik torku daha önce yakalaması hem performans hem de yaralanma riski analizi açısından önemli hale gelmektedir.

Çalışmamızda pik torkun üretildiği açı analizi hem 60 °/sn. hem de 180 °/sn.’de gerçekleştirildi. 60 °/sn. ekstansiyonda dominant bacağın kuru iğneleme sonrasında pik tork açısında düşüş eğilimi olurken, kuru iğneleme yapılmayan non – dominant bacakta pik tork açısı artış eğiliminde olduğu görüldü (0°’de dizin tam ekstansiyonda olduğu pozisyon, 90°’de fleksiyon açısı olarak pozisyonlanmıştır). Değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Fleksiyonda ise dominant bacakta ($p=0,002$) ve non-

dominant bacakta ($P<0,001$) pik tork açılarındaki istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma görüldü. 180 °/sn'de ise kuru iğneleme sonrasında anlamlı fark görülmedi. (Tablo 4-7). Kasın daha uzun pozisyonda maksimal kuvveti üretmesi yönünden performans ve yaralanma önleyici yaklaşım adına hem ekstansiyon hem de fleksiyon değerlerinden yola çıkarak kuru iğnenin olumlu etkileri olabileceği üzerine veri sağlamakta olup, daha ileri değerlendirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Hamstring kısısalığı olan ve olmayan kişilerin karşılaştırıldığı bir çalışmada [90] hamstring kısısalığı olan kişilerin pik torka ulaşma açısının hamstring kısısalığı olmayanlara göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Burdan hareketle de kuru iğnenemenin kısa dönemde kas esnekliğini azaltıcı şekilde etkin rol oynayabileceği yorumu yapılabilir.

Katılımcıların farklı takımlarda performans göstermesi ve buna bağlı olarak farklı antrenman düzeylerinde olmaları çalışmanın limitasyonlarından birini oluşturmaktadır. Ayrıca iki testleme arasında geçen 72 saat sürecinde sporcuların antrenman ya da maçlara katılımları çalışmanın bir başka limitasyonu olarak görülebilir. Bununla birlikte non-dominant bacağına herhangi bir plasebo uygulama yapılmamış olması da çalışmamız için ayrı bir limitasyon oluşturmaktadır.

Sonuçlar ve öneriler;

- 1- Futbolcularda rektus femoris ve vastus medialis kas gruplarındaki MLTN'lerin dominant bacakta basınç – ağrı eşiği, non – dominant bacağına göre anlamlı derecede düşük çıkmıştır. Futbolun biyomekanik özellikleri ve zeminin(bizim çalışmamızda suni zemin) de etkisi olduğunu düşündüğümüz bu durum sporcuların antrenman programlarının ısınma ve soğuma bölümlerine self miyofasiyal gevşetme tekniklerini adapte etmenin önemini vurgulamaktadır.
- 2- LMTN kuru iğnelemesi sonrasında semimembranosus – semitendinosus kas grubunun basınç – ağrı eşiğinde anlamlı derecede artış görülmüş, diğer kas gruplarında ise kuru iğneleme, ağrı eşiğini arttıracak yönde etki göstermiştir. 72 saatlik süreçteki sonuca göre ağrı yönetiminde kuru iğneleme yöntemi kullanılabilecek bir tedavi yöntemi olabilir. Uzun dönem etkileri ve farklı atletik popülasyonlardaki etkileri ise ayrı araştırma konuları olarak incelenmelidir.
- 3- Dominant bacakta kuru iğneleme yapıldıktan sonra non – dominant bacakta da dominant bacakta sonuçlara benzer eğilimde olması, nöral mekanizmaların etkinliğini akıllara getirmektedir. Sonuçlardaki yönelim benzerlikleri; basınç

ağrı eşiği, kuvvet, dayanıklılık ve kuvvet zaman parametrelerinde karşımıza çıkmaktadır. Kuru iğnelemenin nöral mekanizmaların çapraz taraftaki etkileriyle ilgili ayrı çalışmalar dizayn edilmeli ve araştırılmalıdır.

- 4- İzokinetik hızsal propriyosepsiyon testinin, yavaş hız olan 60 °/sn.'de, orta hız olan 180 °/sn.'ye göre daha anlamlı veri oluşturduğu görülmüştür. Çalışmamızın bulgularına göre hızsal propriyosepsiyon testinin yavaş hızlarda yapılması önerilir. Ayrıca literatürde farkı atletik ve fiziksel aktivite durumuna göre oluşturulmuş hızsal propriyosepsiyon norm verilerinde eksiklik göze çarpmaktadır. Bununla birlikte yavaş hızlar ile fonksiyonel yüksek hızların karşılaştırılması bir başka çalışmanın konusu olabilir.
- 5- Kuru iğneleme sonrasına hızsal propriyosepsiyonda, ekstansiyon yönünde hedef hız olan 60 °/sn.'ye anlamlı derecede yaklaşma olduğu görüldü. Fleksiyonda da hedef hıza yaklaşma eğilimi olduğu görüldü fakat fleksiyon değeri anlamlı derecede değildi. Bu veriler ışığında kuru iğnelemenin hızsal propriyosepsiyon üzerinde akut dönemde etkili olduğu sonucu çıkarılabilir.
- 6- Daha önce yapılmış çalışmalarda kuru iğnelemenin hemen ve 48 saat sonrasında zıplama performansında azalmaya sebep olduğu ve 72 saat sonrasında ise 48.saattaki verilere göre artış eğilimine geçtiği bildirilmişti. Bizim çalışmamızdaki kuvvet sonuçlarına göre 72 saat sonrasında;ekstansiyonda, ilk analizlere göre azalma eğilimi olurken fleksiyonda artış eğilimi olmakla beraber anlamlı farklar oluşmamıştır. Çalışmamızın sonuçları literatürdeki verileri güçlendirmekle beraber, fleksiyon ve ekstansiyondaki kuvvet yöneliminin farkları iğneleme sayısının dokuda oluşturduğu enflamasyonun bu etkiye sebep olabileceği fikrini ortaya çıkarmıştır.
- 7- Çalışmamız suni çimde performans gösteren lisanslı futbolcuların izokinetik zaman parametrelerini değerlendirmesi yönünden, literatüre norm veri sunmuştur. Kuru iğneleme sonrasında fleksiyonda ivmelenme süresinin anlamlı derecede azalmış olması nöromusküler ateşlenme üzerine etkileri olabileceği sonucunu doğurmuştur.
- 8- Kuru iğneleme sonrası fleksiyonda pik torka ulaşma açısı hem dominant hem de non – dominant bacakta anlamlı derecede düşmüştür. Kasın daha uzun pozisyondayken pik torka ulaşması ise literatüre göre kuru iğneleme sonrasında

kas kısalığının azaldığının bir işareti olabilmekle birlikte hamstring yaralanmaları önleyici bir unsur olarak da karşımıza çıkabilmektedir.

- 9- Çalışmamızın sonuçları ve kuru iğnelemedeki optimal zamanın değerlendirildiği diğer çalışmanın[9] sonuçları irdelendiğinde kuru iğneleme sonrası 72 saat ve daha fazlası optimal süre olarak değerlendirilebilir. Fakat yapılan iğneleme miktarının enflamasyonla doğru orantısı unutulmamalıdır. Her bir iğnelemenin dokudaki ödemi %130 arttırması [10] ve uygulanan bölgede iğneleme artışı performans için optimal sürenin uzaması anlamına gelebilecektir.



KAYNAKLAR

- [1] D. G. Simons, "Clinical and etiological update of myofascial pain from trigger points," *J. Musculoskelet. Pain*, vol. 4, no. 1–2, pp. 93–122, 1996.
- [2] D. Celik and E. K. Mutlu, "Clinical Implication of Latent Myofascial Trigger Point," *Curr. Pain Headache Rep.*, vol. 17, no. 8, p. 353, 2013.
- [3] J. G. Travell and D. G. Simons, *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual. Volume 1. Upper Half of Body*. 1999.
- [4] D. G. Simons, "Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction," *J. Electromyogr. Kinesiol.*, vol. 14, no. 1, pp. 95–107, 2004.
- [5] J. P. Shah, T. M. Phillips, J. V Danoff, and L. H. Gerber, "An in vivo microanalytical technique for measuring the local biochemical milieu of human skeletal muscle," *J. Appl. Physiol.*, vol. 99, no. 5, pp. 1977–1984, 2005.
- [6] J. P. Shah *et al.*, "Biochemicals Associated With Pain and Inflammation are Elevated in Sites Near to and Remote From Active Myofascial Trigger Points," *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 89, no. 1, pp. 16–23, 2008.
- [7] R. D. Gerwin, J. Dommerholt, and J. P. Shah, "An expansion of Simons' integrated hypothesis of trigger point formation," *Curr. Pain Headache Rep.*, vol. 8, no. 6, pp. 468–475, 2004.
- [8] K. R. Lucas, B. I. Polus, and P. A. Rich, "Latent myofascial trigger points: Their effects on muscle activation and movement efficiency," *J. Bodyw. Mov. Ther.*, vol. 8, no. 3, pp. 160–166, 2004.
- [9] F. Devereux, B. O'Rourke, P. J. Byrne, D. Byrne, and S. Kinsella, "Effects of Myofascial Trigger Point Release on Power and Force Production in the Lower Limb Kinetic Chain," *J. Strength Cond. Res.*, vol. 33, no. 9, pp. 2453–2463, 2019.
- [10] L. Baraja-Vegas *et al.*, "Localization of muscle edema and changes on muscle contractility after dry needling of latent trigger points in the gastrocnemius muscle," *Pain Med.*, vol. 20, no. 7, pp. 1387–1394, 2019.
- [11] H. Y. Ge, L. Arendt-Nielsen, and P. Madeleine, "Accelerated muscle fatigability of latent myofascial trigger points in humans," *Pain Med. (United States)*, vol. 13, pp. 957–964, 2012.
- [12] C. Haser *et al.*, "Effect of Dry Needling on Thigh Muscle Strength and Hip Flexion in Elite Soccer Players," *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 49, no. 2, pp. 378–383, 2017.
- [13] H. S. Karatosun, *Egzersiz ve spor fizyolojisi*. Hilmi Karatosun, 2008.
- [14] A. C. Guyton and Hall J E, *Tıbbi Fizyoloji*. 2013.
- [15] H.-W. Mueller-Wohlfahrt, P. Uebliacker, and L. Haensel, *Muscle injuries in sports*. Thieme, 2013.
- [16] E. P. Widmaier, H. Raff, and K. T. Strang, *Vander's Human Physiology*. McGraw-Hill Education, 2018.
- [17] H.-W. Mueller-Wohlfahrt, P. Uebliacker, and L. Haensel, "Muscle injuries in sports," Thieme, 2013, pp. 67–70.
- [18] K. Serbest, K. SERBEST, and O. ELDOĞAN, "İskelet kaslarının yapısı ve biyomekaniği," *Akad. Platf. Mühendislik ve Fen Bilim. Derg.*, vol. 2, no. 3, pp. 41–

- 51, 2014.
- [19] E. T. Howley and S. K. Powers, *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. McGraw-Hill Education, 2017.
 - [20] J. E. Muscolino, *Kinesiology-E-Book: The Skeletal System and Muscle Function*. Elsevier Health Sciences, 2014.
 - [21] J. G. Travell and D. G. Simons, *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual. Volume 2. Lower Extremities*. Williams & Wilkins, 1999.
 - [22] J. P. Shah, N. Thaker, J. Heimur, J. V. Aredo, S. Sikdar, and L. Gerber, "Myofascial trigger points then and now: A historical and scientific perspective," *PM R*, vol. 7, no. 7, pp. 746–761, 2015.
 - [23] N. H. Hendler and J. G. Kozikowski, "Overlooked physical diagnoses in chronic pain patients involved in litigation," *Psychosomatics*, vol. 34, no. 6, pp. 494–501, 1993.
 - [24] C.-Z. Hong, Y.-N. Chen, D. Twehous, and D. H. Hong, "Pressure threshold for referred pain by compression on the trigger point and adjacent areas," *J. Musculoskelet. Pain*, vol. 4, no. 3, pp. 61–79, 1996.
 - [25] D. Celik and İ. Yeldan, "The relationship between latent trigger point and muscle strength in healthy subjects: a double-blind study," *J. Back Musculoskelet. Rehabil.*, vol. 24, no. 4, pp. 251–256, 2011.
 - [26] D. A. Fishbain, M. Goldberg, B. R. Meagher, R. Steele, and H. Rosomoff, "Male and female chronic pain patients categorized by DSM-III psychiatric diagnostic criteria," *Pain*, vol. 26, no. 2, pp. 181–197, 1986.
 - [27] D. G. Simons, "Understanding effective treatments of myofascial trigger points," *J. Bodyw. Mov. Ther.*, vol. 6, no. 2, pp. 81–88, 2002.
 - [28] E. P. Calandre, J. Hidalgo, J. M. García-Leiva, and F. Rico-Villademoros, "Trigger point evaluation in migraine patients: an indication of peripheral sensitization linked to migraine predisposition?," *Eur. J. Neurol.*, vol. 13, no. 3, pp. 244–249, 2006.
 - [29] D. K. Weiner, S. Sakamoto, S. Perera, and P. Breuer, "Chronic low back pain in older adults: prevalence, reliability, and validity of physical examination findings," *J. Am. Geriatr. Soc.*, vol. 54, no. 1, pp. 11–20, 2006.
 - [30] A. E. Sola, M. L. Rodenberger, and B. B. Gettys, "Incidence of hypersensitive areas in posterior shoulder muscles. A survey of two hundred young adults," *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 34, no. 6, pp. 585–590, 1955.
 - [31] D. Fröhlich and R. Fröhlich, "Piriformis syndrome: A frequent item in the differential diagnosis of lumbogluteal pain," *Man. Medizin*, vol. 33, pp. 7–10, 1995.
 - [32] R. D. Gerwin, "A study of 96 subjects examined both for fibromyalgia and myofascial pain," *J Musculoskelet. Pain*, vol. 3, no. Suppl 1, p. 121, 1995.
 - [33] C.-Z. Hong and Y. Torigoe, "Electrophysiological characteristics of localized twitch responses in responsive taut bands of rabbit skeletal muscle fibers," *J. Musculoskelet. Pain*, vol. 2, no. 2, pp. 17–43, 1994.
 - [34] A. A. Fischer, "Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold," *Pain*, vol. 30, no. 1, pp. 115–126, 1987.
 - [35] R. D. Gerwin, S. Shannon, C.-Z. Hong, D. Hubbard, and R. Gevirtz, "Interrater

- reliability in myofascial trigger point examination," *Pain*, vol. 69, no. 1–2, pp. 65–73, 1997.
- [36] J. Dommerholt, C. Bron, and J. Franssen, "Myofascial Trigger Points: An Evidence-Informed Review," *J. Man. Manip. Ther.*, vol. 14, no. 4, pp. 203–221, 2006.
 - [37] C.-Z. Hong, "Lidocaine injection versus dry needling to myofascial trigger point. The importance of the local twitch response.," *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 73, no. 4, pp. 256–263, 1994.
 - [38] A. J. R. Macdonald, "Abnormally tender muscle regions and associated painful movements," *Pain*, vol. 8, no. 2, pp. 197–205, 1980.
 - [39] D. R. Hubbard and G. M. Berkoff, "Myofascial trigger points show spontaneous needle EMG activity.," *Spine (Phila. Pa. 1976)*, vol. 18, no. 13, pp. 1803–1807, 1993.
 - [40] D. G. Simons, C.-Z. Hong, and L. S. Simons, "Endplate potentials are common to midfiber myofascial trigger points," *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 81, no. 3, pp. 212–222, 2002.
 - [41] J. Heuser and R. Miledi, "Effect of lanthanum ions on function and structure of frog neuromuscular junctions," *Proc. R. Soc. London. Ser. B. Biol. Sci.*, vol. 179, no. 1056, pp. 247–260, 1971.
 - [42] D. G. Simons, C.-Z. Hong, and L. S. Simons, "Prevalence of spontaneous electrical activity at trigger spots and at control sites in rabbit skeletal muscle," *J. Musculoskelet. Pain*, vol. 3, no. 1, pp. 35–48, 1995.
 - [43] D. G. Simons and W. C. Stolov, "Microscopic features and transient contraction of palpable bands in canine muscle.," *Am. J. Phys. Med.*, vol. 55, no. 2, pp. 65–88, 1976.
 - [44] S. Mense, D. G. Simons, U. Hoheisel, and B. Quenzer, "Lesions of rat skeletal muscle after local block of acetylcholinesterase and neuromuscular stimulation," *J. Appl. Physiol.*, vol. 94, pp. 2494–2501, 2003.
 - [45] S. Mense, D. G. Simons, and I. J. Russell, *Muscle pain: understanding its nature, diagnosis, and treatment*. Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
 - [46] R. R. Myers, R. Wagner, and L. S. Sorkin, "Hyperalgesic actions of cytokines on peripheral nerves," in *Cytokines and pain*, Springer, 1999, pp. 133–157.
 - [47] C. Lewis, R. Gevirtz, D. Hubbard, and G. Berkoff, "Needle trigger point and surface frontal EMG measurements of psychophysiological responses in tension-type headache patients," in *Biofeedback and Self-Regulation*, 1994, vol. 19, no. 3, pp. 274–275.
 - [48] W. H. McNULTY, R. N. Gevirtz, D. R. Hubbard, and G. M. Berkoff, "Needle electromyographic evaluation of trigger point response to a psychological stressor," *Psychophysiology*, vol. 31, no. 3, pp. 313–316, 1994.
 - [49] J. Dommerholt, O. Mayoral del Moral, and C. Gröbli, "Trigger point dry needling," *J. Man. Manip. Ther.*, vol. 14, no. 4, pp. 70E–87E, 2006.
 - [50] A. Domingo, O. Mayoral, S. Monterde, and M. M. Santafé, "Neuromuscular Damage and Repair after Dry Needling in Mice," *Evidence-Based Complement. Altern. Med.*, vol. 2013, 2013.
 - [51] J. H. Kellgren, "Observations on referred pain arising from muscle," *Clin Sci*, vol. 3, no. 176, pp. 1937–1938, 1938.

- [52] A. E. Sola and J. H. Kuitert, "Myofascial trigger point pain in the neck and shoulder girdle; report of 100 cases treated by injection of normal saline.," *Northwest Med.*, vol. 54, no. 9, p. 980, 1955.
- [53] F. A. Frost, B. Jessen, and J. Siggaard-Andersen, "Myofascial pain treated with injections. A controlled double-blind trial," *Ugeskr. Laeger*, vol. 142, no. 27, pp. 1754–1757, 1980.
- [54] K. Lewit, "The needle effect in the relief of myofascial pain," *Pain*, vol. 6, no. 1, pp. 83–90, 1979.
- [55] D. G. Simons, "Electrogenic nature of palpable bands and 'jump sign' associated with myofascial trigger points," *Adv. Pain Res. Ther.*, vol. 1, pp. 913–918, 1976.
- [56] J. R. Friction, M. D. Auvinen, D. Dykstra, and E. Schiffman, "Myofascial pain syndrome: electromyographic changes associated with local twitch response.," *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 66, no. 5, pp. 314–317, 1985.
- [57] C. Z. Hong, "Electromyographic analysis of local twitch responses of human extensor digitorum communis muscle during ischemic compression over the arm.," *Arch Phys Med Rehabil*, vol. 67, p. 680, 1986.
- [58] C.-Z. Hong, "Persistence of local twitch response with loss of conduction to and from the spinal cord," *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 75, no. 1, pp. 12–16, 1994.
- [59] C.-Z. Hong, Y. Torigoe, and J. Yu, "The localized twitch responses in responsive taut bands of rabbit skeletal muscle fibers are related to the reflexes at spinal cord level," *J. Musculoskelet. Pain*, vol. 3, no. 1, pp. 15–33, 1995.
- [60] K. R. Lucas, P. A. Rich, and B. I. Polus, "Muscle activation patterns in the scapular positioning muscles during loaded scapular plane elevation: The effects of Latent Myofascial Trigger Points," *Clin. Biomech.*, vol. 25, no. 8, pp. 765–770, 2010.
- [61] W. E. Prentice, *Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training*. 2004.
- [62] G. G. Haff and N. T. Triplett, *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. Human kinetics, 2015.
- [63] W. B. Allerheiligen, "Speed development and plyometric training," *Essentials strength Train. Cond. Strength Cond. Assoc.*, pp. 314–344, 2000.
- [64] J. A. Mastropaolo, "A test of the maximum-power stimulus theory for strength," *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, vol. 65, no. 5, pp. 415–420, 1992.
- [65] J. M. Sheppard and W. B. Young, "Agility literature review: Classifications, training and testing," *J. Sports Sci.*, vol. 24, no. 9, pp. 919–932, 2006.
- [66] W. Young, A. Russell, P. Burge, A. Clarke, S. Cormack, and G. Stewart, "The use of sprint tests for assessment of speed qualities of elite Australian rules footballers," *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, vol. 3, no. 2, pp. 199–206, 2008.
- [67] E. Loosch, *Allgemeine Bewegungslehre*. Limpert, 1999.
- [68] D. Luchtenberg, *Supplimentary Training for Endurance Sports: Optimize Performance-Avoid Overloading*, vol. 1. Meyer & Meyer Verlag, 2007.
- [69] M. Quante and E. Hille, "Propriozeption: eine kritische Analyse zum Stellenwert in der Sportmedizin," *Dtsch. Z. Sportmed.*, vol. 50, no. 10, pp. 306–310, 1999.
- [70] U. Häfelfinger and V. Schuba, *Koordinationstherapie: Propriozeptives Training*. Meyer & Meyer Verlag, 2013.
- [71] S. M. Lephart, D. M. Pincivero, J. L. Giraido, and F. H. Fu, "The role of

- proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries," *Am. J. Sports Med.*, vol. 25, no. 1, pp. 130–137, 1997.
- [72] H. J. Hislop and J. Perrine, "The isokinetic concept of exercise," *Phys. Ther.*, vol. 47, no. 1, pp. 114–117, 1967.
 - [73] M. O. Ayan, "Elit kadın basketbolcularda alt ekstremitte kas kuvveti ve propriyoseptif komponentler arasındaki ilişki," İstanbul Üniversitesi, 2019.
 - [74] C. Kisner, L. A. Colby, and J. Borstad, *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. Fa Davis, 2017.
 - [75] Computer Sports Medicine Inc. (CSMi), *Computer Sports Medicine Inc. (CSMi) HUMAC 2009/NORM Application Program User's guide*. Computer Sports Medicine Inc. (CSMi), 2009.
 - [76] P. Kannus, "Isokinetic evaluation of muscular performance," *Int. J. Sports Med.*, vol. 15, no. S 1, pp. S11–S18, 1994.
 - [77] E. Rozenfeld, A. S. Finestone, U. Moran, E. Damri, and L. Kalichman, "Test-retest reliability of myofascial trigger point detection in hip and thigh areas," *J. Bodyw. Mov. Ther.*, vol. 21, no. 4, pp. 914–919, Oct. 2017.
 - [78] P. H. Johansson, L. Lindström, G. Sundelin, and B. Lindström, "The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise," *Scand. J. Med. Sci. Sports*, vol. 9, no. 4, pp. 219–225, 1999.
 - [79] L. S. Chesterton, J. Sim, C. C. Wright, and N. E. Foster, "Interrater reliability of algometry in measuring pressure pain thresholds in healthy humans, using multiple raters," *Clin. J. Pain*, vol. 23, no. 9, pp. 760–766, 2007.
 - [80] D. Walton, J. MacDermid, W. Nielson, R. Teasell, M. Chiasson, and L. Brown, "Reliability, standard error, and minimum detectable change of clinical pressure pain threshold testing in people with and without acute neck pain," *J. Orthop. Sport. Phys. Ther.*, vol. 41, no. 9, pp. 644–650, 2011.
 - [81] M. A. Domínguez-Martín, F. Lopez-Ruiz, M. V Reyes-Lopez, G. Valenza, C. Fernández De Las Peñas, and P. Madeleine, "Differences in pressure pain sensitivity of elite male soccer players on artificial turf and natural grass," *Sport. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 22–28, 2013.
 - [82] M. K. Drew, G. Lovell, T. S. Palsson, P. E. Chiarelli, and P. G. Osmotherly, "Do Australian Football players have sensitive groins? Players with current groin pain exhibit mechanical hyperalgesia of the adductor tendon," *J. Sci. Med. Sport*, vol. 19, no. 10, pp. 784–788, 2016.
 - [83] P. Miao, Y. Xu, C. Pan, H. Liu, and C. Wang, "Vastus medialis oblique and vastus lateralis activity during a double-leg semisquat with or without hip adduction in patients with patellofemoral pain syndrome," *BMC Musculoskelet. Disord.*, vol. 16, p. 289, Oct. 2015.
 - [84] S. W. Cheatham and M. J. Kolber, "Does roller massage with a foam roll change pressure pain threshold of the ipsilateral lower extremity antagonist and contralateral muscle groups? An exploratory study," *J. Sport Rehabil.*, vol. 27, no. 2, pp. 165–169, 2018.
 - [85] S. Kelly and C. Beardsley, "Specific and cross-over effects of foam rolling on ankle dorsiflexion range of motion," *Int. J. Sports Phys. Ther.*, vol. 11, no. 4, p. 544, 2016.

- [86] K. Jay *et al.*, "Specific and cross over effects of massage for muscle soreness: randomized controlled trial," *Int. J. Sports Phys. Ther.*, vol. 9, no. 1, p. 82, 2014.
- [87] H. A. Kim, U. J. Hwang, S. H. Jung, S. H. Ahn, J. H. Kim, and O. Y. Kwon, "Comparison of shoulder strength in males with and without myofascial trigger points in the upper trapezius," *Clin. Biomech.*, vol. 49, pp. 134–138, 2017.
- [88] L. E. Miller *et al.*, "Knee extensor and flexor torque development with concentric and eccentric isokinetic training," *Res. Q. Exerc. Sport*, vol. 77, no. 1, pp. 58–63, 2006.
- [89] R. Scattone-Silva, G. C. Lessi, D. F. M. Lobato, and F. V Serrão, "Acceleration time, peak torque and time to peak torque in elite karate athletes," *Sci. Sports*, vol. 27, no. 4, pp. e31–e37, 2012.
- [90] S. Nishida, T. Tomoto, K. Maehara, and S. Miyakawa, "Acute effect of low-intensity eccentric exercise on angle of peak torque in subjects with decreased hamstring flexibility," *Int. J. Sports Phys. Ther.*, vol. 13, no. 5, p. 890, 2018.



FORMLAR

KATILIMCI TAKİP FORMU

Adı Soyadı:

Doğum Tarihi:

Yaş:

Futbol Oynadığı Takım:

Dominant Bacak: R ☐ L ☐

Boy: cm. **Kilo:** kg. **VKi:** kg/m²

Telefon: **e-mail:**

Düzenli ilaç Kullanımı var mı? Evet ☐ Hayır ☐ Evet ise kullandığınız ilaçlar nelerdir?
.....

Haftada yapılan toplam maç, saha antrenmanı ve salon antrenmanlarının sayısı:

Lisanslı olarak ne kadar süredir futbol oynamaktasınız?

Özgeçmiş

Hipertansiyon: Var ☐ Yok ☐

Diyabet: Var ☐ Yok ☐

Fibromiyalji: Var ☐ Yok ☐

Hemofili (Kanda pıhtılaşma problemi): Var ☐ Yok ☐

Konulmuş periferik vasküler hastalık Tanısı: Var ☐ Yok ☐

İğne Fobisi: Var ☐ Yok ☐

Akut ya da kronik bel ağrısı hikayesi: Var ☐ Yok ☐

Son 6 ay içerisinde alt ekstremiteyi ilgilendiren spor yaralanması hikayesi: Var ☐ Yok ☐

Son 3 ay içerisinde uyluk kaslarına yönelik kuru iğne yapıldı mı? Evet ☐ Hayır ☐

Basınç Ağrı Eşiği Değerlendirme Formu

	Basınç Ağrı Eşiği / Sağ				Basınç Ağrı Eşiği / Sol				Kuru İğne Uygulanacak Taraf		İkinci Analizler Öncesi Basınç Ağrı Eşiği/ Sağ				İkinci Analizler Öncesi Basınç Ağrı Eşiği/ Sol			
	1	2	3	Ort.	1	2	3	Ort.	Sağ ☐	Sol ☐	1	2	3	Ort.	1	2	3	Ort.
Rektus Femoris																		
Vastus Medialis																		
Vastus Lateralis																		
Biceps femoris																		
Semitendinosus ve Semimembranosus																		

İzokinetik Proprioepsiyon Analiz Formu

İzokinetik Proprioepsiyon Analizi 60°/sn. (Kuru İğneleme Öncesi)																	
	Sağ Ext.				Sağ Flex.					Sol Ext.				Sol Flex.			
	1	2	3	Ort.	1	2	3	Ort.		1	2	3	Ort.	1	2	3	Ort.
Gerçekleştirilen hız (°/sn)																	
Hedef hız ile kişinin gerçekleştirdiği hız arasındaki fark (°/sn)																	

İzokinetik Kuvvet – Dayanıklılık Analiz Formu

İzokinetik Kuvvet- Dayanıklılık Analizi									
	Ekstansör Grup		Fleksör Grup		Kuru İğneleme Sonrası	Ekstansör Grup		Fleksör Grup	
Peak Tork (newton.metre) 60 °/sn	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	
Peak Tork (newton.metre) 180 °/sn	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	
Peak Torkun vücut ağırlığına oranı (newton.metre/kilogram) 60 °/sn	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	
Peak Torkun vücut ağırlığına oranı (newton.metre/kilogram) 180 °/sn	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	
Toplam yapılan işin vücut ağırlığına oranı (Newton.metre/kilogram.saniye)	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	

İzokinetik Kuvvet – Zaman ve Kuvvet – Açı Analiz Formu

İzokinetik Kuvvet – Zaman ve Kuvvet- Açı Analizi									
	Ekstansör Grup		Fleksör Grup		Kuru İğneleme Sonrası	Ekstansör Grup		Fleksör Grup	
60 °/sn. açısal hızda peak tork'a ulaşma süresi (saniye)	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	
180 °/sn. açısal hızda Peak tork'a ulaşma süresi (saniye)	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	
60 °/sn. açısal hızda gecikme süresi (saniye)	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	
60 °/sn. açısal hızda resiprokal gecikme süresi (saniye)	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	
60 °/sn. açısal hızda peak tork değerine ulaştığı eklem hareket açısı	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	
180 °/sn. açısal hızda peak tork değerine ulaştığı eklem hareket açısı	Sağ		Sağ			Sağ		Sağ	
	Sol		Sol			Sol		Sol	

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

AÇIKLAMA

Bu bilgilendirilmiş gönüllü olur formu “Futbolcularda miyofasiyal latent tetik nokta kuru iğnelemesinin atletik performans parametreleri üzerine etkisi” konulu tez çalışmasına sizi davet etmek üzere hazırlanmıştır.

Sorumlu Araştırmacı: Fzt. Emre Çağrı Savaş

Araştırma Projesinin Adı: Futbolcularda Miyofasiyal Latent Tetik Nokta Kuru İğnelemesinin Atletik Performans Parametreleri Üzerine Etkisi

Araştırmayı Yürütecek Kuruluşun Adı: İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı

GİRİŞ

“Futbolcularda Miyofasiyal Latent Tetik Nokta Kuru İğnelemesinin Atletik Performans Parametreleri Üzerine Etkisi” isimli yüksek lisans tez çalışmamıza davet edilmiş bulunmaktasınız. Çalışmada gönüllü olmaya karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın içeriğinin neler olduğunu, olası yarar ve risklerini bilmeniz önemlidir. Lütfen aşağıda sizinle paylaşılan bilgileri zaman ayırarak dikkatlice okuyunuz. Çalışmamıza katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmakta olup çalışmaya katılmama ya da katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahiptir. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olup, varsa sorularınız cevaplandıktan sonra çalışmaya katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir.

ARAŞTIRMA HAKKINDA BİLGİ

Araştırmamız İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Egzersiz Test Laboratuvarlarında yapılacaktır. 18 yaş üzeri lisanslı olarak futbol oynayan bireylerde çalışılacak olup araştırmamızın amacı, aktiviteye bağlı olarak kaslarda gergin bantlar şeklinde oluşan ve basınçla birlikte ağrı oluşturan latent tetik noktaların sporcularda kas ve nöromusküler performansı nasıl etkilediğini incelemektir. Çalışmamıza 20 gönüllünün alınması planlanmaktadır.

Araştırmamız 2 bölümden oluşmaktadır. Eğer araştırmaya katılmayı kabul edecek olursanız ilk bölümde İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı Egzersiz Test Laboratuvarımızda tarafımızca hazırlanmış olan bilgi formunu doldurmanız istenecektir. Sonrasında fiziksel muayene yapılacak ve uyluk kaslarında bulunan hassas noktalar belirlenip basınç algometresi ile hassasiyet değerlerinin ölçümü gerçekleştirilecektir. Muayene sonrasında çalışmaya katılmaya uygun görüldüğünüz takdirde veri toplama aşamasına geçilerek, izokinetik dinamometrede uyluk kaslarına yönelik propriosepsiyon ve kuvvet analizi yapılacaktır. Bunu takip eden süreçte uyluk kaslarında bulunan ve önceden belirlenen hassas noktalardaki latent tetik noktalara kuru iğneleme yöntemi uygulanacaktır.

Araştırmamızın ikinci kısmı ise 3 gün sonrasında gerçekleşecek ve iğneleme öncesi yapılan analizler tekrar edildikten sonra araştırma sonlandırılacaktır.

Araştırmamızda uygulayacağımız kuru iğneleme yöntemi, literatürde tetik noktaların tedavisinde en etkili tedavi yöntemi olarak bildirilmiştir. Bu yöntemde kullanılan iğne steril ve tek kullanımlık ipliksi ince bir iğne olup herhangi bir enjeksiyon olmaksızın kas içerisindeki hassas noktalara uygulanır. Uygulama öncesi iğneleme yapılacak bölge sterilize edilip, uygulamayı yapacak kişi sterilizasyon amaçlı tek kullanımlık muayene eldiveni kullanacaktır. Kuru iğneleme yöntemiyle latent tetik noktaların tedavisi sonrasında iğnelenen bölgede 24 – 48 saat hafif ağrı ve hassasiyet oluşabilmekle birlikte kas içerisinde hassasiyet oluşabilmektedir. Bunları en aza indirmek için kuru iğneleme uygulaması sonrasında iğnelenen bölgelere 30 – 60 sn. süreyle yüzeysel masaj uygulaması yapılacaktır. Sonrasında bacakta ön ve arka grup kaslarına her tekrar 10 sn. olmak üzere 3'er tekrar germe yaptırılacaktır.

Araştırma süreci içerisinde antrenman veya maç programınıza herhangi bir değişiklik yapmadan devam edebilir fakat ekstra bireysel çalışmalar yapmamanız istenmektedir. Ayrıca verilerin doğruluğunu sağlamak amacıyla analizlerin yapılacağı günlerde herhangi bir antrenmana ya da maça katılım göstermemeniz gerekmektedir. Yine bu süreçte kas gevşetici ilaç veya krem kullanmamalı, uyluk bölgesine masaj yaptırmamalısınız.

Çalışma sırasında elde edilen kişisel verileriniz istatistiksel analizler için kullanılacaktır. Çalışma sonunda bu bilgiler hakkında bilgi isteme hakkına sahip olacaksınız. Çalışmamız sonlandıktan sonra tıbbi literatürde yayınlanabilecek fakat kimliğiniz açıklanmayacaktır. Çalışmayı izleyen sorumlu kişiler, Etik Kurul, Sağlık Bakanlığı ve diğer ilgili sağlık otoriteleri verilere doğrudan erişebilir. Bu yazılı bilgilendirilmiş gönüllü onam formunu imzalayıp, bir örneği size verildikten sonra adı geçen kişi ve kurumlara erişim izni vermiş olacaksınız. Ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır.

Hastanemiz etik kurulundan izin alınarak gerçekleşecek olan ve Prof. Dr. Bülent Bayraktar gözetiminde Fizyoterapist Emre Çağrı Savaş tarafından yürütülecek olan çalışmamız ile ilgili bir sorunuz ya da ek bilgiye ihtiyacınız olduğunda aşağıda bilgileri verilen kişiyle lütfen iletişime geçiniz.

Adı, soyadı: Emre Çağrı Savaş

Görevi: Araştırma Yürütücüsü

Telefon: +90 506 8249323

GÖNÜLLÜ BEYANI

Sayın Fzt. Emre Çağrı Savaş tarafından İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı'nda tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra bu çalışmaya "gönüllü" olarak katılmak üzere davet edildim.

Bu çalışmaya katıldığım takdirde araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin, gizlilik içinde, bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygıyla korunacağı güvencesi verildi. Araştırma sonuçlarının, eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında da kişisel bilgilerimin büyük

hassasiyet gösterilerek korunacağı konusunda da yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının bilinci içerisindeyim) Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle olabilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması durumunda, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak parasal bir yük altına da girmeyeceğim.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Fzt. Emre Çağrı Savaş'ı İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı adresinde ve 05068249323 nolu telefondan arayabileceğimi biliyorum.

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

Bana yapılan bütün açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonrasında adı geçen bu araştırma projesinde gönüllü olarak yer alma kararını; kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın, memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. İmzalı bilgilendirilmiş gönüllü olur formumun bir örneğinin bana verileceğini de biliyorum.

a. Katılımcı Bilgileri

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

Tarih:

İmza:

b. Katılımcı ile görüşen fizyoterapist

Adı, soyadı, unvanı: Fzt. Emre Çağrı SAVAŞ

Adres: İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Fatih/ İstanbul

Tel: 0 5068249323

Tarih:

İmza:

ETİK KURUL KARARI

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU



Sayı : 800

Tarih : 25.06.2019

Konu: Prof. Dr. Bülent BAYRAKTAR hk.

Sayın Prof. Dr. Bülent BAYRAKTAR
Spor Hekimliği Anabilim Dalı

İlgi: Spor Hekimliği Anabilim Dalının 31/05/2019 gün ve 110004 sayılı yazısı

Sorumlu araştırmacılığını üstlendiğiniz ve Fzt. Emre Çağrı SAVAŞ' ın yürüteceği 2019/783 dosya numaralı "Futbolcularda Miyofasiyal Latent Tetik Nokta Kuru İğnelemesinin Atletik Performans Parametreleri Üzerine Etkisi" başlıklı çalışma kurulumuzun 14/06/2019 tarih ve 11 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuş olup, tutanaklar ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. A.Yağız ÜRESİN

İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar

Etik Kurul Başkanı

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

FUTBOLCULARDA MİYOFASİYAL LATENT TETİK NOKTA KURU İĞNELEMESİNİN ATLETİK PERFORMANS PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 2	% 1	% 0	% 2
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	<% 1
2	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	<% 1
3	Submitted to Istanbul Aydın University Öğrenci Ödevi	<% 1
4	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<% 1
5	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<% 1
6	Submitted to National University of Ireland, Galway Öğrenci Ödevi	<% 1
7	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1
8	Submitted to Manchester Metropolitan	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Emre Çağrı	Soyadı	Savaş
Doğ.Yeri	Yozgat/Merkez	Doğ.Tar.	15.03.1994
Email	ecagri.savas@gmail.com	Uyruğu	T.C.

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mez. Yılı
Doktora		
Yük.Lis.		
Lisans	İstanbul Bilgi Üniversitesi	2017
Lise	Pendik Fatih Anadolu Lisesi	2012

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Fizyoterapist	Türkiye Yüzme Federasyonu	2020-
2.	Fizyoterapist	İ.Ü. Spor Hekimliği Anabilim Dalı	2017-
3.			-

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*	YÖKDİL	IELTS
İngilizce	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	95.00	6,5

*Çok iyi, iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES	77,23	68,39	59,40

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft Office	Orta
IBM SPSS	Zayıf

Yayınlari/Tebliğleri Sertifikaları/Ödülleri

Özel İlgi Alanları (Hobileri):

