



T.C.

**SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ BURSA YÜKSEK
İHTİSAS SAğLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ**

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**LOMBER DİSK HERNİASYONU TANILI HASTALARDA BEL
EGZERSİZİYLE BERABER UYGULANAN NÖROMÜSKÜLER
ELEKTRİK STİMÜLASYONUNUN MULTİFİDUS KAS
AKTİVASYONUNA ETKİSİ**

Dr. Ayşe ALKAN BİÇER

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

Bursa/2024



T.C.

**SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ BURSA YÜKSEK
İHTİSAS SAğLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ**

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**LOMBER DİSK HERNİASYONU TANILI HASTALARDA BEL
EGZERSİZİYLE BERABER UYGULANAN NÖROMÜSKÜLER
ELEKTRİK STİMÜLASYONUNUN MULTİFİDUS KAS
AKTİVASYONUNA ETKİSİ**

Dr. Ayşe ALKAN BİÇER

Tez Danıőmanı: Prof. Dr. Meliha KASAPOğLU AKSOY

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

Bursa/2024

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
KISALTMALAR	ii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 LOMBER BÖLGE FONKSİYONEL ANATOMİSİ	3
2.1.1 Kemik Yapısı, Eklemler ve Ligamentler	3
2.1.2 Arteriyovenöz ve Nöral Yapıları.....	5
2.1.3 Lomber Bölge Kas Yapıları	6
2.1.4 İntervertebral Disk Yapısı	9
2.1.5 Lomber Omurga Hareketleri ve Stabilizasyonu.....	10
2.2 BEL AĞRISI.....	12
2.3 LOMBER DİSK HERNİASYONU.....	14
2.4 KONSERVATİF TEDAVİ YAKLAŞIMLARI.....	16
2.4.1 Farmakolojik Tedavi	16
2.4.2 Postür ve Günlük Yaşam Aktivitelerinin Düzeltilmesi.....	17
2.4.3 Lomber Egzersizler	18
2.4.3.1 Lomber stabilizasyon egzersizleri.....	19
2.4.4 Fizik Tedavi Ajanları	20
2.4.4.1 Yüzeysel ve derin ısı terapisi.....	20
2.4.4.2 Elektroterapi.....	21
2.4.4.3 Nöromuskuler elektrik stimülasyonu	22
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	25
3.1 GRUPLARIN OLUŞTURULMASI VE UYGULANAN TEDAVİ	27
3.2 DEĞERLENDİRME ÖLÇEKLERİ	31
3.3 İSTATİKSEL ANALİZ	34
4. BULGULAR.....	35

5. TARTIŞMA	50
6. SONUÇ	56
7. KAYNAKLAR	57



TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimde büyük katkısı olan, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, deneyimlerini benimle paylaşan, insani ve vicdani anlamda örnek olan, asistanlığımın ilk günlerinden beri desteğini gördüğüm, tez çalışmamın her aşamasında yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Meliha KASAPOĞLU AKSOY'a;

Uzmanlık eğitimimde büyük katkısı olan, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, değerli hocalarım Doç.Dr. İlknur AYKURT KARLIBEL ve Prof. Dr. Lale ALTAN İNCEOĞLU'a;

Tezimin istatistiksel değerlendirmesinin her aşamasında yardımcı olan, kıymetli bilgilerini paylaşan Dr. Hande BAHADIR'a;

Asistanlık sürecimin ilk 3 yılında beraber çalıştığım, çok güzel anılar biriktirdiğim ve her zaman desteklerini gördüğüm, ayrılışta beraberiz dediğim değerli uzman arkadaşlarım Dr. Didem İldemir Doğançün, Dr. Esra Kösegil Öztürk ve Dr. Özgür Yeşilöz'e;

Uzmanlık eğitimim süresince her zaman yanımda olan, her türlü sıkıntıyı beraber atlattığımız, çok güzel anılar biriktirdiğimiz, beraber çalışmaktan her zaman keyif aldığım kıymetli dostlarım ve meslektaşlarım asistan arkadaşlarıma;

Klinikte birlikte çalıştığımız hemşirelerimiz, tıbbi sekreterlerimiz ve fizyoterapistlerimize;

Hayatım boyunca desteklerini hiç esirgemeyen, bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, aldığım tüm kararlarda arkamda duran ve tecrübelerini paylaşan annem, babam ve kardeşime;

Bu uzun süreçte hep yanımda olan ve güzel kılan canım eşim Selahattin ve biricik kızım İdil'e

Sonsuz Teşekkürlerimi Sunarım...

Dr. Ayşe Alkan Biçer

Bursa, Şubat 2024

KISALTMALAR

A-P: Anterior- Posterior

ALL: Anterior Longitudinal Ligaman

AP: Aksiyon Potansiyeli

BDÖ: Beck Depresyon Ölçeği

BT: Bilgisayarlı Tomografi

DM: Diyabetes Mellitus

EPZ: Parmak ucu zemin mesafesi

FDA: Food and Drug Administration

GYA: Günlük Yaşam Aktiviteleri

HIV: Human İmmünesupresif Virüs

İVD: İntervertebral Disk

LDH: Lomber Disk Hernisi

LM: Lomber Multifidus kas kalınlığı

LM_{ist}: Lomber multifidus istirahat kas kalınlığı

LM_{MVİK}: Lomber multifidus maksimum volunter izometrik kontraksiyon kalınlığı

LM_{NMES+MVİK}: Lomber multifidus NMES uygulanırken maksimum volunter izometrik kontraksiyon kalınlığı

MKA: Multifidus Kas Aktivasyonu

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

MVİK: Maksimum Volunter İzometrik Kontraksiyon

NMES: Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu

NSP: Nottingham Sağlık Profili

PLL: Posterior Longitudinal Ligaman

PNT: Perkütan Sinir Stimülasyonu

PSQİ: Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi

SF-36: Kısa Form 36

TCA: Trisiklik Antideprasan

TENS: Transkutanöz Elektrik Stimülasyonu

US: Ultrason

VAS: Vizüel Ağrı Skalası

VKİ: Vucüt Kitle İndeksi

%LM_{KA}: Lomber Multifidus Kas Aktivasyon Yüzdesi



TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Lomber Bölge Anatomik Yerine Göre Kasların Sınıflandırılması.....	7
Tablo 2. Lomber Bölge Fonksiyonuna Göre Kas Yapılarının Sınıflandırılması	7
Tablo 3. Lomber Bölgede Lokal ve Global Stabilizasyonu Sağlayan Kaslar.....	11
Tablo 4. Bel Ağrısı Nedenleri	12
Tablo 5. Grup 1 ve Grup 2 Cinsiyet, Yaş, Sigara Kullanımı ve VKİ Karşılaştırması VKİ.....	35
Tablo 6. Grup 1 ve Grup 2 Başlangıç MKA, VAS, EPZ, PSQİ, BDÖ Verilerinin Karşılaştırılması	36
Tablo 7. Grup 1 ve Grup 2 Başlangıç NSP Parametrelerinin Karşılaştırılması.....	37
Tablo 8. Grup 1 ve Grup 2 Başlangıç SF-36 Parametrelerinin Karşılaştırılması.....	37
Tablo 9. Grup 1'in 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen MKA, VAS, EPZ, PSQİ, BDÖ Değerlerinin Tedavi Öncesi ile Karşılaştırılması.....	38
Tablo 10. Grup 1'in 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen NSP Parametrelerinin Tedavi Öncesi ile Grup İçi Karşılaştırılması.....	39
Tablo 11. Grup 1'in 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen SF-36 Parametrelerinin Tedavi Öncesi ile Grup İçi Karşılaştırılması.....	40
Tablo 12. Grup 2'nin 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen MKA, VAS, EPZ, PSQİ, Bdödeğerlerinin Tedavi Öncesi İle Grup İçi Karşılaştırılması	41
Tablo 13. Grup 2'nin 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen NSP Parametrelerinin Tedavi Öncesi ile Grup İçi Karşılaştırılması.....	42
Tablo 14. Grup 2'nin 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen SF-36 Parametrelerinin Tedavi Öncesi ile Karşılaştırılması	43
Tablo 15. 2. Hafta ve 6. Hafta MKA, VAS, EPZ, PSQİ, BDÖ Verilerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması.....	44
Tablo 16. 2. Hafta ve 6. Hafta NSP Parametrelerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	45
Tablo 17. SF-36 Parametrelerinin 2. Hafta ve 6. Hafta Verilerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	46
Tablo 18. MKA, VAS, EPZ, PSQİ, BDÖ Değerlerinin 2. Hafta-Başlangıç ve 6. Hafta- Başlangıç Fark Skorlarının Gruplar Arasında Karşılaştırılması	47

Tablo 19. 2.Hafta -Başlangıç ve 6.Hafta -Başlangıç NSP Parametreleri Fark Skorlarının Gruplar Arasında Karşılaştırılması	48
Tablo 20. SF-36 Parametrelerinin 2. Hafta-Başlangıç ve 6.Hafta-Başlangıç Fark Skorlarının Gruplar Arasında Karşılaştırılması	49



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Lomber Vertebralar, ALL, PLL, Lig Flavum, Lig İntertransvers, Lig İnterspinöz, Lig Supraspinöz ve Faset Eklem Anatomik Yapıları.....	5
Şekil 2. Lomber Bölge Multifidus, İliocostalis, Longissimus, Quadratus Lumborum ve Psoaskaslarının Transver Kesiti ve Nöral İnervasyonu	8
Şekil 3. L1-L5 Spinöz Proseslerden Başlayan Multifidus Kasının Sakruma Yapışma Yerleri, Lomber Bölgede 5 Banttan Oluşan Multifidus Kasının L4 ve L5 Transvers Kesit Kalınlıkları.....	9
Şekil 4. İntervertebral Disk Yapısını Oluşturan Nükleus Pulposus, Anulus Fibrozis ve Vertebral Son Plak	10
Şekil 5. Disk Hernisi Sınıflaması; A-Normal, B- Protrüzyon, C-Ekstrüzyon, D-Sekestrasyon.....	15
Şekil 6. Çalışma Akış Diyagramı.....	26
Şekil 7. Chattanooga Cefar TENS (2022, Fransa) 2 Kanallı Bifazik Simetrik Pulse Akımlaştırılan 100ma Gücünde, Pulse Süresi 250µs, Frekansı 50Hz Olan Cihaz ile Lomber Paraspinal Kaslara 20 Dk NMES Uygulaması.....	28
Şekil 8. Lomber Multifidus Kas Aktivasyon Denklemi	33
Şekil 9. Chison 2015 China Ultrason 3,5 Mhz Konveks Probuyla L4-L5 Faset Eklemden Multifidus İstirahat Kas Kalınlığı Ölçümü	33

ÖZET

Amaç: Lomber disk hernisi (LDH) dejenere diskin lomber spinal sinir kökünü sıkıştırmasıyla ortaya çıkan bel ve bacak ağrısıyla karakterize klinik tablodur. Lomber multifidus kasının primer fonksiyonu statik ve dinamik olarak spinal stabiliteyi sağlamaktır. Biz bu çalışmada LDH tanılı hastalarda bel egzersiziyle birlikte multifidus kasına nöromüsküler elektrik stimülasyonu (NMES) vererek kas aktivasyonununa, ağrıya ve fonksiyonel duruma olan etkinliğini araştırmayı planladık.

Gereç ve yöntem: Prospektif, randomize, kontrollü, tek kör çalışmamıza hastanemiz FTR polikliniklerinde LDH tanısı (lomber MR L4-L5 disk protrüzyonu) ve bel ağrısı olan 85 hasta dahil edildi. Katılımcılar random tablo kullanılarak iki gruba (grup 1(NMES +egzersiz); n= 43, grup 2 (Egzersiz); n= 42) randomize edildi. Grup 1'e lomber eklem hareket açıklığı, stabilizasyon ve germe egzersizlerini içeren ev programı ve 2 hafta 10 seans NMES (100mA, 250µs,50Hz,20 dak) hastanın toleransına uygun dozda uygulandı. Grup 2'e sadece lomber evegzersiz programı verildi. Her iki grup için ev egzersiz programı süresi 6 hafta her gün günde üç sefer 10 tekrar olarak önerildi. Katılımcıların başlangıçta demografik bilgileri kaydedildi. Hastalar tedavinin başlangıcında, 2. ve 6. haftada lomber multifidus kas aktivasyonu (MKA) (Chison 2015 China ultrason 3,5 MHzkonveksprobuylamultifidusun kalınlık ölçümleri yapıлып A MATLAB R2014 programı ile kas aktivasyon yüzdesi hesaplandı, parmak ucu yer mesafesi (EPZ), VAS (Vizüel Analog Skala), Nottingham Sağlık Profili (NSP) ve Kısa Form 36 (SF-36), Beck Depresyon Ölçeği (BDÖ) ve Pittsburg Uyku Kalite İndeksi (PSQİ) ile değerlendirildi. Değerlendirmeler gruplara kör bir araştırmacı tarafından yapıldı. Analizde IBM SPSS 22.0 istatistik paket programı kullanıldı. Çalışma verileri Shapiro-Wilk, Wilcoxon Test, Mann-Whitney U, Ki-kare ve Fisher exact testleriyle değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmamız 4 kişi kontrole gelmediği için grup 1 (n= 42), grup 2 (n=39) toplam 81 hasta ile tamamlandı. Katılımcıların yaş ortalaması 38.6±0.9 idi. İki grup başlangıç parametreleri ve demografik veriler açısından istatistiksel olarak benzerdi(p>0.05). Her iki grupta da 2. ve 6. hafta kontrolünde MKA, VAS parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edildi (p<0.05). EPZ ve PSQİ parametrelerinde sadece grup 1'de 2. ve 6.haftada istatistiksel olarak anlamlı düzelme

tespit edildi ($p<0.05$). Grup 1'deki NSP Sosyal izolasyon dışındaki tüm NSP parametreleri ve SF-36 Duygusal sağlık dışındaki tüm SF-36 parametrelerinde 2.ve 6. hafta kontrollerinde istatikselsel olarak anlamlı düzelme olduğu tespit edildi ($p<0.05$). Grup 2'deki EPZ ve BDÖ parametrelerinde sadece 6. hafta kontrolünde istatikselsel olarak anlamlı düzelme tespit edilirken ($p<0.05$), NSP Sosyal izolasyon dışındaki tüm NSP parametrelerinde ve SF-36 Genel sağlık ve duygusal sağlık dışındaki tüm SF-36 parametrelerinde 2. hafta ve 6. haftada istatikselsel olarak anlamlı düzelme olduğu gözlemlendi ($p<0.05$).

Gruplar birbirleri ile karşılaştırıldığında 2. Haftada MKA, VAS istirahat, NSP enerji, NSP toplam ve SF-36 enerji parametrelerinde Grup 1 lehine istatikselsel olarak anlamlı iyileşme olduğu ($p<0.05$), 6. Haftada ise gruplar arasında değerlendirme parametreleri açısından istatikselsel anlamlı farklılık olmadığı gözlemlenmiştir ($p>0.05$).

Çalışmamız sırasında hastalara uygulanan NMES ve egzersiz tedavisinde hastalarda herhangi bir yan etki oluşmadı.

Sonuç: LDH olan hastalarda egzersiz programına eklenen NMES tedavisi ile kısa dönemde bel ağrısında azalma, multifidus aktivasyonunda artış ve bel fonksiyonlarında iyileşmenin daha belirgin olduğu bu etkinin 6. Haftaya devam etmediği gösterilmiştir. NMES+egzersiz grubunda uyku kalitesinde iyileşmenin daha belirgin olduğu aynı etkinin egzersiz grubunda olmadığı gözlemlenmiştir. Lomber bölgede NMES tedavisinin etkinliğini anlamak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Lomber disk hernisi, multifidus kası, Nöromusküler elektrik stimülasyon, egzersiz

ABSTRACT

Aim: Lumbar disc herniation (LDH) is a clinical condition characterized by low back and leg pain caused by compression of the lumbar spinal nerve root by a degenerated disc. The primary function of the lumbar multifidus muscle is to provide static and dynamic spinal stability. In this study, we have aimed to investigate the efficacy of neuromuscular electrical stimulation (NMES) to the multifidus muscle in combination with lumbar exercise on muscle activation, pain and functional status in patients with LDH.

Materials and method: In our prospective, randomized, controlled, single-blind study, 85 patients with LDH diagnosis (lumbar MR L4-L5 disc protrusion) and low back pain were included. Participants were randomized into two groups (group 1 (NMES + exercise); n= 43, group 2 (exercise); n= 42) using a random table. Group 1 received a home program including lumbar range of motion, stabilization and stretching exercises and 2 weeks and 10 sessions of NMES (100mA, 250 μ s, 50Hz, 20 min) at a dose appropriate to the patient's tolerance. Group 2 received only lumbar home exercise program. The duration of the home exercise program for both groups was recommended as 10 repetitions three times a day for 6 weeks every day. Demographic information of the participants was recorded at baseline. At the beginning, 2nd and 6th week of the treatment, lumbar multifidus muscle activation (MKA) (Chison 2015 China ultrasound 3.5 MHz convex probe was used to measure the thickness of the multifidus and the percentage of muscle activation was calculated with A MATLAB R2014 program and was evaluated with fingertip ground distance (EPZ), VAS (Visual Analog Scale), Nottingham Health Profile (NHP) and Short Form 36 (SF-36), Beck Depression Scale (BDS) and Pittsburg Sleep Quality Index (PSQI). The evaluations were performed by an investigator blinded to the groups. IBM SPSS 22.0 statistical package program was used in the analysis. Study data were evaluated by Shapiro-Wilk, Wilcoxon Test, Mann-Whitney U, Chi-square and Fisher exact tests.

Findings: Our study was completed with a total of 81 patients in group 1 (n=42) and group 2 (n=39) because 4 patients did not come for follow-up. The mean age of the participants was 38.6 \pm 0.9 years. The two groups were statistically similar in terms of baseline parameters and demographic data (p>0.05). In both groups, statistically

significant improvement was detected in MKA and VAS parameters at the 2nd and 6th week controls ($p < 0.05$). EPZ and PSQI parameters showed statistically significant improvement only in group 1 at the 2nd and 6th week ($p < 0.05$). In group 1, all NSP parameters except NSP Social isolation and all SF-36 parameters except SF-36 Emotional health showed statistically significant improvement in the 2nd and 6th week controls ($p < 0.05$). While statistically significant improvement was found in EPZ and BDI parameters in Group 2 only at the 6th week control ($p < 0.05$), statistically significant improvement was observed in all NSP parameters except NSP Social isolation and in all SF-36 parameters except SF-36 General health and emotional health at the 2nd week and 6th week ($p < 0.05$).

When the groups were compared with each other, it was observed that there was a statistically significant improvement in favor of Group 1 in MKA, VAS resting, NSP energy, NSP total and SF-36 energy parameters at Week 2 ($p < 0.05$), while there was no statistically significant difference between the groups in terms of evaluation parameters at Week 6 ($p > 0.05$).

Conclusion: It was shown that NMES treatment added to the exercise program in patients with LDH resulted in a decrease in low back pain, an increase in multifidus activation and improvement in low back functions in the short term, but this effect did not persist until the 6th week. It was observed that improvement in sleep quality was more pronounced in the NMES + exercise group, but the same effect was not observed in the exercise group. More studies are needed to understand the effectiveness of NMES treatment in the lumbar region.

Keywords: Lumbar disc herniation, multifidus muscle, Neuromuscular electrical stimulation, exercise

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Lomber disk hernisi (LDH) dejenere diskin lomber spinal sinir köküne bası yapmasıyla ortaya çıkan bel ve bacak ağrısıyla karakterize klinik tablodur(1). Lomber diske bağlı bel ağrısında spinal sinirlerin dorsal ramusun medial dalı segmental inhibisyona uğrar. Aynı zamanda artrojenik kas inhibisyonu sonucu lomber multifidus kasında defisit gelişmektedir(2). Bu refleks inhibisyonlar lomber disk hernisi sonrası koruyucu mekanizmaları ortadan kaldırır. Beyinden çıkan duysal ve motor sinyallerin LDH olan bölgeye ulaşmasıyla motor ünitenin kası uyarmasını inhibe eder (3). Lomber multifidus kasının primer fonksiyonu statik ve dinamik olarak spinal stabiliteyi sağlamaktır. Lomber multifidus aktivasyonunun azalması sonrası spinal stabilitenin bozulması dejenere disk patolojisini olumsuz yönde etkileyerek hasta şikayetlerini ve multifidus kas atrofisini arttırmaktadır(4).

Lomber disk herniasyonları %95 oranında L4-L5 ve L5-S1 seviyesinde görülmektedir. Bu seviyelerde görülmesinin sebebi en hareketli segment ve binen yükün fazla olmasıdır. LDH bağlı multifidus kas aktivasyonunun azalması nöromusküler kontrolde azalmaya sebep olmaktadır(5). Multifidus kas aktivasyonunun kazanılması LDH ve ağrı için çok önemlidir. Bu yüzden kore stabilizasyon egzersizleri ilk bu kasa yönlendirilir(6). Yapılan çalışmalarda kor stabilizasyon egzersizlerinin, ağrı ve fonksiyonel durumda iyileşmeyle sonuçlandığını göstermektedir(7).

Lomber disk hernisinde konservatif ve cerrahi tedavi seçenekleri bulunmaktadır. Konservatif tedavi seçeneklerinden nöromusküler elektrik stimülasyonu (NMES) lomber multifidus kasında aktivasyonu artırabilecek potansiyel bir ajandır. Yapılan çalışmalarda her ne kadar kanıtlar NMES aldıktan sonra multifidus aktivasyonunda önemli iyileşme olduğunu gösterse de dışardan pasif olarak uygulanan tedavi ajanının uzun vadede kas aktivasyon artışını garanti edememektedir. Lomber multifidus aktivasyonunda iyileşme sağlamak için mutlaka egzersizle birlikte kas eğitimi sağlanmalıdır(8-10).

Biz bu çalışma ile lomber disk hernisi tanısı olan çalışmadan bağımsız olarak fizik tedavi hekimi tarafından bel egzersiziyle birlikte multifidus kasına nöromusküler

elektrikstimülasyonu planlanan hastalarda kas aktivasyonununa, ağrıya, depresyona, uykuya ve fonksiyonel duruma olan etkinliğini karşılaştırmayı amaçladık.



2. GENEL BİLGİLER

2.1 LOMBER BÖLGE FONKSİYONEL ANATOMİSİ

2.1.1 Kemik Yapısı, Eklemler ve Ligamentler

Omurga, iskelet sisteminin ana yapısını oluşturan, vertebralardan oluşan kemik yapıdır. 33 vertebral segmentin üst üste gelmesiyle oluşur, ilk 24 vertebra intervertebral diskler ile eklem yapmaktadır. Yedi servikal, on iki torakal, beş lomber, beş sakral, dört veya beş koksijial vertebradan oluşmaktadır. Omurganın başlıca fonksiyonları, medulla spinalis ve spinal sinir köklerini korumak, omurga hareketini sağlamak, kaslar için yapışma yeri oluşturmak ve vücudü desteklemektir(11).

Lomber vertebra corpusları servikal ve torakal vertebra korpuslarına göre daha büyüktür. Servikal vertebralarda bulunan transvers foramen ve dorsaldaki kosta eklem yüzleri lomber vertebralarda yoktur. C şeklindeki vertebra arkusu pedikül ve laminadan oluşmaktadır. Lomber vertebraların pedikül ve laminanın birleşmesiyle yukarı yönde proc. Artikularis superior ve aşağı yönde proc. Artikularis inferior oluşmuştur. Proc. artikularis superior kendisine komşu olan üst vertebra'nın proc. Artikularis inferioru karşılaşılarak faset eklemleri oluşturur(12). Lomber omurga üç sütun üzerinde durur. Vertebra gövdesi ana sütunu, arkada faset eklemler diğer iki küçük sütunu oluşturmaktadır. Anteriordaki elemanlar yük taşıma ve şok emme görevini gerçekleştirir. Posteriordaki elemanlar sinir yapıları korur fleksiyon ve ekstansiyon hareketini organize eder(13).

Faset eklemın diğer adı zigapofizyel eklemdir. Aynı zamanda inflamatuvar ve dejeneratif sinyal değişikliklerine uğrayan eklem kapsülünün bulunduğu sinoviyal eklemlerdir. Faset eklemlerde sıvı artışı olduğunda yukardaki boşluğa protürüde olarak intervertebral foramenin girişinde spinal sinire köküne bası yapabilir. Faset eklemler aksiyel yüzde 16, lomber spondilozda bu yüklenme yüzde 70 kadar çıkar. Lomber ekstansiyon hareketi sırasında faset eklemler üzerine binen yük maksimuma çıkar. Her faset eklem kendi ve bir üst seviyeden aldığı primer dorsal ramusun medial dalları tarafından uyarılır(14).

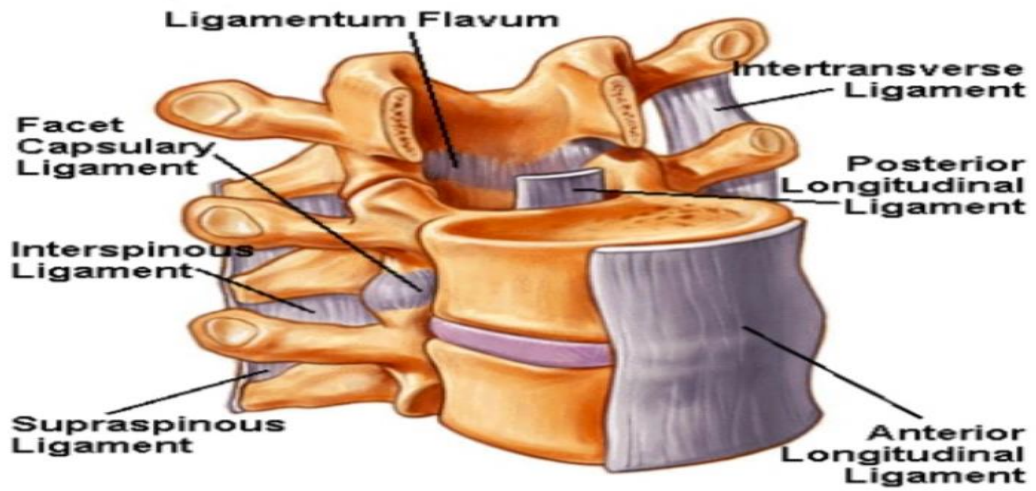
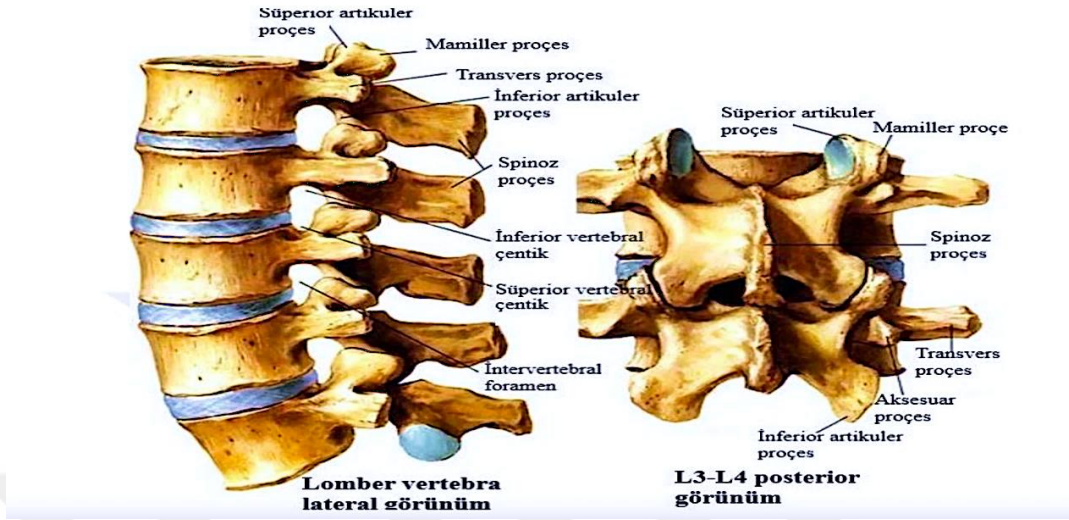
Lomber bölgedeki bağların görevi aşırı ekstansiyonu, fleksiyonu ve rotasyonları engelleyerek gövde stabilitesini korumaktır. Lomber vertebradaki bağları longitudinal ve segmenter olarak iki gruba ayırılır. Longitudinal olan bağlar anterior

longitudinal ligaman ve posterior longitudinal ligaman, segmenter olanlar flavum, interspinöz, supraspinöz ve intertransvers bağlardır.

Anterior longitudinal ligaman (ALL) oksiputtan sakruma kadar uzanır. Hem vertebra gövdesine hem intervertebral diskin önüne yapışır(15).

Posterior longitudinal ligaman (PLL) tektoryal zarın uzantısı olup sakruma kadar uzanır. Vertebra korpusuna yapışmadan aradaki boşluğu paravertebral venöz pleksus doldurarak intervertebral diske yapışır. PLL ALL dan daha zayıf ve sadece intervertebral diske yapıştığı için lomber disk herniasyonları posterolaterale olmaktadır(15).

Ligamentum flavum komşu laminalar arasında köprü görevi görür. Üsteki laminayı alttaki laminaya bağlar, orta hatta faset eklem kapsülüne kadar uzanır. Lomber hiperfleksiyon üzerinde sınırlayıcı etkisi olup, tekrar nötral postüre dönmeyi sağlar(16).



Şekil 1. Lomber Vertebra, ALL, PLL, Lig Flavum, Lig İntertransvers, Lig İnterspinöz, Lig Supraspinöz ve Faset Eklem Anatomik Yapıları

2.1.2 Arteriyovenöz ve Nöral Yapıları

Spinal kord üç tane longitudinal ana arterden beslenir. Spinal kordun ön 2/3'lük kısmı anterior longitudinal arterden, arka kısmı iki tane posterior longitudinal arterden kanlanmasını sağlar. Spinal kordun kaudal parçası ve lumbosakral bölgenin kanlanmasını sağlayan en önemli arteri olan arteria radicularis mangadır (Adamkiewicz spinal arteri). İlk dört lomber omurganın kanlanmasını aortadan orjin alan segmental arterler tarafından sağlanır. Beşinci lomber vertebraının arteri medial

sakral arterden köken alır. Omuriliğin venöz drenajı batson pleksusuyla sağlanır. Batson pleksusu azygos ve vena kavaya direne olur. Ekstradural vertebral venler,spinal kanalın kemik elemanlarını drene eden venler veekstravertebral venlerbatson pleksusunun yapısını oluşturur(17).

Spinal kord L1 vertebra seviyesinde sonlanır ve kauda ekina olarak devam eder. Spinal sinir ön ve arka kökün birleşmesiyle oluşur. Spinal sinir sinovertebral siniri verdikten sonra ön ve arka dala ayrılır. Lomber spinal sinirler kendi numarasındaki vertebranın pedikülünün altındaki foromenden omurgayı terk eder. İntervertebral foramen içinde spinal sinir araknoid zar ile çevrilir, spinal sinir ön ve arka kökleri foramene kadar dura mater ile çevrilidir. Kökler birleşip spinal siniri oluşturunca perinöryum ile devam eder. Spinal sinirler gerilmeye karşı esnek yapıya sahip olmasına rağmen duramater sert yapıda olup esnemeye yatkın olmadığı için ağrı oluşumuna sebep olur(18).

Lomber omurganın fonksiyonel ünitesinin ana siniri sinuvertebral ya da meningial ya da rekurren sinirdir. Ayrıca posterior ve anterior ramide fonksiyonel üniteyi inerve etmektedir. Sinovertebral sinir PLL, anulus fibrosusun arka ve dış lifleri, anterior duramater, posterior vertebral periost ve lateral resesleri inerve eder. Diğer inervasyonu sağlayan sinir posterior primer ramidir. Bu sinir lateral ve medial dala ayrılır. Medial dalın inerve ettiği yapılar; multifidus kası, intertransversalis kası, interspinözüs kas, ligamentum interspinale, ligamentum flavum, prosesus spinosus, lamina ve dorsolomber faysadır. Posterior primer raminin lateral dalı deri inervasyonunu sağlamaktadır(19, 20). Aynı zamanda anulus fibrozisin yüzeyi dış 1/3'lük kısmında serbest sinir uçları ve kapsüllü sinir uçları bulunmaktadır. Kapsüllü sinir uçları mekano reseptör, serbest sinir uçları nosiseptördür. Lig. Flavum, lig. İnterspinale, lig. Supraspinale ve torakolomber fasyada serbest ve kapsüllü sinir uçları bulunmaktadır. Somatik ağrının oluşmasına sebep olur(20).

2.1.3 Lomber Bölge Kas Yapıları

Lomber bölgedeki kasların görevi omurga hareketini ve stabilitesini sağlamaktır. Lomber omurga bölgesindeki kasları yerleşim yerine göre 4 gruba ayırılır. Yüzeyel arka grup, derin arka grup, lateral grup, ön grup kasları olarak isimlendirilir(21). Bunun yanında fonksiyonunagöre 4 gruba ayrılır. Ekstensörler,

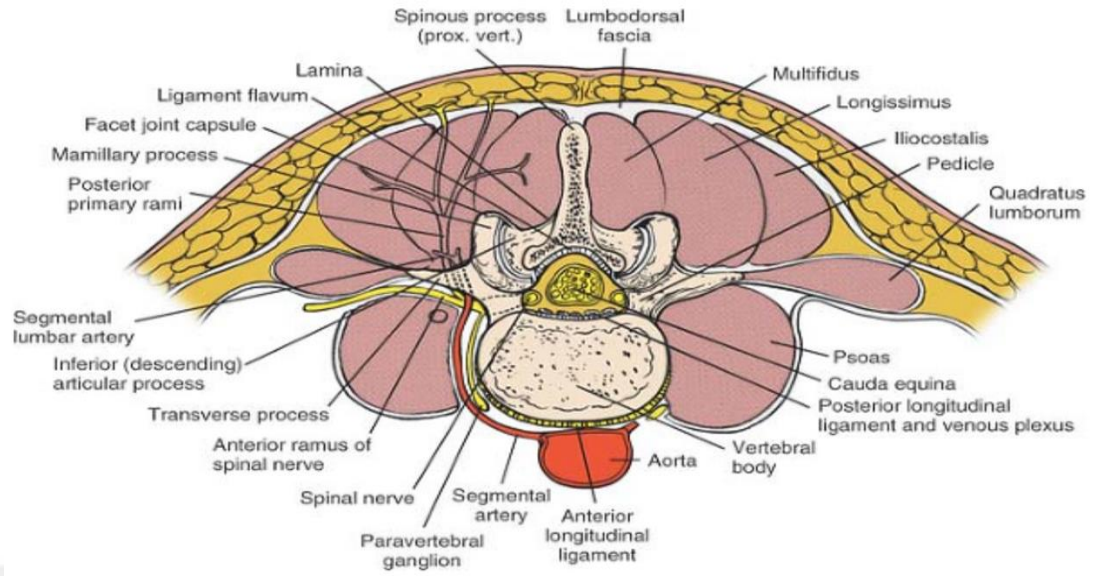
fleksörler, lateral fleksörler, rotator kaslar olarak isimlendirilir. Erektör spina iliokostalis, longissimus ve spinalis kaslarından oluşur(22).

Tablo 1. Lomber Bölge Anatomik Yerine Göre Kasların Sınıflandırılması

Yüzeyel arka grup	Derin arka grup	Lateral grup	Ön grup
Erektör spina	Multifidus İnterspinalis İntertransversari Rotator	İliopsoas Quadratus lumborum	Rektus abdominis Obliquus eksternus abdominis Obliquus internus abdominis Transversus abdominis

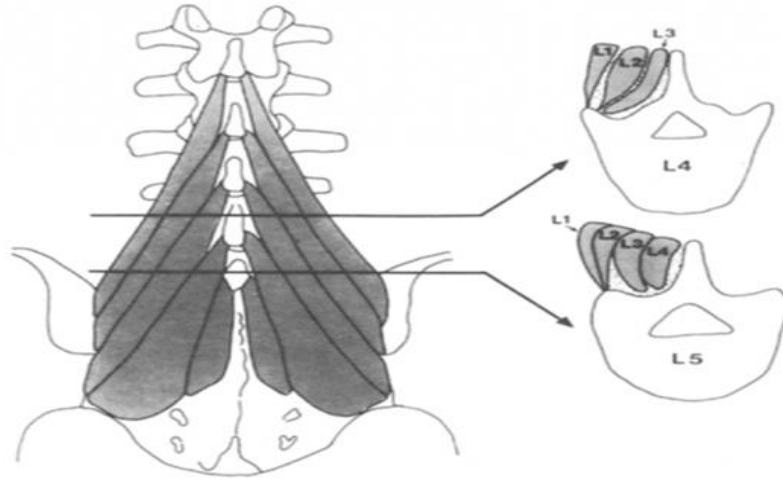
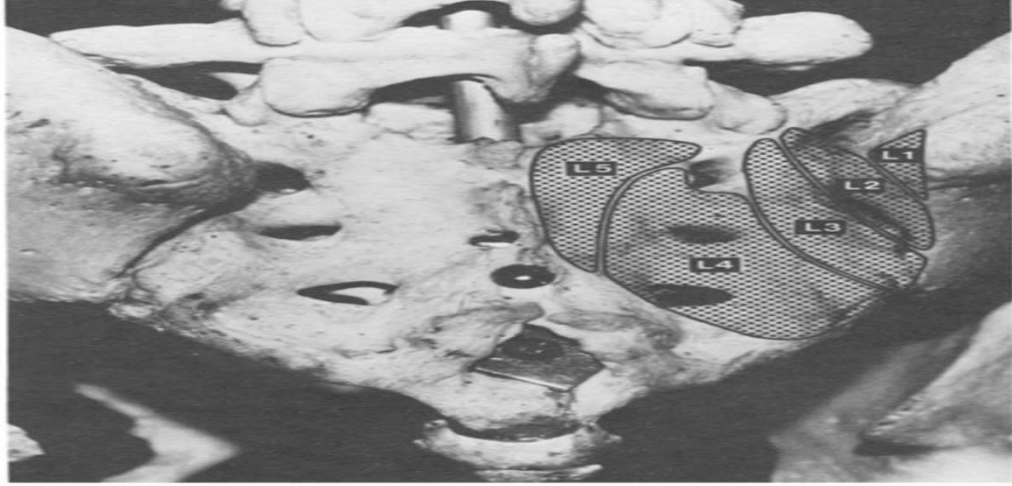
Tablo 2. Lomber Bölge Fonksiyonuna Göre Kas Yapılarının Sınıflandırılması

Ekstensörler	Fleksörler	Lateral fleksörler	Rotatorlar
Erektör spina Multifidus İnterspinalis Quadratus lumborum	Rektus abdominis Obliquus eksternus abdominis Obliquus internus abdominis Transversus abdominis İliopsoas	Obliquus eksternus abdominis Obliquus internus abdominis Multifidus İntertransvers Quadratus lumborum	Multifidus Obliquus eksternus abdominis Obliquus internus abdominis



Şekil 2. Lomber Bölge Multifidus, İliocostalis, Longissimus, Quadratus Lumborum ve Psoaskaslarının Transver Kesiti ve Nöral İnervasyonu

Multifidus kası omurganın derin grup kaslarından. Servikal, torakal ve lomber vertebraların hepsini örter en yoğun ve kalın olduğu yer lomber bölgedir. Multifidus kası segmental bir yapıya sahiptir. Birçok başlangıç bölgesi vardır. Bunlar sakrum, posterior iliak kanat, erekör spina tendonu, lomber vertebralar, T1-T3 transvers proces, C4-C7 artiküler procestir. Multifidus başlangıç lifleri 2-4 vertebra segmenti yukarı çıkarak spinöz procese yapışır. Lomber multifidus kası 5 ayrı banttandır. Her bir lomber segment daha kaudaldeki segmentlerin üzerini örter , böylece distale doğru gücü artan bir kas oluşur(23). Multifidus kasının fonksiyonu vertebral kolonun stabilitesini sağlamak aynı zamanda lomber bölgeye ekstansiyon, yana fleksiyonun ve rotasyon hareketlerini yaptırmaktır. Multifidus kasının histolojik incelemesinde %63 Tip 1 kas liflerinden oluştuğu görülmüştür. Yavaş kasılma özelliğine sahip olup yorulmaya karşı dirençli uzun süre kuvvet üretebilen özelliğe sahiptir(24). Lomber multifidus kasının derin yerleşimli liflerinde kas içiği reseptörü yoğun olduğu için vertebra probriyosepsiyonunda görev almaktadır(19). Lomber multifidus kası inervasyonu spinal sinirin arka kolu tarafında olmaktadır(23).

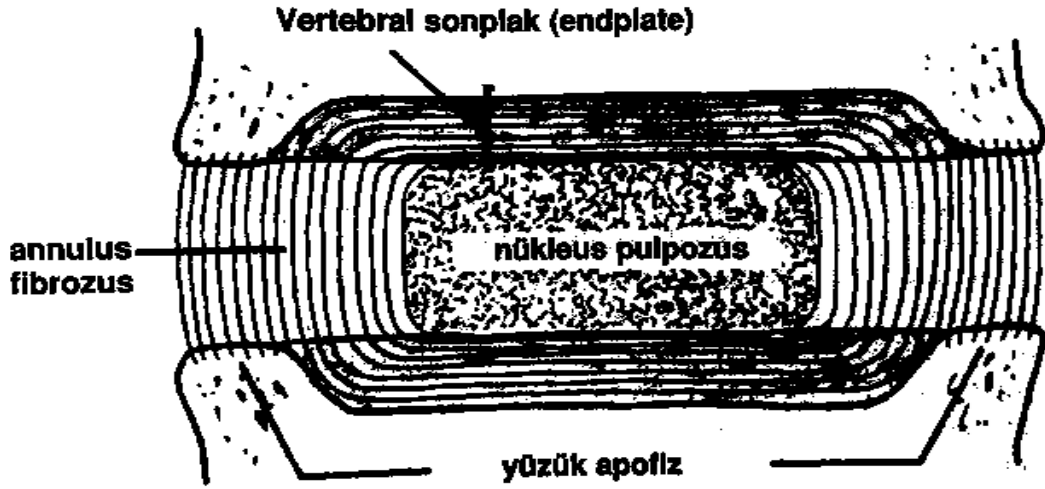


Şekil 3. L1-L5 Spinöz Proseslerden Başlayan Multifidus Kasının Sakruma Yapışma Yerleri, Lomber Bölgede 5 Banttan Oluşan Multifidus Kasının L4 ve L5 Transvers Kesit Kalınlıkları

2.1.4 İntervertebral Disk Yapısı

İntervertebral disk anulus fibrozis, nukleus pulpozus ve vertebral endplate yapılarından oluşmaktadır. Lomber omurgaya binen yükü absorbe ederek amörtisör görevi görmektedir. Nukleus pulpozus diskin ortasında etrafında lameller şeklinde sarılı anulus fibrozis bulunur. Her iki yapı vertebra korpusuna enplate kartilaj dokusu ile bağlıdır(25). Erişkin dönemden sonra disk damar yapısını kaybederek hale gelir. İVD beslenmesini etrafındaki kapilerden difüzyon yoluyla sağlar. İVD su içeriği yaşlandıkça azalır(26). Lomber diske binen yükün 3/4 nukleus pulpozus taşır. Lomber omurgaya vertikal kuvvet uygulandığı zaman nukleus pulpozus aksiyel kuvvetleri

horizontal kuvvet şekline çevirir. Rotasyon hareketi sırasında oblik medial lifler gerilir nukleus pulpozusta basınç artar anulus fibroziste yırtılmalar meydana gelir(27). Unutulmamalıdır ki İVD inaktif yapıya sahip değildir. Yaralanma durumunda kendi kendini onarabilir ve kayda değer yenileyici özelliklere sahiptir(28). İVD vertikal yüklenmenin %80 üstüne alır. Eğilme hareketi sırasında ayakta durma ve dik oturmaya göre İVD binen yük daha fazladır



Şekil 4. İntervertebral Disk Yapısını Oluşturan Nükleus Pulposus, Anulus Fibrozis ve Vertebral Son Plak

2.1.5 Lomber Omurga Hareketleri ve Stabilizasyonu

Omurgada vertebral üniteyi oluşturan vertebra ve intervertebral disklerdir(28). Muayene sırasında omurganın gözlemlendiğimiz hareket açıklığı segmental hareketleri oluşturur. Omurga düzleminin her hareket segmenti üç eklemden oluşur. Anteriorda diskovertebral eklem posteriorda iki tane faset (zigapofizeal) eklemdir. Omurgadaki her segmentin başlıca fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon ve torsiyon hareketleri vardır. Rotasyon hareketi aksiyel sagittal ve koronal düzlemlerdeki kayma sonucu oluşur. Omurganın segmental hareketi aynı anda birden fazla segmente oluşur. Lomber omurgada gözlenen hareketler torokolomber bileşkeden başlar, lumbosakral bileşkeye kadar içine kalça ekleminin lumbopelvik hareketin toplamından oluşur. En fazla yük binen bölge fleksiyon ve ekstansiyona en çok katılan alt lomber omurgadır. L4/L5, L5/S1 omurları fleksiyon ve ekstansiyonda, üst lomber omurga lateral

fleksiyonunda ana görev alırlar. Rotasyon hareketi aksiyel düzlemdeki omurgayı korumaya yönelik her segmentte farklı açılar oluşturulur(29).

Vertebral kolonun stabilitesini kaslar, ligamentler, intervertebral diskler ve faset eklemler sağlamaktadır. Lomber omurganın aşırı gerilmesine vertebral üniteye ve faset eklemlere binen yükü azaltan dinamik stabiliteyi sağlayan en önemli yapı omurgayı saran kaslardır. Anterior longitudinal ligament ve iliolumbar ligament aksiyel yük taşımamızı sağlayan lomber lordozun oluşumunda görev alırlar. Faset eklemler lomber bölgede segmental düzleme paralel olarak yerleşmiş olup lomber bölgenin 3 dereceden fazla rotasyonuna izin vermez böylece anulus fibroziste yırtık oluşumundan korurlar(30).

Stabilizasyon için lomber kasların ve karın kaslarının sınıflamasında lokal ve global stabilizatörler olarak ikiye ayrılır. Lokal stabilizatörler lomber pozisyonu, intervertebral yoğunluğu ve lomber vertebralar arası hareketi kontrol ederek üç eklem kompleksi boyunca rotasyonel ve makaslama kuvvetlerini en aza indirirler. Global stabilizatörler lomber bölgede yüzeysel yerleşimlidir. Ana görevi lomber omurganın fleksiyon ve ekstansiyon hareketini başlatmak, onun dışında pelvisten torakal bölgeye kuvvet aktarımını sağlamaktır(4).

Tablo 3. Lomber Bölgede Lokal ve Global Stabilizasyonu Sağlayan Kaslar

Lomber lokal stabilizatörler	Lomber global stabilizatörler
İntersegmental kaslar; İntertransversari ve interspinal kaslar	Uzun polisegmental kaslar; Longissimus ve interkostal kaslar
Kısa polisegmental kaslar; Multifidus, longissimus ve iliokostal kaslar	Qadratus lumborum
Qadratus lumborum	Rektus abdominus
Transversus abdominus	Obliquus eksternus abdominus
Obliquus internus abdominus	Obliquus internus abdominus

Lomber multifidus kasıyla ilgili Hides ve Ark. Yaptığı çalışmada bel ağrısı olan bireylerde atrofiye uğradığı, bel ağrısı geçtikten sonra bu atrofinin geriye dönmediği gösterilmiştir. Aynı zamanda bel ağrısı olan kişilerde multifidus aktivasyonunun azaldığı yorgunluk görüldüğü gösterilmiştir(31).

2.2 BEL AĞRISI

Bel ağrısı gövde arkasında son kostanın altı ile alt gluteal kıvrım arasında lokalize bacağı kadar yayılabilen ağrı ve rahatsızlık hissi yaratan durumdur. Akut bel ağrısı ilk 6 hafta içinde olan, subakut bel ağrısı 6-12 hafta arasında, kronik bel ağrısı 12 haftadan uzun süren bel ağrısı olarak tanımlanmaktadır(32). İnsanların %70-85 hayatlarının bir döneminde bel ağrısı geçirmektedir(33).Yıllık prevalansın ensik görüldüğü yaş grubu 35-50 arasındadır. 2016 yılında yapılan 188 ülkenin bulunduğu Küresel Hastalık Riski çalışmasında yeti yitimiyle geçen yıllara neden olan hastalıklar arasında ilk onda bulunmaktadır(34). Ciddi fiziksel kısıtlılığa yol açarak iş gücü kaybına ve ekonomik yüke sebep olmaktadır(35). Bel ağrılarının %85 organik bir neden bulunamadığı için nonspesifik bel ağrısı olarak tanınlanmaktadır(36). Bel ağrısının bilinen nedenleri arasında %4 kompresyon fraktürleri, %1 kanserler, ankilozan spodilit ve spinal enfeksiyonlar daha nadir görülmektedir. Bel ağrısı etiolojisinde lomber disk hernisi % 1-3 arasında görülmektedir(32).

Tablo 4. Bel Ağrısı Nedenleri

Mekanik	Neoplastik	İnflamatuvar
Lomber spondiloz Lomber disk hernisi Spondilolistezis Spinal stenoz Fraktürler	Primer Metastaz	Spondiloartritler

Enfeksiyöz	Metabolik	Visseral
Vertebral osteomyelit Epidural apseler Septik diskit Herpes zoster	Osteoporotikkompresyon fraktürleri Paget hastalığı	Majör organlar Retroperitoneal yapılar Ürogenital Aorta Kalça nedenli

Bel ağrısı risk faktörlerinden bahsedecek olursak en sık ağır iş yükü, beli zorlayıcı eğilme bükülme, rotasyonel hareketlerin sık sık tekrarlanması, yanlış duruş ve vibrasyon oluşturmaktadır. Sonra psikososyal faktörler, genetik, obezite, gebelik ve sigara kullanımı gelmektedir(33).

Bel ağrısı olan hastalarda mutlaka ciddi spinal patolojilere sebep olabilecek kanser, enfeksiyon ve romatolojik hastalık gibi durumlar dışlanmalıdır. Bunun için hastanın öyküsü alınırken aşağıdaki kırmızı bayrak işaretlerine dikkat edilmelidir(37).

- 18 yaşından küçük ve 55 yaşından büyük bel ağrısı
- Yakın dönemde şiddetli travma
- İlerleyici istirahatle geçmeyen bel ağrısı
- Toraks ağrısının eşlik etmesi
- Malign tümör öyküsü
- Uzun süre kortikosteroid kullanımı
- Açıklanamayan kilo kaybı ve ateş
- Madde kullanımı, immünoşüpresyon ve Human İmmünoşüpresif Virüs (HIV)
- İlerleyici nörolojik defisit
- Yapısal deformite

Bel ağrısı olan hastayı değerlendirirken mutlaka depresyon, anksiyete, somatizasyon bozukluğu, madde kullanımı, mesleki memnuniyetsizlik gibi psikososyal faktörler ve duygusal stress seviyesini değerlendirmek önemlidir, çünkü bu faktörler gidişatın belirlenmesinde fizik muayene bulgularından daha etkili olabilir(38)

Bel ağrısında hastanın anamnezi alındıktan sonra mutlaka fizik muayenesi yapılmalıdır. Yapılan fizik muayenede inspeksiyon, palpasyon, bel eklem hareket açıklığı ve ağrı, parmak ucu zemin mesafesi, schöber testi, alt ekstremitte kas gücü ve duyu muayenesi, patella ve aşil refleksi, patolojik refleks muayenesi, düz bacak kaldırma, ters düz bacak kaldırma, femoral germe, milgram testleri yapılmalı lomber hastalıkların ayırıcı tanısı yapılmalıdır(39).

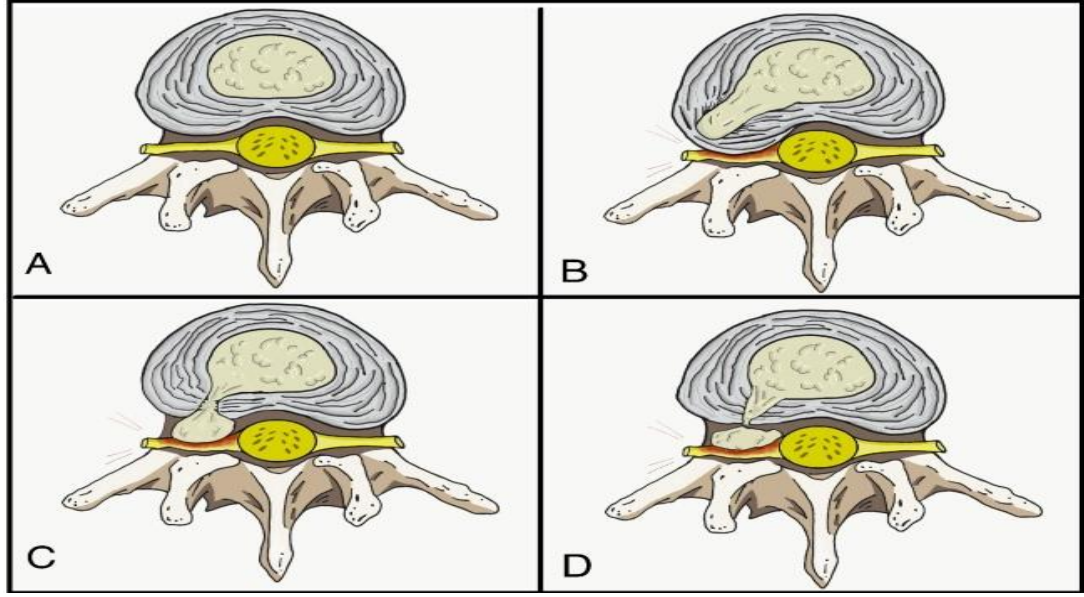
Kanıtı dayalı kılavuzlarda akut bel ağrısında radyolojik görüntüleme önerilmemektedir(40). Akut bel ağrısının 6 hafta içinde iyileştiği görülmektedir(41). Konservatif tedaviye rağmen ağrısı devam eden kişilerde ve kırmızı bayrak semptomlarının olduğu durumlarda radyolojik görüntüleme yapılmalıdır(42). Altta yatan ciddi patoloji şüphesinde ya da ağrının 4-6 haftada rahatlamaması durumunda tümör, enfeksiyon, spinal instabilite, spondiloz, spondilolistezis açısından değerlendirmek için lumbosakral vertebranın anterior-posterior (A-P) ve lateral

grafisikullanılabilir İlerleyici nörolojik bulgu olması, malignite, enfeksiyon şüphesinde, açıklanamayan 12 haftadan uzun süren ağrı olması durumunda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ya da bilgisayarlı tomografi (BT) çekilmelidir(43).

2.3 LOMBER DİSK HERNİASYONU

Spinal intervertebral diskler lomber bölgede kritik görevler üstlenen anatomik yapılardır. Vertebralar arasında darbe absorpsiyonu ve üst gövdeye destek olmasının yanı sıra geniş bir hareket açıklığına da izin vermektedirler. Spinal diskler kabaca içte nücleus pulposus ve dışta onu çevreleyen annulus fibrosus ile diski komşu vertebralara sabitleyen endplate adı verilen yapılardan oluşmaktadırlar(44). Omurganın esnekliği ve darbeler karşısındaki tampon görevini üstlenmesinde büyük payı olan jel kıvamındaki nücleus pulposusun yapısında tip 2 kollajen ve proteoglikanlara ek olarak bulunan yaklaşık %80 oranındaki su içeriği çocukluk çağından ileri yaşlara doğru gittikçe normal yaşlanmanın bir sonucu olarak azalmaktadır. Bu süreç sonunda diskin annulus fibrozis kısmı da daha kırılgan, yırtılmalara karşı yatkın konuma gelmektedir. Bu dejenerasyon neticesinde çok şiddetli olmayan hareketler bile disk herniasyonuna sebep olabilmektedir.

Normal yaşlanma sürecinin neticesinde kırılganlaşan, elastisite kaybına uğrayan disk yapıları göz önünde bulundurulduğunda 35-50 yaş arasında olmak lomber disk herniasyonu için en önemli risk faktörüdür(45). Erkek cinsiyet, obezite ; ağır kaldırma, itme, çekme gibi omurgaya yük bindiren hareketlerin tekrarlanması yine risk faktörleri arasındadır(46). Sigara tüketimi spinal diske olan kan akımını azaltması ve dejenerasyonu hızlandırması neticesinde diski daha kırılgan hale getirmekte ve lomber disk herniasyonu gelişiminde önemli bir risk faktörü olarak kabuledilmektedir(47).



Şekil 5. Disk Hernisi Sınıflaması; A-Normal, B- Protrüzyon, C-Ekstrüzyon, D-Sekestrasyon

Lomber diskopatilerin %95'i L4-5 ve l5-S1 düzeyinde görülmekte olup herniasyonun şiddeti, lokalizasyonu ve görülme seviyesine göre farklı semptomlar görülebilmektedir(48). Örneğin; L4-5 santrolateral disklerde L5 kökü baskılanırken, L4-5 farlateral disklerde L4 kökü baskılanmaktadır ve aynı seviyeden olmasına rağmen farklı klinik ile karşılaşmaktadır. Genel olarak en sık görülen semptomlar radiküler ağrı, bel ağrısı, gövde fleksiyonda azalma, ilgili lumbosakral kök dermatomunda sensoriyel kayıp, motor defisit, idrar-gayta inkontinansı şeklinde sıralanabilir.

L1-2 diskleri inguinal bölgeye yayılan duyu kusuru ve ağrı ile bulgu vermektedir. Kremasterik refleks ile değerlendirilebilmektedir. Nadiren ise kalça fleksiyon zaafiyeti görülebilir(44).

L4 kökünün baskılanması durumunda ise azalmış patellar refleks, uyluk anterioru ve bacak medikal yüzüne yayılan ağrı ve aynı sahada sensoriyel kayıp görülmektedir. Motor olarak ise kalça fleksiyonunda ve diz ekstansiyonunda kayıp görülebilmektedir.

L5 kökünün baskılandığı L4-5 santrolateral diskopatilerde ise uyluk-bacak laterali ve ayak dorsumuna yayılan tarzda ağrı ve ayak baş parmağı ile ikinci parmak arasını da içerecek şekilde duyuusal kayıp karşımıza çıkmaktadır. Motor olarak ise diz

fleksiyonu, ayak bilek dorsifleksiyonu ve ayak baş parmak dorsifleksiyonu etkilenebilmektedir. Semitendinous ve semimembranosus refleksi azalmasına ek olarak sürecin kronikleşmesi halinde tibialis anterior kasında atrofi görülebilmektedir.

S1 kökünün baskılandığı durumlarda ise uyluk laterali bacak ve ayak posterolateraline yayılan ağrı görülmekte; ek olarak perine bölgesine yayılan ağrı ve uyuşukluk eşlik edebilmektedir. Motor olarak ise ayak planlar fleksiyonu, diz fleksiyonu etkilenebilmekte olup fizik muayenelerinde parmak ucunda yürümekte zorluk yaşanabilmektedir. S1 kökünün şiddetli basıya maruz kaldığı durumlarda ise idrar-gayta inkontinansı ve seksüel disfonksiyonlar prezente olabilmektedir(48).

2.4 KONSERVATİF TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Akut nonspesifik bel ağrısı radikülopati olsun, olmasın genelde 4-6 hafta içinde herhangi spesifik tedavi almadan geçer. Radikülopati olan hastalarda prognoz iyidir, ancak iyileşme daha yavaş seyirlidir. Yaklaşık 1/3 hasta 2 haftada iyileşirken kalanı 3 ayda iyileşir(49, 50). Bel ağrısında yeni güncellenen kılavuzlarda tedavinin birinci basamağında hem akut hem kronik bel ağrısında yatak istirahatinden sakınmalı hastaya ağrılarının semptom süresinden bağımsız ilk 6 hafta içinde zamanla azalacağı yönünde bilgi verilmelidir. Günlük yaşam aktivite modifikasyonu ve işe erken dönüş yönünde hasta motive edilmelidir. Ağrılı dönemde bel ağrısının seyri açısından hastaya mutlaka eğitim verilmelidir(49).

Hastaların çoğu müdahalesiz iyi gidişat göstermesine rağmen, bir kısmı uzun süreli sakatlık açısından yüksek riske sahiptir. Depresyon, anksiyete, mesleki tatminiyetsizlik, başa çıkma becerisindeki düşüklük, başlangıç sakatlığının fazla olması bel ağrısı için kötü prognostik faktörlerdir(51). Yapılan çalışmalarda akut bel ağrısında noninvaziv yöntemlerin hasta eğitiminden üstün olduğunu gösteren yeteri kadar çalışma bulunmamaktadır. Bu noninvaziv tedaviler egzersiz, akupunktur, manipülasyon, yoga ve masaj gibi tedavilerdir. Bu tedavi yöntemlerinin kötü prognostik faktörlere sahip olan ve bel ağrısı olan hastalarda yararlı olacağı düşünülmektedir(52).

2.4.1 Farmakolojik Tedavi

Farmakolojik tedavi için birçok sebebe bağlı bel ağrısı olan , komplikasyon riski nedeniyle girişimsel işlemden kaçınan ve nosioplastik ağrısı olanlar daha uygundur(53). American College of Physicians kılavuzuna göre akut ve subakut bel

ağrısı tedavisinde NSAİİ (non steroid anti inflamatuvar ilaçlar) ve miyorelaksanlar önerilmektedir. NSAİİ kullanım süresi ile ilgili ortak bir karar bulunmamaktadır. Mutlaka gastrointertinal ve kardiyovasküler yan etkiler nedeniyle sürekli kullanımda dikkatli olunmalıdır(54). Bir Cochrane derlemesinde bel ağrısında selektif ve selektif olmayan NSAİİ gruplar arasında etki bakımından farklılık saptanmamıştır(55). American College of Physicians kılavuzuna göre kronik bek ağrısında duloksetin ve tramadol ikinci basamak diğer opioidler son basamak tedavi olarak önerilmektedir(54). National Institute for Health and Care Excellence (NICE) kılavuzlarına göre akut ve kronik bel ağrısında rutin opioid kullanımını önermemektedir, kronik bel ağrısında opioid kullanımına karşıdır(56, 57). Bir metaanalizde opioid ilaçlar nöropatik ve nöropatik olmayan ağrıda analjeziklere göre daha etkili olduğu gösterilmiştir(58). Başka bir metaanalizde kronik bel ağrısında sadece ılımlı ve kısa süreli iyileşme olduğu gösterilmiştir(59). Opioidlerin bağımlılık yaratma potansiyeli ve çok sayıda yan etkisi nedeniyle birçok topluluk sadece diğer tedavilere dirençli bel ağrısında önerilmektedir(54).

Gabapentinoidler nöropatik ağrının tedavisinde önerilmektedir(58). Sistemik bir derlemede radiküler ağrısı olan veya olmayan kronik bel ağrısı tedavisinde gabapentinoidlerin kullanımını destekleyecek güçlü bir kanıt bulunmamıştır(60). US Food and Drug Administration (FDA) bel ağrısına eşlik eden yaygın kas iskelet sistemi ağrısında duloksetini ve nöropatik ağrı yönetiminde trisiklik antidepressanların (TCA) kullanımını onaylamıştır(53). Chou ve arkadaşlarının yazdığı derlemede kronik bel ağrısında duloksetin kullanımını destekleyen kanıtlar bulunmasına rağmen TCA ve gabapentinoidlerde yeterli kanıt bulunamamıştır(61).

2.4.2 Postür ve Günlük Yaşam Aktivitelerinin Düzeltilmesi

Bel ağrısında tedavinin birinci basamağını hastanın bilgilendirmesi ve eğitimi oluşturmaktadır. Bel ağrısının kronikleşmesi psikososyal faktörler, anksiyete ve depresyon düzeyiyle belirgin korelasyon vardır. Ağrının tekrar oluşma korkusu nedeniyle hastalarda daha fazla özürüllülüğe sebep olmaktadır. Hastanın uzun süre istirahatten kaçınması, günlük yaşamında aktif kalması korku-kaçınma hareketini sonlandırmaya yönelik eğitimler yapılmalıdır(62). Hastanın eğitimi ve bel okulu programı ağrının azaltılması ,fonksiyonun kazanılması sağlar(63). Bel ağrısının kronikleşmesine engel olmaktadır. Bel okulunda fiziyatrist ve fizyoterapistle beraber

hastaya lomber anatomi ve fonksiyon, düzgün omurga postürü ve lomber omurgaya en az yük binecek şekilde günlük yaşam aktivitesinin düzenlenmesi öğretilir(64).

Nolwenn ve arkadaşlarının Cochrane bilgi sisteminden yaptığı derlemede düşük seviyede kanıt düzeyine sahip olup, akut ve subakut bel ağrısında bel okulunun plesabo ve diğer tedavi yöntemlerinden (fiziksel terapi, miyofasiyal tedavi, eklem manipülasyonu) kısa, orta ve uzun dönemde ağrı, özürülük is durumu ve yan etki bakımından bir farklılık saptanmamıştır(65).

Günlük yaşam aktiviteleri (GYA) düzenlenirken hastaya mutlaka gösterilmeli ve yapacakları uygulamalı bir şekilde olmalıdır. GYA içeren ayakta durma, oturma, yatağa yatma ve kalkma, araba kullanırken dikkat edilecekler, tuvalet ve lavaboda dikkat edilecekler, ayakkabı bağlama, yük kaldırma ve taşıma, yerde çalışmak, çamaşır yıkamak ve asmak ile ilgili ayrıntılı bir şekilde öğretilir(66).

2.4.3 Lomber Egzersizler

Kronik bel ağrısında egzersiz tedavisi birçok kılavuzda önerilmektedir. Bu kılavuzlarda egzersiz başlangıç zamanı, egzersiz türü ve egzersizin nasıl yapıldığıyla ilgili farklılıklar bulunmaktadır(67). Egzersiz çeşitlerine örnek verecek olursak stabilizasyon egzersizleri, germe egzersizleri, McKenzie, pilates, yoga, tai-chi, su içi egzersizleri verilebilir. Egzersiz tedavilerinde en sık kullanılan stabilizasyon egzersizleri ve karın kaslarının motor kontrol egzersizleridir.

2005'te yayınlanan Cochrane derlemesinde nonspesifik bel ağrısında spinal stabilizasyon egzersizleri diğer egzersiz türleriyle karşılaştırılmış stabilizasyon egzersiz türünün önemli avantaj sağlamadığı ağrıyı azaltmada ve fonksiyonu iyileştirmede hafif etkili olduğu görülmüştür(52). Owen ve arkadaşlarının 2019 da yayınlanan derlemesinde stabilizasyon-motor kontrol egzersizi , pilates ve yoga ağrıyı azaltma ve fonksiyonelliği iyileştirmede egzersiz içermeyen programlara kıyasla etkili olduğu gösterilmiştir(67). McKenzie egzersizleri lomber disk hernisine bağlı bel ağrısının tedavisinde tercih edilir, diskin merkezîleşmesinin sağlayan egzersizlerin yapıldığı, diskin lateralizasyonundan kaçınıldığı bir egzersiz yaklaşımıdır(68). Bel ağrısının önlenmesinde aerobik zindelikten bahsedecek olursak Cady ve ark. yapmış olduğu prospektif gözlemsel çalışmada itfaiyecilerin en yüksek sağlık zindeliğine sahip olduğu ve en az sayıda bel yaralanması yaşadıkları gözlenmiştir. Kronik bel ağrılı hastalarda aerobik egzersiz, gövde güçlendirme ve fonksiyonel kapasite artırma ve ergonomik prensiplerin eğitimi ile ilgili fizik tedavi modaliteleri ağrı, özürülük ve

koru-kaçınma davranışı açısından incelenmiş birbirlerine üstünlükleri olmamıştır(69).

Lomber ekstansiyon egzersizi nötral pozisyonda yapılmalıdır, yapılırken mutlaka yüz üstü yatar pozisyonda karın bölgesine bir destek konulmalıdır(70, 71). Diskin posterior liflerindeki gerilimi azaltır kapı mekanizmasını harekete geçirerek mekanoreseptör uyarımını artırır nükleus pulposusun anteriora göçünü sağlayarak disk içi basıncı azaltır ve ağrının azalmasına sebep olur(72). Segmental hipermobilitate, geniş disk hernisi, bilateral duysal ve motor bulgular, radiküler ağrıyla beraber bel ağrısında artma ekstansiyon egzersizleri için kontrendikasyon oluşturur(73).

Lomber fleksiyon egzersizleri faset eklemdaki basıncı azaltarak kalça fleksörleri, lomber ekstansörleri gererek karın ve gluteal bölgedeki kasları güçlendirir böylece posteior disk üzerindeki basıncı azaltarak etki gösterirler. Lomber fleksiyon egzersizleri akut disk hernisinde iyi tolere edilip, akut dura gerilimi varsa fleksiyonla ağrıda artış olabilir(74).

Posterior pelvik tilt egzersizleri faset eklem yükünü azaltarak ağrıyı iyileştirmeyi sağlar. Tek diz ve gövde hareketi ipsilateral kalça ekstansörleri kontraletaral kalça fleksörlerine germe sağlar. Çift diz gövde hareketi bel ve kalça ekstansörlerinde germe oluşturur. Lomber segmental instabilite, nörolojik defisit ve bel ağrısında artış lomber fleksiyon egzersizi için kontrendikasyon oluşturur(73).

2.4.3.1 Lomber stabilizasyon egzersizleri

Spinal kasların kuvvetini ve fonksiyonunu geliştiren egzersizler stabilizasyon egzersizleri olarak adlandırılır. Lomber omurga stabilizasyonu vertebra kemik yapısı, disk mekanikleri, ligaman desteği ve kas kuvveti ile sağlanır. Lomber stabilizasyon kas kasılmasına bağlıdır kemik, ligamen ve disk yapısında hasar meydana geldiğinde omurga stabilitesinde azalma olacağı ve bunu telafi etmek için daha fazla kas stabilizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır(75). En uygun düzeyde kas kuvveti spinal hareket yapılarını dinamik aşırı yüklenme ve makaslama kuvvetlerinden korumaktadır. Abdominal, pelvik ve gövde kasları torakolomber fasyaya tutunur ve lomber omurganın fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon hareketlerini yaptırır. tüm bu kas yapıları abdominal korseyi oluşturur(76). Multifidus kası internal oblik ile beraber kasılarak fleksiyon ve rotasyon hareketini sağlar öne makaslama kuvvetini

dengeleyerek omurga stabilizasyonunu sağlar. Aynı zamanda aksiyal rotasyonu yapabilir. Multifidusun diğer görevi lomber lordozu sağlamaktır(75, 77).

‘‘Lomber stabilizasyonu nasıl sağlarız?’’ sorusuna cevap verecek olursak sırasıyla: Multifidus ve transversus abdominus kaslarını güçlendirmek, omurganın nötral pozisyonunu korumak, gövde kasları ve kinetik zincirin eğitimini sağlamak. Lomber omurga hasarı sonrası ilk atrofiye uğrayan kaslar multifidus kası olduğu için ilk başta egzersizler bu kası kuvvetlendirmeye yönelik olmalıdır(78). Transversus abdominus kasının izole kasılması kası içe çekme hareketi ve manuel palpasyon ile kasıldığıının hissedilmesidir. Egzersizleri yaparken nötral omurga postürünü öğretilmesi önemlidir(79). Sırt üstü pelvik kuvvetlendirme, ters-kol ters bacak kaldırma ile beraber sırt üstü pelvik kuvvetlendirme, köprü kurma, karın egzersizi olarak yarım mekik ya da doğrulma egzersizleri, tam mekik, dört ekstremitte üstünde pelvik kuvvetlendirme, ters kol ters bacak kaldırma ile dört ekstremitte üstünde pelvik kuvvetlendirme, abdominal korseleme, plank egzersizleri stabilizasyon egzersizlerine örnek verilebilir(80). Stabilizasyon egzersizleri sırasında yetersiz kalça eklemi esnekliği lomber ve sakroiliak eklem aşırı yük binmesine sebep olur. Hamstring, gluteus maximus ve gastrocnemius-soleus gerginliği ya da kalça fleksörleri, quadriceps ve tensör fasya lata gerginliğidir. Germe egzersizleri rehabilitasyon programının etkin olması için mutlaka eklenmelidir. Germe egzersizleri yapılırken pelvik pozisyonun nötralde olmasına dikkat edilmelidir(81).

2.4.4 Fizik Tedavi Ajanları

2.4.4.1 Yüzeysel ve derin ısı terapisi

Yüzeysel ısı terapisi 0,5 cmlik derinlikte yükselir ve 6-8 dakikada dokuda maksimum düzeye ulaşır. Lehmann ve Dellatura göre yüzeysel ısı terapinin terapötik etkisi için 40-45 dereceye ulaşması gerekmektedir. Dokunun her 10 derece artışta kimyasal ve metabolik aktivitesi 2 kat artar, oksijen kullanımı arttığı için doku iyileşmesi hızlanır. Nöronlardaki sinir ileti hızında artış, kas ıgicikleri uyarımında azalma ağrı eşiğinin yükselmesi sonucu ağrı yanıtı azalır(82). Yapılan orta kalitede çalışmalarda yüzeysel ısı terapisinin plaseboya göre bel ağrısını azaltmada ve fonksiyonu düzeltmede orta etkili olduğu gösterilmiştir(83). Düşük kalitedeki çalışmalarda akut bel ağrısında egzersiz tedavisine eklenen yüzeysel ısı terapisinin sadece egzersiz tedavisine göre ağrıyı azaltmada ve fonksiyonu iyileştirmede daha etkilidir(84). Düşük

kalitedeki çalışmalarda yüzeysel ısı terapisinin ağrıyı azaltmada ve fonksiyonu iyileştirmede 2 gün asetaminofen ve brufen kullanımına göre daha etkili olduğu görülmüştür(85). Yapılan düşük kalitedeki çalışmalarda yüzeysel ısı terapisi ve egzersiz tedavisinin ağrıyı azaltmada fonksiyonu iyileştirmede belirgin fark olmadığı gösterilmiştir(84).

Derin ısı terapisi yüzeysel dokudan 3 ile 5 cm arasında derinliğe ulaşır kas, eklem kapsülü, kemikler ve ligamentlere etki eder. Etkilediği dokularda ısı 43,5 dereceye kadar ulaşabilir. Doku metabolizmasını, kan akımını ve nöronlarda iletim hızını artırarak ağrıyı azaltır. Ultrason (US) tedavisi pizelektrik kristaller ile ses dalgalarının mekanik dalgaya dönüştürülmesi ile dokuya etki eder(82). Durmuş ve ark. yaptığı çalışmada kronik bel ağrısı olan hastalarda egzersiz tedavisine eklenen US terapisi ağrının azalmasında ,izometrik kas gücünün artmasında ve yaşam kalitesinin iyileşmesinde etkili bulunmuştur(86). Bel ağrısı ve tedavi edici US ile yapılan derlemede 4 çalışmadan 3'ünde US ve plesabo US tedavisinin lomber ağrıyı azaltmada etkin olduğu, 1 çalışmada US tedavisinin plesabo US göre daha etkin olduğu saptanmıştır(87).

2.4.4.2 Elektroterapi

Elektrik akımının transkutan yapışkan elektrotlar ile sinir veya kas dokusunu stimüle ettiği fizik tedavi modalitesidir. Yüksek yoğunluklu elektrik stimülasyonu kasları güçlendirme ve hareket kısıtlılığı olan ekstremitelerde kullanılır. Düşük yoğunluktaki elektrik stimülasyonu fraktürlerin tedavisinde FDA onayı almıştır(73).

Elektroterapinin ağrıyı azaltma etkisi uygulanan bölgede beta-endorfinler, enkafalin, dopamin, serotonin ve vazoaaktif intestinal peptid salınımını sağlayarak ağrı liflerini inhibe edip, geniş çaplı tip A miyelinli lifleri uyarak iyonize mokeküllerin dokuya girmesini sağlar. Kapı kontrol mekanizması olarak adlandırılır. Kas kontraksiyonunu sağlayarak kas kuvvetini artırır aynı zamanda kas atrofisini geciktirir. Kas spazmında ve spastsitesinde azalması sağlar. Elektroterapiyi transkutan elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), iyontoforez, modüle doğru akım, nöromusküler elektrik stimülasyonu (NMES), İnterferansiyel stimülasyon olarak sınıflayabiliriz. TENS Melzack ve Wall tarafından 1965'te duysal afferent sinyal verildiğinde nosiseptif uyarımın beyine iletimi engellenir ve ağrı algılanmasında kapı görevi görür. Yüksek frekanslı TENS akut ağrıda kullanılır, C liflerinden daha hızlı ileti sağlayan A

delta liflerini uyarır, etkisi kısadır. Düşük frekanslı TENS C lifleri üzerinden etki göstererek yavaş analjezi sağlar, aynı zamanda beyinden opioid salınımını uyararakta analjezi sağlar(88).

Jarzem ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kronik bel ağrısında konvensiyonel, nu dalga ve akupunktur TENS plasebo TENS tedavisine göre fonksiyon, hareket ve depresyon üzerinde anlamlı bir farklılık sağlamamıştır(89). TENS ve kronik bel ağrısı ile ilgili bir meta-analizde 5 haftadan kısa sürede uygulanan TENS tedavisi bel ağrısını azaltmada etkin olduğu, 5 haftadan fazla tedavi alanlarda etkisinin olmadığı tespit edilmiştir(90).

Topuz ve ark. yaptığı çalışmadan kronik bel ağrısında, konvensiyonel TENS, düşük frekanslı TENS, perkutan sinir stimülasyonu(PNT) ve plasebo TENS karşılaştırılmış; TENS modaliteleri ve PNT plasebo TENS tedavisine göre ağrı, engellilik ve yaşam kalitesinin iyileşmesinde daha etkili olduğu, TENS modaliteleri arasında fark olmadığı, PNT'nin TENS modalitelerinden ağrı azalmasından ve yaşam kalitesi iyileşmesinden daha etkin olduğu gösterilmiştir(91).

2.4.4.3 Nöromuskuler elektrik stimülasyonu

Subkutan yapışkan elektrotlar ile periferik sinirlerin uyarılmasıyla meydana gelen kas kontraksiyonudur. NMES uygulanan elektrik akımının pulse, frekans ve elektrotların sinir membranına olan uzaklığı impulsun yayılması ve kasta kontraksiyon oluşturması için temel belirleyicilerdir(92). NMES'in fizyolojisinden bahsedecek olursak aksiyon potansiyeli (AP) terimi bizim için temelini oluşturur. Hücre zarının elektriksel uyarı sonrası zarın iki tarafındaki sodyum ve potasyum iyon dağılımının değişmesiyle ortaya çıkan elektriksel potansiyelin akson boyunca iletilmesidir. Sinir hücrelerinde aksiyon potansiyel farkı kas hücrelerine göre az olduğu için daha kolay uyarılırlar. Fizyolojik AP'de küçük çaplı lifler uyarıldıktan sonra kalın çaplı alfa motor nöronlar en son uyarılır, NMES'in oluşturduğu AP'de ilk uyarılan kalın çaplı alfa motor nöronlar olduğu için sağlam bir alt motor ünite gereklidir(93).

Minimum kas kontraksiyonu oluşturabilecek minimum NMES frekans 12,5Hz'tir. Kas atrofilerinde yavaş kasılan ve yorgunluğa dirençli Tip 1 kas lifleri hızlı kasılan ve çabuk yorulan Tip 2 kas liflerine dönüşür. NMES tedavisi Tip 2 liflere etki ederek atrofünün önüne geçer. Sağlam kas yapılarında uygulanan NMES tedavisinde mutlaka

kas kontraksiyonu ile birlikte kombine edilmelidir. NMES tedavisi sırasında çabuk yorulan Tip 2 kas lifleri için araya istirahat periyodu eklenmelidir(94).

NMES te alternatif akım ve pulse akımlar kullanılır. Dalga formu monofazik ya da simetrik, asimetrik bifazik olabilir. En sık kullanılan akım türü rektangüler asimetrik bifazik pulse akımdır. NMES pulse süresinden bahsedecek olursak innerve kasta 150-350 mikrosaniye olmalı kas boyu küçüldükçe atım süresi azaltılmalıdır. Denerve kasta kas kontraksiyonu oluşması için daha geniş pulse süresine ihtiyaç vardır(95). Frekanstan bahsedecek olursak küçük boyutlu kaslarda 20-30Hz arası, büyük boyutlu kaslarda 30-50Hz olduğunda kas kontraksiyonu gözle görülür olacaktır(96). Amplitüd belirlerken kas güçlendirmek için NMES uyguluyorsak kas kontraksiyonun %50 olacak şekilde artırılmalıdır(97).

Kasta yorgunluk gelişmemesi için mutlaka on/off süresi olmalıdır. 'on' akımın uygulandığı süre, 'off' akımın uygulanmadığı kasın dilendiği zamandır. Başlangıç için 1/5 on/off oranı tercih edilir, devam ettikçe 1/3 çıkılabilir. Ramp up ve ramp down dan bahsedecek olursak. Sıfırdan maksimum elektrik akımına ulaştığımız, maksimumdan sıfır elektrik akımına ulaştığımız süredir(95, 97). NMES uygulanırken elektrotlar küçük kas gruplarında yüzey alanı dar olan elektrotlar tercih edilmedi. Monopolar yerleşimde siyah uç(katod) hedef kasın motor ünitesinin olduğu yetere kırmızı uç(anod) uygulanan kasın proksimaline konmalıdır. Bipolar yerleştirirken her iki patchin uygunacak kasın motor noktasına yerleştirilir(95, 97).

Kalpde pil ve tedavisiz ritm bozukluğu,internal karotis üzerine uygulama, arteryel ve venöz tromboz, kanser tanısı, gebelik sırasında gövde ve pelvise uygulamalar kontrendikedir(73).

Simon ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kronik bel ağrısı olan hastalarda transversus abdominus ve multifidus kasına NMES uygulandıktan sonra, her iki kas grubunda ultrasonölçümlerinde kas kalınlığında artış tespit edildi, aynı zamanda ağrıda azalma gerçekleşti(10).

So Yoen Kim ve arkadaşların yaptığı çalışmada dejeneratif lomber kifozu olan hastalarda lomber bölge, abdominal bölge ve hem lomber hem abdominal bölgeye NMES tedavisi alan 3 grup karşılaştırılmış. NMES uygulanan bölgelerde kas kalınlıklarında artış olmuş. Dejeneratif postürel kifozda duruşun düzelmesi ve ağrı için lomber ve abdominal bölgeye NMES uygulaması öneriliyor(98).

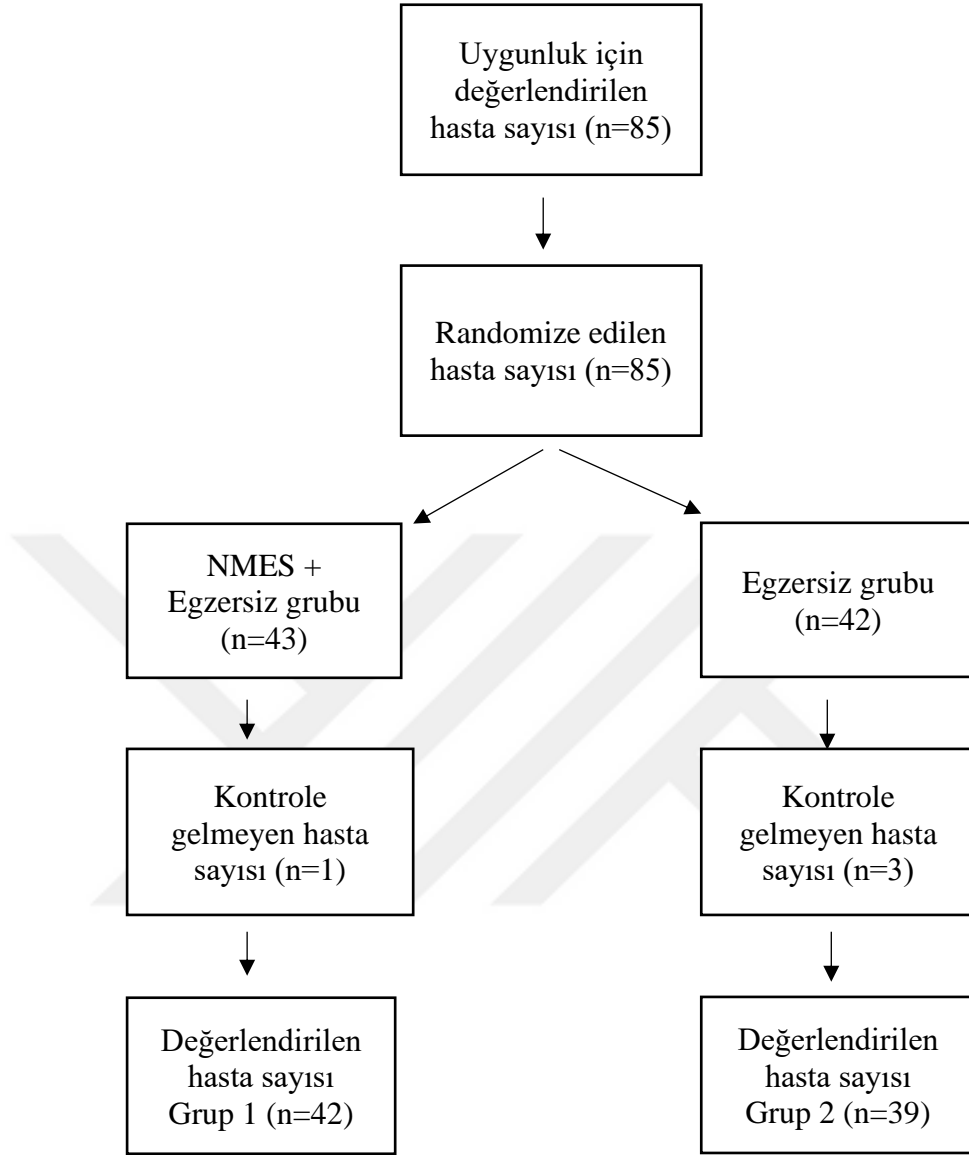
Muhammed ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada bel ağrısı olan hastalarda stabilizasyon egzersizlerine eklenen NMES tedavisi ağrı azalmasında ve fonksiyonel iyileşmeye katkı sağlamamıştır(99).



3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu tez çalışması; Lokal Etik Kurul 11.01.2023 tarihli 2011-KAEK-25 2023/01-04 numaralı kararıyla Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Klinik’inde planlandı. Prospektif, randomize, tek kör kontrollü çalışmamıza SBÜ Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine Nisan 2023 ile Ekim 2023 tarihleri arasında kronik bel ağrısı ve daha önceden çekilen lomber MR’da L4-L5 disk protrüzyonu olan hastalar çalışma için değerlendirildi.





Şekil 6. Çalışma Akış Diyagramı

Gönüllülerin araştırmaya dahil edilme ve dahil edilmeme kriterleri:

Gönüllülerin Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

1-25-50 Yaş arası hastalar

2-Lomber MRG da L4-L5 disk protrüzyonu olan

3-Günlük aktivitelerinde en az 12 hafta bel ve/veya bacak ağrısı olan hastalar

Gönüllülerin Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- 1-Lomber MR da ekstrüde ve sekestre diski olan
 - 2-Nörolojik defisiti (kuvvet ve duyu kaybı, düz bacak kaldırma testinin pozitif olması, idrar ve gayta inkontinansı gibi kırmızı bayrak bulguları)
 - 3-Lomber spondiloz, Spinal stenoz, Spondilolistezis (grade 2-4), osteoporoz
 - 4-Geçirilmiş spinal ve kalça operasyonu olan
 - 5-Sistemik hastalık tanısı olan (DM, Tiroid)
 - 6-VKİ> 30 olan,
 - 7-6 ay içinde lomber bölgeye fizik tedavi alımı ve 4 hafta içinde bel enjeksiyonu yapılmış olan hastalar
 - 8-Gebelik, CA öyküsü, pacemaker, yara yeri enfeksiyonu ve cilt irritasyonu vb. NMES kontrendikasyonu
-

Çalışma kriterlerine uyan 81 hasta çalışmaya dahil edildi (şekil 6) ve bu hastalara çalışmanın amacı anlatıldı ve bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatıldı. Hastaların adı, soyadı, yaşı, cinsiyeti, mesleği, sigara kullanımı, medeni durumu, kullanılan ilaçlar, sistemik hastalık varlığı sorgulanarak kaydedildi. Hastaların kilosu ve boyu ölçülerek vücut kitle indeksleri (VKİ) hesaplandı.

3.1 GRUPLARIN OLUŞTURULMASI VE UYGULANAN TEDAVİ

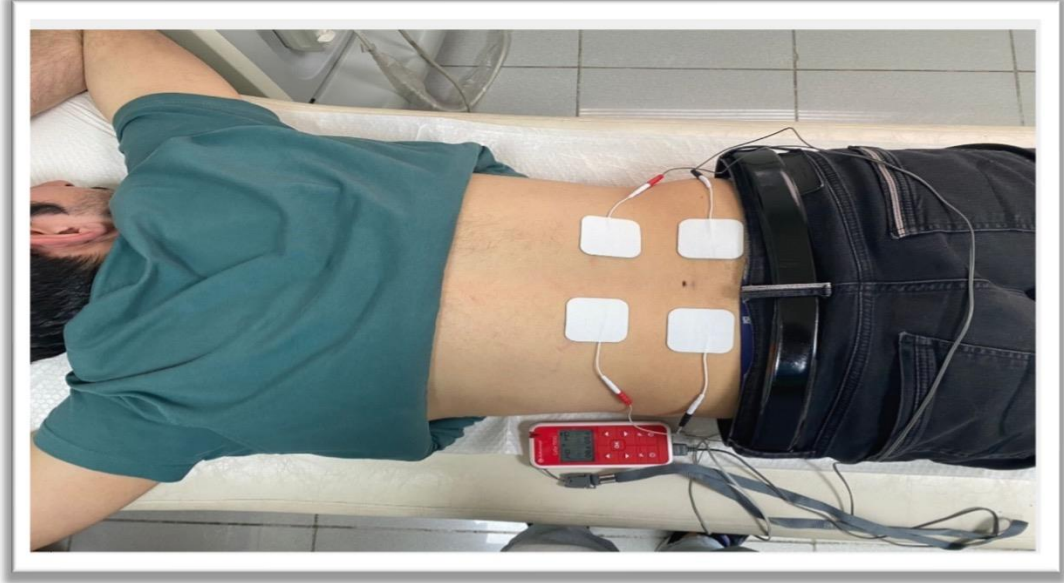
Başlangıçta belirlenen 81 hasta random tablo kullanılarak grup 1 (n=42), grup 2 (n=39) olmak üzere iki gruba ayrıldı

Grup 1: NMES uygulaması + Bel ev egzersiz programı

Grup 2: Bel ev egzersiz programı

Birinci gruptaki 42 katılımcıya hastalar prone pozisyonda yatarken karın altına yastık konup lumbosakral bileşke acısı 10 derecenin altında olacak şekilde pozisyonlandı. Lomber L1-S1 orta hattan 3cm laterale bilateral (paraspinal kas üzerine) 5x5 cm boyutunda 4 ped yapıştırılarak 2 hafta süre ile haftada 5 kez (toplam 10 seans) NMES uygulandı. NMES uygulaması Chattanooga CefarTENS (2022, Fransa) 2 kanallı bifazik simetrik pulse akımlaştıran 100mA gücünde, pulse süresi 250µs, frekansı 50Hz olan cihaz ile 20 dakika uygulandı. NMES uygulaması sırasında 3 saniye artış ve azalma süresi (ramp up/ramp down-3sn/3sn), 5 saniyelik uyarım periyodu ve sonrasında 8 saniyelik dinlenme periyodu (on/off süresi-5sn/8sn) olacak şekilde akım

verildi. Hastalar uygulanan NMES yoğunluğu hastada rahatsızlık oluşturmayan tolere edebildiği en yüksek dozda hastaya özel belirlendi ve uygulandı.



Şekil 7. Chattanooga Cefar TENS (2022, Fransa) 2 Kanallı Bifazik Simetrik Pulse Akımluşturan 100ma Gücünde, Pulse Süresi 250µs, Frekansı 50Hz Olan Cihaz ile Lomber Paraspinal Kaslara 20 Dk NMES Uygulaması

Her iki grubada bel ev egzersiz programı 6 hafta hergün 3kez x10 tekrar yapacakları lomber eklem hareket açıklığı, lomber kor stabilizasyon ve germe egzersiz programı gösterilip anlatıldı, uygulama programı kâğıt üstünde görsel ve açıklama olarak verildi.

Bel Ev Egzersiz Programı

Ev egzersiz programına germe ve ısınma hareketleri ile başlandı. Boyun, sırt, gövde yan germe ve gövde semifleksiyon egzersizleri yapıldı. Kor stabilizasyon hareketlerini geçilip gövde güçlendirme yapıldı. En son germe egzersizleri ile program tamamlandı.

Boyun ve sırt germe: Ayakta, ayaklarımız omuz hizasında açık, pelvik tilt nötral pozisyonda, her iki eli lomber bölgeye yerleştirdikten sonra yavaşça başımızı öne, arkaya, sağ ve sola doğru çevirerek 5'e kadar sayılır.

Gövde yan germe: Ayakta ayaklar omuz hizasında açık pelvis nötral pozisyonda, sol elimizi yukarı doğru kaldırıp, sağ tarafa doğru eğilerek 5'e kadar sayılır. Aynı işlem karşı tarafa da yapıldı.

Gövde yarım fleksiyon: Ayakta ayaklar omuz hizasında açık sağ ve sol elimizi aynı taraf diz üstüne yerleştirirken gövde yavaşça öne eğildi 5'e kadar sayılır sonra gövde nötral pozisyona geri dönüldü.

Sırt üstü pelvik kuvvetlendirme: Sırtüstü, dizler bükük ayaklar yere düz basma pozisyonunda, bacaklarımızla aşağı itmeden belimizi yere doğru düzleştirip 5'e kadar sayılır.

Ters kol ve ters bacak kaldırma ile birlikte sırt üstü pelvik kuvvetlendirme: Sırt üstü dizler bükük ayaklar yere basma pozisyonunda, kollar gövdenin yanında, bel bölgesinin zemine tam temas etmiş pozisyonda tek bacak kalçadan 90 derece fleksiyona getirilirken kontrolateral kol ekstansiyona getirilir.

Temel köprü kurma: Sırtüstü dizler bükük pozisyonda karın ve kalça kasları sıkılarak yavaşça yerden kaldırıldı, 5 sn tutulur sonra yavaşça sırt ve kalça yere teması sağlanır.

Kedi-deve hareketi: Vücut emekleme pozisyonuna getirildi. Nefes alırken baş aşağı bükülümurgaya ters kavis oluşturulur, karın ve kalça kasları kasmaları istenir. Nefes verirken baş yukarı kaldırılır bel omurga kavisi belirginleştirilir, karın ve göğüsü aşağıya doğru itmesi istenir.

Yüz üstü tek kol ve bacak kaldırma: Yüz üstü olacak şekilde yere uzanılır, kollar başın yukarsında bacaklar tam ekstansiyon pozisyonunda aynı anda tek kol dirsek tam ekstansiyonda ve aynı taraf bacak dizler tam ekstansiyonda yerden 15 cm yukarı kaldırılır.

Yüz üstü iki kol kaldırma: Yüz üstü olacak şekilde yere uzanılır, kollar başın yukarsında bacaklar tam ekstansiyon pozisyonunda aynı anda iki kol dirsek tam ekstansiyondayken yerden 15 cm yukarı kaldırılır.

Kol kaldırmayla birlikte dört ekstremitenin üstünde pelvik kuvvetlendirme: Dört ayak üstünde yerde durulur, dizler kalça hizasında ve genişliğinde açık, eller omuzların hemen altında olacak şekilde yerleştirilir. Omurga nötral pozisyonda, omuz ve kalça aynı hizada olacak şekilde kol yere paralel bir şekilde yavaşça yerden kaldırılarak omuz fleksiyonuna getirilir.

Bacak kaldırmayla birlikte dört ekstremitenin üstünde pelvik kuvvetlendirme: Dört ayak üstünde yerde durulur, dizler kalça hizasında ve genişliğinde açık, eller omuzların hemen altında olacak şekilde yerleştirilir. Omurga

nötral pozisyonda, omuz ve kalça aynı hizada olacak şekilde pozisyonlanır. Tek kalça ekstansiyona getirilerek dizi bükmeden yere paralel olacak şekilde yavaşça kaldırılır.

Ters kol ve bacak kaldırmayla birlikte dört ekstremitte üstünde pelvik kuvvetlendirme: Dört ayak üstünde yerde durulur, dizler kalça hizasında ve genişliğinde açık, eller omuzların hemen altında olacak şekilde yerleştirilir. Omurga nötral pozisyonda, omuz ve kalça aynı hizada olacak şekilde pozisyonlanır. Aynı anda omuz fleksiyon hareketi yaptırılır ve kol yere paralel pozisyona getirilir, ters bacakta kalça ekstansiyonu yaptırılarak dizi bükmeden yere paralel konuma getirir. Hastanın ön tarafa uzanması ve bacadaki quadriceps kasını kasmaı istenir.

Plank: Yüz üstü yatar pozisyonda dirsekler 90 derece bükülü omuzların altında, bacaklar tam ekstansiyonda kalça genişliğinde açık ayak parmak ucunda gövde kalça ve bacaklar aynı doğrultuda olacak şekilde kaldırılır, kalça ve karın kaslarını kasarak 30'a kadar sayılır.

Dirsekler tam ekstansiyonda plank: Yüz üstü yatar pozisyonda eller omuzların altında dirsek tam ekstansiyonda, bacaklar tam ekstansiyonda kalça genişliğinde açık ayak parmak ucunda gövde kalça ve bacaklar aynı doğrultuda olacak şekilde kaldırılır, kalça ve karın kaslarını kasarak 30'a kadar sayılır.

Yan plank: Yerde dirsek üzerinde yan olarak pelvis yerden kaldırılır, bacaklar ve gövde aynı doğrultuda yer alır. Karın ve kalça kasları kasılarak 30'a kadar sayılır.

Parsiyel mekik: Sırt üstü, dizler hafif bükülü, ayaklar yere tam temas ederek kalça genişliğinde açık, kolları gövdenin yanında yavaş yavaş skapulayı yerden kaldırarak omurgaya C pozisyonu verilir.

Hamstring kasları germe: Sırt üstü, bir bacak diz ekstansiyonda olacak şekilde uzatılır, diğer bacak kalçadan 90 derece fleksiyonda, bacak proksimalinden kavranarak dirsekler tam ekstansiyonda bacağı yavaş yavaş yukarıya doğru uzatarak hamstring kasları gerilir.

Sırt üstü pozisyonda bir diz hafif bükülü ayak yere tam temas edecek, diğer bacak diz ekstansiyonda kalça 90 derece fleksiyonda direnç lastiğini ayak tabanından geçirerek lastik gövdemize doğru çekilir.

Gluteal kasları germe: Sırt üstü uzanıp sol bacak dizden bükülmüş şekilde kaldırarak sağ el ile ayak bileğini, sol el ile sol dizin dışına yerleştirerek sol bacağı

kendinize doğru getirip, sağ el ile sol ayak üzerindeki baskıyı arttırarak gluteal kaslar gerilir.

İliopsoas ve quadriceps germe: Sol ayak önde sağ dizin üzerine çökülerek, sırt dik pozisyonda ağırlığımızı yavaşça ileriye doğru verilir. Karın kaslarımızı yukarı doğru çekerken sol kalçamız aşayıya iteriz iliopsoas ve quadriceps gerilir.

Lomber paraspinal ve yan abdominal kasları germe: Dizlerimizin üzerine çömelerek, kollarımız başımızın önünde dirsekleri bükmeden öne doğru uzatarak yüz yere yaklaştırılır, kalça topuklara değdirmeye çalışılarak paraspinal kaslar gerilir.

Dizlerimiz üzerine uzanmış pozisyonda sol elimizi ileri uzatarak sabit bir yere tutunup sol tarafıl uzatarak sol kalçanın üzerine çaprazlama oturarak sol kalçamızı aşağıya kaydırarak quadratus lumborum gerilir. Aynı hareket diğer tarafa da uygulanır.

3.2 DEĞERLENDİRME ÖLÇEKLERİ

Çalışmaya alınan hastalar, tedavinin başlangıcında, bitiminde (2.Hafta) ve tedavi bitiminden 1 ay sonra (6. Hafta) olmak üzere toplamda üç kez aşağıdaki parametreler ile değerlendirildi.

1-Vizüel Analog Skala (VAS); Hastaların istirahat ve hareket ağrı şiddeti değerlendirme ölçeğidir. Hastalardan iki ayrı 10 cm'lik çizgi üzerinde istirahat ve aktivite sırasındaki ağrılarının şiddetini işaretlemeleri söylendi. Skala da başlangıç noktası: hiç ağrı yok, son nokta; hayatta karşılaşılan en şiddetli dayanılmaz ağrı olarak ifade edilmiştir. Değerlendirilirken işaretlenen nokta ile başlangıç noktası arasındaki mesafe cm cinsinden ölçülür. 0=ağrı yok, 10= çok şiddetli ağrı var demektir(100).

2-Parmak Ucu Zemin Mesafesi (EPZ); Hastaların ayakta durup medial malleol arası 30 cm olacak şekilde dizlerini bükmeden el parmak ucunu yere değdirmesi istenir. Lomber fleksiyon kısıtlı olduğu zaman parmak ucu yere dokunamaz ve aradaki mesafe ölçülerek kaydedilir. EPZ kadınlarda sıfır, erkeklerde 10 cm kadar normal kabul edilir. EPZ ölçümü ne kadar fazla ise lomber EHA'da o kadar kısıtlıdır(101).

3-Nottingham Sağlık Profili (NSP); Genel yaşam kalitesi anketidir. Ağrı (8 madde), enerji (3 madde), emosyonel reaksiyonlar (9 madde), fiziksel aktivite (8 madde), uyku (5 madde), sosyal izolasyon (5 madde) oluşan altı alt parametreden oluşur. Her alt parametre için 0 ile 100 arasında bir puanlama yapılır, "0" en iyi sağlık durumunu, "100" en kötü sağlık durumunu gösterir. Tüm alt parametrelerin toplandığı

NSP Toplam skoru mevcuttur. “0” en iyi yaşam kalitesini, “600” en kötü yaşam kalitesini gösterir(102).

4-Kısa Form-36(SF-36); Genel sağlık durumunun izlenmesini sağlayan, 8 alt bölümden oluşan değerlendirme anketidir. Fiziksel fonksiyon, fiziksel rol kısıtlılığı, emosyonel rol kısıtlılığı, ağrı, genel sağlık, enerji, sosyal fonksiyon ve duygusal sağlık alt bölümlerinden oluşmaktadır.her bölüm skoru en düşük ‘0’ kötü sağlık durumu, en yüksek ‘100’ en iyi sağlık durumunu ifade eder. Yüksek skorlar fonksiyonun iyi olduğunu gösterir(103).

5-Pisttburg Uyku Kalite İndeksi (PSQİ); İyi ve kötü uykunun tanımlanmasını sağlayan niceliksel uyku kalitesi değerlendirme ölçeğidir.24 sorudan oluşur. Son 5 soru oda arkadaşı veya partner tarafından cevaplanır ve puanlamaya dahil edilmez.7 maddeden oluşur her madde 0-3 puan arasında değerlendirilir. Toplam puan 0-21 arasındadır. Toplam puanın 5 ve üzerinde olması uyku kalitesinin kötü olduğunu gösterir(104).

6-Beck Depresyon Ölçeği (BDÖ); Son bir hafta içinde hastaların kendilerini nasıl hissettiklerine yönelik 21 maddeden oluşan testtir. Her sorunun dört cevabı bulunmaktadır. Bir soruya en az ‘0’ en çok ‘3’ puan verilebilmektedir. Testin toplam puanı en çok 69’dur. Yüksek puan olması depresyon şiddetinin arttığını göstermektedir(105).

7-Multifidus Kas Aktivasyon Ölçümü (MKA); Hasta prone uzanmış, kollargövdenin yanında ve karın bölgesine yastık konularak lumbosakral bileşke açısı 10 derecenin altında olacak şekilde pozisyonlandı. Chison 2015 China ultrason 3,5 MHz konveks probuyla, ilk önce L4-L5 intervertebral aralık tespit edildi sonra 2 cm sağ tarafı işaretlenerek prob longitudinal şekilde yerleştirildi. USG probuyla L4-L5 faset eklemi görüntülendikten sonra en posteriorundansubkutan dokuya kadar multifidusunistirahat halindeyken 3 kez kalınlık ölçümü yapıp ortalaması alındı. Aynı ölçüm hastanın kollarını başının yanına alarak gövdesini ve kollarını uzana bildiği ün üst noktaya uzanması istenerek multifidus maksimum izometrik kontraksiyona alınıp aynı şekilde ölçüm yapıldı. Lomber L1-S1orta hattan 3 cm laterale bilateral (paraspinal kas üzerine) pedler yapıştirılarak NMES aktif verilirken hastaya tekrardan multifidus kasına maksimal izometrik kontraksiyon yaptırılıp multifiduskalınlık ölçümü yapıldı. Toplamda multifidus istirahat, multifidus

maksimum izometrik kontraksiyon ve multifidus NMES + maksimum izometrik kontraksiyon 3 kalınlık ölçümü yapıldı. Bu ölçümler kas aktivasyon denkleminde yerleştirilerek A MATLAB R2014 programı ile kas aktivasyon yüzdesi hesaplandı.

$$\%LM_{KA} = \frac{LM_{MVİK} - LM_{İST}}{LM_{NMES+MVİK} - LM_{İST}} \times 100$$

Şekil 8. Lomber Multifidus Kas Aktivasyon Denklemi

$\%LM_{KA}$: Lomber Multifidus Kas Aktivasyon Yüzdesi, LM: Lomber Multifidus kas kalınlığı, MVİK: Maksimum Volunter İzometrik Kontraksiyon, LM_{İST}: Lomber multifidus istirahat kas kalınlığı, LM_{MVİK}: Lomber multifidus maksimum volunter izometrik kontraksiyon kalınlığı, LM_{NMES+MVİK}: Lomber multifidus NMES uygulanırken maksimum volunter izometrik kontraksiyon kalınlığı

İlk 10 hasta için multifidus ölçümü iki hekim tarafından yapılarak korelasyon katsayısı birinci değerlendirici 0,92, ikinci değerlendirici 0,98 hesaplandı. İki hekim arasında fark olmadığını ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Tek bir değerlendiriciyle devam edildi. Her iki değerlendirici arasında kalınlık ölçümlerindeki fark kat sayısı 0,07(0,18cm) hesaplandı. Sağ ve sol multifidus ölçümlerinde fark kat sayısında istatistiksel olarak önemli farklılık olmadığı için sağ multifidus ölçümü çalışmada ölçüm tarafı olarak belirlendi.



Şekil 9. Chison 2015 China Ultrason 3,5 Mhz Konveks Probuyla L4-L5 Faset Eklemden Multifidus İstirahat Kas Kalınlığı Ölçümü

3.3 İSTATİKSEL ANALİZ

Veri analizinde SPSS v.25 istatistik programı kullanılmıştır. Tanımlayıcı bulgular için ölçümle belirlenen değişkenler ortalama±standart hata, ortanca, minimum değer ve maksimum değerle; sayımla belirlenen değişkenler yüzde ile belirtilmiştir. Verinin normal dağılım uygunluğu Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirilmiştir İkili analizlerde sayımla belirtilen değişkenler için kıkare testi; ölçümle belirtilen değişkenler için verinin normal dağılıma uygunluğu gözönüne alınarak t testi, Mann Whitney U testi ve Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ kabul edilmiştir

Power Analiz

Örneklem büyüklüğü çalışma planlanırken yaptığımız 9 kişilik pilot çalışmada multifidus kas aktivasyonu etki büyüklüğünü 0,96 olarak tespit ettik. Bu etki büyüklüğüne göre 0,05 hata payını da hesaba katarak %80 power analizinde katılımcı sayısını 60 olarak hesapladık. Dışlama kriterlerini göz önünde bulundurarak çalışmanın gücünü arttırmak için 85 hasta dahil ettik.

4. BULGULAR

Çalışma grubunu oluşturan 81 kişinin yaş ortalaması $38,6\pm 0,9$ (38, 22-50); VKİ'si $26,6\pm 0,3$ (27,5, 19-30)'dür. Katılımcıların %67,9'u (n=55) kadındır. Grup 1 %61,9'u kadinken, oran grup 2'de %74,4'e yükselmektedir ancak aralarındaki fark anlamlı değildir (p=0,230). Katılımcıların %24,7'si (n=20) sigara içmektedir. Grup 1'in %31,0'ı sigara içiyorken, oran grup 2'de %17,9'a düşmektedir ancak aralarındaki fark anlamlı değildir (p=0,394). Hastaların gruplara göre cinsiyet, sigara kullanımı, yaş ve VKİ değerleri Tablo 5'te sunulmaktadır. Gruplar arasında yaş ve VKİ ortalama değerlerinde anlamlı fark yoktur (p>0,05) (Tablo 5).

Tablo 5. Grup 1 ve Grup 2 Cinsiyet, Yaş, Sigara Kullanımı ve VKİ Karşılaştırması VKİ

		Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p değeri
Cinsiyet	Kadın	%61.9	%74.4	0.230
	Erkek	%38.1	%25.6	
Sigara kullanımı	kullanıyor	%31.0	%17.8	0.394
	kullanmıyor	%69.0	%82.1	
YAŞ		37.5±1.3 (36, 22-50)	39.8±1.2 (41, 26-50)	0.196
VKİ		26.5±0.5 (26.6, 21.1-30.0)	26.8±0.5 (28.3, 19.0-30.0)	0.611

Vucüt Kitle İndeksi, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Grup 1 ve Grup 2'deki MKA, VAS istirahat, VAS hareket, EPZ, BDÖ, PSQİ başlangıç değerleri incelendiğinde MKA, VAS istirahat, VAS hareket, EPZ, BDÖ, PSQİ değerlerinde gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05) (Tablo 6).

Tablo 6. Grup 1 ve Grup 2 Başlangıç MKA, VAS, EPZ, PSQİ, BDÖ Verilerinin Karşılaştırılması

	BAŞLANGIÇ		
	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p değeri
MKA	74.6±1.8 (78.4, 47.2-90.5)	76.9±1.3 (76, 63.7-89.6)	0.555
VAS istirahat	2.0±0.4 (1, 0-7)	3.0±0.5 (3, 0-10)	0.132
VAS hareket	6.2±0.3 (6, 2-10)	5.8±0.4 (6, 2-10)	0.566
EPZ	13.3±3.1 (9, 0-100)	7.2±1.8 (2, 0-40)	0.251
PSQİ	6.2±0.5 (6, 1-13)	5.8±0.5 (5, 2-14)	0.331
BDÖ	9.9±1.3 (7.5, 0-31)	9.9±0.9 (10, 0-22)	0.449

MKA: Multifidus Kas Aktivasyonu, VAS: Vizüel Ağrı Skalası, EPZ: Parmak ucu zemin mesafesi, PSQİ: Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi, BDÖ: Beck Depresyon Ölçeği, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Grup 1 ve Grup 2’deki NSP parametrelerininbaşlangıç değerleri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05) (Tablo 7).

Tablo 7. Grup 1 ve Grup 2 Başlangıç NSP Parametrelerinin Karşılaştırılması

NSP	BAŞLANGIÇ		
	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p değeri
Ağrı	46.6±4.9 (45.9, 0-100)	52.3±4.8 (48.9, 0-100)	0.389
Duygusal Reaksiyonlar	30.4±5.1 (20.2, 0-100)	39.3±5.1 (41.3, 0-87.9)	0.184
Uyku	29.3±4.6 (18.9, 0-87.4)	30.2±4.9 (16.1, 0-100)	0.911
Sosyal İzolasyon	14.9±4.4 (0, 0-100)	6.2±2.7 (0, 0-77.5)	0.171
Fiziksel Aktivite	34.6±2.8 (33.8, 0-88.5)	34.7±3.3 (41.9, 0-75.8)	0.776
Enerji	70.8±6.0 (100, 0-100)	76.8±5.6 (100, 0-100)	0.555
NSP TOPLAM	223.9±21.4 (216.3, 8.9-566.1)	238.1±177(246.6,8.96-427.4)	0.357

NSP: Nottingham Sağlık Profili, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatikselsel olarak anlamlı

Grup 1 ve Grup 2'deki SF-36 parametreleri başlangıç değerleri incelendiğinde SF-36 Sosyal Fonksiyon değerinin kontrol grubunda istatikselsel olarak yüksek olduğu (p<0.05), diğer SF-36 parametre değerlerinde gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05) (Tablo 8).

Tablo 8. Grup 1 ve Grup 2 Başlangıç SF-36 Parametrelerinin Karşılaştırılması

SF-36	BAŞLANGIÇ		
	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p
Fiziksel Fonksiyon	59.0±4.2 (65.0, 0-95)	52.6±3.7 (50, 20-95)	0.131
Fiziksel Rol kısıtlılığı	26.2±6.2 (0, 0-100)	27.6±7.0 (0, 0-100)	0.973
Ağrı	55.7±3.8 (56.3, 0-100)	58.8±2.9 (55, 32.5-100)	0.786
Genel Sağlık	53.8±3.1 (55, 15-95)	57.8±2.1 (60, 30-80)	0.521
Enerji	38.9±3.3 (40, 0-85)	39.7±2.9 (35, 15-80)	0.846
Sosyal Fonksiyon	65.2±4.0 (62.5, 12.5-100)	82.4±3.8 (100, 12.5-100)	0.002
Emosyonel Rol Kısıtlılığı	38.9±7.4 (0, 0-100)	30.8±7.5 (0, 0-100)	0.445
Duygusal Sağlık	62.9±3.5 (68, 16-92)	63.9±2.3 (68, 32-84)	0.547

SF-36: Kısa form-36, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatikselsel olarak anlamlı

Grup 1'deki hastaların değerlendirme parametreleri tedavi öncesi, tedavi sonu (2. Hafta) ve 6. Hafta kontrolleri birbiri ile kıyaslandığında; MKA, VAS, EPZ, PSQİ

parametresinde 2. Hafta ve 6. Hafta değerlendirmesinde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edildi ($p<0.05$).

BDÖ değerlerinde 2. Hafta kontrolünde istatistiksel olarak anlamlı düzelme olmadı ($p>0.05$),

6. Hafta kontrolünde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edildi ($p<0.05$) (Tablo 9).

Tablo 9. Grup 1'in 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen MKA, VAS, EPZ, PSQİ, BDÖ Değerlerinin Tedavi Öncesi ile Karşılaştırılması

	Başlangıç	2.hafta	6.hafta	p (0. -2.hafta)	p (0.-6.hafta)
MKA	74.6±1.8 (78.4,47.2-90.5)	86.8±1.2 (88.5, 60.8-100)	86±1.2 (87.5, 51.8-96.3)	<0.001	<0.001
VAS istirahat	2.0±0.4 (1, 0-7)	0.8±0.2 (0.2, 0-6)	0.7±0.2 (0,0 0-8)	0.001	0.001
VAS hareket	6.2±0.3 (6, 2-10)	3.2±0.3 (3, 0-8)	2.6±0.3 (3, 0-10)	<0.001	<0.001
EPZ	13.3±3.1 (9, 0-100)	7.0±2.2 (0, 0-70)	5.9±2.4 (0, 0-100)	<0.001	<0.001
PSQİ	6.2±0.5 (6, 1-13)	5.0±0.4 (4, 1-13)	4.7±0.3 (4, 1-11)	0.007	0.001
BDÖ	9.9±1.3 (7.5, 0-31)	9.1±1.3 (6.5, 0-31)	6.2±0.9 (5.5, 0-27)	0.202	0.009

MKA: Multifidus Kas Aktivasyonu, VAS: Vizüel Ağrı Skalası, EPZ: Parmak ucu zemin mesafesi, PSQİ: Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi, BDÖ: Beck Depresyon Ölçeği, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı

Grup 1'deki hastaların NSP değerlendirme parametreleri tedavi öncesi, tedavi sonu (2. Hafta) ve 6. Hafta kontrolleri birbiri ile kıyaslandığında; NSP ağrı, duygusal reaksiyon, uyku, fiziksel fonksiyon, enerji ve NSP Toplam parametrelerinde 2. Hafta ve 6. Hafta kontrollerinde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edildi ($p<0.05$). NSP sosyal izolasyon parametresinde 2. Hafta ve 6. Hafta kontrolünde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edilmedi ($p<0.05$) (Tablo 10).

Tablo 10. Grup 1'in 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen NSP Parametrelerinin Tedavi Öncesi ile Grup İçi Karşılaştırılması

NSP	Başlangıç	2.hafta	6.hafta	p (0.hafta-2.hafta)	P (0.hafta-6.hafta)
Ağrı	46.6±4.9 (45.9, 0-100)	24.6±3.9 (20.1, 0-100)	20.6±3.6 (10.4, 0-100)	<0.001	<0.001
Duygusal Reaksiyon	30.4±5.1 (20.2, 0-100)	8.5±2.4 (0, 0-71.7)	9.2±2.6 (0, 0-64.5)	<0.001	0.002
Uyku	29.3±4.6 (18.9, 0-87.4)	14.2±3.7 (0, 0-77.6)	14.4±3.4 (0, 0-77.6)	0.001	0.003
Sosyal İzolasyon	14.9±4.4 (0, 0-100)	6.07±2.8 (0, 0-100)	7.4±3.5 (0, 0-100)	0.054	0.113
Fiziksel Fonksiyon	34.6±2.8 (33.8, 0-88.5)	18.6±2.7 (11.2, 0-54.4)	17.3±2.9 (11.2, 0-54.4)	<0.001	<0.001
Enerji	70.8±6.0 (100, 0-100)	39.5±6.3 (30.4, 0-100)	38.9±6.2 (30.4, 0-100)	<0.001	<0.001
NSP Toplam	223.9±21.4 (216.3, 8.9-566.1)	111.4±14.9(99.7, 0-379.4)	108.0±15.1 (84.9, 0-374.9)	<0.001	<0.001

NSP: Nottingham Sağlık Profili, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Grup 1'deki hastaların SF-36 değerlendirme parametreleri tedavi öncesi, 2. Hafta ve 6. Hafta kontrolleri birbiri ile kıyaslandığında: fiziksel fonksiyon, fiziksel rol kısıtlılığı, ağrı, genel sağlık, enerji, sosyal fonksiyon ve emosyonel rol kısıtlılığı parametrelerinde 2. Hafta ve 6. Hafta kontrollerinde istatistiksel olarak anlamlı düzelme olduğu tespit edildi (p<0.05). SF-36 Duygusal sağlık parametresinde 2. Hafta ve 6. Hafta kontrollerinde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edilmedi (p>0.05) (tablo 11).

Tablo 11. Grup 1'in 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen SF-36 Parametrelerinin Tedavi Öncesi ile Grup İçi Karşılaştırılması

SF-36	Başlangıç	2.hafta	6.hafta	p (0.hafta-2.hafta)	p (0.hafta-6.hafta)
Fiziksel Fonksiyon	59.0±4.2 (65, 0-95)	72.8±3.5 (80, 10-100)	77.1±3.4 (85, 20-100)	<0.001	<0.001
Fiziksel Rol kısıtlılığı	26.2±6.2 (0,0-100)	64.2±6.3 (75, 0-100)	70.2±6.2 (100, 0-100)	<0.001	<0.001
Ağrı	55.7±3.8 (56.3, 0-100)	67.8±3.3 (77.5, 22.5-100)	79.6±3.0 (77.5, 32.5-100)	0.001	<0.001
Genel Sağlık	53.8±3.1 (55, 15-95)	59.7±2.4 (65, 25-95)	61.3±2.8 (65, 25-95)	0.049	0.042
Enerji	38.9±3.3 (40, 0-85)	53.4±2.6 (55, 20-85)	53.9±2.9 (55, 20-85)	<0.001	0.001
Sosyal Fonksiyon	65.2±4.0 (62.5, 12.5-100)	75.8±3.7 (87.5, 12.5-100)	81.2±3.2 (87.5, 37.5-100)	0.039	0.002
Emosyonel Rol Kısıtlılığı	38.9±7.4 (0, 0-100)	74.6±6.4 (100, 0-100)	73.8±6.3 (100, 0-100)	<0.001	<0.001
Duygusal Sağlık	62.9±3.5 (68, 16-92)	69.5±2.3 (72, 20.2-92)	69.3±2.4 (76, 20-92)	0.080	0.088

SF-36: Kısa form-36, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatikselsel olarak anlamlı

Grup 2'deki hastaların değerlendirme parametreleri tedavi öncesi, tedavi sonu (2. Hafta) ve 6. Hafta kontrolleri birbiri ile kıyaslandığında: MKA ve VAS parametrelerinde 2. Hafta ve 6. Hafta kontrollerinde istatikselsel olarak anlamlı artış tespit edildi (p<0.05). EPZ ve BDÖ parametrelerinde 2. Hafta kontrolünde istatikselsel olarak anlamlı düzelme tespit edilmezken (p>0.05), 6. Hafta kontrolünde istatikselsel olarak anlamlı düzelme tespit edildi (p<0.05). PSQİ parametresinde 2. Hafta kontrollerinde istatikselsel olarak anlamlı düzelme tespit edilirken (p<0.05), 6. Hafta kontrolünde istatikselsel olarak anlamlı düzelme tespit edilmedi (p>0.05) (tablo 12).

Tablo 12. Grup 2'nin 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen MKA, VAS, EPZ, PSQİ, Bddöğerlerinin Tedavi Öncesi İle Grup İçi Karşılaştırılması

	Başlangıç	2. hafta	6.hafta	p (0 -2. hafta)	p (0 - 6.hafta)
MKA	76.9±1.3 (76, 63.7-89.6)	81.9±1.3 (83.5, 63.7-93.4)	86.4±1.3 (89.1, 65.2-97.8)	<0.001	<0.001
VAS İstirahat	3.0±0.5 (3, 0-10)	1.9±0.4 (1, 0-7)	0.9±0.3 (0, 0-10)	0.005	<0.001
VAS Hareket	5.8±0.4 (6, 2-10)	4.1±0.4 (5, 0-10)	2.3±0.4 (2, 0-7)	<0.001	<0.001
EPZ	7.2±1.8 (2, 0-40)	6.3±1.7 (2, 0-50)	3.1±0.9 (0, 0-30)	0.321	0.004
PSQİ	5.8±0.5 (5, 2-14)	4.6±0.4 (4, 1-13)	5.3±0.5 (4, 1-16)	0.002	0.263
BDÖ	9.9±0.9 (10, 0-22)	9.1±0.9 (9, 0-21)	8.3±1.0 (7, 0-28)	0.178	0.039

MKA: Multifidus Kas Aktivasyonu, VAS: Vizüel Ağrı Skalası, EPZ: Parmak ucu zemin mesafesi, PSQİ: Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi, BDÖ: Beck Depresyon Ölçeği, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Grup2'deki hastaların NSPdeğerlendirme parametreleri tedavi öncesi, tedavi sonu (2. Hafta) ve 6. Hafta kontrolleri birbiri ile kıyaslandığında: NSP ağrı, duygusal reaksiyon, uyku, fiziksel fonksiyon, enerji, NSP toplam parametrelerinde hem 2. Hafta hem 6. Hafta kontrolünde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edildi (p<0.05). NSP sosyal izolasyon parametresinde 2. Hafta ve 6. Hafta kontrolünde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edilmedi (p<0.05) (tablo13).

Tablo 13. Grup 2'nin 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen NSP Parametrelerinin Tedavi Öncesi ile Grup İçi Karşılaştırılması

NSP	Başlangıç	2. hafta	6.hafta	p (0-2. hafta)	p (0-6. hafta)
Ağrı	52.3±4.8 (48.9, 0-100)	33.6±5.3 (30.2, 0-100)	19.4±3.9 (14.8, 0-100)	0.001	<0.001
Duygusal Reaksiyon	39.3±5.1 (41.3, 0-87.9)	21.3±4.7 (9.8, 0-87.9)	9.3±3.3 (0, 0-87.9)	<0.001	<0.001
Uyku	30.2±4.9 (16.1, 0-100)	17.7±4.5 (0, 0-100)	13.0±4.2 (0, 0-100)	<0.001	<0.001
Sosyal İzolasyon	6.2±2.7 (0, 0-77.5)	4.7±2.8 (0, 0-100.0)	5.2±3.1 (0, 0-100)	0.786	0.944
Fiziksel Fonksiyon	34.7±3.3 (41.9, 0-75.8)	28.0±3.9 (21.9, 0-75.8)	18.1±2.7 (11.2, 0-54.5)	0.022	<0.001
Enerji	76.8±5.6 (100, 0-100)	62.0±6.7 (75.7, 0-100)	44.1±6.4 (36.8, 0-100)	0.026	<0.001
NSP Toplam	238.1±177(246.6, 8.96-427.4)	167.5±19.9((192.2, 0-427.4)	108.5±16.5 (94.3, 0-412.7)	<0.001	<0.001

NSP: Nottingham Sağlık Profili, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Grup 2'deki hastaların SF-36 değerlendirme parametreleri tedavi öncesi, tedavi sonu (2. Hafta) ve 6. Hafta kontrolleri birbiri ile kıyaslandığında: SF fiziksel fonksiyon, fiziksel rol kısıtlılığı, emosyonel rol kısıtlılığı ve ağrı parametrelerinde hem 2. Hafta hem 6. Hafta kontrollerinde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edildi (p<0.05). SF-36 genel sağlık ve duygusal sağlık parametrelerinde 2. Hafta ve 6. Hafta kontrollerinde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edilmedi (p>0.05). SF-36 enerji ve sosyal fonksiyon parametrelerinde 2. Hafta kontrolünde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik tespit edilmedi (p>0.05) ancak 6. Hafta kontrolünde istatistiksel olarak anlamlı düzelme tespit edildi (p<0.05) (tablo 14).

Tablo 14. Grup 2'nin 2. Hafta ve 6. Hafta Elde Edilen SF-36 Parametrelerinin Tedavi Öncesi ile Karşılaştırılması

SF-36	Başlangıç	2. hafta	6.hafta	p (0.-2.hafta)	p (0. -6.hafta)
Fiziksel Fonksiyon	52.6±3.7 (50, 20-95)	64.2±4.5 (70, 0-100)	71.7±3.6 (80, 0-100)	0.001	<0.001
Fiziksel Rol Kısıtlılığı	27.6±7.0 (0, 0-100)	53.2±7.9 (100, 0-100)	69.2±6.7 (100, 0-100)	0.005	<0.001
Ağrı	58.8±2.9 (55, 32.5-100)	71.7±3.5 (77.5, 32.5-100)	79.6±3.0 (77.5, 32.5-100)	<0.001	<0.001
Genel Sağlık	57.8±2.1 (60, 30-80)	59.1±2.5 (65, 30-90)	59.6±2.5 (65, 30-90)	0.411	0.239
Enerji	39.7±2.9 (35, 15-80)	42.8±3.4 (40, 10-80)	47.9±3.3 (50, 10-90)	0.149	0.005
Sosyal Fonksiyon	82.4±3.8 (100, 12.5-100)	84.6±3.8 (100, 25-100)	92.9±2.6 (100, 37.5-100)	0.484	0.011
Emosyonel Rol Kısıtlılığı	30.8±7.5 (0, 0-100)	58.1±7.9 (100, 0-100)	88.9±4.9 (100, 0-100)	0.003	<0.001
Duygusal Sağlık	63.9±2.3 (68, 32-84)	64.7±2.6 (68, 32-88)	68.2±2.4 (68, 32-92)	0.278	0.062

SF-36: Kısa form-36, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Grup 1 ve Grup 2'nin 2. hafta ölçümleri değerlendirildiğinde Grup 1'de MKA değerinin Grup 2'e göre daha yüksek olduğu, istirahat VAS'ının anlamlı olarak daha düşük olduğu görülmüştür (p<0.05). VAS hareket, EPZ, PSQİ, BDÖ değerlerinde gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı görülmüştür (p>0.05). Grupların 6. Hafta ölçümleri değerlendirildiğinde MKA, VAS istirahat, VAS hareket, EPZ, PSQİ, BDÖ değerleri karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı görülmüştür (p>0.05) (tablo 15).

Tablo 15. 2. Hafta ve 6. Hafta MKA, VAS, EPZ, PSQİ, BDÖ Verilerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	2. HAFTA			6. HAFTA		
	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p
MKA	86.8±1.2 (88.5, 60.8-100)	81.9±1.3 (83.5, 63.7-93.4)	0.004	86.0±1.2 (87.5, 51.8-96.3)	86.4±1.3 (89.1, 65.2-97.8)	0.891
VAS istirahat	0.8±0.2 (0.2, 0-6)	1.9±0.4 (1, 0-7)	0.021	0.7±0.2 (0,0 0-8)	0.9±0.3 (0, 0-10)	0.540
VAS hareket	3.2±0.3 (3, 0-8)	4.1±0.4 (5, 0-10)	0.152	2.6±0.3 (3, 0-10)	2.3±0.4 (2, 0-7)	0.385
EPZ	7.0±2.2 (0, 0-70)	6.3±1.7 (2, 0-50)	0.471	5.9±2.4 (0, 0-100)	3.1±0.9 (0, 0-30)	0.473
PSQİ	5.0±0.4 (4.0, 1.0-13.0)	4.6±0.4 (4, 1-13)	0.673	4.7±0.3 (4, 1-11)	5.3±0.5 (4, 1.0-16.0)	0.546
BDÖ	9.1±1.3 (6.5, 0.0-31.0)	9.1±0.9 (9.0, 0-21.0)	0.365	6.2±0.9 (5.5, 0-27)	8.3±1.0 (7, 0-28)	0.082

MKA: Multifidus Kas Aktivasyonu, VAS: Vizüel Ağrı Skalası, EPZ: Parmak ucu zemin mesafesi, PSQİ: Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi, BDÖ: Beck Depresyon Ölçeği, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Grup 1 ve Grup 2'nin 2. hafta ölçümleri değerlendirildiğinde NSP enerji ve NSP toplam değerlerinin olgu grubunda istatistiksel olarak anlamlı iyileşme olduğu (p<0.05), diğer NSP parametrelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05). 6. Hafta değerleri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05) (Tablo 16).

Tablo 16. 2. Hafta ve 6. Hafta NSP Parametrelerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

NSP	2. HAFTA			6. HAFTA		
	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p değeri	Grup 1 (n:42)	Grup 2(n:39)	p değeri
Ağrı	24.6±3.9 (20.1, 0-100.0)	33.6±5.3 (30.2, 0-100)	0.354	20.6±3.6 (10.4, 0.0-100.0)	19.4±3.9 (14.8, 0-100)	0.637
Duygusal Reaksiyonlar	8.5±2.4 (0, 0-71.7)	21.3±4.7 (9.8, 0-87.9)	0.069	9.2±2.6 (0, 0-64.5)	9.3±3.3 (0, 0-87.9)	0.981
Uyku	14.2±3.7 (0, 0-77.6)	17.7±4.5 (0, 0-100)	0.498	14.4±3.4 (0, 0-77.6)	13.0±4.2 (0, 0-100)	0.433
Sosyal İzolasyon	6.07±2.8 (0, 0-100)	4.7±2.8 (0, 0-100)	0.597	7.4±3.5 (0.0, 0.0-100.0)	5.2±3.1 (0.0, 0.0-100.0)	0.541
Fiziksel Aktivite	18.6±2.7 (11.2, 0-54.4)	28.0±3.9 (21.9, 0-75.8)	0.103	17.3±2.9 (11.2, 0-54.4)	18.1±2.7 (11.2, 0-54.5)	0.648
Enerji	39.5±6.3 (30.4, 0-100)	62.0±6.7 (75.7, 0-100)	0.014	38.9±6.2 (30.4, 0-100)	44.1±6.4 (36.8, 0-100)	0.581
NSP TOPLAM	111.4±14.9 (99.7, 0-379.4)	167.5±19.9 (192.2, 0-427.4)	0.036	108.0±15.1 (84.9, 0-374.9)	108.5±16.5 (94.3, 0-412.7)	0.985

NSP: Nottingham Sağlık Profili, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Grup 1 ve Grup 2'nin SF-36 parametreleri 2. Hafta değerleri incelendiğinde SF-36 Enerjinin Grup 1'de, SF-36 Sosyal Fonksiyonun Grup 2'de anlamlı olarak yüksek olduğu (p<0.05), diğer SF-36 parametrelerinde gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05). Grupların 6. Hafta değerleri incelendiğinde SF-36 sosyal fonksiyon değerinin Grup 2'de anlamlı olarak yüksek olduğu (p<0.05), diğer SF-36 parametrelerinde gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05) (tablo 17).

Tablo 17. SF-36 Parametrelerinin 2. Hafta ve 6. Hafta Verilerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

SF-36	2. HAFTA			6. HAFTA		
	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p
Fiziksel Fonksiyon	72.8±3.5 (80, 10-100)	64.2±4.5 (70, 0-100)	0.210	77.1±3.4 (85, 20-100)	71.7±3.6 (80, 0-100)	0.150
Fiziksel Rol kısıtlılığı	64.2±6.3 (75, 0-100)	53.2±7.9 (100, 0-100)	0.474	70.2±6.2 (100, 0-100)	69.2±6.7 (100, 0-100)	0.991
Ağrı	67.8±3.3 (77.5, 22.5-100)	71.7±3.5 (77.5, 32.5-100)	0.465	74.4±3.1 (77.5, 22.5-100)	79.6±3.0 (77.5, 32.5-100)	0.230
Genel Sağlık	59.7±2.4 (65, 25-95)	59.1±2.5 (65, 30-90)	0.811	61.3±2.8 (65, 25-95)	59.6±2.5 (65, 30-90)	0.699
Enerji	53.4±2.6 (55, 20-85)	42.8±3.4 (40, 10-80)	0.018	53.9±2.9 (55, 20-85)	47.9±3.3 (50, 10-90)	0.145
Sosyal Fonksiyon	75.8±3.7 (87.5, 12.5-100)	84.6±3.8 (100, 25-100)	0.040	81.2±3.2 (87.5, 37.5-100)	92.9±2.6 (100, 37.5-100)	0.003
Emosyonel Rol Kısıtlılığı	74.6±6.4 (100, 0-100)	58.1±7.9 (100, 0-100)	0.146	73.8±6.3 (100, 0-100)	88.9±4.9 (100, 0-100)	0.060
Duygusal Sağlık	69.5±2.3 (72.0, 20.2-92.0)	64.7±2.6 (68, 32-88)	0.168	69.3±2.4 (76.0, 20.0-92.0)	68.2±2.4 (68, 32-92)	0.658

SF-36: Kısa form-36, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı, p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Gruplar Arası Parametrelerdeki Yüzde Değişim-Fark Skorlarının Karşılaştırılması

2.hafta -başlangıç MKA, VAS hareket, EPZ fark skorlarının Grup 1’de anlamlı olarak daha yüksek olduğu (p<0.05), VAS istirahat, PSQİ, BDÖ fark skorlarında gruplar arasında anlamlı değişiklik olmadığı saptanmıştır (p>0.05). 6. Hafta-başlangıç MAK, VAS istirahat, VAS hareket, EPZ, PSQİ, BDÖ fark skorlarında gruplar arasında anlamlı değişiklik olmadığı saptanmıştır (p>0.05) (tablo 18).

Tablo 18. MKA, VAS, EPZ, PSQİ, BDÖ Değerlerinin 2. Hafta-Başlangıç ve 6. Hafta-Başlangıç Fark Skorlarının Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	FARK DEĞERİ (2.HAFTA-BAŞLANGIÇ)			FARK DEĞERİ (6.HAFTA-BAŞLANGIÇ)		
	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p
MKA	12.3±1.5 (9.7, 5-43.6)	5.1±0.9 (4.9,-5.3-19.9)	<0.001	11.5±1.4 (9.3, -1.1-38.6)	9.5±1.2 (6.6, -1.3-27.1)	0.367
VAS İstirahat	-1.1±0.3 (0, -6-3)	-1.0±0.4 (-1, -7-7)	0.764	-1.3±0.4 (0, -6-8)	-2.1±0.5 (-2, -10-10)	0.121
VAS Hareket	-2.9±0.2 (-3, -8-0)	-1.7±0.4 (-2, -7-4)	0.014	-3.5±0.4 (-3, -10-1)	-3.5±0.3 (-3, -8-1)	0.950
EPZ	-6.2±1.3 (-2, -30-7)	-0.9±1.9 (0, -28-50)	0.018	-7.4±1.5 (-4, -40-5)	-4.1±1.5 (0, -40-8)	0.112
PSQİ	-1.1±0.4 (-5, -7-8)	-1.1±0.3 (0, -8-4)	0.591	-1.5±0.4 (-1, -7-4)	-0.4±0.5 (-1, -7-8)	0.079
BDÖ	-0.8±1.2 (-1, -27-21)	-0.9±0.6 (0, -9-7)	0.508	-3.6±1.2 (-2, -27-11)	-1.7±0.9 (-1, -14-16)	0.602

MKA: Multifidus Kas Aktivasyonu, VAS: Vizüel Ağrı Skalası, EPZ: Parmak ucu zemin mesafesi, PSQİ: Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi, BDÖ: Beck Depresyon Ölçeği, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

2. Hafta-başlangıç NSP fiziksel fonksiyon fark skorunun Grup 1’de anlamlı olarak daha yüksek olduğu (p<0.05), diğer NSP parametreleri fark skorlarında gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05). 6.Hafta -başlangıç NSP parametreleri fark skorlarının gruplar arasında anlamlı değişikliğin olmadığı saptanmıştır (p>0.05) (Tablo 19).

Tablo 19. 2.Hafta -Başlangıç ve 6.Hafta -Başlangıç NSP Parametreleri Fark Skorlarının Gruplar Arasında Karşılaştırılması

NSP	FARK DEĞERİ (2.HAFTA-BAŞLANGIÇ)			FARK DEĞERİ (6.HAFTA-BAŞLANGIÇ)		
	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p
Ağrı	-21.9±5.1 (-12.6, -100-53.5)	-18.7±4.7(-18.9, -100-46.4)	0.913	-25.9±5.2 (-12.9, -100-39.8)	-32.9±4.7 (-29.4, -100-46.4)	0.169
Duygusal Reaksiyonlar	-21.9±5.2 (-8.7, -100-22.5)	-17.9±4.3 (-10.5,-87.9-35.3)	0.646	-21.1±5.5 (-13.9, -100-37.7)	-30.0±5.0 (-26.9,-87.9-16.5)	0.204
Uyku	-15.1±3.9 (0,-77.6-27.6)	-12.5±3.1 (0,-65.1-0)	0.972	-14.9±4.4 (-5.3,-77.6-27.6)	-17.1±4.2 (0,-77.7-12.6)	0.830
Sosyal İzolasyon	-8.9±4.6 (0, -100-57.9)	-1.5±1.9 (0,-61.5-22.5)	0.142	-7.5±4.9 (0,-100.0-100.0)	-0.9±2.9 (0,-61.5-61.5)	0.311
Fiziksel Fonksiyon	-15.9±2.8 (-10.6,-54.5-11.8)	-6.7±2.9 (0,-54.5-41.2)	0.017	-17.3±3.3 (-11.4,-88.5-11.5)	-16.6±2.7 (-21.3,-54.5-18.1)	0.646
Enerji	-31.2±6.1 (0, -100-0)	-14.8±5.8 (0, -100-76)	0.088	-31.9±6.5 (-24.4, -100-63.2)	-32.7±6.6 (-36.8, -100-76)	0.704
NSP TOPLAM	-112.6±18.3 (-65.7,-485.4-9.8)	-70.5±14. (-62.3,-399.8-115.3)	0.183	-115.9±20.7 (-97.1,-505.3-164.2)	-129.6±17.6 (-116.9,-399.8-129.2)	0.314

NSP: Nottingham Sağlık Profili, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

2. Hafta-başlangıç SF-36 Enerji fark skorunun Grup 1’de anlamlı olarak yüksek olduğu (p<0.05), diğer SF-36 parametreleri fark skorlarında gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05). 6.Hafta -başlangıç SF-36 parametreleri fark skorlarında gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı saptanmıştır (p>0.05) (Tablo 20).

Tablo 20. SF-36 Parametrelerinin 2. Hafta-Başlangıç ve 6.Hafta-Başlangıç Fark Skorlarının Gruplar Arasında Karşılaştırılması

SF-36	FARK DEĞERİ (2.HAFTA-BAŞLANGIÇ)			FARK DEĞERİ (6.HAFTA-BAŞLANGIÇ)		
	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p	Grup 1 (n:42)	Grup 2 (n:39)	p
Fiziksel Fonksiyon	13.8±3.7 (10, -35-80)	11.7±3.2 (10, -25-70)	0.617	18.1±4.4 (10, -35-95)	19.1±3.4 (15, -25-70)	0.513
Fiziksel Rol Kısıtlılığı	38.1±6.6 (25, -25-100)	25.6±7.6 (0, -100-100)	0.171	44.0±7.6 (37.5, -100-100)	41.7±7.2 (25, 0-100)	0.678
Ağrı	12.2±3.3 (10, -45-65)	12.9±2.5 (10,-22.5-55)	0.760	18.8±4.0 (11.3,-37.5-77.5)	20.8±3.1 (22.5,-22.5-57.5)	0.239
Genel Sağlık	5.9±2.9 (0, -45-50)	1.3±1.7 (0, -30-25)	0.417	7.5±3.2 (0, -45-55)	1.8±1.9 (5, -30-25)	0.668
Enerji	14.5±2.9 (17.5,-30.0-50.0)	3.1±2.4 (0,-40.0-40.0)	0.001	15.0±3.8 (15,-40.0-70.0)	8.2±2.8 (5,-40.0-40.0)	0.180
Sosyal Fonksiyon	10.7±4.8 (0,-37.5-87.5)	2.2±3.2 (0, -50-50)	0.399	16.1±4.5 (12.5,-37.5-87.5)	10.6±3.7 (0,-37.5-75.0)	0.385
Emosyonel Rol Kısıtlılığı	35.7±7.7 (0, -100-100)	27.4±8.0 (0, -100-100)	0.339	34.9±8.3 (0, -100-100)	58.1±7.9 (100, 0-100)	0.079
Duygusal Sağlık	6.6±2.9 (4,-32.0-56.0)	0.8±1.7 (0, -40-20)	0.347	6.4±2.9 (0,-32.0-52.0)	4.3±2.4 (4,-40.0-36)	0.783

SF-36: Kısa form-36, Değerler ortalama±standart hata (ortanca, minimum -maksimum), p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı

Çalışmamız sırasında hastalara uygulanan NMES ve egzersiz tedavisinde hastalarda herhangi bir yan etki oluşmadı.

5. TARTIŞMA

Biz çalışmamızda L4-L5 disk protrüzyonu olan hastalarda egzersiz programı ve NMES + egzersiz programının tüm hastalarda multifidus kas aktivasyonu, istirahat ve hareket ağrısı, parmak ucu yer mesafesi, genel sağlık durumu, yaşam kalitesi, uyku ve depresyona olumlu etkilerini saptadık. Egzersiz tedavisine NMES eklenmesi kısa vadede (2. Hafta) multifidus kas aktivasyonunda artışa, bel istirahat ağrısında azalma ve genel yaşam kalitesinde iyileşmenin sadece egzersiz tedavisine göre daha üstün olduğu, ancak 6 haftada bu etkinin devam etmediği görüldü.

Lomber disk hernisi (LDH) dejenere diskin lomber spinal sinir köküne bası yapmasıyla ortaya çıkan bel ve bacak ağrısıyla karakterize klinik tablodur(1). Lomber diske bağlı bel ağrısında spinal sinirlerin dorsal ramusun medial dalı segmental inhibisyona uğrar. Aynı zamanda artrojenik kas inhibisyonu sonucu lomber multifidus kasında defisit gelişmektedir(2). Bu refleks inhibisyonlar lomber disk hernisi sonrası koruyucu mekanizmaları ortadan kaldırır Beyinden çıkan duysal ve motor sinyallerin LDH olan bölgeye ulaşmasıyla motor ünitenin kası uyarmasını inhibe eder (3). Lomber multifidus kasının primer fonksiyonu statik ve dinamik olarak spinal stabiliteyi sağlamaktır. Lomber multifidus aktivasyonunun azalması sonrası spinal stabilitenin bozulması dejenere disk patolojisini olumsuz yönde etkileyerek hasta şikayetlerini ve multifidus kas atrofisini arttırmaktadır(4). Sonografik ölçümlerin maliyet etkin ve ölçüm yapanlar arası yüksek güvenilirliğe sahip olması ve kolaylıkla yapılıyor olması bizim tercih nedenimizdir(106).

Sranya ve ark. yaptığı çalışmada kronik bel ağrısı ve motor kontrol yetersizliği olan 35 hasta alınmış.17 hastaya lomber paraspinal kaslara 15 dk. NMES ve 30 dk. motor kontrol egz verilmiş.18 kişiye sadece motor kontrol egzersizi verilmiş. Bu uygulama bir sefer yapılmış, sonrasında multifidus kas aktivasyonu ve motor performansa bakılmış. Tek uygulama sonrası multifidus kas aktivasyonu kombine verilen grupta daha fazla artış olmuş. Motor performansta grupların birbirine üstünlüğü saptanmamış(107). Bizde çalışmamızda 10 seans 20 dk. NMES ve egzersiz uygulaması sonrası ölçümlerde kısa dönemde (2. Hafta) NMES ve egzersiz tedavisi verdiğimiz grupta sadece egzersiz grubuna göre kas aktivasyonunda anlamlı artış tespit ettik. Bel fonksiyonlarında birbirine üstünlük saptamadık. NMES uygulaması

sırasında elektrik stimülasyonu inaktif motor üniteyi uyararak egzersiz sırasında daha fazla miktarda nöromüsküler tepkileri indüklediği ve egzersizin aktivasyon artışı etkisini daha da katladığı gösterildi. Sanya ve ark. çalışması tek uygulama olması nedeniyle kısa ve uzun vadede etkisi yeteri kadar değerlendirilememiştir. Çalışmamızda kısa vadede (2. Hafta) egzersiz tedavisine eklenen NMES'in sadece egzersize göre daha üstün olduğunu gösterdik.

Muhammed ve ark. yaptığı çalışmada kronik bel ağrısı olan hastalarda 13 kişilik bir gruba, haftada 2 gün 6 hafta 20 dk NMES sonrasında 20 dk. lomber stabilizasyon egzersizi, 13 kişilik ikinci gruba 20 dk. lomber stabilizasyon egzersizi verilmiş. 6. Hafta da lomber ekstansiyon kas gücü, ağrı, bel fonksiyonlarında, korku ve kaçınma davranışında gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiş(99).

Biz çalışmamızda da 2. haftada NMES + egzersiz grubunda kas aktivasyonunda, parmak ucu zemin mesafesinde ve istirahat ağrısında sadece egzersiz grubuna göre üstünlük saptadık. 6. Haftada ise NMES+egzersiz'in sadece egzersize üstünlüğü saptamadık. Çalışmamızda 10 seans 20dk. NMES ve 6 hafta hergün 45 dk egzersiz uyguladık. Muhammed ve ark 12 seans 20 dk. NMES ve 20 dk. egzersiz uygulanmış. NMES seans sayısının az olması ve yoğunluk artırımının yetersiz olması nedeniyle fayda sağlamamış olabileceğimizi düşünmekteyiz. Hastalar NMES uygulamasının duysal yoğunluğunu ve rahatsızlık hissini başarılı bir şekilde ayırabildiler. Hastaları teşvik ederek daha fazla kas kontraksiyonu oluşturmak için NMES yoğunluğu artırabilir ve bir sonraki seansta bu yoğunlukla daha konforlu olacakları söylenebilir.

Coghlan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kronik bel ağrısı olan 13 hastaya her gün 30 dk lomber ve abdominal bölgeye NMES 6 hafta boyunca 42 seans uygulanmış. Transversus abdominus, internal oblik kalınlık değişimlerinde artış, lomber multifidus % kalınlık değişiminde anlamlı fark saptanmazken, multifidus istirahat kalınlığında anlamlı artış tespit edilmiş(10). Biz çalışmamızda multifidus yüzde değişiminde 2.haftada ve 6.haftada artış saptadık. Coghlan ve ark. çalışmasında multifidus yüzde değişimine bakarken yüz üstü yatar pozisyonda hangi taraf multifidus ölçülüyorsa karşı kolu 5 cm kaldırmaları istenerek % değişimine bakılmış. Biz çalışmamızda hasta yüz üstü yatar pozisyonda 2 kolu aynı ayna maksimum seviyede kaldırdığı pozisyonda multifidus yüzde (%) ölçümü yaptık. Diğer çalışmada

multifidus % değişim pozisyonu maksimum izometrik kontraksiyonu sağlamak için yetersiz kalmıő olabilir.

Gregory ve ark yaptığı çalışmada kronik bel ağrısı olan yaőlı kişilerde 26 kiőiyeye 15 dk NMES ve 30 dk gövde egzersiz programı, 31 kiőiyeye standart fizik tedavi protokolü (20 dk sıcak paket, 7 dk usg, 8 dk masaj, 5 dk st ekstremitelerdeki egzersiz) haftada 2 seans 12 hafta uygulanmış. 3.ay değerlendirmesinde gövde egzersiz programı ve NMES'in standart fizik tedavi protoklenerine stnlğine iliőkin net kanıtlar bulunamamıştır. 6.ay değerlendirmesinde kalkıp yürüme zamanında, yürüme hızında, yürüme korkusunda ve fonksiyonel iyileőmede standart fizik tedavi protokolüne göre klinik olarak fayda sağladığı görülmüştür(108). NMES tedavisinin uygulanan çalışmalarda evrensel olarak kabul gören parametreleri olmadığı için, klinik çalışmalarda farklı parametreler uygulanmıőtır. Bizim alıőmamızda 10 seans NMES uyguladık. NMES parametreleri bifazik simetrik pulse akım 250μs, 50Hz frekansta, 5 saniye uyarım 8 saniye dinlenme olarak uyguladık. Gregory ve ark. alıőmasında 24 seans NMES burst modüle alternatif akım 2500Hz frekansta, saniyede 50 burst atım, 10 saniye uyarı 60 saniye dinlenme olarak uygulandı. Bizim alıőmamızda NMES seans sayısının az olması ve bifazik simetrik pulse akım kullanılması frekansın 50Hz olması nedeniyle uzun vadede etkisini görememiő olabiliriz. Bifazik simetrik pulse akım, burst modüle alternatif akıma göre kalıcı kas motor ünitesini uyarıp aktivasyon artışını sağlamada yetersiz kalmıő olabileceğini düşünmekteyiz.

Alex R Ward yazmıő olduğu derlemede 'Kası en güçlü ve rahat Şekilde uyararak kontraksiyon sağlayan en uygun akım parametreleri nelerdir ?' sorusuna vermiő olduğu cevap rus ve interferansiyel akımların klinikte yaygın olarak kullanılan stimülasyon parametreleri olduğu, kontraksiyonu en fazla oluşturan kısa süre duraksamalı(2-4 milisaniye) dikdörtgen patlayıcı dalgaları içeren kilohertz frekanslı alternatif akım olduğu belirtilmiştir(109).

Batistella ve ark. yaptığı çalışma 23 kronik bel ağrısı olan kadın hasta 11 kiőiyeye 4 hafta, haftada 3 seans lomber bölgeye Rus akımı uygulandı, 12 hasta kontrol grubu olarak belirlenmiő. Hastaların tedavi öncesi, tedavi sonrası ve tedaviden 1 ay sonra kontrolleri yapılmış. Rus akımı simetrik bipolar sinüzoidal akım 2500Hz frekansta, saniyede 50 burst atım olarak belirlenmiő. Tedavi sonrası kontrollerinde ağrı, bel zrllğnde, algometre ölçümlerinde ve ultrasonla multifidus kalınlığında iyileşme

sağlanmış. Tedaviden 1 ay sonraki kontrolde başlangıçla olan multifidus kalınlık farkı azaldığı gözlenmiş(110). Bizim çalışmamızda da NMES verdiğimiz grupta tedavi sonrasında kas aktivasyonu ve istirahat bel ağrısında egzersiz grubuna göre anlamlı iyileşme sağladık. Multifidus aktivasyonunda tedaviden bir ay sonra başlangıç değerindeki farkta azalma olduğu tespit ettik.

Seung ve ark. yaptığı çalışmada 20 sağlıklı gönüllünün bel bölgesine 20Hz, 50Hz, 80Hz frekanslarda NMES stimülasyonu uygulanıp, multifidus kas kalınlık ölçümü yapılmış.3 farklı frekansta dinlenme haline göre multifidus kalınlığında artış izlendi.3 farklı frekansın birbirleri arasında kalınlık artışı açısından fark saptanmamıştır. 20Hz frekansta cilt rahatsızlık hissi bildirilmiştir(8). Yüksek frekanslı stümlasyonlarda düşük frekansa göre daha fazla tetanik kasılma ve rahatsızlık olduğu gözlenmiş(111). Biz çalışmamızda 50Hz frekansta NMES stimülasyonu uyguladık, cilt yanığı ve tetanik kasılma yan etkilerini gözlemedik.

Christian ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 34 bel ağrısı olan ve 28 bel ağrısı olmayan sağlıklı kontrol grubu çalışmaya dahil edilmiş. Bel ağrısı olan gruba lomber stabilizasyon egzersizi 8 hafta; haftada 2 gün klinikte 30 dk haftada 3 gün ev programı şeklinde verilmiş. Hasta grubunda USG kas ölçümleri sistematik değişiklik gözlenmemiş, bel ağrısı olan grupta lomber stabilizasyon egzersiz programı sonrası ağrı ve bel özürlüğünde iyileşme gözlenirken, multifidusun L5-S1 USG ile dinamik ölçümde hasta grubunda başlangıca göre azalma tespit edilmemiş. Egzersiz tedavisi öncesi multifidus kas kalınlık düzeyleri bel ağrısı olan grupta daha az olduğu,aktivasyon için bunun tam tersi söz konusu olmuştur.Statik L3-4, L4-L5 ölçümlerinin güvenilir olduğu dinamik ölçümlerin güvenilir olmadığı sonucuna varılmıştır(112). Biz çalışmamızda tek seviyeden L4-L5 disk protrüzyonuna bağlı bel ağrısında 6 hafta haftada 7 gün günde 1 defa 45 dk lomber EHA, güçlendirme, stabilizasyon ve germe ev egzersiz programı verildi. 6. Hafta kontrolünde L4-L5 multifidus kas aktivasyonunda artış, hareket ve istirahat ağrısında azalma, bel fonksiyonlarında iyileşme tespit ettik. Christian ve arkadaşlarının çalışmasında hasta yaş aralığının 18-65 çok geniş olması, bel ağrısının nedenine yönelik homojen dağılım göstermemesi, egzersiz tedavi süresinin, uygulanan seans sayısının az olması ve ev programının takip edilemiyor olması nedeniyle lomber multifidus dinamik ölçümlerinde korelasyon sağlayamamış olabilirler.

Danneels ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kronik bel ağrısı, subakut bel ağrısı ve sağlıklı kişilerde farklı egzersiz türlerinde multifidus kasının elektromiyografi (EMG) aktivitesini karşılaştırmışlar. Koordinasyon ve güçlendirme egzersizi sırasında kronik bel ağrısı olan grupta EMG' de multifidus kas aktivasyonu sağlıklı gruba göre düşük saptanmış. Stabilizasyon egzersizi sırasında kronik bel ağrısı olan kişilerle sağlıklı kişiler arasında EMG de multifidus aktivasyonunda fark saptanmamış. Koordinasyon ve güçlendirme egzersizi sırasında multifidusun bu egzersizlere katılımı azalmış görülürken stabilizasyon egzersizine katılımı sağlıklı kişilerle aynı bulunmuş(113).

Danneels ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada kronik bel ağrısı olan kişilerde lomber bölgeye uygulanan 10 hafta 3 farklı egzersiz modalitesinin BT multifidus yüzey alanı değişimi karşılaştırılmış. Lomber stabilizasyon + dinamik-statik güçlendirme programı uygulanan grupta yüzey alanında artış olmuş. Sadece lomber stabilizasyon ve stabilizasyon+ dinamik güçlendirme içeren 2 grupta multifidus yüzey alanında değişim olmamış. Kas kasılmasının konsantrik ve egzantirik faz arasındaki statik tutma bileşeninin kas hipertrofinde etkili olduğu gösterilmiş(114).

Multifidus aktivasyonunu arttırmak için bel ağrısı olan kişilerde bizim çalışmamızda da olduğu gibi stabilizasyon egzersizinin yanında dinamik ve statik güçlendirme programını içermesi çok önemlidir. Bel ağrısının yarattığı hareketten kaçınma ve kondisyon kaybına bağlı kas atrofisini durdurup, aktivasyon artışı sağlayarak kronik bel ağrısının önüne geçildiğini gösterdik.

Sevilay ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kronik bel ağrısı olan kadın hastalarda ev egzersiz programı ve mat pilatesini karşılaştırmışlar. Her iki grupta depresyon parametresinde iyileşme gözlenirken, pilates uygulanan grupta iyileşme ev egzersiz programına göre daha belirgin olduğu gösterilmiş(115). Marshall ve ark. çalışmasında kronik bel ağrısı ve özürüllüğün depresyon ile ilişkili olduğu gösterilmiş(116). Son yıllarda yapılan çalışmalarda kronik ağrının nöroplastisite ve nörobiyolojik mekanizma değişimleriyle depresyona sebep olduğu gösterilmiş(117). Bizçalışmamızda yapılan çalışmalar ile doğru korelasyonda olduğunu her iki grupta depresyon parametrelerinde iyileşme olduğunu gösterdik.

Biz çalışmamızda NMES + egzersiz grubunda 2. ve 6. Hafta kontrolünde uyku kalitesinin başlangıca göre iyileştiğini, sadece egzersiz grubunda 2. Haftada iyileşme olurken 6. Haftada başlangıca göre iyileşme olmadığını tespit ettik. Al Haman ve arkadaşlarını yaptığı çalışmada bel ağrısı ve kötü uyku kalitesi arasında korelasyon saptanmış(118). Meng Si Peng ve ark. yaptığı çalışmada kronik bel ağrısı olan kişilerde su içi egzersiz tedavisi ve konvensiyonel fizik tedavi modalitesi (TENS+ İnfraruj) uygulanan iki grupta su içi egzersiz tedavisinde uyku kalitesinde iyileşme daha belirgin olmuş(119). Uyku nörobiyolojik süreçler tarafından kontrol edilen döngüsel olarak meydana gelen geçici ve işlevsel bir durumdur. Kronik bel ağrısı dışında depresyon, anksiyete, uyarıcılar, stress, uyumadan önce elektronik eşya kullanımı, beslenme, kalp hastalığı ve metabolik hastalıklar, mental rahatsızlıklar gibi birçok faktörden etkilendiği gösterilmiş(120). Bizim çalışmamızda her iki grupta da 2. Haftada uyku kalitesinde anlamlı iyileşme gözlemledik, NMES +egzersiz grubunda uyku kalitesindeki iyileşme 6. Haftada devam ederken, sadece egzersiz grubunda uyku kalitesi 6. Haftada başlangıca göre daha iyi olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı farklılık devam etmediğini gözlemledik. Bunun nedenini uyku kalitesinin birçok faktörden etkilenmesine bağlamaktayız.

Çalışmamızın güçlü yönü: L4-L5 disk protrüzyonuna bağlı bel ağrısında bizim araştırmalarımıza göre NMES ve egzersiz tedavisinin etkilerini USG ile multifidus kas aktivasyonu değerlendiren ilk çalışma olmasıdır. Hastaları değerlendirirken VAS, EPZ, NSP, SF-36, BDÖ ve PSQİ bel ağrılı hastaların araştırıldığı birçok çalışmada kullanılmış ölçeklerdir.

Çalışmamızın zayıf yönü: Hasta sayısının nispeten az olması, izlem süresinin 6. Haftada sona ermesi, bel ağrısı olmayan kontrol grubunun olmaması, egzersiz grubuna plasebo NMES uygulanmaması ve çalışmanın tek kör olmasıdır.

6. SONUÇ

Lomber disk hernisi olan hastalarda egzersiz programına eklenen NMES tedavisi ile kısa dönemde bel ağrısında azalma, multifidus aktivasyonunda artış ve bel fonksiyonlarında iyileşmenin daha belirgin olduğu bu etkinin 6. Haftaya devam etmediği gösterilmiştir. NMES+egzersiz grubunda uyku kalitesinde iyileşmenin daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Lomber disk hernisinde NMES tedavisinin etkinliğini değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.



7. KAYNAKLAR

1. Kirkaldy-Willis WH. Managing low back pain second edition. 1988.
2. Brisby H. Pathology and possible mechanisms of nervous system response to disc degeneration. JBJS. 2006;88(suppl_2):68-71.
3. Coppes MH, Marani E, Thomeer RT, Groen GJ. Innervation of "painful" lumbar discs. Spine. 1997;22(20):2342-9.
4. Richardson C, Jull G, Hides J, Hodges P. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: Churchill Livingstone London; 1999.
5. Biely SA, Silfies SP, Smith SS, Hicks GE. Clinical observation of standing trunk movements: What do the aberrant movement patterns tell us? journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2014;44(4):262-72.
6. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. Current sports medicine reports. 2008;7(1):39-44.
7. Searle A, Spink M, Ho A, Chuter V. Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. Clinical rehabilitation. 2015;29(12):1155-67.
8. Baek SO, Ahn SH, Jones R, Cho HK, Jung GS, Cho YW, et al. Activations of deep lumbar stabilizing muscles by transcutaneous neuromuscular electrical stimulation of lumbar paraspinal regions. Annals of rehabilitation medicine. 2014;38(4):506-13.
9. Bilgin S, Temucin CM, Nurlu G, Kaya DO, Kose N, Gunduz AG. Effects of exercise and electrical stimulation on lumbar stabilization in asymptomatic subjects: a comparative study. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation. 2013;26(3):261-6.
10. Coghlan S, Crowe L, McCarthyPersson U, Minogue C, Caulfield B, editors. Neuromuscular electrical stimulation training results in enhanced activation of spinal stabilizing muscles during spinal loading and improvements in pain ratings. 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; 2011: IEEE.
11. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Ross LM, Lamperti ED. Thieme atlas of anatomy: general anatomy and musculoskeletal system: Thieme Medical Publishers, Incorporated; 2014.
12. Snell RS. Clinical anatomy by regions: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
13. Kapandji IA. The physiology of the joint. lower limb. 1987;2.
14. Dreyer SJ, Dreyfuss PH. Low back pain and the zygapophysial (facet) joints. Archives of physical medicine and rehabilitation. 1996;77(3):290-300.
15. Putz R. The detailed functional anatomy of the ligaments of the vertebral column. Annals of anatomy. 1992:40-7.
16. Goel VK, Nishiyama K, Weinstein JN, Liu YK. Mechanical properties of lumbar spinal motion segments as affected by partial disc removal. Spine. 1986;11(10):1008-12.

17. Standring S, Ellis H, Healy J, Johnson D, Williams A, Collins P, et al. Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. *American journal of neuroradiology*. 2005;26(10):2703.
18. Bogduk N. The innervation of the lumbar spine. *Spine*. 1983;8(3):286-93.
19. Akı S. Lomber vertebral kolonun fonksiyonel anatomisi. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehab Derg, Mayıs Özel*. 1998(12-20).
20. Cavanaugh JM. Neural mechanisms of lumbar pain. *Spine*. 1995;20(16):1804-9.
21. Bogduk N, Macintosh JE, Pearcy MJ. A universal model of the lumbar back muscles in the upright position. *Spine*. 1992;17(8):897-913.
22. Gardner-Morse M, Stokes IA, Laible JP. Role of muscles in lumbar spine stability in maximum extension efforts. *Journal of orthopaedic research*. 1995;13(5):802-8.
23. Macintosh JE, Valencia F, Bogduk N, Munro RR. The morphology of the human lumbar multifidus. *Clinical biomechanics*. 1986;1(4):196-204.
24. Kawaguchi Y, Matsui H, Tsuji H. Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery: part 2: histologic and histochemical analyses in humans. *Spine*. 1994;19(22):2598-602.
25. Roberts S, Evans H, Trivedi J, Menage J. Histology and pathology of the human intervertebral disc. *JBJS*. 2006;88(suppl_2):10-4.
26. Hendry NG. The hydration of the nucleus pulposus and its relation to intervertebral disc derangement. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume*. 1958;40(1):132-44.
27. Nachemson A. Lumbar intradiscal pressure: experimental studies on post-mortem material. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1960;31(sup43):1-104.
28. Humzah M, Soames R. Human intervertebral disc: structure and function. *The Anatomical Record*. 1988;220(4):337-56.
29. WHITE III AA. Clinical biomechanics of cervical spine implants. *Spine*. 1989;14(10):1040-5.
30. Gracovetsky S, Kary M, Levy S, Pitchen I, Helie J. Analysis of spinal and muscular activity during flexion/extension and free lifts. *Spine*. 1990;15(12):1333-9.
31. Hides J, Stokes M, Saide M, Jull G, Cooper D. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patients with acute/subacute low back pain. *Spine*. 1994;19(2):165-72.
32. Van Tulder M, Becker A, Bekkering T, Breen A, del Real MTG, Hutchinson A, et al. European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care. *European spine journal*. 2006;15(Suppl 2):s169.
33. Andersson GB. Epidemiological features of chronic low-back pain. *The lancet*. 1999;354(9178):581-5.
34. Feigin VL, Roth GA, Naghavi M, Parmar P, Krishnamurthi R, Chugh S, et al. Global burden of stroke and risk factors in 188 countries, during 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet Neurology*. 2016;15(9):913-24.
35. Portugal J. A clinical trial of tiocolchicoside dibenzozide vs. tiocolchicoside4 mg in the treatment of acute low back pain. *Folha Med*. 1987;4(95):285-7.
36. Deyo RA, Cherkin D, Conrad D, Volinn E. Cost, controversy, crisis: low back pain and the health of the public. *Annual review of public health*. 1991;12(1):141-56.

37. Oliveira CB, Maher CG, Pinto RZ, Traeger AC, Lin C-WC, Chenot J-F, et al. Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview. *European Spine Journal*. 2018;27:2791-803.
38. Pincus T, Burton AK, Vogel S, Field AP, editors. A systematic review of psychological factors as predictors of chronicity/disability in prospective cohorts of low back pain. *Orthopaedic Proceedings*; 2002: Bone & Joint.
39. Van Der Windt DA, Simons E, Riphagen II, Ammendolia C, Verhagen AP, Laslett M, et al. Physical examination for lumbar radiculopathy due to disc herniation in patients with low-back pain. *Cochrane database of systematic reviews*. 2010(2).
40. Kreiner DS, Matz P, Bono CM, Cho CH, Easa JE, Ghiselli G, et al. Guideline summary review: an evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of low back pain. *The Spine Journal*. 2020;20(7):998-1024.
41. Waddell G, Burton AK. Occupational health guidelines for the management of low back pain at work: evidence review. *Occupational medicine*. 2001;51(2):124-35.
42. Patrick N, Emanski E, Knaub MA. Acute and chronic low back pain. *Medical Clinics*. 2014;98(4):777-89.
43. Chou R, Qaseem A, Owens DK, Shekelle P, Physicians* CGCotACo. Diagnostic imaging for low back pain: advice for high-value health care from the American College of Physicians. *Annals of internal medicine*. 2011;154(3):181-9.
44. Al Qaraghli MI, De Jesus O. Lumbar disc herniation. 2020.
45. Ma D, Liang Y, Wang D, Liu Z, Zhang W, Ma T, et al. Trend of the incidence of lumbar disc herniation: decreasing with aging in the elderly. *Clinical interventions in aging*. 2013:1047-50.
46. Schroeder GD, Guyre CA, Vaccaro AR, editors. The epidemiology and pathophysiology of lumbar disc herniations. *Seminars in Spine Surgery*; 2016: Elsevier.
47. Huang W, Qian Y, Zheng K, Yu L, Yu X. Is smoking a risk factor for lumbar disc herniation? *European Spine Journal*. 2016;25:168-76.
48. Amin RM, Andrade NS, Neuman BJ. Lumbar disc herniation. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2017;10:507-16.
49. Pengel LH, Herbert RD, Maher CG, Refshauge KM. Acute low back pain: systematic review of its prognosis. *Bmj*. 2003;327(7410):323.
50. Vroomen PC, De Krom M, Knottnerus J. Predicting the outcome of sciatica at short-term follow-up. *British Journal of General Practice*. 2002;52(475):119-23.
51. Hill JC, Whitehurst DG, Lewis M, Bryan S, Dunn KM, Foster NE, et al. Comparison of stratified primary care management for low back pain with current best practice (STarT Back): a randomised controlled trial. *The Lancet*. 2011;378(9802):1560-71.
52. Hayden J, Van Tulder MW, Malmivaara A, Koes BW. Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane database of systematic reviews*. 2005(3).
53. Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JW, Van Zundert J, Cohen SP. Low back pain. *Lancet*. 2021;398(10294):78-92.

54. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA, Physicians* CGCotACo. Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Annals of internal medicine*. 2017;166(7):514-30.
55. Enthoven WT, Roelofs PD, Deyo RA, van Tulder MW, Koes BW, Back C, et al. Non-steroidal anti-inflammatory drugs for chronic low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 1996;2016(8).
56. guideline NG193 N. Chronic pain (primary and secondary) in over 16s: assessment of all chronic pain and management of chronic primary pain. *Methods*. 2021;10.
57. de Campos TF. Low back pain and sciatica in over 16s: assessment and management NICE Guideline [NG59]. *J Physiother*. 2017;63(2):120.
58. Finnerup NB, Attal N, Haroutounian S, McNicol E, Baron R, Dworkin RH, et al. Pharmacotherapy for neuropathic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Neurology*. 2015;14(2):162-73.
59. Shaheed CA, Maher CG, Williams KA, Day R, McLachlan AJ. Efficacy, tolerability, and dose-dependent effects of opioid analgesics for low back pain: a systematic review and meta-analysis. *JAMA internal medicine*. 2016;176(7):958-68.
60. Enke O, New HA, New CH, Mathieson S, McLachlan AJ, Latimer J, et al. Anticonvulsants in the treatment of low back pain and lumbar radicular pain: a systematic review and meta-analysis. *Cmaj*. 2018;190(26):E786-E93.
61. Chou R, Deyo R, Friedly J, Skelly A, Weimer M, Fu R, et al. Systemic pharmacologic therapies for low back pain: a systematic review for an American College of Physicians clinical practice guideline. *Annals of internal medicine*. 2017;166(7):480-92.
62. Engers AJ, Jellema P, Wensing M, van der Windt DA, Grol R, van Tulder MW. Individual patient education for low back pain. *Cochrane database of systematic reviews*. 2008(1).
63. Ribeiro L, Jennings F, Jones A, Furtado R, Natour J. Effectiveness of a back school program in low back pain. *Clinical & Experimental Rheumatology*. 2008;26(1):81.
64. Heymans MW, van Tulder MW, Esmail R, Bombardier C, Koes BW. Back schools for non-specific low-back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2004(4).
65. Poquet N, Lin CWC, Heymans MW, van Tulder MW, Esmail R, Koes BW, et al. Back schools for acute and subacute non-specific low-back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016(4).
66. Oğuz H, Çakırbay H, Yanık B. Tıbbi Rehabilitasyon üçüncü baskı. AÇ Alev Şevikol. 2015.
67. Owen PJ, Miller CT, Mundell NL, Verswijveren SJ, Tagliaferri SD, Brisby H, et al. Which specific modes of exercise training are most effective for treating low back pain? Network meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 2019.
68. Namnaqani FI, Mashabi AS, Yaseen KM, Alshehri MA. The effectiveness of McKenzie method compared to manual therapy for treating chronic low back pain: a systematic review. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*. 2019;19(4):492.

69. Mannion A, Muntener M, Taimela S, Dvorak J. Comparison of three active therapies for chronic low back pain: results of a randomized clinical trial with one-year follow-up. *Rheumatology*. 2001;40(7):772-8.
70. McKenzie RA. *The lumbar spine: mechanical diagnosis and therapy*. (No Title). 2003.
71. RA M. Prophylaxis in recurrent low back pain. *NZ Med J*. 1979;89(10):22-3.
72. Nachemson A. Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs: a study of common movements, maneuvers and exercises. *Scand J Rehabil Med*. 1970;1:1-40.
73. Beyazova M, Kutsal YG. *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon: Güneş Tıp Kitabevleri*; 2016.
74. Williams PC. *Low back and neck pain: causes and conservative treatment*. (No Title). 1974.
75. EBENBICHLER GR, ODDSSON LI, KOLLMITZER J, ERIM Z. Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001;33(11):1889-98.
76. Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: effect and possible mechanisms. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2003;13(4):361-70.
77. Gardner-Morse MG, Stokes IA. The effects of abdominal muscle coactivation on lumbar spine stability. *Spine*. 1998;23(1):86-91.
78. Crisco Iii J, Panjabi MM. The intersegmental and multisegmental muscles of the lumbar spine: a biomechanical model comparing lateral stabilizing potential. *Spine*. 1991;16(7):793-9.
79. O'Sullivan PB, Phytty GDM, Twomey LT, Allison GT. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*. 1997;22(24):2959-67.
80. O'Sullivan PB. Lumbar segmental instability': clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual therapy*. 2000;5(1):2-12.
81. Hides JA, Jull GA, Richardson CA. Long-term effects of specific stabilizing exercises for first-episode low back pain. *Spine*. 2001;26(11):e243-e8.
82. DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE. *Physical medicine and rehabilitation: principles and practice*: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
83. French SD, Cameron M, Walker BF, Reggars JW, Esterman AJ. Superficial heat or cold for low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2006(1).
84. Mayer JM, Ralph L, Look M, Erasala GN, Verna JL, Matheson LN, et al. Treating acute low back pain with continuous low-level heat wrap therapy and/or exercise: a randomized controlled trial. *The Spine Journal*. 2005;5(4):395-403.
85. Nadler SF, Steiner DJ, Erasala GN, Hengehold DA, Hinkle RT, Goodale MB, et al. Continuous low-level heat wrap therapy provides more efficacy than Ibuprofen and acetaminophen for acute low back pain. *LWW*; 2002.
86. Durmus D, Durmaz Y, Canturk F. Effects of therapeutic ultrasound and electrical stimulation program on pain, trunk muscle strength, disability, walking performance, quality of life, and depression in patients with low back pain: a randomized-controlled trial. *Rheumatology international*. 2010;30:901-10.

87. Noori SA, Rasheed A, Aiyer R, Jung B, Bansal N, Chang K-V, et al. Therapeutic ultrasound for pain management in chronic low back pain and chronic neck pain: a systematic review. *Pain Medicine*. 2020;21(7):1482-93.
88. Şimşek N, Prensipiler KNET. *Klinik Uygulamalar*. 2016. Hipokrat Yayınevi Ankara.
89. Jarzem PF, Harvey EJ, Arcaro N, Kaczorowski J. Transcutaneous electrical nerve stimulation [TENS] for chronic low back pain. *Journal of musculoskeletal pain*. 2005;13(2):3-9.
90. Jauregui JJ, Cherian JJ, Gwam CU, Chughtai M, Mistry JB, Elmallah RK, et al. A meta-analysis of transcutaneous electrical nerve stimulation for chronic low back pain. *Surgical technology international*. 2016;28:296-302.
91. Topuz O, Özfidan E, Ozgen M, Ardic F. Efficacy of transcutaneous electrical nerve stimulation and percutaneous neuromodulation therapy in chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal rehabilitation*. 2004;17(3-4):127-33.
92. Sheffler LR, Chae J. Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 2007;35(5):562-90.
93. Nannini N, Horch K. Muscle recruitment with intrafascicular electrodes. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 1991;38(8):769-76.
94. Prakash Y, Sieck GC. Age-related remodeling of neuromuscular junctions on type-identified diaphragm fibers. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*. 1998;21(7):887-95.
95. Bellew JW, Sanders K, Schuman K, Barton M. Muscle force production with low and medium frequency burst modulated biphasic pulsed currents. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2014;30(2):105-9.
96. Pieber K, Herceg M, Paternostro-Sluga T, Schuhfried O. Optimizing stimulation parameters in functional electrical stimulation of denervated muscles: a cross-sectional study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2015;12(1):1-7.
97. Nussbaum EL, Houghton P, Anthony J, Rennie S, Shay BL, Hoens AM. Neuromuscular electrical stimulation for treatment of muscle impairment: critical review and recommendations for clinical practice. *Physiotherapy Canada*. 2017;69(5):1-76.
98. Kim SY, Kim JH, Jung GS, Baek SO, Jones R, Ahn SH. The effects of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation on the activation of deep lumbar stabilizing muscles of patients with lumbar degenerative kyphosis. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(2):399-406.
99. Alrwaily M, Schneider M, Sowa G, Timko M, Whitney SL, Delitto A. Stabilization exercises combined with neuromuscular electrical stimulation for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Brazilian journal of physical therapy*. 2019;23(6):506-15.
100. Ohnhaus EE, Adler R. Methodological problems in the measurement of pain: a comparison between the verbal rating scale and the visual analogue scale. *Pain*. 1975;1(4):379-84.

101. Perret C, Poiraudau S, Fermanian J, Colau MML, Benhamou MAM, Revel M. Validity, reliability, and responsiveness of the fingertip-to-floor test. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2001;82(11):1566-70.
102. Kind P, Carr-Hill R. The Nottingham health profile: a useful tool for epidemiologists? *Social science & medicine*. 1987;25(8):905-10.
103. Ware Jr JE, Sherbourne CD. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection. *Medical care*. 1992;473-83.
104. Buysse DJ, Reynolds III CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*. 1989;28(2):193-213.
105. Beck AT, Steer RA, Carbin MG. Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. *Clinical psychology review*. 1988;8(1):77-100.
106. Sions JM, Velasco TO, Teyhen DS, Hicks GE. Reliability of ultrasound imaging for the assessment of lumbar multifidi thickness in older adults with chronic low back pain. *Journal of geriatric physical therapy (2001)*. 2015;38(1):33.
107. Songjaroen S, Sungnak P, Piriyaprasarth P, Wang H-K, Laskin JJ, Wattananon P. Combined neuromuscular electrical stimulation with motor control exercise can improve lumbar multifidus activation in individuals with recurrent low back pain. *Scientific reports*. 2021;11(1):14815.
108. Hicks GE, Sions JM, Velasco TO, Manal TJ. Trunk muscle training augmented with neuromuscular electrical stimulation appears to improve function in older adults with chronic low back pain: a randomized preliminary trial. *The Clinical journal of pain*. 2016;32(10):898.
109. Ward AR. Electrical stimulation using kilohertz-frequency alternating current. *Physical therapy*. 2009;89(2):181-90.
110. Batisella CE, Bidin F, Giacomelli I, Nunez MA, Gasoto E, de Albuquerque CE, et al. Effects of the Russian current in the treatment of low back pain in women: a randomized clinical trial. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2020;24(2):118-22.
111. Halbach JW, Straus D. Comparison of electro-myoelectric stimulation to isokinetic training in increasing power of the knee extensor mechanism. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1980;2(1):20-4.
112. Larivière C, Gagnon DH, Henry SM, Preuss R, Dumas J-P. The effects of an 8-week stabilization exercise program on lumbar multifidus muscle thickness and activation as measured with ultrasound imaging in patients with low back pain: an exploratory study. *Pain*. 2018;10(5):483-93.
113. Danneels L, Coorevits P, Cools A, Vanderstraeten G, Cambier D, Witvrouw E, et al. Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain. *European Spine Journal*. 2002;11(1):13-9.
114. Danneels L, Vanderstraeten G, Cambier D, Witvrouw E, Bourgois J, Dankaerts W, et al. Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *British journal of sports medicine*. 2001;35(3):186-91.

115. Batıbay S, Külçü DG, Kaleoğlu Ö, Mesci N. Effect of Pilates mat exercise and home exercise programs on pain, functional level, and core muscle thickness in women with chronic low back pain. *Journal of Orthopaedic Science*. 2021;26(6):979-85.
116. Marshall PW, Schabrun S, Knox MF. Physical activity and the mediating effect of fear, depression, anxiety, and catastrophizing on pain related disability in people with chronic low back pain. *PloS one*. 2017;12(7):e0180788.
117. Sheng J, Liu S, Wang Y, Cui R, Zhang X. The link between depression and chronic pain: neural mechanisms in the brain. *Neural plasticity*. 2017;2017.
118. AlHamam NM, Buhaim RA, AlSaeed MN, AlFuraikh BF, AlJughaiman MS. Low back pain and its correlations with poor sleep quality among health care providers. *Journal of Taibah University Medical Sciences*. 2022;17(1):28-37.
119. Peng M-S, Wang R, Wang Y-Z, Chen C-C, Wang J, Liu X-C, et al. Efficacy of therapeutic aquatic exercise vs physical therapy modalities for patients with chronic low back pain: a randomized clinical trial. *JAMA Network Open*. 2022;5(1):e2142069-e.
120. Sejbuk M, Mirończuk-Chodakowska I, Witkowska AM. Sleep quality: a narrative review on nutrition, stimulants, and physical activity as important factors. *Nutrients*. 2022;14(9):1912.