

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**KRONİK BEL AĞRILI HASTALARDA
KOR STABİLİZASYON EGZERSİZLERİ
VE NÖROMUSKULER ELEKTRİK
STİMÜLASYON UYGULAMASININ
AĞRI, ÖZÜRLÜLÜK VE ABDOMİNAL
VE LUMBAL KAS KALINLIĞINA ETKİSİ:
RANDOMİZE KONTROLLÜ
ÇİFT KÖR ÇALIŞMA**

Yüksek Lisans Tezi

ECENUR ATLI

İSTANBUL, 2020

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**KRONİK BEL AĞRILI HASTALARDA
KOR STABİLİZASYON EGZERSİZLERİ
VE NÖROMUSKULER ELEKTRİK
STİMÜLASYON UYGULAMASININ AĞRI,
ÖZÜRLÜLÜK VE ABDOMİNAL VE
LUMBAL KAS KALINLIĞINA ETKİSİ:
RANDOMİZE KONTROLLÜ
ÇİFT KÖR ÇALIŞMA**

Yüksek Lisans Tezi

ECENUR ATLI

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU
İkinci Tez Danışmanı: Prof. Dr. Özden ÖZYEMİŞÇİ TAŞKIRAN

İSTANBUL, 2020

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tezin Adı: Kronik Bel Ağrılı Hastalarda Kor Stabilizasyon Egzersizleri ve Nöromuskuler Elektrik Stimülasyon Uygulamasının Ağrı, Özürlülük ve Abdominal ve Lumbal Kas Kalınlığına Etkisi: Randomize Kontrollü Çift Kör Çalışma

Öğrencinin Adı Soyadı: Ecenur ATLI
Tez Savunma Tarihi: 14.01.2020

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Sağlık Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.


Doç. Dr. Hasan Kerem ALPTEKİN
Enstitü Müdürü
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

<u>Jüri Üyeleri</u>	<u>İmzalar</u>
Tez Danışmanı Dr. Öğr. Üyesi Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU	
İkinci Tez Danışmanı Prof. Dr. Özden ÖZYEMİŞÇİ TAŞKIRAN	
Üye Doç. Dr. Hasan Kerem ALPTEKİN	
Üye Doç. Dr. Yıldız ANALAY AKBABA	
Üye Dr. Öğr. Üyesi Demet TEKİN	

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez sürecimde bilgi, deneyim ve tecrübesiyle yol göstericim olan, beni destekleyen ve cesaretlendiren sevgili hocam ve değerli danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU' ya,

Tez sürecim boyunca mesleki bilgi ve deneyimini paylaşan, çalışmanın ilk gününden son gününe yardımlarını esirgemeyen Koç Üniversitesi Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bölümü doktoru ikinci danışman hocam Sayın Prof. Dr. Özden ÖZYEMİŞCİ TAŞKIRAN' a,

Tezimin ölçüm ve değerlendirmesinde değerli yardım ve emekleriyle katkıda bulunan, bilgi ve tecrübesiyle desteğini esirgemeyen Koç Üniversitesi Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bölümü doktoru Dr. Zeynep TURAN' a,

Çalışmamın gerçekleşmesi için bana destek veren, büyük bir gururla çalıştığım Koç Üniversitesi Hastanesi' ne ve değerli bölüm arkadaşlarıma,

Çalışmamın başarıyla tamamlanabilmesi için düzenli katılım sağlayan, bilimi destekleyen özverili hastalarıma,

Maddi ve manevi olarak bu yolda her zaman arkamda duran, desteğini eksik etmeyen, varlıklarına minnet duyduğum biricik annem, babam ve aileme,

Hayatımın her döneminde olduğu gibi bu süreçte de en büyük destekçim olan sevgili eşim Ahmet'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

ECENUR ATLI
İSTANBUL, 2020

ÖZET

KRONİK BEL AĞRILI HASTALARDA KOR STABİLİZASYON EGZERSİZLERİ VE NÖROMUSKULER ELEKTRİK STİMÜLASYON UYGULAMASININ AĞRI, ÖZÜRLÜLÜK VE ABDOMİNAL VE LUMBAL KAS KALINLIĞINA ETKİSİ: RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇİFT KÖR ÇALIŞMA

Ecenur Atlı

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr.Öğr.Üyesi Dilber Karagözoğlu Coşkunsu

İkinci Tez Danışmanı: Prof. Dr.Özden Özyemişçi Taşkırın

Ocak 2020, 66 sayfa

Çalışmanın amacı, kronik bel ağrılı hastalarda kor stabilizasyon egzersizlerine eklenen nöromuskuler elektrik stimülasyon (NMES) uygulamasının hastaların ağrı, özürlülük düzeyleri, lumbal ve abdominal kas kalınlığına etkisinin araştırılmasıdır. Çalışmaya dahil edilen bireyler randomize edilerek NMES grubu (n=15) ve kontrol grubu (n=15) şeklinde iki gruba ayrıldı. NMES grubunda kor stabilizasyon egzersizleri NMES eşliğinde tolere edebildikleri maksimum akım yoğunluğunda çalışılırken, kontrol grubu ile aynı kor stabilizasyon egzersizleri sham NMES eşliğinde çalışıldı. Her iki grupta haftada 3 gün 4 hafta boyunca 35 dakika seansa alındı. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası ağrı değerlendirmesi için Visual Analog Skala (VAS), özürlülük düzeyi değerlendirmesi için Oswestry Özürlülük İndeksi (OOİ), yaşam kalitesi değerlendirmesi için Nottingham Sağlık Profili (NSP), abdominal ve lumbal kas kalınlığı ölçümü için ultrasonografi kullanıldı. Her iki grupta da tedavi öncesi ve sonrası ağrı skoru karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı azalma sağlandı (p=0,001). Özürlülük düzeyi değerlendirmesinde her iki grupta da özürlülük skorundaki azalma anlamlıydı (p=0,000). Her iki grupta da yaşam kalitesi değerlendirmesinde NSP toplam, enerji, ağrı, emosyonel reaksiyonlar, fiziksel aktivite alt grup skorlarında anlamlı gelişme sağlandı (p<0,05). Gruplar arası ultrasonografi ile abdominal ve lumbal kas kalınlığı ve alan ölçümü sonuçları karşılaştırıldığında NMES grubu anlamlı üstünlük sağlayamasa da sol TrA, sol IO ve sol L3 MF kas kalınlık ölçümlerindeki artış anlamlılık değerine çok yakındı (p=0,052).

Elde edilen sonuçlara göre NMES uygulamasının kor stabilizasyon egzersizleriyle birlikte uygulanmasının sadece kor stabilizasyon egzersizleri yaptırılan kontrol grubu ile kıyaslandığında klinik sonuç ölçümlerine ek bir katkısının olmadığı gösterildi.

Anahtar Kelimeler: Bel Ağrısı, Elektrik Stimülasyon, Ultrasonografi, Egzersiz Terapi, Rehabilitasyon

ABSTRACT

THE EFFECT OF CORE STABILIZATION EXERCISES AND NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION ON PAIN, DISABILITY AND MUSCLE THICKNESS OF ABDOMINAL AND LUMBAR MUSCLES IN PATIENTS WITH CHRONIC LOW BACK PAIN:
A DOUBLE-BLIND RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

Ecenur Atlı

Physiotherapy and Rehabilitation Master Programme

Supervisors: Assist. Prof. Dr. Dilber Karagözoğlu Coşkunsu

Prof. Dr. Özden Özyemişçi Taşkıran

January 2020, 66

The aim of this study is to investigate the additive effect of neuromuscular electrical stimulation (NMES) on pain, disability, lumbar and abdominal muscle thickness in addition to core stabilization exercises in patients with chronic low back pain. The individuals included in the study were randomized and divided into two groups as NMES group (n=15) and control group (n=15). In the NMES group, core stabilization exercises were performed at the maximum current intensity that they could tolerate with NMES, while the same core stabilization exercises were performed with sham NMES in the control group. In both groups, a total of 35 minutes sessions were performed 3 days a week for 4 weeks. Visual Analog Scale (VAS) was used for pre-treatment and post-treatment pain assessment of the groups, Oswestry Disability Index (ODI) for assessment of disability level, Nottingham Health Profile (NHP) for quality of life assessment, and ultrasonography for abdominal and lumbar muscle thickness measurement. There was a statistically significant decrease in pain scores before and after treatment in both groups ($p=0,001$). The decrease in disability score was significant in both groups ($p=0,000$). In both groups, NSP total, energy, pain, emotional reactions, physical activity subscale scores improved significantly ($p<0,05$). Upon comparison of the ultrasonographic measurements of abdominal and lumbar muscle thickness and area between two groups, improvement of the left TrA, left IO and left L3 MF muscle thickness measurement results were higher in NMES group, although the difference was very close to the significance value did not demonstrate significant superiority ($p=0.052$).

According to the results, it was shown that the addition of NMES application to core stabilization exercises had no additional contribution to the clinical outcome measures compared to the control group, who performed only core stabilization exercise.

Keywords: Low Back Pain, Electrical Stimulation, Ultrasonography, Exercise Therapy, Rehabilitation

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
SEMBOLLER.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 LUMBAL OMURGANIN FONKSİYONEL ANATOMİSİ.....	3
2.1.1 Kolumna Vertebralis.....	3
2.1.2 Lumbal Vertebra ların Genel Özellikleri.....	4
2.1.3 İntervertebral Diskler.....	5
2.1.4 Faset Eklemler.....	7
2.1.5 Lumbal Bölge Ligamanları.....	8
2.1.6 Lumbal Bölge Kasları.....	11
2.1.7 Lumbal Bölgenin Kanlanması.....	13
2.1.8 Lumbal Bölgenin İnnervasyonu.....	14
2.2 LUMBAL OMURGANIN BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ.....	14
2.3 BEL AĞRISI.....	17
2.3.1 Bel Ağrısının Tanımı, Nedenleri ve Sınıflaması.....	17
2.3.2 Bel Ağrısının Tarihi ve Epidemiyolojisi.....	19
2.3.3 Bel Ağrısında Risk Faktörleri.....	20
2.3.4 Bel Ağrısında Klinik Değerlendirme.....	20
2.3.5 Bel Ağrısında Tanısal Çalışmalar.....	25
2.3.6 Bel Ağrısında Konservatif Tedavi Yöntemleri.....	26
3. VERİ VE YÖNTEM.....	31
3.1 OLGULAR.....	31
3.1.1 Olguların Seçimi.....	31
3.2 YÖNTEM.....	32
3.2.1 Çalışma Planı.....	32
3.2.2 Değerlendirme.....	32

3.2.2.1 Tanımlayıcı Bilgiler.....	33
3.2.2.2 Ağrı Değerlendirilmesi.....	33
3.2.2.3 Özür lülüğün Değerlendirilmesi.....	34
3.2.2.4 Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi.....	34
3.2.2.5 Ultrasonografi.....	35
3.2.3 Tedavi.....	38
3.2.3.1 Nöromuskuler elektrik stimulasyon (NMES).....	38
3.2.3.2 Kor stabilizasyon egzersizleri.....	38
3.2.4 İstatistiksel Yöntem.....	41
4. BULGULAR.....	42
4.1 GRUPLARIN TEDAVİ ÖNCESİ VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	42
4.2 GRUPLARIN TEDAVİ ÖNCESİ VE TEDAVİ SONRASI VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	45
4.3 GRUPLAR ARASI KLİNİK DEĞERLENDİRMELERDE ELDE EDİLEN DEĞİŞİM ORTALAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	52
5. TARTIŞMA.....	58
5.1 ÇALIŞMANIN KISITLILIKLARI.....	63
6. SONUÇ.....	65
KAYNAKÇA.....	67
EKLER	
EK 1: Aydınlatılmış Onam Formu.....	75
EK 2: Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onam Formu.....	78
EK 3: Bel Ağrısı Değerlendirme Formu.....	81
EK 4: Kor Stabilizasyon Egzersizleri.....	88

TABLULAR

Tablo 2.1: Bel ağrısı nedenleri.....	18
Tablo 2.2: Bel ağrısında kırmızı bayraklar ve klinik anlamı.....	22
Tablo 3.1: Haftalara göre egzersiz programı.....	41
Tablo 4.1: Grupların demografik özelliklerinin ve hastalık sürelerinin karşılaştırılması.....	42
Tablo 4.2: Grupların cinsiyet dağılımı.....	43
Tablo 4.3: Grupların tedavi öncesi değerlendirme parametrelerinin karşılaştırılması.....	44
Tablo 4.4: Grupların tedavi öncesi ve sonrası VAS skorlarının değişimi.....	45
Tablo 4.5: Tedavi öncesi ve sonrası OÖİ skorlarının değişimi.....	46
Tablo 4.6: Tedavi öncesi ve sonrası NSP toplam skoru ve NSP'nin alt skorlarının değişimi.....	47
Tablo 4.7: Tedavi öncesi ve sonrası abdominal kas kalınlıklarının değişimi.....	48
Tablo 4.8: Tedavi öncesi ve sonrası lumbal multifidus kas kalınlık ve alan ölçümlerinin değişimi.....	50
Tablo 4.9: Grupların VAS skorunda meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması.....	52
Tablo 4.10: Grupların OÖİ skorunda meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması.....	53
Tablo 4.11: Grupların NSP toplam ve NSP'nin alt skorlarında meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması.....	54
Tablo 4.12: Grupların abdominal kas kalınlıklarında meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması.....	55
Tablo 4.13: Grupların lumbal multifidus kas kalınlığı ve alanında meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması.....	57
Tablo 5.1: Literatür taraması.....	64

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Kolumna vertebralis ve fonksiyonel spinal ünite.....	4
Şekil 2.2: Lumbal vertebra anatomisi.....	5
Şekil 2.3: İntervertebral diskin yapısı.....	7
Şekil 2.4: Faset eklem.....	8
Şekil 2.5: Lumbal omurga ligamanları.....	9
Şekil 2.6: Lumbar multifidus anatomisi.....	12
Şekil 2.7: Lumbal omurga fleksör kasları.....	13
Şekil 2.8: Disk üzerine gelen artmış yüklenmenin son plağa etkisi	16
Şekil 3.1: Olgu akış diyagramı.....	33
Şekil 3.2: Ultrasonografi cihazı ve konveks prob.....	36
Şekil 3.3: Ultrason ile abdominal kas kalınlığı ölçümü.....	37
Şekil 3.4: Ultrason ile lumbal multifidus kas kalınlığı ölçümü.....	37
Şekil 3.5: Ultrason ile lumbal multifidus alan ölçümü.....	37
Şekil 3.6: Chattanooga Theta cihazı.....	39
Şekil 3.7: Elektrot yerleşimi.....	39
Şekil 3.8: NMES grubunun cihazda ayarlanan akım yoğunluğu örneği.....	40
Şekil 3.9: Sham NMES grubunun cihazda ayarlanan akım yoğunluğu.....	40

KISALTMALAR

ALL	:	Anterior Longitudinal Ligaman
BKİ	:	Beden Kitle İndeksi
BT	:	Bilgisayarlı Tomografi
C7	:	Yedinci Servikal Vertebra
CRP	:	C Reaktif Protein
cm	:	santimetre
ISL	:	İnterspinöz ligaman
KL	:	Kapsüler Ligaman
L1	:	Birinci Lumbal Vertebra
L2	:	İkinci Lumbal Vertebra
L3	:	Üçüncü Lumbal Vertebra
L4	:	Dördüncü Lumbal Vertebra
L5	:	Beşinci Lumbal Vertebra
LF	:	Ligamentum Flavum
LM	:	Lumbal Multifidus
MF	:	Multifidus
mm	:	milimetre
MR	:	Manyetik Rezonans
NMES	:	Nöromuskuler Elektrik Stimülasyon
NSP	:	Nottingham Sağlık Profili
OE	:	Oblikus Eksternus
Oİ	:	Oblikus İnternus
OÖİ	:	Oswestry Özürlülük İndeksi
PLL	:	Posterior Longitudinal Ligaman
S1	:	Birinci Sakral Vertebra
SSL	:	Supraspinöz Ligaman
TENS	:	Traskutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu
TrA	:	Transversus Abdominus
VAS	:	Visual Analog Skala

SEMBOLLER

derece : °



1. GİRİŞ

Bel ağrısı en yaygın sağlık problemlerinden biridir ve hayatları boyunca insanların yüzde 80-85'ini etkiler (Hoy ve diğ. 2010, ss. 155-165). Bel ağrısı genellikle süresine göre şöyle sınıflandırılmaktadır: akut (6 haftadan daha kısa süren); subakut (6 hafta ile 3 ay arasında süren); ya da kronik (3 aydan daha uzun süren) (Hicks ve diğ. 2016, ss. 898-906). Spinal instabilite, bel ağrısının önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilir (Panjabi 1992). Lumbar kaslar spinal hareket ve stabilitenin kontrolüne katkıda bulunur ve omurga sağlığı için kritik öneme sahiptir (MacDonald ve diğ. 2009, ss. 183-188). Eğer lomber instabilite uygun şekilde tedavi edilmezse, kronik bel ağrısı gelişebilir. Bel ağrılı hastalar omurga stabilitesi için gerekli olan lumbar multifidus (LM), transversus abdominus (TrA), oblikus internus (OI) gibi derin lomber stabilizasyon kaslarını yeterince aktif hale getiremezler (Kim, Kim ve diğ. 2016, ss. 399-406).

Egzersiz çoğu klinik uygulama kılavuzunda kronik bel ağrısı için etkili bir tedavi olarak kabul edilmektedir (Costa ve diğ. 2009, ss. 1275-1286). Kronik bel ağrısında gövde kaslarının kuvvetini artırma egzersiz programlarındaki ortak bileşendir (Liddle ve diğ. 2004, ss. 176-190). Kor stabilite egzersizlerinde temel mantık, bel ağrılı kişilerde omurganın stabilitesinin ve kontrolünün değiştiği fikrine dayanmaktadır. Kor stabilizasyon egzersizleri omurga stabilitesini sürdürmek için merkezi olan kasların nöromuskuler kontrolü, dayanıklılığı ve kuvvetini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Bu egzersizlerde transversus abdominis, lumbar multifidus ve diğer paraspinal, abdominal, diyafragmatik ve pelvik kaslar hedeflenmektedir (Akhtar ve diğ. 2017, ss. 1002-1006).

Nöromuskuler elektrik stimülasyon (NMES) uzun yıllar boyunca iskelet kaslarının eğitiminde ve kuvvetlendirmede kullanılmıştır. Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar göstermiştir ki NMES derin lumbar stabilizatör kaslarda kontraksiyon sağlayabilir (Coghlan ve diğ. 2008, ss. 2756-2759). Bel ağrılı hastalarda NMES'in neden olduğu kas aktivasyonundaki değişikliklerin, hastaların ağrılarındaki azalmayla anlamlı derecede ilişkili olduğu görülmüştür (Coghlan ve diğ. 2011, ss. 7622-7625). Bununla birlikte, bel ağrılı hastalarda derin lumbar stabilizatör kaslarda en etkili NMES protokolünü belirlemek için az sayıda çalışma yapılmıştır.

Ultrasonografi görüntüleme, hem klinisyen hem de hastanın kas kalınlığındaki değişiklikleri gözlemlemesine izin veren, invazif olmayan bir yöntemdir.

Ultrasonun kas geometrisindeki değişiklikleri ölçmek için güvenilir ve geçerli bir teknik olduğu gösterilmiştir (Teyhen ve diğ. 2005, ss. 346-355).

Güncel literatürdeki bu eksiklikler sebebiyle çalışmamızın amaçları:

- a) Kronik bel ağrılı hastalarda kor stabilizasyon egzersizlerine ek olarak nöromuskuler elektrik stimülasyon uygulamasının hastaların ağrı ve özürölülük düzeylerine etkisini araştırmaktır.
- b) Kronik bel ağrılı hastaların rehabilitasyonunda nöromuskuler elektrik stimülasyon kullanımının abdominal ve lumbar kas kalınlığı üzerindeki etkisini araştırmaktır.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 LUMBAL OMURGANIN FONKSİYONEL ANATOMİSİ

2.1.1 Kolumna Vertebralis

Kolumna vertebralis; servikal, torakal, lomber, sakrum ve koksiks olmak üzere 5 ayrı bölgeye ayrılan, toplamda 33 vertebradan oluşan karışık mekanik bir yapıdır (Karataş 2016, ss. 161-176). 24 hareketli vertebranın 7'si servikalde, 12'si torakalde, 5'i ise lomber bölgededir. Sakrum ve koksikte ise 9 adet hareketsiz vertebra bulunmaktadır (van Tulder ve diğ. 2000) (Şekil 2.1). Medulla spinalis ve sinir köklerini korumak, gövde stabilizasyonu sağlamak, baş ve gövdenin fizyolojik hareketlerine izin vermek omurganın üç temel biyomekanik fonksiyonudur. Kolumna vertebralis erişkinlerde yaklaşık 72-75 santimetre uzunluğundadır. Kolumna vertebralisini oluşturan anatomik yapılar fonksiyonel ünite veya hareket segmenti olarak adlandırılır. Spinal ünite, iki komşu vertebra ve bunları bir araya getiren yumuşak dokudan oluşur. Omurganın fonksiyonel birimi, omurganın biyomekanik özelliklerine sahip en küçük segmenttir. İki faset eklem ve bir intervertebral diskten oluşan üçlü eklem kompleksi bulunur (Karataş 2016, ss. 161-176). Fonksiyonel hareket ünitesi, ön (statik) ve arka (dinamik) olmak üzere iki kısma ayrılır. Ön kısım temel olarak yük taşıma, şok absorbe etme yeteneğine sahiptir; vertebra cisimleri, intervertebral disk ve anterior ile posterior longitudinal ligamandan oluşur. Vertebral arklar, intervertebral eklemler, transvers ve spinöz çıkıntılar, supraspinöz ligaman ve ligamentum flavum ise fonksiyonel birimin arka kısmını oluşturur. Arka segmentin görevi nöral yapıları korumak ve lomber bölge hareketlerinin organizasyonunu sağlamaktır. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri arka segment tarafından sağlanır (Baygütağ ve Şenel 2013, ss. 90-94).

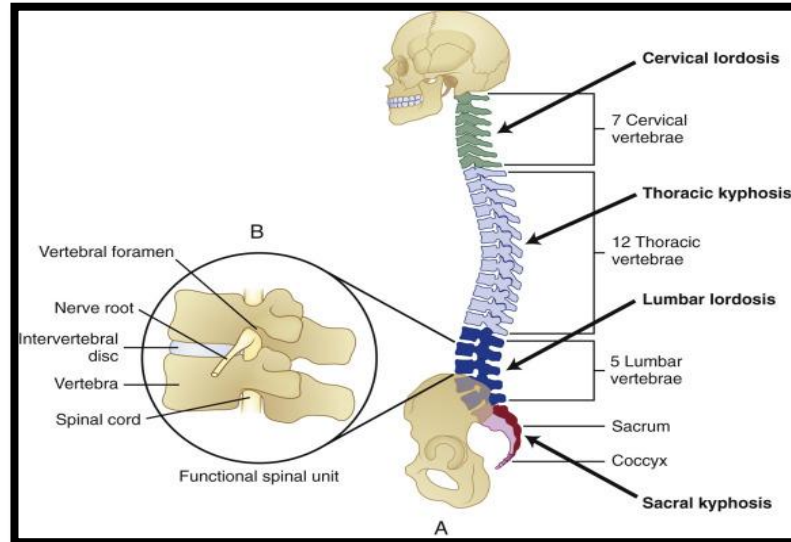
Omurga dört eğrilikten ibarettir. Servikal ve lomberdeki eğrilikler lordoz olarak adlandırılırken, torakal ve sakralde bulunan eğrilikler ise kifoz olarak adlandırılır.

Torakal ve sakral kifoz fetal dönemde oluşan primer eğriliklerdir. Servikal ve lomber eğrilikler ise baş kontrolü ve erek postürün kazanımı ile infantil dönemde oluşmaya başlayan sekonder eğriliklerdir (Moore ve Dalley 1999).

2.1.2 Lumbal Vertebraların Genel Özellikleri

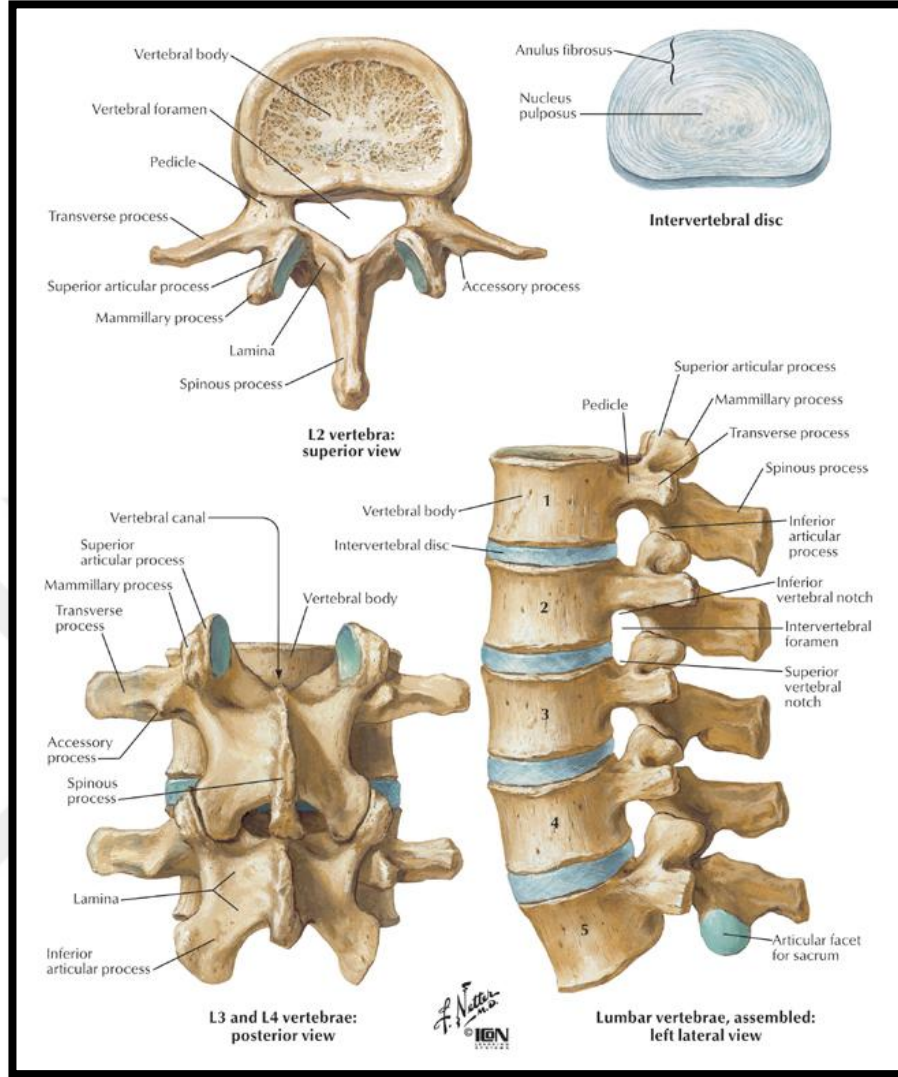
Beş omurdan oluşan lomber vertebral kolon, tüm omurga uzunluğunun yüzde 25'i kadardır. Her bir vertebra önde korpus olarak isimlendirilen vertebra cismi, arkada ise vertebra arkusundan oluşmaktadır. Vertebra, silindirik trabeküler kemik ile ince kortikal kemik çatı sayesinde kompresyon kuvvetlerine karşı dayanıklılık gösterir. Korpusun alt ve üst yüzeylerini konkav kartilajinöz son plaklar oluşturur (Berry ve diğ. 1987, ss. 362-367). Kompresif kuvvetler ilk önce süperior son plaktan diske, sonra diskten inferior son plağa ve son plaktan vertebra gövdesine iletilir. Vertebra gövdesinde trabeküler kemik boyunca taşınır ve bir sonraki son plağa aktarılır. Artan kompresif yüklerin bir sonucu olarak kaudala gidildikçe vertebra cisim boyutları büyür. Horizontal düzlemde L5 vertebra cismi oval, L1, L2, L3 ve L4 vertebra cisimleri ise böbrek şeklindedir. Sagittal düzlemde vertebra cisimlerinin anterior yükseklikleri posteriora göre daha fazladır. Anterior yükseklik ve posterior yükseklik arasındaki fark 20-30 mm civarındadır, bunun sonucu olarak lomber lordoz açısı oluşur. Vertebra cisminin dayanıklılığı 40 yaşından sonra osseoz doku kaybına bağlı olarak azalmaya başlar (Karataş 2016, ss. 161-176) (Şekil 2.2).

Şekil 2.1: Kolumna vertebralis ve fonksiyonel spinal ünite



Kaynak: Rothman-Simeone and Herkowitz's The Spine. Marras, William S.; Mageswaran, Prasath; Khan, Safdar N.; Mendel, Ehud. Published January 1, 2018. Pages 91-117. © 2018

Şekil 2.2: Lumbal vertebra anatomisi



Kaynak: Youmans and Winn Neurological Surgery. Moussazadeh, Nelson; Fu, Kai-Ming Gregory. Published January 1, 2017. Pages 2259-2270.e1. © 2017

2.1.3 İntervertebral Diskler

Vertebra cisimleri arasında yastık görevi görerek basıncın dağıtılmasını sağlayan intervertebral diskler servikalde 6, torakalde 12, lomberde 5 adet olmak üzere toplam 23 adettir. Tüm omurga uzunluğunun yüzde 33'ü kadardır ve kaudale gittikçe kalınlaşır. İç kısmı nukleus pulpozus, dışı ise annulus fibrosus olmak üzere iki yapıdan oluşan mekanik şok emici bir sıvı sistemdir. Alt ve üst sınırlarında kartilajinöz vertebral son plaklar bulunur (Markolf ve Morris 1974, ss. 675-687). Vertebral son plak, hiyalin kıkırdaktan oluşmuştur.

İntervertebral diskler vertebraların son plak kısmına yapışır ve kolumna vertebralisin hareketlerini desteklerler. Ayrıca vertebral kolona aktarılan yüklerin taşınması ve bu yüklerin vertebral son plağa iletilmesinden sorumludur (Frobin ve diğ. 1997, ss. 1-63). İntervertebral disk yaşamın ilk üç dekadında ince kan damarları ile beslenir. Üçüncü dekattan sonra ise beslenmesini diffüzyon ile gerçekleştirir. Diskin kalınlığı servikal bölgede 3 mm iken torakalde 5 mm, lomberde ise 9-10mm'dir (Oğuz 2004, ss. 1131-1171) (Şekil 2.3).

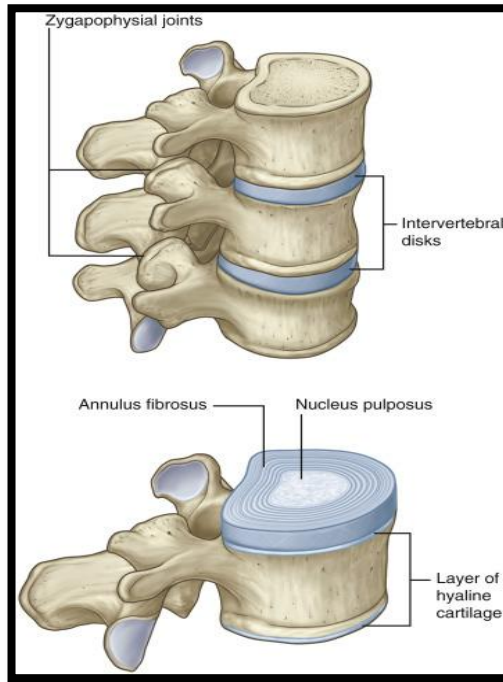
Annulus fibrozus, çapraz paternde dizilmiş lameller halindedir. Kollajen demetleri ve fibröz kartilaj dokusundan oluşur ve disk matriksini çevreler (Inoue 1981, ss. 139-146). İnsanlarda annulus fibrozus yüzde 60 tip 2 ve yüzde 40 tip 1 kollajenden meydana gelir. Tip 2 kollajenler, kompressif kuvvetleri daha fazla absorbe ederler. Annulus fibrozusun yüzde 65'ini su oluşturur ve disk yüzey alanının 1/3'ünü kapsar. Diske gelen kuvvetlerin yüzde 75'ini taşır. Annulus lamelleri sayıca önde ve lateralde fazladır. Önde nukleus materyali ile iç içedir. Kollajen lifleri dış katmanlara doğru yoğunlaşır. Her laminadaki kollajen lifler son plak düzlemi ile 30°lik, komşu laminalardaki liflerle 120°lik açıda dizilmişlerdir. Bu kollajen dizilimi torsiyon veya eğilme şeklindeki büyük kuvvetlere karşı dayanıklılık sağlar. Bir vertebranın diğeri üzerinde beşik gibi hareket etmesine olanak tanır. Diskin elastikiyeti annulusun elastikiyeti ile ilişkilidir. Yaşlanmaya bağlı olarak annulustaki tip 1 kollajen oranında artma görülür, elastik kollajen fibriller yerini geniş fibrotik bantlara bırakır (Markolf ve Morris 1974, ss. 675-687, Panjabi ve White 1980, ss. 76-93).

Nukleus pulpozus, glikozaminglikanlardan zengin yüzde 88'i sudan oluşan annulus fibrozus ile çevrelenmiş bir sıvı kütesidir. Hidrostatik fonksiyonu sayesinde basıncın birim alana eşit yansımını sağlar (Panagiotacopulos ve diğ. 1987, ss. 918-924.). Disk yüzey alanının 2/3'ünü kapsar. Yaş ilerledikçe içeriğindeki su oranı azalmaya başlar. Aksiyel yüklenmeye karşı şok emici olarak davranır. Yarı akışkan yapısı vertebral kolonun fleksiyon, ekstansiyon, rotasyon ve lateral fleksiyon hareketlerini rahat gerçekleştirmesini sağlar. Avasküler yapısı nedeniyle, beslenmesini diffüzyon yoluyla annulus fibrozus ve vertebra korpusundan sağlar (Moore ve Dalley 1999).

2.1.4 Faset Eklemler

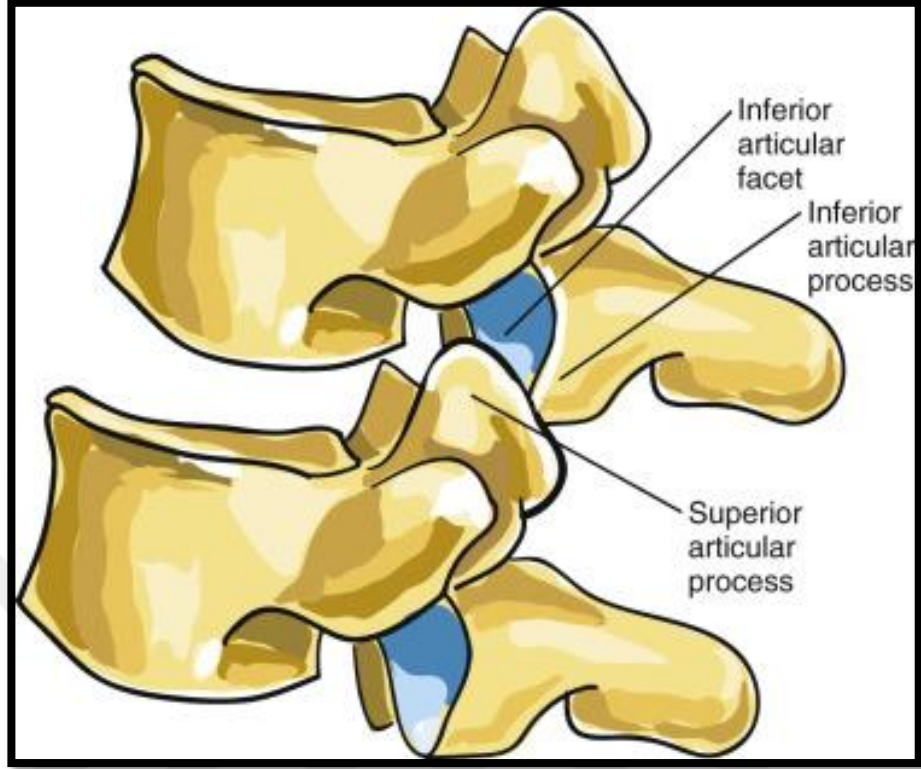
Faset eklem, bir vertebranın üst artiküler çıkıntısı ile üstteki vertebranın alt artiküler çıkıntısı arasındaki sinovyal ekleme verilen addır. Sinovyal doku ile kaplı, eklem kapsülünde sinovyal sıvı içeren menteşe tipi diatrodial eklemlerdir. Omurganın stabilitesinin sağlanmasında büyük katkısı vardır (Sharma ve diğ. 1995, ss. 887-900). Faset eklemler; torsiyon, kompresyon, parçalama ve gerilim kuvvetlerini laminaya iletir. Lomber bölgede dorsal kısmı fibrokartilaj yapıdadır ve bu sayede kompresyon ve gerilim kuvvetlerine karşı direnç geliştirirler (Levangie ve Norkin 2011). Translasyon ve distraksiyon olmak üzere temel iki hareketi bulunur. Fleksiyon sırasında iki tarafa, lateral fleksiyonda ise tek tarafa translasyon gerçekleştirir. Rotasyonda bir yönde distraksiyon olurken diğer yönde ise kompresyon oluşur. Faset eklemler, fizyolojik sınırlar içinde fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine izin verir ancak rotasyon ve lateral fleksiyonu kısıtlar. Aksiyel yükün ortalama yüzde 16'sını taşırlar ve ekstansiyonda faset eklemler üzerine binen yük maksimumdur (Cailliet 1994, Tuna 2000) (Şekil 2.4).

Şekil 2.3: İntervertebral diskin yapısı



*Kaynak: Textbook of the Cervical Spine.
Dodwad, Shah-Nawaz M.; Khan, Safdar N.;
An, Howard S. Published January 1, 2015.
Pages 3-21. © 2015.*

Şekil 2.4: Faset eklem

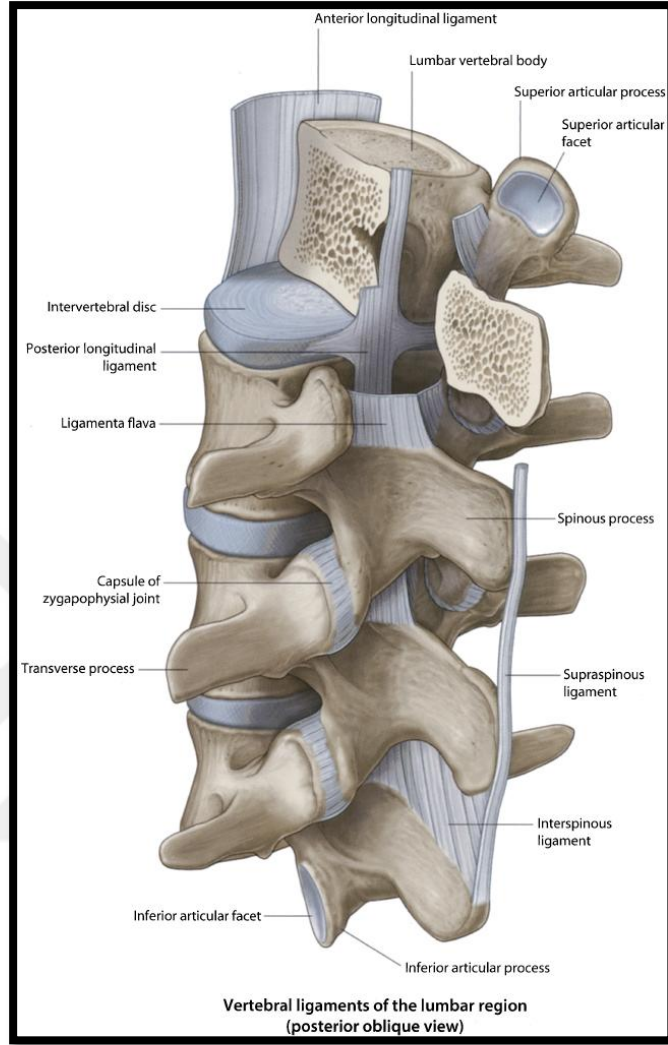


Kaynak: Physical Diagnosis of Pain. Waldman, Steven D., MD, JD. Published January 1, 2016. Pages 214-215. © 2016.

2.1.5 Lumbal Bölge Ligamanları

Vertebral kolonun intrinsek stabilitesine katkıda bulunarak direncini arttıran viskoelastik yapılardır (Chazal ve diğ. 1985, ss. 167-176, Sharma ve diğ. 1995, ss. 887-900). Ligamanların çoğu yüksek oranda kollajen lif içerirler. Ligamentum flavum diğer ligamanlara oranla daha yüksek oranda elastik lif içermektedir. Postür ve hareketle ilgili proprioseptif duyu reseptörleri taşırlar. Görevleri arasında gerilim yüklerini vertebralar arası aktarma ve fizyolojik sınır içerisinde minimum dirençle hareketin akıcılığını sağlama bulunur. Omurgada longitudinal olarak uzanır ve omurganın herhangi bir yöndeki aşırı hareketini sınırlar, makaslanmaya engel olur. Diski ve annulus fibrozusu sararak fizyolojik sınırın dışına çıkmalarını engeller, medulla spinalisi korurlar (Hukins ve diğ. 1990, ss. 787-795) (Şekil 2.5).

Şekil 2.5: Lumbal omurga ligamanları



*Kaynak:*Procedures Consult. Lee A. Fleisher, MD, FACC, FAHA, Robert Gaiser, MD Published September 25, 2016.

- a) Anterior longitudinal ligaman (ALL): Oksiputtan sakruma doğru uzanır, tüm omurların ön yüzlerine tutunur. Vertebra cismini ve intervertebral diskin anteriorunda geniş bir bant şeklindedir. ALL, posterior longitudinal ligamana göre 2 kat daha güçlüdür. Hiperekstansiyona direnç gösterir (Hukins ve diğ. 1990, ss. 787-795, Neumann ve diğ. 1992, ss. 1185-1194).
- b) Posterior longitudinal ligaman (PLL): Vertebra gövdesinin arka yüzünde yer alan, oksiputtan sakruma kadar uzanan ligamanttir. Omurganın aşırı fleksiyonuna engel olarak stabiliteye katkı sağlar (Atıcı ve Polat 2017, ss. 360-366).

L5-S1 aralığında özellikle posterolateralde incelendiği için açık bir alan oluşur. Bu sebeple çoğu disk bu noktada protüze olur (Hukins ve diğ. 1990, ss. 787-795, Sharma ve diğ. 1995, ss. 887-900).

- c) Ligamentum flavum: Bir vertebra laminasının ön alt kısmından bir alttaki vertebra laminasının arka üst kısmına uzanarak vertebral kanalın posteriorunu örter. Bilateral uzanır ve servikalden kaudale doğru kalınlaşır. İnsan vücudunun en fazla elastik lif içeren yapısıdır. Dik pozisyonda posterior elemanları korur ve stabiliteyi destekler (Skipor ve diğ. 1985, ss. 821-830). Belirli bir gerginliği vardır, boyu ekstansiyonda kısalır fleksiyonda uzar ve özellikle aksiyal rotasyonda gerilir. Diskte oluşturduğu kompresyon kuvveti ile interdiskal basıncı oluşturur (Hukins ve diğ. 1990, ss. 787-795).
- d) İntertransversal ligaman: Komşu transvers çıkıntılar arasında uzanır ve lateral fleksiyonu kontrol eder. Multifidus kaslarına origo oluşturan membranöz bir yapıdır (Chazal ve diğ. 1985, ss. 167-176).
- e) İnterspinöz ligaman: Komşu iki spinöz çıkıntı arasındaki membranöz ligamandır. Gövde fleksiyonun sonuna doğru hafif bir direnç oluşturur ve böylece öne makaslanmayı önler (Myklebust ve diğ. 1988, ss. 526-531).
- f) Supraspinöz ligaman: Spinöz çıkıntılara yapışarak C7'den sakruma doğru uzanır. Gövdenin hiperfleksiyonuna engel olur. Özellikle alt lomber vertebraların makaslayıcı kuvvetlere karşı koymasına destek olur (Skipor ve diğ. 1985, ss. 821-830, Hindle ve diğ. 1990, ss. 340-344).
- g) Kapsüler ligaman: Faset eklem çıkıntılarının kenarlarında eklem yüzeyine dik dizilmiş liflerden oluşur. Torakal ve lomber bölgede daha kısa ve sıkıdır. Omurga hareketleri sırasında fasetlerde kaymaya izin verir (Neumann ve diğ. 1992, ss. 1185-1194).
- h) İliolumbar ligaman: L4 ve L5 vertebraların transvers çıkıntılarında iliak kemiğin posteromedialine uzanarak, öne kaymayı sınırlar. Lumbosakral bileşkenin pelvis üzerinde stabilizasyonunu sağlar. Doğumda quadratus lumborumun bir parçası iken, 2.dekattan sonra ligamentöz bir hal alır (Chow ve diğ. 1989, ss. 611-615, Grobler ve diğ. 1994, ss. 222-227).

2.1.6 Lumbal Bölge Kasları

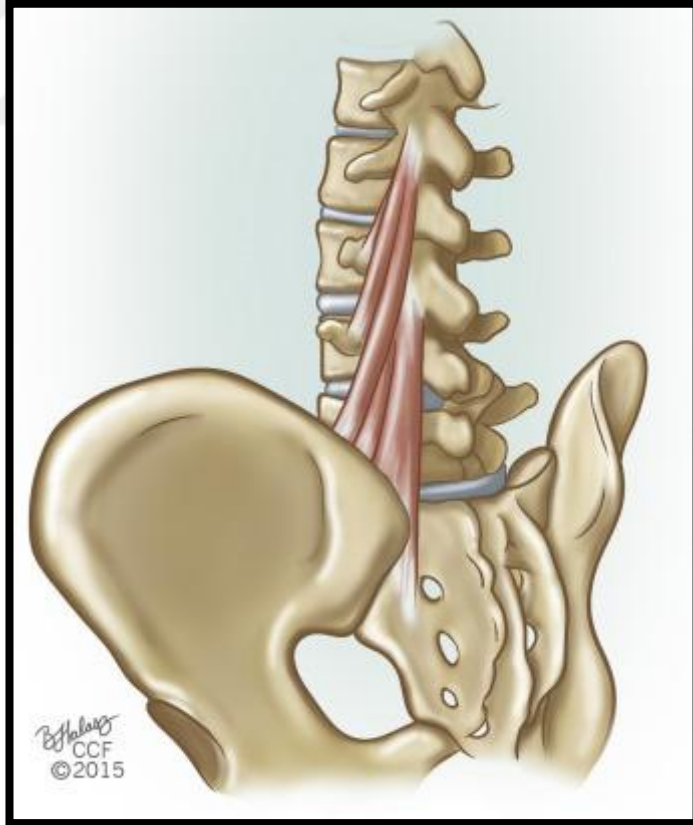
Omurganın dinamik stabilitesinin sağlanmasında ve hareketi kontrol etmedeki en önemli elemanlarıdır. Kaslar ve göğüs kafesinin çıkarıldığı bir omurga sadece 20 Newton yük taşıyabilir. Kaslar fonksiyonel birimin hareket genişliğini sınırlar (Wilke ve diğ. 1995, ss. 192-198, Cholewicki ve diğ. 1997, ss. 2207-2212). Model çalışmaları ile lateral stabilitenin sağlanmasında intersegmental kasların etkinliğinin multisegmental kaslara göre daha düşük olduğu ortaya koyulmuştur (Crisco ve Panjabi 1991, ss. 793-799).

- a) Yüzeysel posterior kaslar: Toplu olarak erektör spina olarak adlandırılırlar. M.iliokostalis (lateralde), m.longissimus ve m.spinalis (medialde) olmak üzere 3 parçaya ayrılır. Omurgaya ekstansiyon, lateral fleksiyon ve aksiyal rotasyon yaptırır (Macintosh ve Bogduk 1987, ss. 658-668).
- b) Derin posterior kaslar: Başlıca üç kastan oluşur: semispinalis, multifidus ve rotatorlar. Omurganın ekstansiyon ve aksiyal rotasyonundan sorumludurlar (Karataş 2016, ss. 161-176). Lomber multifidus, lumbosakral ekleme kadar uzanan en medialde ve en geniş kas grubudur. Lomber spinöz çıkıntılardan başlayıp faset eklemler üzerinde uzanan beş banttan oluşur. EMG çalışmaları multifidusun bir rotator olduğunu ve omurga stabilizasyonu görevi gördüğünü göstermektedir (Lonnemann ve diğ. 2008, ss. 84-92) (Şekil 2.6).
- c) Lateral fleksör kaslar: Quadratus lumborum, internal ve eksternal abdominal oblik kaslardır. Quadratus lumborum, krista iliakadan alt kostaya uzanır ve ilk dört lomber omurun lateral çıkıntılarına yapışır. Bilateral kasıldığında pelvis ve lomber omurgayı stabilize eder. Tek taraflı kasıldığında ise lomber omurgayı o tarafa doğru eğer (Karataş 2016, ss. 161-176).
- d) Anterior Kaslar: Rektus abdominis, transversus abdominis, internal ve eksternal abdominal oblik kaslardır. Oblikus externus abdominis, alt kostadan krista iliakaya V şeklinde uzanır. Bilateral kasıldığında toraks ve lomber omurga fleksiyon yapar. Tek taraflı kasılması lateral fleksiyon yaptırır. Diğer rotatorlarla beraber rotasyona da katılırlar. Oblikus internus abdominis, krista iliakadan başlar ve çapraz olarak öne ve yukarı uzanır. Rotasyonun en aktif olan kasıdır.

Gövdeye antefleksiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon yaptırır. Rektus abdominis ise gövdenin fleksiyonundan sorumludur (Karataş 2016, ss. 161-176) (Şekil 2.7). Transversus Abdominis, inguinal ligaman, krista iliaka ve alt kostal kıkırdaklardan köken alarak linea albaya yapışır (Karataş 2016, ss. 161-176). Bu kas kasıldığında karın içe çekilerek intra abdominal basınçta artış olur. Transversus abdominus kasıldığında omurga stabilizatörü olarak davranarak üst ve alt ekstremitelerin askı sistemleri ile hareket ettiği aksiyel platform oluşturur (Ebenbichler ve diğ. 2001, ss. 1889-1898).

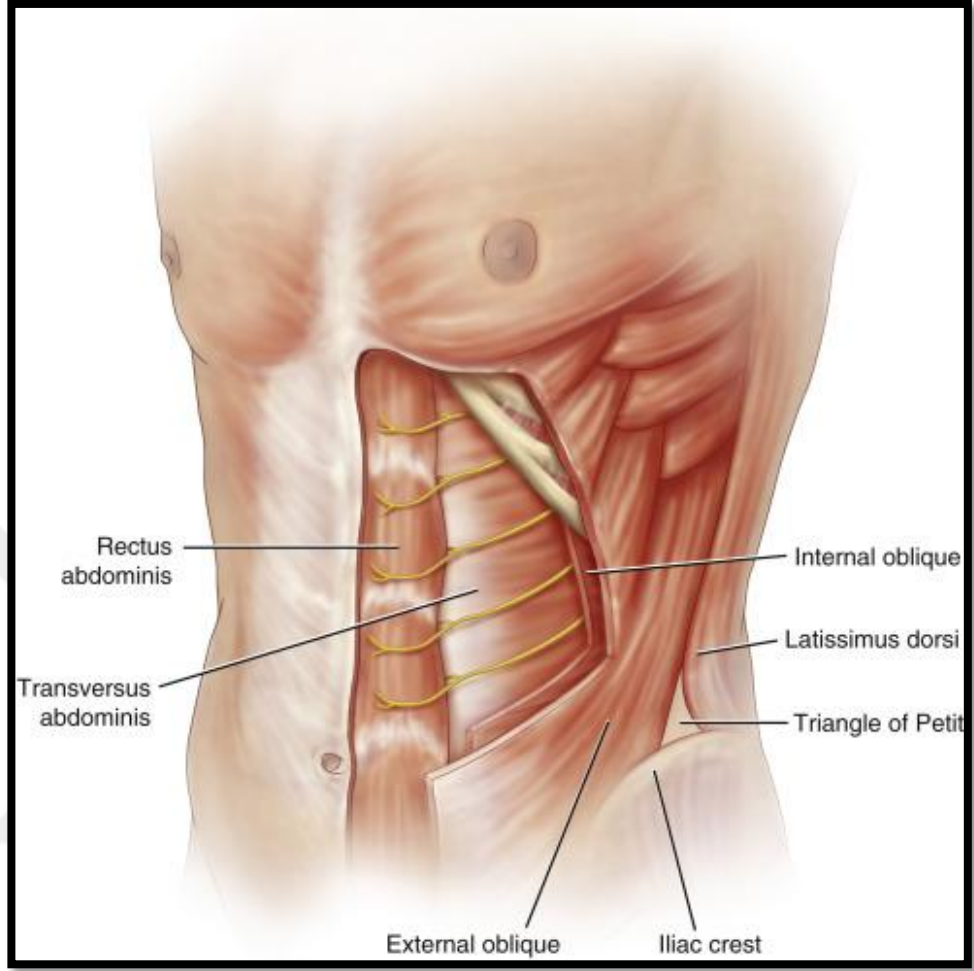
- e) Torakolomber fasya: Transversus abdominus kaslarının dorsal aponevrozudur. Derin kaslarla erektör spinayı birbirine bağlar. Lomber omurgada erektör spinanın lateral kenarını çevreleyerek transvers çukurluğa yapışır. Omurga, pelvis ve bacaklar arasındaki yük aktarımına yardımcı olur (Vleeming ve diğ. 1995, ss. 753-758).

Şekil 2.6: Lumbar multifidus anatomisi



Kaynak: Atlas of Pain Management Injection Techniques.
Waldman, Steven D., MD, JD. Published January 1, 2017.
Pages 376-382. © 2017

Şekil 2.7: Lumbal bölge fleksör kasları



Kaynak: Benzel's Spine Surgery. Scheidler, Joshua; Mayer, Eric A.K. Published January 1, 2017. Pages 51-57.e4. © 2017.

2.1.7 Lomber Bölgenin Kanlanması

Lomber vertebral kolonun kanlanması segmental arterler tarafından sağlanır. Her bir segmental arter spinal dallara ayrılarak, vertebra, spinal kord ve kauda equinayı beslemektedir. Spinal dallar intervertebral foramenlerden geçer, spinal arterlerle anastomoz yaparlar. Beşinci lomber vertebra ve sakrum lomber arter, iliolumbar arter ve orta ve lateral sakral arterlerden kanlanırlar. Spinal kord ise kanlanmasını anterior spinal arter, posterior spinal arter ve medüller arterlerden sağlar. Medüller arterler anterior spinal arterin kanlanmasında hayati değer taşımaktadır (Ebraheim ve diğ. 2004, ss. 131-137).

2.1.8 Lumbal Bölgenin İnnervasyonu

Dorsal ve ventral kökler birleşerek spinal sinirleri oluştururlar. Her lomber vertebranın altında bir çift nöral foramen vardır. Lumbosakral bölgede lomber kökler ilgili vertebra ve bir alt vertebranın arasından çıkarlar. Örneğin L3 kökü L3 ve L4 vertebraları arasından çıkar. Spinal sinirler, intervertebral foramenlerden çıktıktan sonra dorsal ve ventral dallara ayrılırlar. Dorsal dal, posteriora uzanarak spinal ligamanlar, derin kaslar ve cildin innervasyonunu sağlar. Ventral dal ise daha uzundur, lomber ve sakral pleksusu meydana getirir. Lomber pleksus L1, L2, L3 ve L4 köklerinin ventral dallarından oluşur (Ebraheim ve diğ. 2004, ss. 131-137).

2.2 LUMBAL OMURGANIN BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

Lomber omurganın morfolojisi statik ve dinamik yapılar olmak üzere iki grupta incelenebilir. Omur cismi, pedikül, eklem yüzleri, lamina, spinöz ve transvers çıkıntı statik yapılar olarak adlandırılırken; intervertebral disk, anterior longitudinal ligaman (ALL), posterior longitudinal ligaman (PLL), supraspinöz ligaman (SSL), interspinöz ligaman (ISL), ligamentum flavum (LF), kapsüler ligaman (KL) ve paravertebral adaleye dinamik yapılardır (Öktenoğlu 2011, ss. 34-48). Omurganın mekanik stabilitesinde paravertebral kaslar ve abdominal kasların katkısı büyüktür (Karataş 2016, ss. 161-176). Lomber omurların sagittal planda oluşturduğu açılanma lordoz olarak adlandırılır. Erişkinlerde yaklaşık 30°lik lordoz açısı bulunur. Günlük hayatta bu açı ayakta dururken 10-15 derece artış gösterir, dik olarak oturulduğunda 20-35 derece azalmaktadır (Dolan ve diğ. 1988, ss.197-201). Eklem hareket açıklığı, eklem kapsülünün elastisitesi, intervertebral diskin sıvı içeriği, longitudinal ligamanların ve kasların elastikiyetine bağlıdır. Fasya ve longitudinal ligamanlar aşırı hareketi sınırlarlar. Lomber omurganın hareket açıklığı L5-S1 seviyesinde 45 derece fleksiyon, L4-L5 ve L5-S1 düzeyinde 30 derece ekstansiyon, L3-L4'de 20-30 derece lateral fleksiyon, 10 derece rotasyon yapmaktadır (Karataş 2016, ss. 161-176). Lomber bölgede fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri L1 seviyesinde 12-14 dereceyken, L5 seviyesinde 18 dereceye çıkmaktadır.

Lateral fleksiyon her segmentte yaklaşık 7-9 dereceyken, aksiyel rotasyon ise 3 derece kadardır. Omurganın, kompresif ve distraktif kuvvetlere dayanıklılığı önemlidir. Statik yüklenmeye karşı en fazla direnci dördüncü lomber vertebra cismi göstermektedir. Lomber vertebra cisimleri korteks sayesinde, kompresif kuvvetlere 5500 ila 8000 Newton aralığında direnç göstermektedir. Spongiöz kemiğin ise kompresif yüklenmeye direnci daha düşüktür. Distraktif kuvvetlere karşı en zayıf bölge omurga-son plak birleşimidir (Kazarian 1975, ss. 3-18, Panjabi ve diğ. 1992, ss. 299-306) (Şekil 2.8).

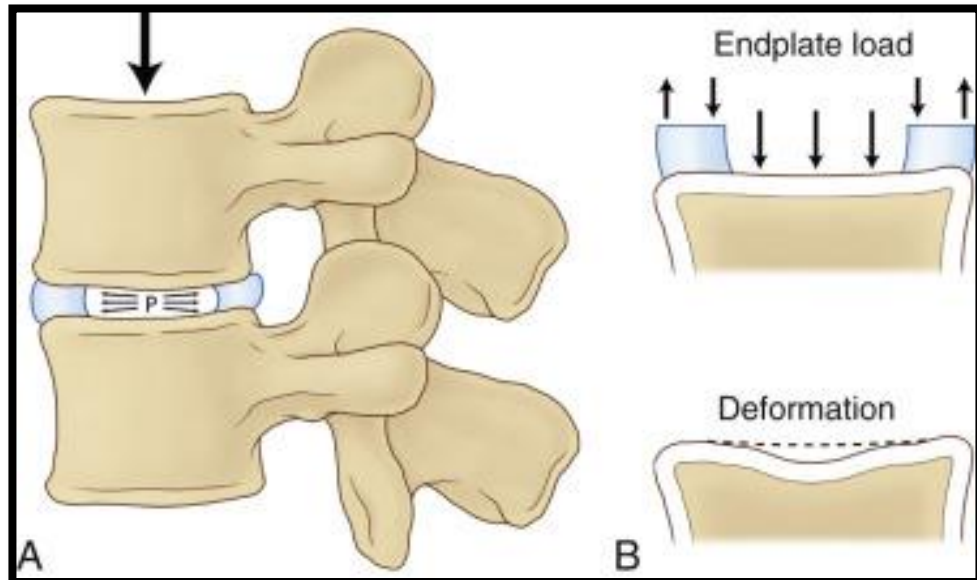
Fonksiyonel anlamda lomber omurganın en önemli hareketi fleksiyon ve ekstansiyondur. Gövdenin öne eğilmesi kalça ve omurga fleksiyonunun kombinasyonu sonucu olur. Omurga fleksiyonun ilk 50-60 derecesi lomber bölgenin özellikle alt segmentlerinde ortaya çıkmaktadır. Torakal bölge, göğüs kafesi ve faset eklemlerin yerleşimi nedeni gövdenin fleksiyonuna çok fazla katılamaz. Lomber bölgenin fleksiyonunda lomber lordoz terse döner. En fazla açısal hareket lumbosakral bileşkede gerçekleşir. Ancak dizler tam ekstansiyondayken gövdeyi öne eğerek parmakların yere değdirilmesi tek başına lomber omurga fleksiyonu ile mümkün değildir. Pelvisin sagittal düzlemde öne doğru rotasyona gelmesi gövdenin ek 25°lik fleksiyonu ile sonuçlanır. Gövde fleksiyonu sırasında lomber lordozun tersine dönmesi ve pelvisin rotasyonu arasındaki bu ilişki lumbo-pelvik ritim olarak isimlendirilir (Cailliet 1994).

Gövde fleksiyonunu abdominal kaslar ve psoas başlatır. Fleksiyon açısı arttıkça pelvisi stabilize etmek için posteriordaki kalça kasları da kasılır. Gövdenin öne eğilmesiyle birlikte lomber lordoz yavaş yavaş düzleşir, fleksiyonu kontrol etmek için erektör spina kasları eksentrik kasılır. Tam fleksiyonda erektör kaslar ve posterior ligamanlar hareketi sınırlarlar. Fleksiyondan tekrar ekstansiyona geçişte ise bu sürecin tersi söz konusudur. Pelvis posteriora rotasyon yapar. Sırasıyla hamstring, gluteal kaslar ve paraspinal kaslar aktive olurlar. Ekstansiyon artmaya devam ettikçe hareketin kontrolünü sağlamak için abdominal kaslar eksentrik kasılır (Oğuz 2004, ss. 1131-1171). Lateral fleksiyon açısı lomber bölgede 6° iken lumbosakral bölgede bu açı 3°dir. Hareketin kontrolünde abdominal kaslar, spinotransversal ve transversospinal kaslar aktif rol alır. Rotasyon ise kaudale gidildikçe azalır, alt lomberde 2° iken lumbosakral bölgede 5°dir. Faset eklemler, lomber bölgede yatay düzlem ile 80-90° açı yaptığı için fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine izin verir ancak lateral fleksiyon ve rotasyon üzerinde kısıtlayıcıdır.

Yapılan biyomekanik çalışmalar sonucunda faset eklemlerin lomber segmentte 3000 Newtonluk yük taşıma kapasitesi olduğu gösterilmiştir (Lamy ve diğ. 1975, ss. 215-231). Omurgada torsiyonel yüklenmelerin yüzde 45'i bilateral faset eklemler tarafından özellikle hiperekstansiyon pozisyonunda taşınmaktadır. Fakat disk dokusunun dejenerasyonuna bağlı olarak faset eklemlerin taşıdığı yük yüzde 70'lere kadar yükselebilmektedir (Adams ve Hutton 1980, ss. 358-362, Dunlop ve diğ. 1984, ss. 706-710). Lomber spinal ligamanlar en dayanıklıdan zayıfa doğru; ALL>PLL>LF>KL>ISL olarak sıralanır.

Lomber segmentlerin fleksiyonu sırasında ligamanlar yaklaşık yüzde 70 intervertebral diskler ise yüzde 30 oranında direnç oluşturur (Adams ve diğ. 1980, ss. 245-253, Myklebust ve diğ. 1988, ss. 526-531). Omurga üzerine gelen kuvvetlerin dağılımında sakral açının önemli yeri vardır. Açı 30° iken aksiyel yüklenmenin yüzde 80'i intervertebral disk yüzde 20'si en alttaki iki lomber vertebranın fasetleri ile taşınmaktadır. Lumbosakral açı 30 derece iken yüzde 40 olan makaslama kuvveti, açı 50 dereceye yükseldiğinde yüzde 75 seviyesine çıkmaktadır. Lomber lordozun artışı makaslama kuvvetinin de artışı ile sonuçlanmaktadır (Cailliet 1994).

Şekil 2.8: Disk üzerine gelen artmış yüklenmenin son plağa etkisi



Kaynak: Rothman-Simeone and Herkowitz's The Spine. Marras, William S.; Mageswaran, Prasath; Khan, Safdar N.; Mendel, Ehud. Published January 1, 2018. Pages 91-117. © 2018.

2.3 BEL AĞRISI

2.3.1 Bel Ağrısının Tanımı, Nedenleri ve Sınıflaması

Bel ağrısı, onikinci kosta alt sınırıyla inferior gluteal kıvrım arasındaki alanda ağrı, kas gerginliği ve katılık ile karakterize bazen bacak ağrısının da eşlik ettiği dünya nüfusunun çoğunu etkileyen ciddi klinik ve ekonomik kayıplara neden olan bir sağlık problemidir (Krismer ve van Tulder 2007, ss. 77-91). Kişilerin yaşam kalitesini düşürmenin yanı sıra tedavi masraflarında artışa neden olması ve iş gücündeki kayıp ile ekonomi üzerinde de olumsuz etki oluşturmaktadır. Kesitsel tarama sonuçlarına göre erişkinlerde görülme sıklığı yüzde 12-30, yaşam boyu prevalans ise yüzde 60-85'tir (Loney ve Stratford 1999, ss. 384-396, Krismer ve van Tulder 2007, ss. 77-91). Bel ağrısını etkileyen faktörler arasında kişinin demografik özellikleri, eğitim düzeyi, mesleği, psikolojisi, sosyal ortamı ve alışkanlıkları yer almaktadır. Kadın cinsiyet, bacak kaslarında güçsüzlük, ayakta kalma ve oturma süresinin uzaması, obezite ve sigara kullanımının bel ağrısı üzerinde olumsuz etkileri olduğu çalışmalarla bildirilmiştir (Bener ve diğ. 2014, ss. 227-236). Bel ağrısının etyolojisine bakıldığında etkileyen pek çok faktör olduğu görülür ve bu faktörlere göre sınıflandırıldığında idiopatik, mekanik, mekanik olmayan ve visseral olarak 4 gruba ayrılır. Hastaların yüzde 90'ında ağrının sebebini ortaya koyacak belirli bir etyolojik veya patofizyolojik faktör bulunmaz. Bu grup idiopatik bel ağrısı, orjini belirsiz bel ağrısı veya non spesifik bel ağrısı olarak adlandırılır (Koes ve diğ. 2006, ss. 1430-1434, Hazard 2007, ss. 59-68). Belde ağrı kaynağı olabilecek yapılar arasında intervertebral ligamanlar, annulus fibrozisi oluşturan dış fibriller, faset eklemler, vertebra periostu, paravertebral kaslar, fasya ve spinal sinir kökleri bulunur. Bu yapılarda görülen mekanik veya anatomik problemler, metabolik, enflamatuar, enfeksiyöz ya da neoplastik hastalıklar sonucunda oluşan ağrı durumu spesifik bel ağrısı olarak tanımlanır. Mekanik bel ağrıları ise primer olarak mikrotravmalar ya da majör bir travma sonucunda, sekonder olarak ise yaş ile birlikte spinal yapıların dejenere olması ya da doğumsal anomaliler sonucunda meydana gelir (Deyo ve diğ. 1992, ss. 760-765, Koes ve diğ. 2006, ss. 1430-1434, Hazard 2007, ss. 59-68). Mekanik kökenli bel ağrısı oturma, ayakta kalma gibi fiziksel aktivite ile şiddetlenir ve istirahat ile hafifler (Deyo 1993, ss. 2153-2162).

Spesifik olmayan bel ağrısı, 0-6 hafta devam ediyorsa akut, 6-12 ise subakut, 12 haftadan daha uzun süredir mevcutsa kronik olarak adlandırılır (van Tulder ve diğ. 2003, ss. 1290-1299). Mekanik nedene bağlı spesifik olmayan bel ağrıları çoğu hastada 12 haftalık süreç içinde iyileşmekte ancak yüzde 10 kadarı kronikleşmektedir (Underwood ve Dawes 1995, ss. 1074-1077).

Bel ağrının nedenleri arasında pek çok patoloji sayılabilir, bunlar Tablo 2.1'de özetlenmiştir.

Tablo 2.1: Bel ağrısı nedenleri

Kas İskelet Sistemi Kökenli Bel Ağrıları	Dejeneratif (Spondiloz, Spinal stenoz, Spondilolistezi, Diskopati, Faset eklem hastalıkları)
	İnflamatuvar (Ankilozan spondilit, diğer spondiloartropatiler)
	Metabolik (Osteoporoz, Osteomalazi)
	İnfeksiyöz (Brucella, Tüberküloz vb)
	Neoplastik (Hemanjiom, Nörofibrom, Multiple Myelom, Astrositom vb)
	Travmatik (Fraktür, Sprain, Strain, Dislokasyon, Koksigodini)
	Konjenital (Skolyoz, Spina Bifida vb)
Yansıyan Ağrılar	Visseral Hastalıklar (Ürogenital sistem hastalıkları, Gastrointestinal sistem hastalıkları)
	Vasküler (Abdominal Aort anevrizması, Renal arter embolisi)
	Retroperitoneal Kitleler (Retroperitoneal Fibrozis, Lenfoma)
Psikojenik Bel Ağrısı	

Kaynak: Musa Polat, Belgin Karaoğlan (2017) Bel ağrısına yaklaşım: Tanıdan tedaviye. Aralık 2017.

2.3.2 Bel Ağrısının Tarihi ve Epidemiyolojisi

İlk belgeleri milattan önce 1500'lü yıllara kadar uzanan bel ağrısı, insanlık tarihinde sağlığı tehdit eden problemler arasında yerini almıştır. 19. yüzyılda bel ağrısının nedenleri sorgulanmaya başlanmış ve 1911'de faset eklem problemlerinden kaynaklı, 1934'de de intervertebral disk bozukluğundan kaynaklı olabileceği ortaya konulmuştur. Schmorl, 1977'de fonksiyonel ünitenin tanımlamasını yapmıştır (Sarpel ve Doğru 2006, ss. 10-14). Gelişmiş ülkelerde bel ağrısının ömür boyu prevalansı yüzde 70'in üzerindedir (van Tulder ve diğ. 2006, ss. 169-191). Erişkinlerin yüzde 15'i yaşamın içinde herhangi bir zaman diliminde bel ağrısından şikayetçi olmaktadır (Krismer ve van Tulder 2007, ss. 77-91). Tepe prevalans değeri 35-55 yaşta, kadın ve erkekler arasında ise hemen hemen benzer gözlenmektedir. 1980'lerde kadın ve erkek arasındaki prevalans yaklaşık yüzde 30-40 olarak bildirilmişken günümüze gelindiğinde bu oranda hafif bir artış söz konusudur (van Tulder ve diğ. 2006, ss. 169-191, Bjorck-van Dijken ve diğ. 2008, ss. 864-869).

Bel ağrısı görülme sıklığı İsveç, Alman ve Belçika gibi yüksek gelirli toplumlarda Nijerya, Kuzey Çin, Endonezya'ya göre 2 ila 4 kat daha fazla bulunmuştur. Gelir düzeyi düşük olan ülkelerin kentsel nüfusunda kırsal nüfusa oranla daha sık görülmektedir (Volinn 1997, ss. 1747-1754). Yapılan bazı çalışmalar bel ağrısının 20 yaşında yaşam boyu prevalansının yüzde 70-80 lere çıkabildiğini, bel ağrısının erişkinler kadar çocuk ve gençlerde de görülen bir problem olduğunu ortaya koymuştur. Kız ve erkekler kıyaslandığında ise bel ağrısının kızlarda daha sık gözlendiği ve prevalansın yaşla arttığı gözlenmiştir (Jones 2005, ss. 312-316). Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre adolesan grubun yüzde 30'u yaşamları boyunca en az bir kez bel ağrısı şikayeti ile karşılaşmıştır (Feldman ve diğ. 2001, ss. 30-36).

Bel ağrısı epizodik bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Bunun sebebi ağrının tekrarlayıcı olması, bir başlayıp sonra kaybolup, birkaç ay veya yıl sonra tekrar ortaya çıkmasından kaynaklıdır (de Vet ve diğ. 2002, ss. 2409-2416).

2.3.3 Bel Ağrısında Risk Faktörleri

Bel ağrısı risk faktörleri net olarak anlaşılmamakla birlikte yapılan çalışma sonuçlarına bakıldığında esneme, itme, çekme gibi tekrarlayıcı hareketler, vibrasyon ve statik duruş en sık raporlanan faktörlerdir. Bunların yanı sıra yapılan çalışmalar obezite, gebelikte fazla kilo artışı, sigara kullanımı, fiziksel aktivitenin azalması, stres, depresyon, iş hayatındaki memnuniyetsizliğin de bel ağrısı açısından risk faktörü oluşturduğunu göstermektedir. 1999'da İsveç'te yapılan bir çalışmaya göre bel ağrısı prevalansı kadın cinsiyette yüzde 44.1, erkeklerde ise yüzde 37.8 bulunmuş, en yüksek prevalans 55-64 yaş grubunda gözlenmiş, orta veya ağır şiddette aktivite gerektiren işlerde çalışanlarda oturarak çalışanlara oranla 1.45 kat, ilköğretim mezunlarında üniversite mezunlarına oranla 1.50 kat, beden kitle indeksi 25 ve üzerinde olanlarda daha düşük olanlara oranla 1.28 kat ve sigara kullananlarda içmeyenlere oranla 1.23 kat daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Karababa 2010, ss. 1-7).

2.3.4 Bel Ağrısında Klinik Değerlendirme

Bel ve bacak ağrısının nedenleri arasında pek çok faktör sayılabilir. Mekanik kaynaklı ya da travma sonrası oluşabileceği gibi enfeksiyon, neoplazm gibi ciddi durumlardan da kaynaklanabilir. Tanı ve tedaviyi saptayabilmekte doğru bir şekilde alınmış hasta öyküsü ve fizik muayenenin yeri büyüktür (Oğuz 1992).

Öykü alımı: Hastanın demografik bilgileri yaşı ve mesleği sorulduktan sonra, ağrılı bölge, ağrının başlayış şekli, seyri, süresi ve ne sıklıkta olduğu, şiddeti, ağrının artmasını ve azalmasını sağlayan faktörler, yayılımı ve daha önce bu problem nedeniyle almış olduğu tedaviler sorulmalıdır. Bunların yanı sıra sistemik hastalıklar, soygeçmiş, kullanılan ilaçlar, sigara ve alkol alışkanlığı sorgulanmalıdır. Hastalar ağrılı bölgeyi sözel tanımlama sırasında hata yapabileceği için hastadan eliyle göstermesi ve sınırlarını belirtmesi istenmelidir (Nabiyev ve diğ. 2015, ss. 242–251). Ağrının yanında tutukluk, uyuşma, karıncalanma, kas kuvvetsizliği de şikayetlere eşlik edebilir, bunların varlığı ağrı kaynağını bulmaya yardımcı olmaktadır. Mekanik bel ağrısı gündüz fiziksel aktivite ile tetiklenir, istirahat ile rahatlar ve kısa sürer.

Spesifik bel ağrısında ağrının sebebi haftalar içinde kendini belli edebilir (Borenstein 1996, ss. 439-456). Ağrı gece istirahatte şiddetleniyor hareketle azalıyor, altta yatan neden romatizmal hastalıklar, enfeksiyon, tümör gibi daha ciddi bir patoloji olabilir. Bu patolojilerin varlığını saptamak ve tanı koymak için kullanılan araştırılması gereken bulgular kırmızı bayraklar olarak adlandırılır. Tablo 2.2’de özetlenmiştir (Leerar ve diğ. 2007, ss. 42-49). Hastanın ateş, gece terlemesi, ani kilo kaybı, sabah tutukluğu, kuvvet ve his kaybı, idrar ve dışkılama ile ilgili problemlerinin varlığı da sorgulanıp not edilmelidir (Nabiyev ve diğ. 2015, ss. 242–251). Tanı koymada önemli olan diğer bir soru da ağrının yayılımıdır, bacaklarda hissedilen uyuşma, his ve kuvvet kayıpları kök basısını düşündürür. L4 kök basısında ağrı uyluğun antero lateralinden dizin anterioruna doğru yayılırken; L5 kök basısında uyluk postero laterali, baldırın laterali, ayak dorsumu ve medial taraf parmaklara, S1 kök basısında ise uyluk ve baldır posteriorundan topuk ve ayak tabanına yayılım gözlenir. Kauda ekina sendromunda ise inkontinans ve eyer tipi anestezi görülür, acil müdahale gerektirir (Carragee ve Hannibal 2004, ss. 7-16, Indahl 2004, ss. 199-209). Hastalığın prognozu açısından stres, anksiyete, mesleki memnuniyet, aile ortamı ve hastanın beklentileri gibi psikososyal faktörlerin de değerlendirilmesi önem taşımaktadır (van Tulder ve diğ. 2002, ss. 761-775, Airaksinen ve diğ. 2006, ss. 192-300).

Fizik inceleme: Kemik yapı, eklemler, ligamanlar, sinir kökleri ve dura mater değerlendirilir. Postür analizi, eklem hareket açıklığı değerlendirmesi ve nörolojik muayene ile birlikte semptomları tetiklemek için provokatif manevralar uygulanır (Hoppenfeld 1976, Castro ve diğ. 2001, Magee 2002).

İnspeksiyon: Fizik muayene hastanın muayene odasına girdiği anda, yürüme paterni, ayakta ve oturma sırasındaki duruşunun değerlendirilmesi ile başlar. Fizik muayene sırasında hastanın soyunması vücudun statik ve kinetik özelliklerinin kaydedilmesi açısından önemlidir. Hastadan ayakları çıplak ve bitişik, dizleri tam ekstansiyonda vücut dik olacak şekilde durması istenir ve inspeksiyon ile muayene başlar.

Ciltte kızarıklık bulgusu enfeksiyon varlığını, orta hatta gözlenen cilt lekeleri altta yatan nöral veya mezodermal anomalileri, bel bölgesindeki anormal kıllanma ise spina bifida okültayı düşündürür. Bacak kaslarında atrofi ya da asimetri varlığı kaydedilir. Hasta lateralden analiz edildiğinde fizyolojik eğriliklerin artış veya azalışlarına bakılır.

Lomber lordozun azalması paravertebral kas spazmına bağlı olabileceken aşırı artması abdominal kas güçsüzlüğünden kaynaklanabilir. Hastanın posteriordan analizinde omuz asimetrisi, omurgada skolyoz varlığı ve pelvis pozisyonuna bakılır. Pelvis ve sakroiliak gamzeler aynı paralel düzlemde değilse bacak uzunluk farkından şüphelenilir gerekirse spina iliaka anterior superior ile medial malleol arasındaki mesafe ölçülerek sağ ve sol bacak uzunlukları kıyaslanır (Özdemir 2016, ss. 1669-1680).

Tablo 2.2: Bel ağrısında kırmızı bayraklar ve klinik anlamı

Kırmızı Bayraklar	Klinik Anlam
Yaş < 15	Doğumsal ve kazanılmış hastalıklar, spondilolistezis
Yaş > 55	Malignensi, patolojik fraktür, enfeksiyon
Travma	Fraktür
Ateş, titreme, yorgunluk, gece terlemesi, kilo kaybı	Malignensi, osteomyelit, abse, fraktür
Kanser öyküsü, HIV varlığı, steroid kullanımı, IV ilaç alımı, immünosupresyon	Malignensi, osteomyelit, abse, fraktür
Uyumsuz ağrı	Malignensi, osteomyelit, abse, fraktür
Üriner retansiyon, gaita inkontinans, eyer tipi anestezi, anal sfinkter kuvvetsizliği, bilateral nörolojik bulgular	Kauda ekina basısı
Spinöz çıkıntı hassasiyeti	Fraktür

Kaynak: Vugar Nabiyev, Selim Ayhan, Emre Acaroğlu (2015) Bel ağrısında tanı ve tedavi algoritması. Ağustos 2015

Palpasyon: Vertebra spinöz çıkıntıları, ligamanlar ve paravertebral kasların durumu değerlendirilir (Nabiyeve ve diğ. 2015, ss. 242–251). Hasta ayakta dik dururken hekim hastanın arkasında bir sandalyeye oturup lomber bölgeyi palpe eder.

Krista iliakaların üst noktasından çizilen hat lomber 4 ve 5. vertebralar arasındaki interspinöz aralıktan geçer. Spinöz çıkıntılar bu noktadan yukarı doğru başparmakla takip edilerek palpe edilir. Palpasyon sırasında komşu spinöz çıkıntılar arasında basamaklanma varlığı hissi spondilolistezisi düşündürür. En sık L4-L5 ve L5-S1 segmentleri arasında karşılaşılr. Spinöz çıkıntının palpe edilemeyip çukur hissedilmesi ise spina bifidayı düşündürmelidir. Spina iliaka posterior superiorları (SIPS) birleştiren hat sakral ikinci vertebradan geçer. Bu noktadan aşağı doğru inilerek sakrum, koksiss ve paravertebral kaslar palpe edilir. Siyatik sinir yüzeye yakın geçtiği noktalar gluteal bölge, gluteal kıvrım, uyluk arka bölgesi, popliteal bölgenin orta noktası, gastroknemius ve aşil tendonudur. Bu hattın palpasyonu ile siyatik ağrısı ile diğer bacak ağrısı yapan problemlerin kıyaslaması yapılabilir. Ayrıca periferik nabızlardan arteria dorsalis pedis ve arteria tibialis posteriorun palpasyonu da bacak ağrısının nedenini saptamada ipucu oluşturabilir (Oğuz 2011, ss. 12-16).

Hareket açıklığının değerlendirilmesi: Vertebralar arasındaki hareket genişliği intervertebral disk kalınlığıyla vertebraların eklem yüzeylerinin büyüklüğü ve açısına bağlıdır. L4-5 ve L5-S1 vertebralar arasındaki hareket genişliği, intervertebral diskin kalınlığı ve eklem yüzlerinin genişliği nedeniyle en fazladır (Hoppenfeld 1976, Castro ve diğ. 2001, Magee 2002). Lomber vertebral kolon 40-60 derece fleksiyon, 20-35 derece ekstansiyon, 15-20 derece lateral fleksiyon ve 3-18 derece rotasyon yapabilmektedir (Uzuner ve Uyar 2017, ss. 103-111). Fleksiyon değerlendirilirken, hastadan ayakta dik dururken dizlerini bükmeden el parmaklarını yere değdirmesi istenir. Parmakucu ve zemin arası mesafeye bakılır. Bu mesafe kadınlarda sıfır olabilirken, erkeklerde 10 santimetreye kadar normal sayılmaktadır. Fleksiyon esnasında ağrı ve kısıtlılık genellikle disk patolojilerini düşündürür. Ekstansiyon değerlendirilirken ise hekimin eli hastanın sakrum ve göğsündedir ve hastadan geriye doğru gövdesini eğmesini ister. Ekstansiyon sırasında hissedilen ağrı ve kısıtlılık arka elemanların ve faset eklem patolojisini düşündürmektedir (Oğuz 2011, ss. 12-16).

Nörolojik muayene: Lumbal omurga patolojilerinde etkilenimi ile en sık karşılaşılan kökler L4, L5 ve S1 kökleridir. L4 sinir kökünün motor gücünde azalma sonucu topuk üzerinde yürüyememe görülür.

L5'in dermatom alanı alt bacağın laterali ve ayak sırtının medialidir. Refleksi yoktur. Kas gücü muayenesi için ekstansör hallusis longus test edilir. S1'in kutanöz innervasyonu ayak sırtının laterali ve ayak tabanıdır, lezyonlarında aşıl refleksi test edilir. Kas gücü için ayağın plantar fleksiyonuna bakılır. Nörolojik muayene klonus ve derin duyunun değerlendirilmesi, patolojik ve yüzeysel reflekslerin incelenmesiyle bitirilir. Alt ekstremitede akut bilateral oluşan refleks kaybı kauda ekina sendromunu işaret eder. Ayrıca omurga ve pelvis stabilitesinde rol aldıkları için karın ve sırt kaslarının, gluteus maksimus, gluteus medius ve diğer kalça abduktorlarının da kas gücü değerlendirilmelidir (Oğuz 2011, ss. 12-16).

Özel testler:

- a) Düz bacak kaldırma testi: Sırtüstü pozisyonda hastanın bacağı tam ekstansiyonda tutularak kalçadan fleksiyona getirilir. Normalde 90 dereceye kadar ağrı ve hareket kısıtlılığı beklenmez ancak hasta 90 derecenin altında ağrı nedeniyle testi durdurursa test pozitif olarak kabul edilir (Oğuz 2011, ss. 12-16).
- b) Laseque testi: Düz bacak kaldırma testi sırasında hasta siyatik sinir gerilmeden önce bacak arkasında gerginlik tarif eder, hamstring kısalığı nedeniyle testi durdurabilir. Laseque testi ile düz bacak germe testi sırasında ağrının başladığı noktanın hafifçe aşağısına inilip ayakbileği dorsifleksiyona getirilir. Eğer bacağı ağrı yayılımı olursa siyatik sinir irritasyonunu ifade eder. Hamstring kısalığı ve siyatik sinir irritasyonunun birbirinden net ayrımında kullanılmaktadır (Özdemir 2016, ss. 1669-1680).
- c) Femoral sinir germe testi: Yüzüstü pozisyonda diz fleksiyondayken kalça pasif olarak hiperekstansiyona getirilir. Ağrı oluşması L2-L4 kök basısının bir göstergesidir.
- d) Pelvik kompresyon testleri: Sırtüstü pozisyonda yatan hastanın spina iliaka anterior süperiorları üzerinden basınç uygulanır. Sakroiliak eklemden ağrı hissedilmesi sakroiliit düşündürür.
- e) Gaenslen Testi: Sakroiliak ve lumbosakral lezyonlarında ayrımında kullanılır. Hasta yatak kenarında sırtüstü uzanır, diz ve kalçasını fleksiyona alarak bacaklarını karnına çeker. Sonrasında yatak kenarındaki bacağı yataktan aşağı doğru sarkıtır.

Ağrı oluşması test edilen taraf sakroiliak eklem patolojisini düşündürür (Özdemir 2016, ss. 1669-1680).

f) Schober Testi: Hasta ayakta dik olarak dururken S1 spinöz çıkıntı ve kranyale doğru 10 santimetre üzeri işaretlenir.

Sonrasında hastaya gövdesini öne eğerek dizlerini bükmeden yere değmeye çalışması söylenir. Son noktaya ulaşıldığında işaretlenmiş iki nokta arası mesafe ölçümü tekrarlanır. Mesafenin en az 5 cm artması testin normal olduğunu gösterir. Bunun altındaki ölçümler testi pozitif kılar. Ankilozan spondilit tanısında önemli bir testtir (Oğuz 2011, ss. 12-16).

Vücut Düzgünlüğünün Analizi: Vertebral kolonun lateralden yapılan analizi ile lordoz, kifoz, kifolordoz, yuvarlak sırt ve düz sırt varlığı değerlendirilir. Lordoz, lumbal konkavitenin aşırılaşmasıdır ve genellikle anterior pelvik tilt, zayıf abdominal kaslar, kısalmış kalça fleksörleri ve lumbal ekstansörleri eşlik eder. Pelvik tilt değerlendirmesi bir çift kaliper üzerine yerleştirilen elektrogonyometre veya gravite gonyometreyle yapılır. Pelvik inklinasyon açısının artması anterior pelvik tilt, azalması ise posterior pelvik tilt olarak tanımlanır. Ölçümde palpasyon da kullanılabilir. Anterior pelvik tiltte spina iliaka anterior süperiorların seviyesi spina iliaka posterior superiora göre oldukça aşağıda iken, posterior pelvik tiltte tam tersi durum söz konusudur (Otman ve Köse 2013).

2.3.5 Bel Ağrısında Tanısal Çalışmalar

Görüntüleme Tetkikleri: Direkt radyografi, bel ağrısı tetkikleri arasında basit ve ucuz olması nedeni en sık tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Kırık, deformite gibi bulguların saptanmasında yeterli yere sahipken, kemik yıkımının eşlik ettiği enfeksiyon ve tümör olgularında ise yetersiz kalmaktadır. Akut bel ağrısı şikayeti ile başvuran hastada kırmızı bayraklara dair bulgu yok ise görüntüleme şart değildir.

Kesitsel görüntüleme tetkikleri arasında bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR) görüntüleme yer almaktadır.

BT, ince kemik ayrıntılarını göstermede üstün iken, MR intervertebral disk bozukluğu, kemik iliği lezyonları, kaslar ve ligamanlara bağlı hastalıkların ortaya konulması, neoplazmların saptanması, eski veya yeni oluşmuş osteoporotik kırıkların ayrımı, patofizyolojik değişikliklerin belirlenmesinde kullanılır. MR tanıda altın standart olup, kırmızı bayrak varlığında, ilerleyici nörolojik kayıp gözlenen olgularda, konservatif tedaviye 6 haftadan uzun süredir yanıt vermeyen durumlarda endikedir.

Kesitsel görüntüleme yöntemleri invaziv girişimlerde, cerrahi öncesi anatomik yapının belirlenmesinde, uygulanacak müdahalenin ne derece gerekli olduğunun ortaya koyulmasında da kullanılmaktadır (Nabiyev ve diğ. 2015, ss. 242–251).

Laboratuvar testleri: Kırmızı bayrakların varlığında bel ağrısının nedenini bulabilmek adına hastadan laboratuvar testlerinden lökosit sayımı, eritrosit sedimentasyon hızı, CRP, gerekiyorsa spesifik tümör belirteçleri istenebilir (Nabiyev ve diğ. 2015, ss. 242–251).

Elektrofizyolojik Çalışmalar: Lumbosakral radikülopati varlığında elektrofizyolojik çalışmalar kök basısı, bası şiddeti ve süresinin tayininde kullanılmaktadır.

Elde edilen veriler görüntüleme tetkiklerinin sonuçlarıyla ve klinik bulgular ile karşılaştırılarak aralarında tutarsızlık olup olmadığına bakılır. Bunun yanında sinir iletim çalışmaları L5 kök basısı varlığında, peroneal sinir paralizisi ya da lumbosakral pleksopatinin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır. Elektromiyografik değişiklikler sinir hasarını takiben gelişmekte, olup takip eden bir yıl içinde değişmeme ihtimali de bulunmaktadır (Iwasaki ve diğ. 2014, ss. 145-149).

2.3.6 Bel Ağrısında Konservatif Tedavi Yöntemleri

İstirahat: Yatak istirahati yalnızca akut dönemde bel üzerindeki aksiyel yüklenmeyi azaltmak amacıyla kısa süreli tavsiye edilmektedir. İdeal pozisyon diz ve kalça ekleminin fleksiyonda olduğu fetal pozisyon olup sırtüstü yatışta dizler altına birkaç yastık konularak iliopsoas ve hamstringlerde gevşeme sağlanır. Yan yatışta ise yastık dizler arasına konularak fetal pozisyon sağlanır. Oturma ile sırtüstü pozisyon kıyaslandığında sırtüstü intradiskal basınç en azdır.

İki haftanın üzerindeki yatak istirahatinin kondüsyon kaybının yanı sıra paravertebral kas atrofisi, osteoporoz, tromboemboli ve kardiyovasküler komplikasyonlara neden olabileceği bildirilmiştir (Polat ve Uçkun 2018, ss. 185-189). Mutlak yatak istirahati sonucunda kas gücünde günde yüzde 1-3, haftada yüzde 10-15 kayıp oluşmaktadır. Bu yüzden yatak istirahat süresinin kısa tutulup, kişinin yavaş yavaş günlük aktivitesini devam ettirmesinin iyileşme üzerinde daha olumlu etki sağladığı gösterilmiştir (Hagen ve diğ. 2005, ss. 542-546). Yatak istirahati verilecek ise iki gün ile sınırlandırılmalı, fiziksel aktiviteyi arttırmaya yönelik kişiye özgü program oluşturulmalı ve ergonomik prensipler konusunda hasta bilgilendirilmelidir (Nabiyev ve diğ. 2015, ss. 242–251).

İlaç tedavisi: Bel ağrılı hastalarda asetaminofen ve nonsteroid anti inflamatuvar ilaçlar başta olmak üzere kas gevşeticiler ve opioid analjezikler terapötik ve suboptimal doz sıklıkla tercih edilmektedir. Nonsteroid anti inflamatuvar ilaçlar akut ve kısa süreli semptomları rahatlatmada başarılıdır ancak kronik bel ağrısındaki etkisinin spinal manipülasyon, fizyoterapi ajanları ve yatak istirahatinden daha üstün olmadığı çalışmalarla gösterilmiştir (Mordeniz and Sıvacı 2010, ss. 43-54).

Ortezler: Omurgaya destek olarak, lordozun korunmasını, intraabdominal basıncın değişmesini, ağrıya sebep olabilecek hareketlerin engellenmesini sağlayan ve ısıtıcı etkisi olan ortopedik araçlardır. Plastik ve çelik balenli korseler intraabdominal basıncı arttırarak omurgaya binen yükü azalttıkları için en sık tercih edilen ortezlerdir. Çelik balenler hastanın postürünü idame etmesini sağlarken intradiskal basınçta yaklaşık yüzde 30 oranında azalma meydana getirir. Ancak uzun süreli kullanıma bağlı karın ve sırt kaslarında atrofi oluşabileceği için ağrı azaldıktan sonra korse çıkarılıp egzersizlere başlanmalıdır (Kramer 1990).

Egzersiz: Bel ağrısının tedavisinde egzersiz vazgeçilmezdir. Egzersiz programı kuvvet, endurans, aerobik zindelik, esneklik ve koordinasyon olmak üzere pek çok parametre ile çeşitlendirilebilir (Kuukkanen ve Malkia 2000, ss. 192-202). Aerobik egzersizler, endorfin düzeyi ve mekanoreseptörlere etki ederek doku iyileşmesini hızlandırır ve akut ağrıyı azaltmada etkili olabilmektedir. Bu nedenle birçok prospektif çalışmada bel ağrısı ile aerobik zindeliğin ilişkisi araştırılmıştır (van Tulder ve diğ. 2000).

Bel ağrısına bağlı olarak aktivite düzeyi düşmekte ve dolayısıyla aerobik zindelik olumsuz etkilenmektedir. Bu olumsuz etkilenim sonucunda kronik durumlarda kardiyovasküler açıdan risk oluşturmakta ve iş kapasitesinde düşüşe yol açmaktadır. Bu nedenle bel ağrısı rehabilitasyonunda aerobik egzersiz en önemli unsurlardan biridir. Ülkemizde düzenli egzersiz alışkanlığı ve bel koruma yöntemleriyle ilgili eğitimler çok düşük seviyededir. Hastaların çoğu semptomlar şiddetlenmedikçe sağlık kuruluşlarına başvuruda bulunmamaktadır (Çerezci ve diğ. 2011, ss. 144-157). Hastalar için oluşturulan egzersiz programlarının rahat anlaşılır ve uygulanabilir olması, düşük yoğunlukta başlayıp seviyesinin zamanla artırılması ve egzersizlerin uygulamalı gösterilmesi gerekmektedir. Egzersiz programının amaçları arasında ağrıyı azaltmak, zayıf kasları güçlendirmek, gergin kasları esnetmek, spinal yapılar üzerindeki mekanik stresi azaltmak, hipomobil segmentleri hareketlendirip hiperomobil segmentleri stabilize etmek sıralanabilir (Çerezci ve diğ. 2011, ss. 144-157). Yapılan birçok araştırma semptom göstermeyen bireylerle kıyaslandığında bel ağrılı bireylerin sırt ekstansör ve fleksörlerinin kas gücü bakımından düşük olduğunu, bu kasların kuvvetli ve aerobik zindeliğin yüksek olmasının travmaya bağlı kas iskelet sistemi hasarlarını minimuma indirdiğini göstermektedir (Eryavuz ve Akkan 2003).

Kor stabilizasyonu ve güçlendirilmesi 1980'lerde araştırmalara konu olmuştur (Hibbs ve diğ. 2008, ss. 995-1008). Bu egzersizlerin amacı gövde stabilitesini ve aerobik kapasiteyi arttırmaktır. Nötral pozisyonu bulmak ve devamlılığını sağlayabilmek bel ağrısı, disk herniasyonu ve hastaların operasyon sonrası rehabilitasyonunda ligaman, tendon ve eklem gerginliğini, disklere ve faset eklemlere binen yükü azaltmak, fonksiyonel stabiliteyi arttırmak için kullanılmaktadır (Özcan ve Ketenci 2002, ss. 187-192). Nötral pozisyonu bulabilmek için kişiden sırtüstü uzanıp, dizlerini semifleksiyona getirip her iki ayağa eşit basması istenir. Lomber lordozunu pelvisi öne getirerek arttırması, pelvisi arkaya götürerek iyice azaltması istenir ve sonrasında tam orta noktada ağrısız, karın kaslarının gergin ve bel çevresinin adeta korse ile sarılı hissedildiği pozisyonu bulması sağlanır. Hastaya sırtüstü nötral pozisyonu bulma öğretildikten sonra emekleme pozisyonunda ve ayakta da korseleme öğretilir. Sonrasında tüm bu pozisyonlarda kalça ve omuz kavşağının dahil edildiği kuvvet ve koordinasyona yönelik egzersizlere geçilir.

Disk herniasyonunda ve radikülopatinin eşlik ettiği olgularda yapılan kontrol grubu olmayan çalışmalarda egzersiz uygulanan hastaların günlük yaşam aktivitelerine dönme oranı yaklaşık yüzde 90 bulunmuştur. Kronik bel ağrılı hastalarda etkinliği gösterilmiş karın ve sırt kaslarının güç, endurans ve esnekliği üzerinde etkili egzersizlere ağrı kontrol altına alındıktan sonra yavaş yavaş başlanmalı ve yoğunluğu giderek arttırılmalıdır (Çerezci ve diğ. 2011, ss. 144-157).

Fizik Tedavi Modaliteleri: Bel ağrısı rehabilitasyonunda fizik tedavi modalitelerinden hangisinin daha etkin olduğu konusunda yeterli randomize kontrollü çalışma bulunmamaktadır ancak genellikle tedavide egzersiz ile birlikte kombine edilmektedir (Alkan ve Ardiç 2011, ss. 75-84).

- a) Yüzeysel ısı uygulamaları: Yüzeysel ısıtıcı yöntemler hotpack, infraruj ve hidroterapidir. Ağrı ve kas spazmını rahatlatıcı, doku iyileşmesini hızlandırıcı etkiye sahiptirler. Ağrı, ödem ve enflamasyon varlığında ise yüzeysel soğuk uygulamalardan cold pack, buz masajı ve soğutucu sprey tercih edilebilir (van Middelkoop ve diğ. 2011, ss. 19-39).
- b) Derin ısı uygulamaları: Kaslar, kemik ve ligamanlar gibi derin dokuların dolaşımı, doku iyileşmesi ve ağrı üzerinde etkili olan uygulamalar arasında teröpatik ultrason, kısa dalga diatermi ve mikrodalga diatermi bulunmaktadır (Özcan ve Ketenci 2002, ss. 187-192). 2010 yılında kronik bel ağrılı hastalar üzerinde yapılan randomize plasebo kontrollü çalışmanın sonucuna göre hotpack ve egzersiz tedavisi yanında terapötik ultrason uygulanmasının hastaların ağrı, yaşam kalitesi, fonksiyon ve depresyon üzerindeki olumlu etkisinin daha fazla olduğu gösterilmiştir (Durmuş ve diğ. 2010, ss. 82-87).
- c) Elektroterapi uygulaması: Transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), enterferansiyel akım ve diadinamik akım doku üzerinde analjezik etkiye sahiptir. İçlerinde en sık kullanılan modalite olan TENS, medulla spinalis düzeyinde ağrının üst merkezlere ulaşmasını engeller ve kapı kontrol mekanizması ile analjezik etki sağlar (Chou ve diğ. 2007, ss. 492-504). 2008'de yapılan Cochrane derlemesi sonuçlarına bakıldığında TENS'in kronik bel ağrısında ağrıyı azaltmadaki etkinliğinin açık olmadığı ve fonksiyonel iyileşmede etkisiz olduğu güçlü kanıt düzeyinde bildirilmiştir (Khadilkar ve diğ. 2008).

Nöromuskuler elektrik stimülasyonu (NMES), motor sinirlerin eksitasyonu sonucunda kasta kontraksiyon oluşturmak için kullanılır. İstemli kontraksiyonda tip 1 kas liflerini innerve eden motor nöronlar, tip 2 liflerini innerve eden daha büyük motor nöronlardan önce aktive olmaktadır. NMES ise daha fazla oranda tip 2 lifini uyarır (Ozdinler 2014). NMES'in bel ağrısına etkisi ile ilgili Cochrane derlemesi bulunamamıştır. Ancak 2010 yılındaki Cochrane derlemesinde total diz protezi yapılan hastalarda quadricepsi güçlendirmek için egzersize ek NMES uygulanan grupta yalnız egzersiz uygulanan gruba kıyasla quadriceps kas aktivitesinin daha fazla olduğu ancak maksimum istemli izometrik tork ve enduransta anlamlı fark olmadığı gösterilmiştir (Monaghan ve diğ. 2010).

- d) Düşük güçlü lazer tedavisi: Düşük güçlü lazer uygulaması fibroblast sentezini uyararak konnektif doku onarımı sağlar, prostoglandin sentezini azaltarak inflamasyon üzerinde olumlu etki gösterir (Kreiser ve diğ. 2002, ss. 365-369). 2008 yılındaki Cochrane derlemesine göre mekanik bel ağrılı hastalarda plasebo ile kıyaslandığında ağrı üzerinde azaltıcı etkisi olduğuna dair yüksek kanıt düzeyi, fonksiyona etkisi ise orta kanıt düzeyindedir (Yousefi-Nooraie ve diğ. 2008).

3. VERİ VE YÖNTEM

3.1 OLGULAR

Bu çalışma, Koç Üniversitesi Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bölümü'ne bel ağrısı şikayeti ile başvuran, hikaye ve fizik muayene sonucu kronik bel ağrısı teşhisi konulan çalışmaya katılması konusunda bir engel görülmeyen 30 kişi üzerinde yapıldı. Değerlendirme sonrasında çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan kişilere aydınlatılmış onam formu okutuldu (Bkz. Ek 1). Hastaların yazılı ve sözlü izni alınarak aydınlatılmış onam formu imzalatıldı. Çalışmanın yapılabilmesi için Koç Üniversitesi Etik Kurulu'ndan 20.09.2018 tarihli 2018.174.IRB1.022 numaralı izin ve onay alındı (Bkz. Ek 2). Çalışma için ilk hasta 16.10.2018 tarihinde alındı, son hastanın seansları 8.10.2019 tarihinde tamamlandı. Çalışmanın clinical trials numarası NCT04119895'tir.

3.1.1 Olguların Seçimi

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 18 yaş ve üzeri olan,
- Ağrı skoru nümerik ağrı skalasına göre 10 üzerinden ≥ 3 olan,
- Ağrı şikayeti 3 aydan uzun süredir devam eden,
- BKİ < 32 kg/m²
- Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar

Çalışmadan dışlanma kriterleri:

- Geçirilmiş lomber cerrahi öyküsü olan,
- Radikülopatisi olan,
- Mekanik olmayan bel ağrısına sahip olan,
- Akut bel ağrısı problemi olan hastalar

3.2 YÖNTEM

3.2.1 Çalışma Planı

Bu çalışma, 3 aydan uzun süredir devam eden bel ağrısı yakınması olan hastalarda kor stabilizasyon egzersizleri ile birlikte uygulanan NMES uygulamasının ağrı, özürülük düzeyi, abdominal ve lumbal kas kalınlıklarına etkisini seans öncesi ve 12 seanslık tedavi sonunda karşılaştırmak amacıyla yapıldı.

30 kronik bel ağrılı hasta bilgisayarlı rastgele sayılar yöntemine göre NMES grubu ve kontrol grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı. Olgu akış diyagramı şekil 3.1'de verilmiştir.

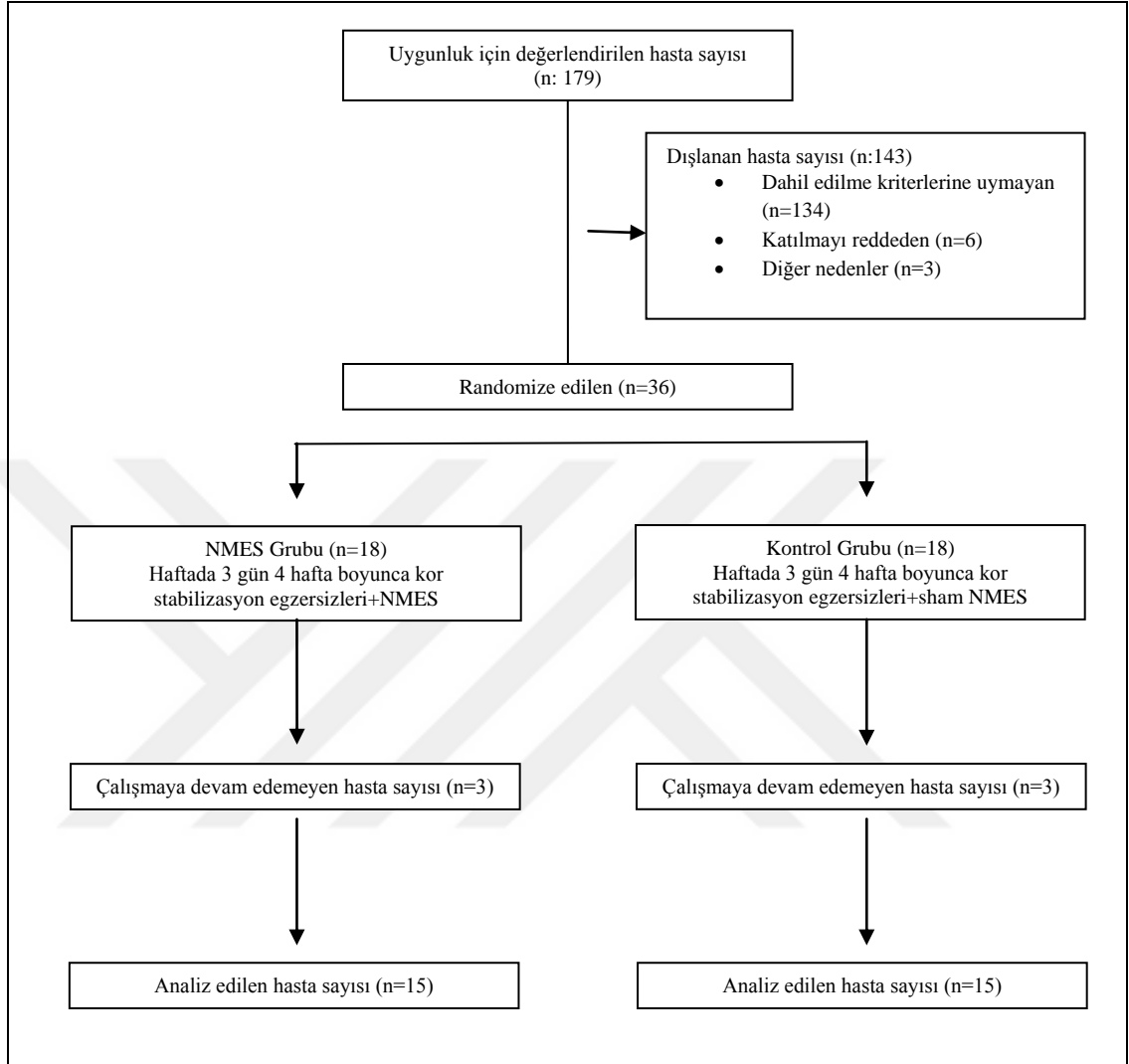
1. Grup: NMES grubu (15 kişi; 12 kadın, 3 erkek)
2. Grup: Kontrol grubu (15 kişi; 11 kadın 4 erkek)

Çalışmaya alınan her iki gruptaki hastaların tedavi öncesi hekim tarafından öykü ve fizik muayeneleri yapılarak ultrasonografi ile kas kalınlığı ölçümü yapıp Bel Ağrısı Değerlendirme Formu doldurması istendi. Hastalar haftada 3 gün olmak üzere 4 hafta boyunca 35 dk programa alındı. NMES grubundaki hastalara NMES tolere edebildikleri maksimum akım yoğunluğunda ayarlanıp egzersizler akım eşliğinde çalışılırken, kontrol grubundaki hastalara akım kontraksiyon oluşturmayacak minimum düzeyde ayarlanıp aynı egzersiz programı uygulandı. 4 haftanın sonunda hastalar tekrar hekim tarafından muayene edilerek ultrasonografi ile kas ölçümü yapıldı ve değerlendirme formu doldurtuldu.

3.2.2 Değerlendirme

Tüm hastaların seans öncesi ve 12 seans tedavi bitiminde olmak üzere toplam iki kez değerlendirmesi yapıldı. Değerlendirme yöntemi olarak; Bel Ağrısı Değerlendirme Formu, ultrasonografi ile kas kalınlığı ölçümü, Vizüel Analog Skala ile ağrı düzeyi sorgulama, Oswestry Özürülük İndeksi ile özürülük derecesini belirleme, Nottingham Sağlık Profili ile yaşam kalitesini değerlendirme kullanıldı.

Şekil 3.1: Olgu akış diyagramı



3.2.2.1 Tanımlayıcı Bilgiler

Hastaların cinsiyet, yaş, meslek, boy, kilo, eğitim durumu, kullandıkları ilaç, geçirilmiş ameliyat, ek hastalık bilgileri ve genel şikayetleri bu çalışma için hazırlanan "Bel Ağrısı Değerlendirme Formu" na kaydedildi (Bkz. Ek 3).

3.2.2.2 Ağrı Değerlendirilmesi

Hastaların ağrı şiddetini değerlendirmek için "Bel Ağrısı Değerlendirme Formu" içerisinde yer alan Visual Analog Skala (VAS) kullanıldı (Bkz. Ek 3).

Hastadan başlangıç noktası 0= hiç ağrı yok, 10= hayatta olabilecek en şiddetli ağrı olmak üzere 10 santimetrelik çizgi üzerinde ağrı şiddetini en iyi ifade eden noktayı işaretlemesi istendi. Başlangıç çizgisi ile işaretlenen nokta arasındaki mesafenin santimetre cinsinden değeri ölçülerek ağrı skoru hesaplandı (Ohnhaus ve Adler 1975, ss. 379-384). Kronik bel ağrısında VAS'daki minimum klinik anlamlı değişim en az 20 mm'dir (Ostelo ve de Vet 2005, ss. 593-607).

3.2.2.3 Özürlülüğün Değerlendirilmesi

Hastaların özürlülük düzeyini belirlemek için "Bel Ağrısı Değerlendirme Formu" içerisinde yer alan Oswestry Özürlülük İndeksi (OÖİ) kullanıldı (Bkz. Ek 3).

Türkçe geçerlik ve güvenilirliği 2004 yılında gösterilmiş olan OÖİ, 10 maddeden oluşmaktadır (Yakut, Duger et al. 2004). Ağrı şiddeti, kendine bakım, yük kaldırma- taşıma, yürüyüş, oturma, ayakta durma, uyku, ağrının değişme derecesi, yolculuk ve sosyal hayatı sorgulayan maddelerin altında altı ifade vardır ve hastalardan kendilerine en uygun olanı işaretlemesi istenir. İlk ifade "0", altıncı ifade "5" olarak puanlanır. Toplam puan hesaplandığında iki ile çarpılır ve yüzde olarak söylenir. Maksimum puan "100", minimum puan "0"dır. Toplam skor arttıkça özürlülük düzeyi de artmaktadır (Fairbank ve Pynsent 2000, ss. 2940-2952). Kronik bel ağrısında OÖİ'deki minimum klinik anlamlı değişim en az 10 puandır (Ostelo ve de Vet 2005, ss. 593-607).

3.2.2.4 Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi

Hastaların yaşam kalitesi "Bel Ağrısı Değerlendirme Formu" içerisinde yer alan Nottingham Sağlık Profili (NSP) ile belirlendi (Bkz. Ek 3). Anket 38 maddeden oluşur ve sağlık durumu ile ilgili enerji, ağrı, emosyonel reaksiyonlar, uyku, sosyal izolasyon ve fiziksel aktivite olmak üzere altı boyutu değerlendirir. Enerji ile ilgili 3, ağrı ile ilgili 8, emosyonel reaksiyonlar ile ilgili 9, uyku ile ilgili 5, sosyal izolasyon ile ilgili 5, fiziksel aktivite ile ilgili 8 soru bulunmaktadır. Sorulara evet veya hayır şeklinde cevap verilir. Her bir alt boyuttaki soruların ağırlıklı bir değeri vardır ve her biri için 0-100 arası puanlama yapılır. 0 en iyi sağlık durumunu, 100 en kötü sağlık durumunu gösterir.

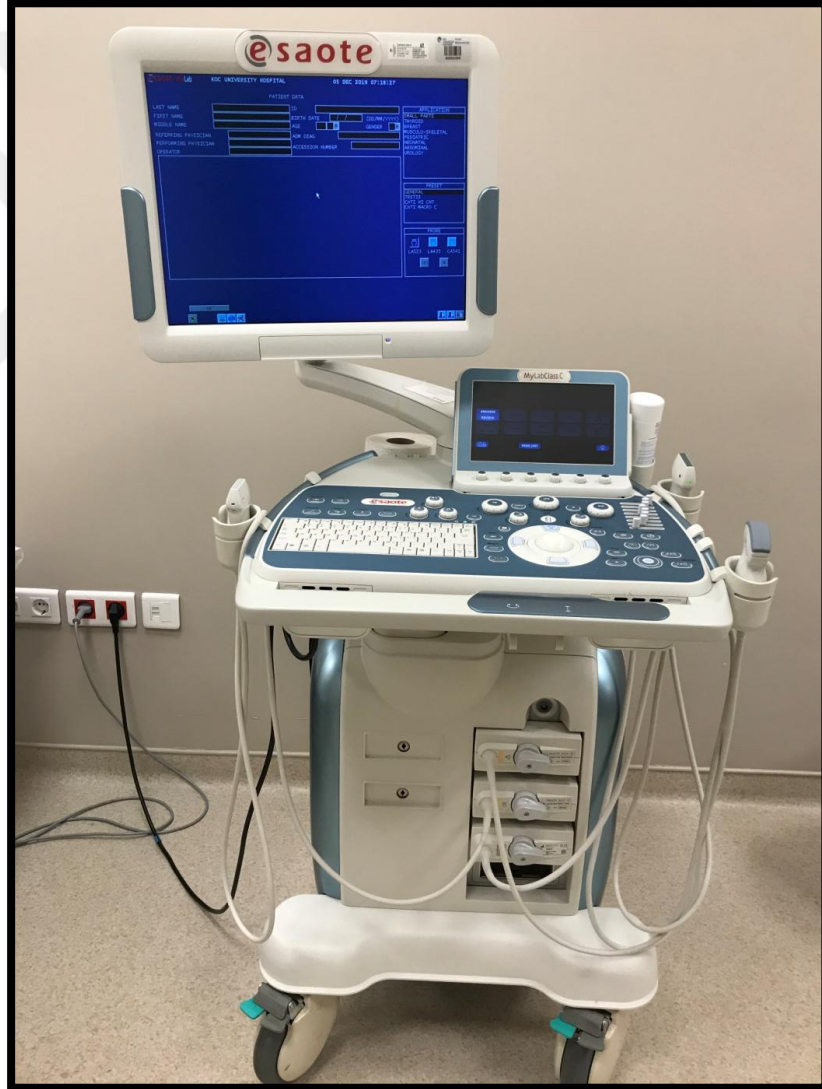
Toplam skor her bir alt boyuttan alınan puanların toplamıdır (Hunt ve diğ. 1981, ss. 221-229). Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği 2000 yılında gösterilmiştir (Kucukdeveci ve diğ. 2000, ss. 31-38).

3.2.2.5 Ultrasonografi

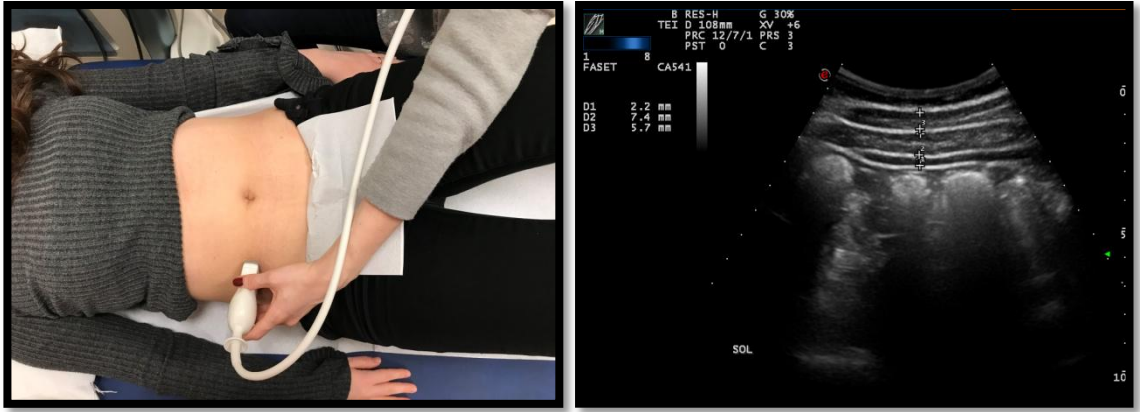
Ultrasonografik görüntüleme hem klinisyen hem de hastanın kas kalınlığındaki değişiklikleri gözlemlemesine izin veren, invazif olmayan bir yöntemdir. Ultrasonun kas geometrisindeki değişiklikleri ölçmek için güvenilir ve geçerli bir teknik olduğu gösterilmiştir (Teyhen ve diğ. 2005, ss. 346-355). Transversus abdominus ve lumbal multifidusun ultrasonografi ile değerlendirilmesinde literatürde yer alan çalışmalar incelendi (Gnat ve diğ. 2012, ss. 1508-1515, Hosseinifar ve diğ. 2015, ss. 354-361, Kim ve diğ. 2017, ss. 954-958). Esaote MyLab Class C ultrason cihazı ile hastalar yüzüstü pozisyonda iken lumbal multifidus kasının alanı ve kalınlığına, sırtüstü pozisyonda iken eksternal oblik, internal oblik ve transversus abdominus kaslarının kalınlığına konveks prob (CA 541, B-mode, frekans 5 MHz) ile bakıldı (Şekil 3.2). Abdominal kas görüntülemesi ve ölçümü katılımcılar sırtüstü, ayak tabanı yatağın üzerinde diz 90 derece kalça yaklaşık 45 derece fleksiyonda yatarken yapıldı. Göbek deliğinden laterale doğru çizilen horizontal bir çizgi ile anterior superior iliak spinadan kranyale doğru çizilen vertikal çizginin kesişim noktasına konveks probun mediali gelecek şekilde yerleştirildi. Transversus abdominusun medial fasyası, görüntünün medialinde olacak şekilde ve transversus abdominus, internal oblik ve eksternal oblik kaslar iyi görünecek şekilde prob transvers olarak yerleştirildi. Solunumun etkisini ortadan kaldırmak için görüntü ekspiryumun sonunda alındı. Ölçümler sağ ve sol için tekrarlandı. Elde edilen görüntülerde transversus abdominus, internal oblik ve eksternal oblik kas kalınlıkları, kasın en kalın olduğu bölgeden ölçüldü. Lumbal multifidus görüntülemesi ve ölçümü, katılımcılar yüzüstü yatarken lomber lordozu minimize etmek için karın altına yastık yerleştirilerek yapıldı. L3, L4 ve L5 spinöz prosesler palpasyonla bulunarak işaretlendi ve sonrasında sakrum referans alınarak konveks prob ile sagittal planda görüntüleme teyit edildi. Multifidus kas kalınlığı ölçümü için L3, L4, L5 spinöz prosesler tek kesitte görünecek şekilde prob longitudinal yerleştirilip sonra hafif laterale doğru ilerletilirken mediale tilt yapıldı ve faset eklemler görüntülendi.

Solunumun etkisi ortadan kaldırmak için görüntü ekspiryumun sonunda alındı. Multifidus kas alan ölçümü için ise her vertebral düzeyde konveks prob transvers şekilde yerleştirilip her iki multifidus tek ekranda olacak şekilde görüntü alındı. Hastayı muayene eden hekim ultrason değerlendirmesine katılmadı. Tedavi öncesi ve 12 seanslık tedavi sonunda ultrasonografik ölçüm aynı hekim tarafından yapıldı. Ultrason değerlendirmesini yapan hekim hastaların hangi gruba randomize edildiği konusunda kördü.

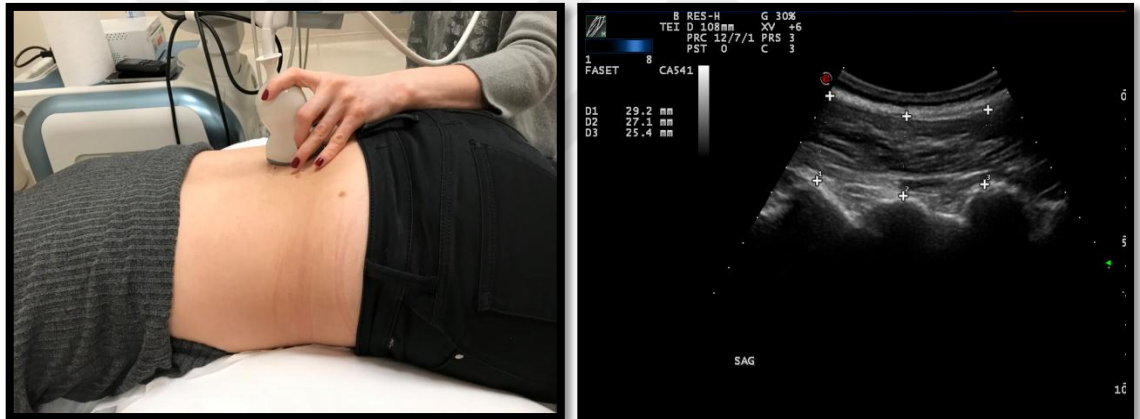
Şekil 3.2: Ultrasonografi cihazı ve konveks prob



Şekil 3.3: Ultrason ile abdominal kas kalınlığı ölçümü



Şekil 3.4: Ultrason ile lumbal multifidus kas kalınlığı ölçümü



Şekil 3.5: Ultrason ile lumbal multifidus alan ölçümü



3.2.3 Tedavi

3.2.3.1 Nöromuskuler Elektrik Stimülasyon (NMES)

NMES, Chattanooga Theta cihazı ile uygulandı (Şekil 3.3). 4 hidrojel yüzeyel elektrot (5cmx5cm), L4-L5 spinöz process hizasına bilateral olarak yerleştirildi (Şekil 3.4). Cihazın rehabilitasyon kategorisindeki lumbar stabilizasyon programı kullanıldı. Programın süresi toplam 35 dk olarak ayarlandı. Isınma fazının frekansı 6 Hz süresi 2 dakika, son toparlanma fazının frekansı 3 Hz süresi 3 dakikadır. Kontraksiyon fazının frekansı 40 Hz süresi 6 saniye, dinlenme fazının frekansı 4 Hz süresi 12 saniye ve toplam kontraksiyon-dinleme süresi 30 dakikadır. Egzersizler bu süre içerisinde çalışıldı. Kontraksiyon ramp up süresi 2 saniye, ramp down süresi 1 saniyedir. NMES grubundaki hastalara akım yoğunluğu tolere ettikleri maksimum düzeyde uygulandı (Şekil 3.5). Sham NMES grubundaki hastalara ise kontraksiyon oluşturmeyen minimum düzey uygulandı (Şekil 3.6).

3.2.3.2 Kor Stabilizasyon Egzersizleri

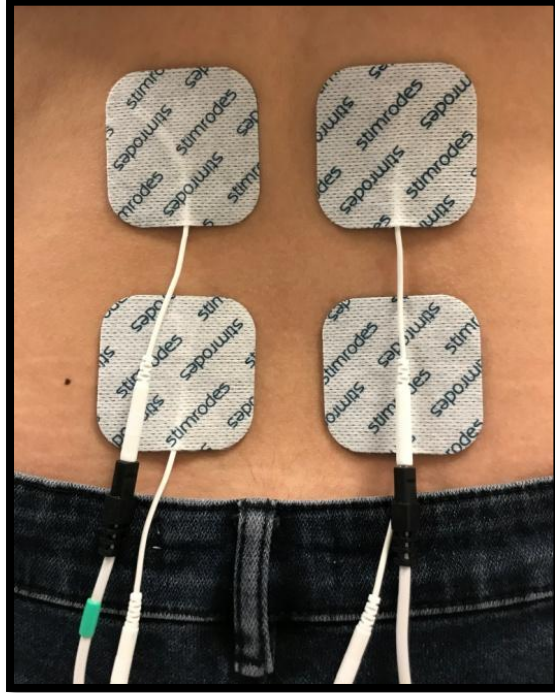
Her iki hasta grubu ile aynı kor stabilizasyon egzersizleri aynı süre ve aynı tekrar sayısında çalışıldı (Bkz. Ek 4). Egzersizler NMES grubunda kontraksiyon fazında çalışılıp dinlenme fazına geçilince durduruldu. Sham NMES grubunda ise hasta kontraksiyonu hissetmediği için fizyoterapist cihazdan izleyerek hastaya egzersizi başlatma ve egzersizi durdurma komutlarını verdi. Her egzersiz kontraksiyon fazında abdominal korseleme sağlanarak çalışıldı. Her egzersiz 10 kez tekrarlanılarak 30 dakikalık kontraksiyon-dinlenme süresi boyunca 8 farklı egzersiz çalışıldı.

Hastalara ilk 2 hafta nötral pozisyonu sağlama eğitimi verilip egzersiz boyunca uygulayabilmeleri için sırtüstü ve emekleme pozisyonunda temel egzersizler çalışıldı, sonraki 2 hafta boyunca ileri egzersizlere geçildi. Haftalara göre egzersiz programı Tablo 3.7'de verilmiştir.

Şekil 3.6: Chattanooga Theta cihazı



Şekil 3.7: Elektrot yerleşimi



Şekil 3.8: NMES grubunun cihazda ayarlanan akım yoğunluğu örneği



Şekil 3.9: Sham NMES grubunun cihazda ayarlanan akım yoğunluğu



Tablo 3.1: Haftalara göre egzersiz programı

<i>1. ve 2. Hafta</i>	<i>3. Hafta</i>	<i>4. Hafta</i>
Abdominal korseleme	Desteksiz çapraz kol ve bacağın hareketi (supin pozisyon)	Köprü (supin pozisyon)
Kolların hareketi (supin pozisyon)	Köprü (supin pozisyon)	Tek bacak köprü (sağ taraf)
Bacakların hareketi (supin pozisyon)	Tek bacak köprü (sağ taraf)	Tek bacak köprü (sol taraf)
Çapraz kol ve bacağın hareketi (supin pozisyon)	Tek bacak köprü (sol taraf)	Köprü pozisyonunda adımlama
Köprü (supin pozisyon)	Mekik (kollar gövde yanında)	Mekik (eller ensede)
Kolların hareketi (emkleme pozisyonu)	Çapraz kol ve bacağın hareketi (yüzüstü pozisyon)	Çapraz kol ve bacağın hareketi (yüzüstü pozisyon)
Bacakların hareketi (emkleme pozisyonu)	Çapraz kol ve bacağın hareketi (emkleme pozisyonu)	Çapraz kol ve bacağın hareketi (emkleme pozisyonu)
Çapraz kol ve bacağın hareketi (emkleme pozisyonu)	Plank	Plank

3.2.4 İstatistiksel Yöntem

Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, median, en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanıldı. Değişkenlerin dağılımı Kolmogorov-Simirnov test ile ölçüldü. Nicel bağımsız verilerin analizinde Mann-Whitney U test kullanıldı. Bağımlı nicel verilerin analizinde Wilcoxon testi kullanıldı. Nitel bağımsız verilerin analizinde Ki-kare test kullanıldı. Analizlerde SPSS 22.0 programı kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1 GRUPLARIN TEDAVİ ÖNCESİ VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Grupların başlangıçtaki demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, boy, kilo, BKİ) ve hastalık süreleri Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Grupların demografik özelliklerinin ve hastalık sürelerinin karşılaştırılması

	NMES Grubu		Kontrol Grubu		p değeri*
	Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median	
Yaş (yıl)	35,3 ± 15,4	27,0	33,3 ± 11,4	32,0	0,967
Boy (cm)	1,7 ± 0,1	1,7	1,7 ± 0,1	1,7	0,739
Kilo (kg)	65,9 ± 15,4	60,0	70,3 ± 14,9	65,0	0,329
BKİ (kg/cm²)	23,3 ± 4,2	21,8	24,3 ± 3,8	24,4	0,468
Hastalık süresi (ay)	20,1 ± 13,0	24,0	38,5 ± 51,4	12,0	0,950

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; BKİ, beden kitle indeksi

**p değeri Mann-Whitney U testi ile belirlenmiştir.*

NMES ve kontrol grubunun cinsiyet dağılımı Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2: Grupların cinsiyet dağılımı

Cinsiyet	NMES Grubu	Kontrol Grubu	p değeri*
	n (%)	n (%)	
Kadın	12 (80,0)	11 (73,3)	0,666
Erkek	3 (20,0)	4 (26,7)	

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; n, birey sayısı

**p değeri Ki-kare testi ile belirlenmiştir.*

Yaş, boy, kilo, beden kitle indeksi, hastalık süreleri verileri "Mann-Whitney U" testi ile analiz edildi. Cinsiyet dağılımı ise Ki-kare testi ile analiz edildi. Grupların başlangıç demografik özellikleri, hastalık süreleri ve cinsiyet dağılımları benzerdi ($p>0,05$).

Grupların tedavi öncesi değerlendirme parametrelerinin (VAS, OÖİ, NSP Toplam, NSP'nin alt skorları, abdominal kasların kalınlık ölçümü, lumbal multifidus kas kalınlığı ve alanı ölçümü) karşılaştırılması Tablo 4.3'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Grupların tedavi öncesi değerlendirme parametrelerinin karşılaştırılması

Değerlendirme Parametreleri	NMES Grubu		Kontrol Grubu		p değeri*
	Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median	
VAS (cm)	6,2 ± 1,7	6,6	5,4 ± 1,3	5,5	0,158
Oswestry Özürlülük İndeksi	22,8 ± 8,6	24,0	26,0 ± 15,9	24,0	0,755
Nottingham Sağlık Profili					
Toplam	115,6 ± 53,4	120,4	133,1 ± 96,1	121,3	0,917
Enerji	32,4 ± 25,8	39,2	43,7 ± 38,7	39,2	0,414
Ağrı	30,4 ± 19,8	26,3	39,6 ± 28,9	25,3	0,836
Emosyonel Reaksiyon	7,1 ± 11,4	0,0	10,4 ± 14,5	0,0	0,581
Uyku	18,3 ± 24,8	12,6	12,4 ± 14,8	12,6	0,677
Sosyal İzolasyon	1,5 ± 5,7	0,0	1,5 ± 5,8	0,0	0,962
Fiziksel Aktivite	26,0 ± 9,4	31,1	25,5 ± 16,9	21,8	0,899
Abdominal kas kalınlıkları (mm)					
TrA sol	2,9 ± 1,0	2,7	2,9 ± 0,9	2,7	0,754
TrA sağ	2,8 ± 0,8	2,7	2,7 ± 0,6	2,5	0,661
İO sol	5,5 ± 2,0	5,4	6,4 ± 2,4	5,9	0,360
İO sağ	6,4 ± 2,4	6,1	6,6 ± 2,3	6,2	0,852
EO sol	3,9 ± 1,0	3,7	4,9 ± 2,0	4,1	0,140
EO sağ	4,6 ± 1,9	4,2	5,2 ± 2,3	4,7	0,533
Multifidus alanları (mm²)					
L5 sol	3,5 ± 0,8	3,4	3,3 ± 0,5	3,2	0,504
L5 sağ	3,6 ± 0,8	3,3	3,3 ± 0,5	3,2	0,300
L4 sol	3,3 ± 0,8	3,1	3,2 ± 0,5	3,2	0,982
L4 sağ	3,3 ± 0,9	3,0	3,1 ± 0,5	3,1	0,712
L3 sol	3,1 ± 0,9	3,1	2,8 ± 0,4	2,7	0,435
L3 sağ	3,1 ± 1,0	2,9	2,8 ± 0,3	2,8	0,696
Multifidus kalınlıkları (mm)					
L5 sol	26,0 ± 4,5	25,7	26,7 ± 5,0	26,3	0,662
L5 sağ	25,5 ± 3,8	25,7	25,9 ± 5,1	25,7	0,909
L4 sol	22,9 ± 4,5	21,2	24,0 ± 4,9	24,3	0,513
L4 sağ	23,7 ± 4,7	21,8	23,6 ± 3,8	22,8	0,945
L3 sol	22,3 ± 4,0	21,9	24,1 ± 4,1	24,3	0,230
L3 sağ	23,0 ± 4,4	21,9	24,1 ± 4,3	23,2	0,370

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; VAS, visual analog skala; TrA, Transversus abdominis; İO, İnternal oblik; EO, Eksternal oblik
*p değeri Mann-Whitney U testi ile belirlenmiştir.

Grupların tedavi öncesi VAS, OÖİ, NSP toplam ve NSP'nin alt skorları, abdominal kasların kalınlık ölçümü, lumbal multifidus kas kalınlığı ve alan ölçümü sonuçları her iki grupta da benzerdi (p>0,05).

4.2 GRUPLARIN TEDAVİ ÖNCESİ VE TEDAVİ SONRASI VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

NMES grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası ağrı skorundaki değişim Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: Grupların tedavi öncesi ve sonrası VAS skorlarının değişimi

VAS (cm)	NMES Grubu		Kontrol Grubu	
	Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median
Tedavi Öncesi	6,2 ± 1,7	6,6	5,4 ± 1,3	5,5
Tedavi Sonrası	1,8 ± 1,7	1,3	1,8 ± 1,0	1,6
p değeri*	0,001		0,001	

*NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; VAS, visual analog skala *p değeri Wilcoxon testi ile belirlenmiştir.*

NMES grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası VAS skoru karşılaştırıldığında her iki grupta da ağrı skorunda azalma hem istatistiksel olarak ($p<0,05$), hem de klinik olarak anlamlı idi.

NMES grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası Oswestry Özürlülük İndeksi skorundaki değişim Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5: Tedavi öncesi ve sonrası OÖİ skorlarının değişimi

OÖİ	NMES Grubu		Kontrol Grubu	
	Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median
Tedavi Öncesi	22,8 ± 8,6	24,0	26,0 ± 15,9	24,0
Tedavi Sonrası	8,0 ± 6,6	6,0	10,0 ± 5,0	10,0
p değeri*	0,000		0,000	

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; OÖİ, Oswestry Özürlülük İndeksi

**p değeri Wilcoxon testi ile belirlenmiştir.*

NMES ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası OÖİ skoru karşılaştırıldığında her iki grupta da azalma hem istatistiksel olarak ($p=0,000$), hem de klinik olarak anlamlı idi.

NMES grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası Nottingham Sağlık Profili toplam skoru ve NSP'nin alt skorlarındaki değişim Tablo 4.6'da verilmiştir.

NMES ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası NSP toplam, alt skorlarından enerji, ağrı, emosyonel reaksiyonlar, fiziksel aktivite skorları karşılaştırıldığında her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı gelişme görüldü ($p<0,05$). NSP'nin alt başlıkları olan uyku ve sosyal izolasyon skorlarında ise istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptanmadı.

Tablo 4.6: Tedavi öncesi ve sonrası NSP toplam skoru ve NSP'nin alt skorlarının değişimi

NSP		NMES Grubu		Kontrol Grubu	
		Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median
Toplam	Tedavi Öncesi	115,6 ± 53,4	120,4	133,1 ± 96,1	121,3
	Tedavi Sonrası	49,1 ± 42,6	41,9	53,9 ± 35,7	54,7
	p değeri*	0,002		0,001	
Enerji	Tedavi Öncesi	32,4 ± 25,8	39,2	43,7 ± 38,7	39,2
	Tedavi Sonrası	13,7 ± 24,3	0,0	12,6 ± 20,4	0,0
	p değeri*	0,042		0,011	
Ağrı	Tedavi Öncesi	30,4 ± 19,8	26,3	39,6 ± 28,9	25,3
	Tedavi Sonrası	12,3 ± 11,8	10,5	11,5 ± 11,8	9,0
	p değeri*	0,003		0,002	
Emosyonel Reaksiyon	Tedavi Öncesi	7,1 ± 11,4	0,0	10,4 ± 14,5	0,0
	Tedavi Sonrası	1,1 ± 4,4	0,0	4,7 ± 7,7	0,0
	p değeri*	0,043		0,043	
Uyku	Tedavi Öncesi	18,3 ± 24,8	12,6	12,4 ± 14,8	12,6
	Tedavi Sonrası	12,7 ± 21,3	0,0	6,9 ± 10,8	0,0
	p değeri*	0,251		0,173	
Sosyal İzolasyon	Tedavi Öncesi	1,5 ± 5,7	0,0	1,5 ± 5,8	0,0
	Tedavi Sonrası	0,0 ± 0,0	0,0	1,5 ± 5,8	0,0
	p değeri*	0,317		1,000	
Fiziksel Aktivite	Tedavi Öncesi	26,0 ± 9,4	31,1	25,5 ± 16,9	21,8
	Tedavi Sonrası	8,5 ± 12,1	0,0	16,7 ± 11,5	20,5
	p değeri*	0,003		0,007	

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; NSP, Nottingham Sağlık Profili

*p değeri Wilcoxon test ile belirlenmiştir.

NMES grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası abdominal bölgedeki kaslardan sağ ve soldaki transversus abdominis, internal oblik kaslar ve eksternal oblik kasların kas kalınlıklarındaki değişim Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7: Tedavi öncesi ve sonrası abdominal kas kalınlıklarının değişimi

Abdominal Kas Kalınlığı		NMES Grubu		Kontrol Grubu	
		Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median
TrA sağ	Tedavi Öncesi	2,8 ± 0,8	2,7	2,7 ± 0,6	2,5
	Tedavi Sonrası	3,1 ± 1,2	2,7	2,9 ± 0,7	2,7
	p değeri*	0,116		0,052	
TrA sol	Tedavi Öncesi	2,9 ± 1,0	2,7	2,9 ± 0,9	2,7
	Tedavi Sonrası	3,3 ± 1,5	2,8	2,9 ± 0,6	2,7
	p değeri*	0,052		0,929	
IO sağ	Tedavi Öncesi	6,4 ± 2,4	6,1	6,6 ± 2,3	6,2
	Tedavi Sonrası	6,8 ± 2,7	6,7	6,6 ± 2,1	6,4
	p değeri*	0,201		0,551	
IO sol	Tedavi Öncesi	5,5 ± 2,0	5,4	6,4 ± 2,4	5,9
	Tedavi Sonrası	6,3 ± 1,9	5,7	6,4 ± 2,1	6,4
	p değeri*	0,052		0,977	
EO sağ	Tedavi Öncesi	4,6 ± 1,9	4,2	5,2 ± 2,3	4,7
	Tedavi Sonrası	4,8 ± 1,8	4,7	5,5 ± 2,0	4,7
	p değeri*	0,385		0,132	
EO sol	Tedavi Öncesi	3,9 ± 1,0	3,7	4,9 ± 2,0	4,1
	Tedavi Sonrası	4,4 ± 1,6	4,0	5,1 ± 1,5	4,4
	p değeri*	0,167		0,340	

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; TrA, Transversus abdominis; IO, Internal oblik; EO, Eksternal oblik
*p değeri Wilcoxon testi ile belirlenmiştir.

NMES grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası hem sağ hem de sol transversus abdominis kas kalınlığındaki değişime bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi. Sol transversus abdominis kas kalınlığında artış olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,052$).

NMES grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası hem sağ hem de sol internal oblik kas kalınlığındaki değişime bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi. Sol internal oblik kas kalınlığında artış olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,052$).

NMES grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası hem sağ hem de sol eksternal oblik kas kalınlığındaki değişime bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi ($p=0,385$ ve $p=0,167$).

Kontrol grubunun da tedavi öncesi ve tedavi sonrası hem sağ hem de sol transversus abdominis kas kalınlığındaki değişikliğe bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı. Sağ transversus abdominis kas kalınlığında artış olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,052$).

Kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası sağ ve sol internal oblik kas kalınlığındaki değişiklik istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,551$ ve $p=0,977$).

Kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası sağ ve sol eksternal oblik kas kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı değişiklik görülmedi ($p=0,132$ ve $p=0,340$).

NMES grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası sağ ve soldaki lumbal multifidus kas kalınlık ve alan ölçümlerinin değişimi Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8: Tedavi öncesi ve sonrası lumbal multifidus kas kalınlık ve alan ölçümlerinin değişimi

Lumbal MF Kas Kalınlık ve Alan Ölçümü		NMES Grubu		Kontrol Grubu	
		Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median
L5 MF alan sol	Tedavi Öncesi	3,5 ± 0,8	3,4	3,3 ± 0,5	3,2
	Tedavi Sonrası	3,8 ± 0,9	3,6	3,3 ± 0,7	3,4
	p değeri*	0,132		0,875	
L5 MF alan sağ	Tedavi Öncesi	3,6 ± 0,8	3,3	3,3 ± 0,5	3,2
	Tedavi Sonrası	3,8 ± 1,1	3,4	3,3 ± 0,7	3,4
	p değeri*	0,394		0,861	
L4 MF alan sol	Tedavi Öncesi	3,3 ± 0,8	3,1	3,2 ± 0,5	3,2
	Tedavi Sonrası	3,5 ± 1,1	3,2	3,2 ± 0,7	3,1
	p değeri*	0,078		0,834	
L4 MF alan sağ	Tedavi Öncesi	3,3 ± 0,9	3,0	3,1 ± 0,5	3,1
	Tedavi Sonrası	3,6 ± 1,1	3,4	3,2 ± 0,7	3,0
	p değeri*	0,557		0,972	
L3 MF alan sol	Tedavi Öncesi	3,1 ± 0,9	3,1	2,8 ± 0,4	2,7
	Tedavi Sonrası	3,2 ± 0,9	2,8	3,0 ± 0,5	2,8
	p değeri*	0,865		0,266	
L3 MF alan sağ	Tedavi Öncesi	3,1 ± 1,0	2,9	2,8 ± 0,3	2,8
	Tedavi Sonrası	3,2 ± 0,9	2,9	2,9 ± 0,5	2,8
	p değeri*	0,379		0,534	
L5 MF kalınlık sol	Tedavi Öncesi	26,0 ± 4,5	25,7	26,7 ± 5,0	26,3
	Tedavi Sonrası	25,8 ± 3,9	24,7	27,3 ± 5,3	26,5
	p değeri*	0,451		0,451	
L5 MF kalınlık sağ	Tedavi Öncesi	25,5 ± 3,8	25,7	25,9 ± 5,1	25,7
	Tedavi Sonrası	25,2 ± 4,5	23,7	26,5 ± 4,2	26,4
	p değeri*	0,701		0,271	
L4 MF kalınlık sol	Tedavi Öncesi	22,9 ± 4,5	21,2	24,0 ± 4,9	24,3
	Tedavi Sonrası	23,6 ± 5,2	21,7	24,7 ± 5,3	24,4
	p değeri*	0,201		0,096	
L4 MF kalınlık sağ	Tedavi Öncesi	23,7 ± 4,7	21,8	23,6 ± 3,8	22,8
	Tedavi Sonrası	23,2 ± 4,5	21,7	23,8 ± 4,0	23,1
	p değeri*	0,950		0,889	
L3 MF kalınlık sol	Tedavi Öncesi	22,3 ± 4,0	21,9	24,1 ± 4,1	24,3
	Tedavi Sonrası	23,2 ± 4,6	22,5	24,8 ± 4,6	25,0
	p değeri*	0,052		0,182	
L3 MF kalınlık sağ	Tedavi Öncesi	23,0 ± 4,4	21,9	24,1 ± 4,3	23,2
	Tedavi Sonrası	22,8 ± 4,0	21,7	24,2 ± 4,6	24,1
	p değeri*	0,401		0,916	

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; MF, multifidus
*p değeri Wilcoxon testi ile belirlenmiştir.

NMES grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası hem sol hem de sağ L5 multifidus alan ölçümündeki değişiklik istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,132$ ve $p=0,394$). Sol ve sağ L5 multifidus kalınlık ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptanmadı ($p=0,451$ ve $p=0,701$).

NMES grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası sol ve sağ L4 multifidus alan ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p=0,078$ ve $p=0,557$). Hem sol hem sağ L4 multifidus kalınlık ölçümündeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,201$ ve $p=0,950$).

NMES grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası sol ve sağ L3 multifidus alan ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p=0,865$ ve $p=0,379$). Sol L3 multifidus kalınlık ölçümünde fark görülmesine rağmen, istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p=0,052$). Sağ L3 multifidus kalınlık ölçümündeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,401$).

Kontrol grubunun da tedavi öncesi ve tedavi sonrası hem sol hem sağ L5 multifidus alan ölçümündeki değişiklik istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,875$ ve $p=0,861$). Sol ve sağ L5 multifidus kalınlık ölçümünde de istatistiksel olarak anlamlı değişiklik saptanmadı ($p=0,451$ ve $p=0,271$).

Kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası sol ve sağ L4 multifidus alan ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p=0,834$ ve $p=0,972$). Hem sol hem sağ L4 multifidus kalınlık ölçümündeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,096$ ve $p=0,889$).

Kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası sol ve sağ L3 multifidus alan ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı değişiklik bulunmadı ($p=0,266$ ve $p=0,534$). Hem sol hem de sağ L3 multifidus kalınlık ölçümündeki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,182$ ve $p=0,916$).

4.3 GRUPLAR ARASI KLİNİK DEĞERLENDİRMELERDE ELDE EDİLEN DEĞİŞİM ORTALAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Tablo 4.9: Grupların VAS skorunda meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

VAS (cm)	NMES Grubu		Kontrol Grubu		p değeri*
	Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median	
Tedavi Öncesi	6,2 ± 1,7	6,6	5,4 ± 1,3	5,5	0,229
Tedavi Sonrası	1,8 ± 1,7	1,3	1,8 ± 1,0	1,6	
Gruplar Arası Fark	4,4 ± 1,5	4,1	3,6 ± 1,8	3,6	

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; VAS, visual analog skala
*p değeri Mann-Whitney U testi ile belirlenmiştir.

Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası ağrı skorunda meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.9'da sunuldu. Her iki grup arasında ölçüm farkı kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (p=0,229).

NMES ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası Oswestry Özürlülük İndeksi skorunda meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.10'da sunuldu. Gruplar arasında ölçüm farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görüldü (p=0,972).

Tablo 4.10: Grupların OÖİ skorunda meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

OÖİ	NMES Grubu		Kontrol Grubu		p değeri*
	Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median	
Tedavi Öncesi	22,8 ± 8,6	24,0	26,0 ± 15,9	24,0	0,972
Tedavi Sonrası	8,0 ± 6,6	6,0	10,0 ± 5,0	10,0	
Gruplar Arası Fark	15,4 ± 7,3	14,0	16 ± 12,6	14,0	

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; OÖİ, Oswestry Özürlülük İndeksi

*p değeri Mann-Whitney U test ile belirlenmiştir.

NMES grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası Nottingham Sağlık Profili toplam ve alt skorlarında meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.11'da sunuldu.

Gruplar arasında Nottingham Sağlık Profili toplam ve enerji, ağrı, emosyonel reaksiyonlar, uyku, sosyal izolasyon ve fiziksel aktivite alt skorlarının ölçüm farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (p=0,901, p=0,408, p=0,454, p=1,000, p=0,894, p=0,605, p=0,148).

Tablo 4.11: Grupların NSP toplam ve NSP'nin alt skorlarında meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

NSP		NMES Grubu		Kontrol Grubu		p değeri*
		Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median	
Toplam	Tedavi Öncesi	115,6 ± 53,4	120,4	133,1 ± 96,1	121,3	0,820
	Tedavi Sonrası	49,1 ± 42,6	41,9	53,9 ± 35,7	54,7	
	Gruplar Arası Fark	66,6 ± 60,5	55,3	79,1 ± 69,0	51,8	
Enerji	Tedavi Öncesi	32,4 ± 25,8	39,2	43,7 ± 38,7	39,2	0,408
	Tedavi Sonrası	13,7 ± 24,3	0,0	12,6 ± 20,4	0,0	
	Gruplar Arası Fark	18,7 ± 32,5	24,0	31,0 ± 31,5	36,8	
Ağrı	Tedavi Öncesi	30,4 ± 19,8	26,3	39,6 ± 28,9	25,3	0,454
	Tedavi Sonrası	12,3 ± 11,8	10,5	11,5 ± 11,8	9,0	
	Gruplar Arası Fark	18,0 ± 18,5	15,0	28,1 ± 26,6	19,5	
Emosyonel Reaksiyon	Tedavi Öncesi	7,1 ± 11,4	0,0	10,4 ± 14,5	0,0	1,000
	Tedavi Sonrası	1,1 ± 4,4	0,0	4,7 ± 7,7	0,0	
	Gruplar Arası Fark	6,0 ± 9,7	0,0	5,7 ± 10,0	0,0	
Uyku	Tedavi Öncesi	18,3 ± 24,8	12,6	12,4 ± 14,8	12,6	0,894
	Tedavi Sonrası	12,7 ± 21,3	0,0	6,9 ± 10,8	0,0	
	Gruplar Arası Fark	5,6 ± 22,0	0,0	5,5 ± 14,0	0,0	
Sosyal İzolasyon	Tedavi Öncesi	1,5 ± 5,7	0,0	1,5 ± 5,8	0,0	0,605
	Tedavi Sonrası	0,0 ± 0,0	0,0	1,5 ± 5,8	0,0	
	Gruplar Arası Fark	1,5 ± 5,7	0,0	0,0 ± 8,5	0,0	
Fiziksel Aktivite	Tedavi Öncesi	26,0 ± 9,4	31,1	25,5 ± 16,9	21,8	0,148
	Tedavi Sonrası	8,5 ± 12,1	0,0	16,7 ± 11,5	20,5	
	Gruplar Arası Fark	17,5 ± 14,3	11,2	8,7 ± 9,4	10,8	

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; NSP, Nottingham Sağlık Profili

*p değeri Mann-Whitney U test ile belirlenmiştir.

NMES grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası abdominal kas kalınlıklarında meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.12'de sunuldu.

Tablo 4.12: Grupların abdominal kas kalınlıklarında meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

Abdominal Kas Ölçümü		NMES Grubu		Kontrol Grubu		P değeri*
		Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median	
TrA sağ	Tedavi Öncesi	2,8 ± 0,8	2,7	2,7 ± 0,6	2,5	0,950
	Tedavi Sonrası	3,1 ± 1,2	2,7	2,9 ± 0,7	2,7	
	Gruplar Arası Fark	0,3 ± 0,7	0,2	0,3 ± 0,4	0,4	
TrA sol	Tedavi Öncesi	2,9 ± 1,0	2,7	2,9 ± 0,9	2,7	0,182
	Tedavi Sonrası	3,3 ± 1,5	2,8	2,9 ± 0,6	2,7	
	Gruplar Arası Fark	0,4 ± 0,8	0,3	0,0 ± 0,6	0,0	
IO sağ	Tedavi Öncesi	6,4 ± 2,4	6,1	6,6 ± 2,3	6,2	0,289
	Tedavi Sonrası	6,8 ± 2,7	6,7	6,6 ± 2,1	6,4	
	Gruplar Arası Fark	0,3 ± 1,1	0,5	0,1 ± 0,5	0,0	
IO sol	Tedavi Öncesi	5,5 ± 2,0	5,4	6,4 ± 2,4	5,9	0,053
	Tedavi Sonrası	6,3 ± 1,9	5,7	6,4 ± 2,1	6,4	
	Gruplar Arası Fark	0,8 ± 1,2	1,5	0,0 ± 1,0	0,1	
EO sağ	Tedavi Öncesi	4,6 ± 1,9	4,2	5,2 ± 2,3	4,7	0,519
	Tedavi Sonrası	4,8 ± 1,8	4,7	5,5 ± 2,0	4,7	
	Gruplar Arası Fark	0,2 ± 1,1	0,0	0,3 ± 1,3	0,5	
EO sol	Tedavi Öncesi	3,9 ± 1,0	3,7	4,9 ± 2,0	4,1	0,575
	Tedavi Sonrası	4,4 ± 1,6	4,0	5,1 ± 1,5	4,4	
	Gruplar Arası Fark	0,5 ± 1,3	0,3	0,2 ± 0,9	0,2	

NMES, nöromusküler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; TrA, Transversus abdominis; IO, Internal oblik; EO, Eksternal oblik
*p değeri Mann-Whitney U testi ile belirlenmiştir.

Gruplar arasında abdominal bölge kaslarından sağ ve sol transversus abdominis, internal oblik ve eksternal oblik kas kalınlık ölçüm farkı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görüldü ($p=0,950$, $p=0,182$, $p=0,289$, $p=0,053$, $p=0,519$, $p=0,575$).

NMES grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası lumbal multifidus kas kalınlıklarında ve alanlarında meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.13'te sunuldu.

Gruplar arasında sol taraf L5 multifidus, L4 multifidus, L3 multifidus kas alan ölçümündeki fark karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ($p=0,189$, $p=0,230$, $p=0,558$).

Gruplar arasında sağ taraf L5 multifidus, L4 multifidus, L3 multifidus kas alan ölçümündeki fark karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ($p=0,662$, $p=0,240$, $p=0,788$).

Gruplar arasında sol taraf L5 multifidus, L4 multifidus, L3 multifidus kas kalınlık ölçümündeki fark karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı bulundu ($p=0,512$, $p=0,776$, $p=0,584$).

Gruplar arasında sağ taraf L5 multifidus, L4 multifidus, L3 multifidus kas kalınlık ölçümündeki fark karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulundu ($p=0,408$, $p=0,890$, $p=0,783$).

Tablo 4.13: Grupların lumbal multifidus kas kalınlığı ve alanında meydana gelen değişim ortalamalarının gruplar arası karşılaştırılması

Lumbal Kas Ölçümü		NMES Grubu		Kontrol Grubu		P değeri*
		Ort. ±SS	Median	Ort.±SS	Median	
L5 MF alan sol	Tedavi Öncesi	3,5 ± 0,8	3,4	3,3 ± 0,5	3,2	0,189
	Tedavi Sonrası	3,8 ± 0,9	3,6	3,3 ± 0,7	3,4	
	Gruplar Arası Fark	0,3 ± 0,6	0,2	0,0 ± 0,5	0,2	
L5 MF alan sağ	Tedavi Öncesi	3,6 ± 0,8	3,3	3,3 ± 0,5	3,2	0,662
	Tedavi Sonrası	3,8 ± 1,1	3,4	3,3 ± 0,7	3,4	
	Gruplar Arası Fark	0,3 ± 0,8	0,0	0,0 ± 0,5	0,1	
L4 MF alan sol	Tedavi Öncesi	3,3 ± 0,8	3,1	3,2 ± 0,5	3,2	0,230
	Tedavi Sonrası	3,5 ± 1,1	3,2	3,2 ± 0,7	3,1	
	Gruplar Arası Fark	0,2 ± 0,6	0,0	0,0 ± 0,5	0,0	
L4 MF alan sağ	Tedavi Öncesi	3,3 ± 0,9	3,0	3,1 ± 0,5	3,1	0,240
	Tedavi Sonrası	3,6 ± 1,1	3,4	3,2 ± 0,7	3,0	
	Gruplar Arası Fark	0,4 ± 0,6	0,2	0,1 ± 0,5	0,1	
L3 MF alan sol	Tedavi Öncesi	3,1 ± 0,9	3,1	2,8 ± 0,4	2,7	0,558
	Tedavi Sonrası	3,2 ± 0,9	2,8	3,0 ± 0,5	2,8	
	Gruplar Arası Fark	0,1 ± 0,7	0,1	0,1 ± 0,3	0,1	
L3 MF alan sağ	Tedavi Öncesi	3,1 ± 1,0	2,9	2,8 ± 0,3	2,8	0,788
	Tedavi Sonrası	3,2 ± 0,9	2,9	2,9 ± 0,5	2,8	
	Gruplar Arası Fark	0,1 ± 0,7	0,1	0,1 ± 0,4	0,0	
L5 MF kalınlık sol	Tedavi Öncesi	26,0 ± 4,5	25,7	26,7 ± 5,0	26,3	0,512
	Tedavi Sonrası	25,8 ± 3,9	24,7	27,3 ± 5,3	26,5	
	Gruplar Arası Fark	0,2 ± 1,6	0,6	0,5 ± 2,4	0,0	
L5 MF kalınlık sağ	Tedavi Öncesi	25,5 ± 3,8	25,7	25,9 ± 5,1	25,7	0,408
	Tedavi Sonrası	25,2 ± 4,5	23,7	26,5 ± 4,2	26,4	
	Gruplar Arası Fark	0,2 ± 1,8	0,1	0,6 ± 1,8	0,3	
L4 MF kalınlık sol	Tedavi Öncesi	22,9 ± 4,5	21,2	24,0 ± 4,9	24,3	0,776
	Tedavi Sonrası	23,6 ± 5,2	21,7	24,7 ± 5,3	24,4	
	Gruplar Arası Fark	0,7 ± 2,5	0,7	0,7 ± 1,7	0,8	
L4 MF kalınlık sağ	Tedavi Öncesi	23,7 ± 4,7	21,8	23,6 ± 3,8	22,8	0,890
	Tedavi Sonrası	23,2 ± 4,5	21,7	23,8 ± 4,0	23,1	
	Gruplar Arası Fark	0,1 ± 2,6	0,2	0,2 ± 1,9	0,1	
L3 MF kalınlık sol	Tedavi Öncesi	22,3 ± 4,0	21,9	24,1 ± 4,1	24,3	0,584
	Tedavi Sonrası	23,2 ± 4,6	22,5	24,8 ± 4,6	25,0	
	Gruplar Arası Fark	0,9 ± 1,9	1,2	0,7 ± 1,8	0,4	
L3 MF kalınlık sağ	Tedavi Öncesi	23,0 ± 4,4	21,9	24,1 ± 4,3	23,2	0,783
	Tedavi Sonrası	22,8 ± 4,0	21,7	24,2 ± 4,6	24,1	
	Gruplar Arası Fark	0,2 ± 2,6	0,7	0,1 ± 2,3	0,1	

NMES, nöromuskuler elektrik stimülasyon; Ort., ortalama; SS, standart sapma; MF, multifidus
*p değeri Mann-Whitney U testi ile belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Çalışmamızın amacı, kronik bel ağrısı nedeniyle başvuran 30 hastada, NMES eşliğinde yapılan kor stabilizasyon egzersizlerinin ağrı, özürülük, yaşam kalitesi, abdominal ve lumbal kas kalınlığına etkisinin sadece kor stabilizasyon egzersizlerinin yapılmasına göre daha fazla olduğu hipotezini araştırmak idi.

Çalışmamızın sonucunda hem NMES'in kor stabilizasyon egzersiz programına eklendiği grupta hem de kontrol grubunda VAS, OÖİ skorları üzerinde hem istatistiksel olarak hem de klinik olarak anlamlı düzeyde, NSP skorları üzerinde ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde etki ettiği görüldü. Ultrasonografi ile abdominal kaslardan transversus abdominus, internal oblik ve eksternal oblik kas kalınlıkları ile lumbal multifidus kas kalınlığı ve alan ölçümlerine bakıldığında ise her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı değildi.

NMES ve kor stabilizasyon egzersizlerinin kronik bel ağrılı hastalarda kullanımı ile ilgili literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışma kor stabilizasyon egzersizleri ile eş zamanlı nöromuskuler elektrik stimülasyon uygulaması yapan ilk randomize kontrollü çift kör çalışmadır.

Kronik bel ağrılı hastalarda NMES'in lumbal paraspinal kaslar üzerine uygulanması ve kor stabilizasyon egzersizleri ile ilgili literatürde bulunan çalışmalar incelendiğinde kontrol grubunun bulunmaması (Coghlan ve diğ. 2011, ss. 7622-7625), tedavi süresi ve sıklığının yetersizliği (Akhtar ve diğ. 2017, ss. 1002-1006, Guo ve diğ. 2018), NMES'in egzersiz ile eş zamanlı uygulanmaması (Hicks ve diğ. 2016, ss. 898-906, Alrwaily ve diğ. 2018, ss. 506-515), yaşam kalitesinin değerlendirilmemesi (Coghlan ve diğ. 2011, ss. 7622-7625, Inani ve Selkar 2013, ss. 37-43, Akhtar ve diğ. 2017, ss. 1002-1006, Hicks ve diğ. 2016, ss. 898-906, Alrwaily ve diğ. 2018, ss. 506-515, Guo ve diğ. 2018), çalışma gruplarına NMES dışındaki diğer fizik tedavi modalitelerinin dahil edilmesi (Hicks ve diğ. 2016, ss. 898-906, Akhtar ve diğ. 2017, ss. 1002-1006) ve çalışma gruplarına medikal tedavinin uygulanması (Guo ve diğ. 2018) gibi eksiklik veya farklılıkların varlığı bu çalışmanın yapılması için ihtiyaç oluşturmuştur.

Çalışmalar Tablo 5.1 de özetlenmiştir. Kronik bel ağrılı hastalar lumbosakral bölgedeki ağrıyı azaltmak için gövde hareketlerini kısıtlatırlar, ancak bu durum kor kaslarının zayıflamasına ve lumbar instabilitenin artmasına yol açarak bel ağrısının tedavisini zorlaştırır (Danneels ve diğ. 2000, ss. 266-272). Kor stabilizasyon egzersizlerinin kronik bel ağrısını yüzde 39 ile yüzde 76.8 oranında önemli derece azalttığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Gordon ve Bloxham 2016). Lumbar stabilizasyon egzersizleri bel ağrısını azaltmak için motor kontrol paternlerini kullanarak omurga stabilitesini artırır (Hicks ve diğ. 2005, ss. 1753-1762). Amerikan Hekimler Derneği'nin 'American College of Physicians' 2017'de yayınladığı klinik rehberine göre kronik bel ağrılı hastalarda egzersiz uygulamasının, rutin bakımla ve egzersiz yapmamakla kıyaslandığında ağrı ve fonksiyon üzerinde daha iyi iyileşme sağladığı orta kanıt düzeyinde gösterilmiştir (Qaseem ve diğ. 2017, ss. 514-530). Belçika Ulusal Rehberi'ne 'Belgian National Guideline' göre ise bel ağrısında tedavi, gözetim altında uygulanan kişiye özel planlanmış egzersiz programları ve ev egzersiz programları başta olmak üzere aktif bir yaklaşıma odaklanmalıdır (van Wambeke ve diğ. 2019). İngiltere Ulusal Sağlık ve Klinik Mükemmellik Enstitüsü'nün 'National Institute of Health and Clinical Excellence (NICE)' 2016'da bel ağrısının tedavisi ile ilgili yayınladığı rehberine göre de hastaların spesifik ihtiyaçlarına ve kapasitelerine uygun biyomekanik, aerobik, beden ve zihine yönelik egzersizler ya da bu yaklaşımların bir kombinasyonu olan bir egzersiz programı belirlenmelidir (NICE 2016). Bu çalışmada kor stabilizasyon egzersizlerinin kronik bel ağrısında ağrı ve fonksiyon üzerindeki etkinliğinin bilinmesi nedeniyle etik olarak her iki gruba da uygulandı.

Non spesifik bel ağrısı olan 20-50 yaş aralığındaki 30 hastanın, kor stabilizasyon egzersiz grubu ve konvensiyonel egzersiz grubu olmak üzere 15 kişiden oluşan iki gruba ayrıldığı randomize bir çalışmada üç aylık izlem sonunda kor stabilizasyon egzersiz grubunun ağrı ve özürülük üzerinde diğer gruba göre daha büyük ölçüde iyileşme gösterdiği bildirilmiştir (Inani ve Selkar 2013, ss. 37-43). Akhtar ve arkadaşlarının 120 non spesifik kronik bel ağrılı hastada kor stabilizasyon egzersizleri ile rutin egzersiz terapilerinin ağrı üzerindeki etkisini karşılaştırdıkları randomize kontrollü çalışmada kor stabilizasyon egzersizlerinin kronik bel ağrısını azaltmada rutin egzersiz terapisine göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Egzersizler fizyoterapist eşliğinde haftada 1 seans, 6 hafta uygulanmış hastalardan haftada 2 evde yapmaları istenmiştir. Ayrıca bu çalışmada her iki gruba terapötik ultrason ve TENS ilave olarak uygulanmıştır (Akhtar ve diğ. 2017, ss. 1002-1006).

Çalışmamızda da benzer şekilde kor stabilizasyon egzersizleri haftada 3 gün 4 hafta boyunca fizyoterapist eşliğinde uygulandı ancak ev programı verilmedi. Çalışmamızda NMES ve kor stabilizasyon egzersizleri dışında herhangi bir fizik tedavi modalitesi kullanılmadı. Hem NMES hem kontrol grubuna aynı stabilizasyon egzersizleri aynı süre ve tekrarda uygulandı ve her iki grupta da ağrı skorunda klinik olarak anlamlı değişim elde edildi ($p=0,001$).

Guo ve arkadaşları 72 kronik bel ağrılı hastada nöromuskuler elektrik stimülasyonun terapötik etkisini araştırmak için hastaların 36'sına yalnız ağrı kesici ilaç ve hasta eğitimi vermiş, diğer hastalara ise ağrı kesici ve hasta eğitiminin dışında lumbal paraspinal alana NMES uygulaması yapmıştır. NMES, 4 hafta boyunca haftada 1 kez toplam 30 dakika uygulanmıştır. Akım yoğunluğu hastaların tolere edebildikleri maksimum yoğunlukta ayarlanmıştır. Hastaları randomize etmemişlerdir. 4 hafta sonunda kontrol grubu ile karşılaştırdıklarında NMES uygulanan grupta ağrı, özürülük değerlendirmelerinde anlamlı etkinlik bulamamışlardır (Guo ve diğ. 2018).

Coghlan ve arkadaşları, 13 kronik bel ağrılı hastada lumbal paraspinal alana 6 hafta boyunca uygulanan nöromuskuler elektrik stimülasyonun hastaların ağrı skoru, transversus abdominus ile lumbar multifidus kas aktivasyonu ve lumbar multifidus kalınlığına etkisini araştırmışlardır. Kas aktivasyonu ve kalınlığını analiz etmek için gerçek zamanlı ultrason kullanmışlardır. Hastaların tolere edebilecekleri güçlü kas kontraksiyonu oluşturan akım yoğunluğu ayarlanmıştır. Ağrının klinik anlamlı düzeyde azaldığı, düz bacak kaldırma sırasında sağ ve sol transversus abdominus ve internal oblik kasların kalınlığındaki değişim yüzdesinde artış olduğu ancak sağ ve sol lumbar multifiduslarda anlamlı değişiklik gözlenmediği belirtilmiştir (Coghlan ve diğ. 2011, ss. 7622-7625). Çalışmamız randomize kontrollü çift kör bir çalışma olarak planlandı. Guo ve arkadaşlarının çalışmasından farklı olarak hastalara herhangi bir medikal tedavi uygulanmadı. NMES grubuna haftada 3 gün 4 hafta boyunca her seans 35 dakika uygulama yapıldı. Coghlan ve arkadaşlarının çalışmasına benzer olarak hastaların tolere edebildikleri maksimum yoğunluk tercih edildi.

Tedavi sonunda ağrı ve özürülük değerlendirmelerine bakıldığında ise NMES grubunda klinik olarak anlamlı fark elde edildi ($p=0,001$ ve $p=0,000$). Bizim çalışmamızda NMES'in transversus abdominus, internal oblik kaslar, eksternal oblik kaslar ve lumbar multifiduslar üzerine etkisine ultrason ile bakıldı. Ancak tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında her iki grupta da kas kalınlığında istatistiksel anlamlı değişim bulunmadı.

Gövde kas eğitimi ile nöromuskuler elektrik stimülasyon uygulamasının birlikte yapıldığı 60-85 yaş aralığındaki 64 kronik bel ağrılı hastanın fonksiyonel gelişiminin incelendiği çalışmada 31 kişiye 30 dakika gövde kas eğitimi 15 dakika NMES uygulanmış, 33 kişiye ise ısıtma, teröpatik ultrason, masaj ve esneklik egzersizlerinden oluşan bir program uygulanmıştır. Gövde kas eğitimi primer aktif stabilizatör kaslarını güçlendirmeyi hedef alan egzersizlerden oluşturulmuştur. Egzersizler fizyoterapist eşliğinde haftada 2 gün toplam 12 hafta uygulanmıştır. Gövde kas eğitimi yapılan grupta ağrı, özürülük skorlarında klinik anlamlı farklılık gösterilmiştir (Hicks ve diğ. 2016, ss. 898-906).

Alrwaily ve arkadaşlarının kronik bel ağrılı hastalarda stabilizasyon egzersizleri ile nöromuskuler elektrik stimülasyonu kombine ettiği randomize kontrollü çalışmada 30 hasta stabilizasyon egzersiz grubu ile stabilizasyon egzersiz ve NMES grubu olmak üzere 15 kişilik iki gruba ayrılmıştır. Hastalar hafta 2 gün 6 hafta takip edilmiştir. Stabilizasyon egzersiz grubuna 20 dk egzersiz yaparken, diğer gruba 20 dk egzersizden sonra 20 dk NMES uygulanmıştır. Hastalara kas kontraksiyonunun en güçlü olduğu tolere edebildikleri yoğunlukta uygulama yapılmıştır. NMES'in tedaviye ilave edilmesi herhangi bir yan etki oluşturmamıştır. Tedavi sonunda özürülük, ağrı değerlendirilmiştir. Kronik bel ağrılı hastalarda NMES'in stabilizasyon egzersizlerine ilave edilmesini hastaların tolere edebildiği ancak bunun kontrol grubu ile karşılaştırıldığında klinik olarak anlamlı ek bir katkısının olmadığı gösterilmiştir (Alrwaily ve diğ. 2018, ss. 506-515).

Çalışmamızda Alrwaily ve arkadaşlarının çalışmasından farklı olarak kontrol grubuna sham NMES uygulandı, randomize kontrollü çift kör bir çalışma yapıldı. Alrwaily ve arkadaşlarının çalışmasında iki grup arasında tedavi süresi açısından farklılık olması sonuçlarda yanlılığa neden olabilecek bir durumdur.

Bizim çalışmamızda sonuçlar üzerinde karıştırıcı etkisini önlemek için iki grubunda tedavi süreleri eşit uygulanmıştır. Egzersizler NMES ile birlikte eş zamanlı çalışıldı. Ağrı ve özürülük skorları dışında yaşam kalitesi değerlendirildi. Hastaların tolere edebildiği maksimum yoğunlukta uygulama yapıldı, NMES'in hastalar üzerinde herhangi bir yan etkisi gözlenmedi. Hicks ve arkadaşlarının çalışmasından farklı olarak her iki gruba da kor stabilizasyon egzersizleri ve NMES dışında herhangi bir tedavi uygulanmadı. Her iki grupta da ağrı, özürülük ve yaşam kalitesi skorları tedavi öncesi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulundu.

APTA'nın (Amerikan Physical Therapy Association) 2012 yılında yayınlamış olduğu klinik rehberde Oswestry Özürülük İndeksi, bel ağrısı olan hastalarda algılanan özürülülüğü yakalamak için yaygın olarak kullanılan bir sonuç ölçütü olduğu belirtilmiştir. Klinisyenlerin OÖİ gibi onaylanmış öz bildirim anketleri kullanmalarının hastanın ağrı, işlev ve sakatlıkla ilgili temel durumunu belirlemek ve tedavi süresince hastanın durumundaki değişikliği izlemek için kullanışlı olduğu güçlü kanıt düzeyinde bildirilmiştir (Delitto ve diğ. 2012, ss. A1-57).

Park ve arkadaşlarının kronik bel ağrılı kişilerde abdominal draw-in manevrası ve kor egzersizinin abdominal kas kalınlığı ve OÖİ'ne etkisi ile ilgili çalışmasında 20 hasta alınmış haftada 3 gün 4 hafta egzersizler uygulanmıştır. Her iki gruba da ısınma soğuma egzersizleri olarak nefes ve germe yapılmış, kor grubuna mekik, sağ taraf köprü ve birddog egzersizi 10 tekrar 10 set çalışılmıştır. Abdominal draw-in manevrası grubuna ise yalnız abdominal draw-in manevrası 10 set 10 tekrar yaptırılmıştır. OÖİ skoru her iki grupta da anlamlı değişim göstermiştir. Transversus abdominus, internal oblik ve eksternal oblik kas kalınlığına ultrasonografi ile bakılmış, abdominal draw-in manevrası grubunda her üç kasta da anlamlı istatistiksel fark görülürken, kor egzersiz grubunda ise gözlenen farkların internal oblik ve eksternal oblik kaslarında istatistiksel olarak anlamlı iken, transversus abdominusta anlamlı olmadığı gösterilmiştir (Park ve Yu 2013, ss. 286-291). Çalışmamızda Park ve arkadaşlarınıninkine benzer şekilde kor egzersizleri kullanıldı. Ancak Park ve arkadaşlarının iki gruba uyguladığı egzersiz sayısındaki farklılık, tedavi süresinin farklı olması nedeniyle sonuçlar üzerinde yanlılığa yol açma riski taşımaktadır.

Bizim çalışmamızda ise her iki gruba "8 farklı egzersiz 10 tekrar" şeklinde uygulandı. Hastalarımızın özürülük düzeyini tayin etmede biz de OÖİ'den yararlandık.

Çalışmamızda her iki grubada aynı kor egzersizleri haftada 3 gün 4 hafta boyunca çalışıldı ve OÖİ skorunda her iki grupta da klinik olarak anlamlı değişim gösterildi. Çalışmamızda NMES grubunda transversus abdominus ve internal oblik kas gücünde değişim olmasına rağmen bu değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,052$).

Lumbar stabilizasyon egzersiz programının kronik bel ağrısı olan kadınlarda ağrı ve multifidus kası kesit alanına etkisini araştıran çalışmada egzersiz grubuna haftada 2 gün 12 hafta boyunca lumbar stabilizasyon egzersiz programı 45 dakika uygulanmış, kontrol grubu egzersiz yapmamıştır. Tedavi sonunda egzersiz grubunda OÖİ ve VAS istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. 12 haftalık egzersiz programı sonunda hem sol hem sağ taraf multifidus kesit alanında istatistiksel anlamlı artış gösterilmiştir (Sipaviciene ve diğ. 2018, s. 309). Çalışmamızda benzer kor stabilizasyon egzersizleri hastalarımıza uygulandı. Sipaviciene ve arkadaşlarının çalışmasına benzer şekilde çalışmamızda hem NMES hem kontrol grubunda OÖİ ve VAS skorlarında klinik olarak anlamlı fark elde edildi. Ancak multifidus kas kalınlığı ve alan ölçümünde her iki grupta da istatistiksel anlamlı değişim bulunamadı.

Çalışmamızda, ultrason ile ölçülen kas kalınlıkları ve alanlarında değişiklik gözlenmemesinin birkaç sebebi olabilir. Çalışmamızın süresi kasta hipertrofi oluşturmak için yeterli olmamış olabilir. Ağrı, özürülük ve yaşam kalitesinde görülen gelişmeler kas kuvvetinde nöral adaptasyon sonucu gelişen kuvvet artışına bağlı olabilir. Bir başka sebep de kor stabilizasyon egzersiz programı sonrası hastaların gövde kas aktivasyonu ve nöromuskuler koordinasyon gelişimine bağlı kor kaslarının ateşlenme ve kontraksiyon zamanlamasında düzelme olması sonucu daha etkili çalışarak daha iyi stabilizasyon sağladıkları için kas kuvvet artışı ve hipertrofisine gerek kalmıyor olabilir.

5.1.ÇALIŞMANIN KISITLILIKLARI

Çalışmamız hiçbir tedavinin uygulanmadığı bir kontrol grup içermemektedir.

Tablo 5.1: Literatür taraması

Yazar, yıl	Uygulanan tedaviler		Çalışma süresi	Randomizasyon	Takip parametreleri	Çalışmanın sonucu
	Uygulama grubu (n)	Kontrol grubu (n)				
Inani ve Selkar, 2013	Kor stabilizasyon egzersizleri (n:15)	Konvansiyonel egzersizler (n:15)	Haftada 3 gün, 3 ay takip	Randomizasyon+	VAS, OÖİ	Kor stabilizasyon grubu daha büyük ölçüde iyileşme
Akhtar ve ark., 2017	Kor stabilizasyon egzersizleri 40 dakika + ultrason 10 dakika + TENS 10 dakika (n:60)	Rutin egzersizler 40 dakika + ultrason 10 dakika + TENS 10 dakika (n:60)	Haftada 1 gün, 6 hafta	Randomize kontrollü tek kör çalışma	VAS	Kor stabilizasyon grubu ağrı üzerinde daha etkili
Guo ve ark., 2018	NMES 30 dakika + ağrı kesici ilaç ve hasta eğitimi (n:36)	Ağrı kesici ilaç ve hasta eğitimi (n:36)	Haftada 1 gün, 4 hafta	Retrospektif Randomizasyon - Kontrol grup +	Numerik ağrı skalası, Quebec Ölçeği, Roland-Moris Anketi	Her iki grup arasında anlamlı fark yok
Coghlan ve ark., 2011	NMES ilk 4 hafta 15 dakika, sonraki 2 hafta 30 dakika (n:13)	yok	İlk 2 hafta günde 1, diğer 4 hafta günde 2 kez toplam 6 hafta	Olgu serisi	VAS, ultrason ile abdominal ve lumbal kas kalınlığı	TrA ve IO kas kalınlığında artış, VAS skorunda azalma
Hicks ve ark., 2016	Gövde kas eğitimi 30 dakika + NMES 15 dakika (n:31)	Isıtma 20 dakika, terapötik ultrason 7 dakika, masaj 8 dakika, esneklik egzersizleri 5 dakika (n:33)	Haftada 2 gün, 12 hafta	Randomize tek kör fizibilite çalışması	OÖİ, Numerik ağrı skalası	Egzersiz grubunda ağrı ve özürülük skorlarında anlamlı değişim
Alrwaily ve ark., 2018	Kor stabilizasyon egzersizleri 20 dakika + NMES 20 dakika (n:15)	Kor stabilizasyon egzersizleri 20 dakika (n:15)	Haftada 2 gün, 6 hafta	Randomize kontrollü çalışma	OÖİ, numerik ağrı skalası	NMES'in kor stabilizasyon egzersizlerine ilave edilmesinin anlamlı ek bir katkısı yok
Park ve Yu, 2013	Abdominal draw-in manevrası (n:10)	Kor stabilizasyon egzersizleri (n:10)	Haftada 3 gün, 4 hafta	Randomizasyon + Kontrol grup -	OÖİ, abdominal kas kalınlığı	Her iki grupta da OÖİ anlamlı değişim, Uygulama grubunda TrA, IO ve EO, kor egzersiz grubunda yalnız IO ve EO anlamlı değişim
Sipaviciene ve ark., 2018	Lumbar stabilizasyon egzersizleri 45 dakika (n:55)	Uygulama yapılmamış (n:51)	Haftada 2 gün, 12 hafta	Randomize kontrollü çalışma	OÖİ, VAS, lumbar multifidus kas kalınlığı	Egzersiz grubunda OÖİ, VAS, sağ ve sol multifidus kesit alanında anlamlı değişim

6. SONUÇ

Kronik bel ağrılı hastalarda kor stabilizasyon egzersizlerine eklenen NMES uygulamasının hastaların ağrı, özürlülük, abdominal ve lumbal kas kalınlığına etkisini araştırdığımız çalışmamızda aşağıdaki sonuçlara ulaşıldı.

- i. NMES ve kontrol grubunun tedavi öncesi yaş, boy, kilo, BKİ, hastalık süreleri ve cinsiyet dağılımı birbirine benzerdi ($p>0,05$).
- ii. Grupların tedavi öncesi VAS, OÖİ, NSP-Toplam ve NSP'nin alt skorları, abdominal kasların kalınlık ölçümü, lumbal multifidus kas kalınlığı ve alan ölçümü sonuçları benzer özellik göstermekteydi ($p>0,05$).
- iii. Her iki grupta da tedavi öncesi ve tedavi sonrası VAS skorundaki değişime bakıldığında hem istatistiksel hem klinik olarak anlamlı değişim görüldü ($p<0,05$).
- iv. Hem NMES hem kontrol grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası OÖİ skorundaki değişime bakıldığında her iki grupta da hem istatistiksel hem klinik anlamlı fark elde edildi ($p=0,000$).
- v. Tedavi öncesi ve sonrası NSP toplam ve NSP'nin alt skorlarına bakıldığında her iki grupta da NSP toplam, enerji, ağrı, emosyonel reaksiyonlar, fiziksel aktivite skorlarında istatistiksel olarak anlamlı gelişme görüldü ($p<0,05$). NSP'nin alt başlıkları olan uyku ve sosyal izolasyon skorlarındaki değişiklik ise her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı değildi.
- vi. NMES ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası hem sağ hem sol transversus abdominus, internal oblik ve eksternal oblik kas kalınlığındaki değişime bakıldığında, NMES grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir üstünlük görülmedi.

NMES grubunun sol transversus abdominus ve sol internal oblik kas kalınlığındaki değişime bakıldığında artış olmasına rağmen istatistiksel açıdan anlamlı değildi ($p=0,052$ ve $p=0,052$).

- vii. NMES ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası sağ ve sol L5, L4, L3 multifidus kas kalınlığı ve alan ölçümleri karşılaştırıldığında her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı değişim görülmedi. NMES grubunun sol L3 multifidus kalınlığında fark görülmesine rağmen istatistiksel açıdan anlamlı değildi ($p=0,052$).

Gelecek çalışmalarda kor stabilizasyon egzersizleri ile birlikte uygulanan NMES'in tedavi sıklığının daha fazla ve tedavi süresinin daha uzun tutulmasının abdominal ve lumbal kas kalınlığı üzerindeki etkileri araştırılabilir.

Bu çalışma ile NMES uygulamasının kor stabilizasyon egzersizleriyle birlikte uygulanmasının kronik bel ağrılı hastalar tarafından tolere edildiği görüldü.

Ayrıca bu çalışma ile NMES uygulamasının kor stabilizasyon egzersizleriyle birlikte uygulanmasının, sham NMES ve kor stabilizasyon egzersizleri uygulanan grup ile kıyaslandığında klinik sonuç ölçümlerine ek bir katkısının olmadığı görüldü.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Cailliet, R., 1994. *Bel ağrıları sendromları*. Ankara: Nobel Tıp Kitabevi.
- Castro, W.H.M., Jerosch, J. & Grossman, T.W., 2001. *Examination and diagnosis of musculoskeletal disorders*. Stuttgart: Thieme.
- Çerezci, Ö., Canbulat, N., and Tura, A., 2011. Bel egzersizlerinin lomber stabilizasyonda önemi ve seçilecek egzersiz programı. *Lomber dejeneratif disk hastalığı ve dinamik stabilizasyon*. İstanbul: Amerikan Hastanesi Yayınları, ss. 144-157.
- Hoppenfeld, S., 1976. *Physical examination of the spine and extremities*. New York: Appleton Century Crofts.
- Karataş, M., 2016. Lomber omurganın fiziksel özellikleri ve fonksiyonel biyomekaniği. *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri, ss. 161-176.
- Kramer, J., 1990. *Intervertebral disc diseases causes, diagnosis, treatment and prophylaxis*. New York: Thieme Medical Publisher.
- Levangie, P.K. and Norkin, C.C., 2011. *Joint structure and function: a comprehensive analysis*. Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Magee, D.J., 2002. *Orthopedic physical assessment*. Philadelphia: Saunders.
- Moore, K.L. & Dalley, A.F., 1999. *Clinically oriented anatomy*. Philadelphia: Lippicott Williams and Wilkins.
- NICE, 2016. *Low Back Pain and Sciatica in Over 16s: Assessment and Management*. London.
- Oğuz, H., 1992. Bel ağrıları. *Romatizmal ağrılar*. Konya: Atlas Tıp Kitabevi.
- Oğuz, H., 2004. Bel Ağrıları. *Tıbbi rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, ss. 1131-1171.
- Otman, S.A. ve Köse, N., 2013. *Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri*. Ankara: Hipokrat Kitabevi.
- Ozdinler, A.R., 2014. *Fiziksel modaliteler ve elektroterapi*. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi.
- Öktenoğlu, T., 2011. Lomber omurganın ve lomber diskin biyomekaniği. *Lomber dejeneratif disk hastalığı ve dinamik stabilizasyon*. İstanbul: Amerikan Hastanesi Yayınları, ss. 34-48.
- Özcan, E. ve Ketenci, A., 2002. Bel ağrılı hastaların konservatif tedavisi. *Bel ağrısı tanı ve tedavi*. İstanbul: Nobel Kitabevi, ss. 187-192.
- Özdemir, O., 2016. Bel ağrısı nedenleri ve muayenesi. *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri, ss. 1669-1680.
- Tuna, N., 2000. *Bel Ağrısı: Radiküler ve Psödoradiküler Sendromlar*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi.

Sürelî Yayınlar

- Adams, M.A. & Hutton, W.C., 1980. The effect of posture on the role of the apophysial joints in resisting intervertebral compressive forces. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume.* **62** (3), ss. 358-362.
- Adams, M.A., Hutton, W.C., & Stott, J.R., 1980. The resistance to flexion of the lumbar intervertebral joint. *Spine.* **5** (3), ss. 245-253.
- Airaksinen, O., Brox, J.I., Cedraschi, C., Hildebrandt, J., Klüber-Moffett, J., Kovacs, F., Mannion, A.F., Reis, S., Staal, J.B., Ursin, H., & Zanoli, G., 2006. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European Spine Journal.* **15** (Suppl 2), ss. 192-300.
- Akhtar, M.W., Karimi, H., and Gilani, S.A. 2017. Effectiveness of core stabilization exercises and routine exercise therapy in management of pain in chronic non-specific low back pain: A randomized controlled clinical trial. *Pakistan Journal of Medical Sciences.* **33** (4), ss. 1002-1006.
- Alkan, H., ve Ardiç, F., 2011. Mekanik bel ağrılarında medikal ve fizik tedavi uygulamalarının yeri. *Türkiye Klinikleri Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon- Özel Konular.* **4** (1), ss. 75-84.
- Alrwaily, M., Schneider, M., Sowa, G., Timko, M., Whitney, S.L., and Delitto, A., 2018. Stabilization exercises combined with neuromuscular electrical stimulation for patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy.* **23** (6), ss. 506-515.
- Atıcı, Y. ve Polat, B., 2017. Posterior longitudinal ligaman ossifikasyonu: prevalans, prezentasyon ve doğal seyir. *TOTBİD Dergisi.* **16**, ss. 360-366.
- Baygıtalp, F. ve Şenel, K., 2013. Lomber Faset Sendromu. *Türk Osteoporoz Dergisi.* **19**, ss. 90-94.
- Bener, A., Dafeeah, E.E., and Alnaqbi, K., 2014. Prevalence and correlates of low back pain in primary care: what are the contributing factors in a rapidly developing country. *Asian Spine Journal.* **8** (3), ss. 227-236.
- Berry, J.L., Moran, J.M., Berg, W.S., and Steffee, A.D., 1987. A morphometric study of human lumbar and selected thoracic vertebrae. *Spine.* **12** (4), ss. 362-367.
- Björck-van Dijken, C., Fjellman-Wiklund, A., and Hildingsson, C., 2008. Low back pain, lifestyle factors and physical activity: a population based-study. *Journal of Rehabilitation Medicine.* **40** (10), ss. 864-869.
- Borenstein, D.G., 1996. Chronic low back pain. *Rheumatic Diseases Clinics of North America.* **22** (3), ss. 439-456.
- Carragee, E.J., and Hannibal, M., 2004. Diagnostic evaluation of low back pain. *The Orthopedic Clinics of North America.* **35** (1), ss. 7-16.
- Chazal, J., Tanguy, A., Bourges, M., Gaurel, G., Escande, G., Guillot, M., and Vanneuville, G., 1985. Biomechanical properties of spinal ligaments and a histological study of the supraspinal ligament in traction. *Journal of Biomechanics.* **18** (3), ss. 167-176.
- Cholewicki, J., Panjabi, M.M, and Khachatryan, A., 1997. Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. *Spine* **22** (19), ss. 2207-2212.

- Chou, R., Huffman, L.H., American Pain Society, and American College of Physicians, 2007. Nonpharmacologic therapies for acute and chronic low back pain: a review of the evidence for an American Pain Society/American College of Physicians clinical practice guideline. *Annals of Internal Medicine*. **147** (7), ss. 492-504.
- Chow, D.H., Luk, K.D., Leong, J.C., and Woo, C.W., 1989. Torsional stability of the lumbosacral junction. Significance of the iliolumbar ligament. *Spine*. **14** (6), ss. 611-615.
- Coghlan, S., Crowe, L., McCarthyPersson, U., Minogue, C., and Caulfield, B., 2008. Electrical muscle stimulation for deep stabilizing muscles in abdominal wall. *Conference Proceedings IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. **2008**, ss. 2756-2759.
- Coghlan, S., Crowe, L., McCarthyPersson, U., Minogue, C., and Caulfield, B., 2011. Neuromuscular electrical stimulation training results in enhanced activation of spinal stabilizing muscles during spinal loading and improvements in pain ratings. *Conference Proceedings IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. **2011**, ss. 7622-7625.
- Costa, L.O., Maher, C.G., Latimer, J., Hodges, P.W., Herbert, R.D., Refshauge, K.M., McAuley, J.H., and Jennings, M.D., 2009. Motor control exercise for chronic low back pain: a randomized placebo-controlled trial. *Physical Therapy*. **89** (12), ss. 1275-1286.
- Crisco, J.J., and Panjabi, M.M., 1991. The intersegmental and multisegmental muscles of the lumbar spine. A biomechanical model comparing lateral stabilizing potential. *Spine*. **16** (7), ss. 793-799.
- Danneels, L.A., Vanderstraeten, G.G., Cambier, D.C., Witvrouw, E.E., and De Cuyper, H.J., 2000. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *European Spine Journal*. **9** (4), ss. 266-272.
- de Vet, H.C., Heymans, M.W., Dunn, K.M., Pope, D.P., van der Beek, A.J., Macfarlane, G.J., Bouter, L.M. and Croft, P.R. 2002. Episodes of low back pain: a proposal for uniform definitions to be used in research. *Spine*. **27** (21), ss. 2409-2416.
- Delitto, A., George, S.Z., Van Dillen, L., Whitman, J.M., Sowa, G., Shekelle, P., Denninger, T.R., Godges, J.J., and Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association, 2012. Low back pain. *The Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*. **42** (4), ss. A1-57.
- Deyo, R.A., 1993. Practice variations, treatment fads, rising disability. Do we need a new clinical research paradigm?. *Spine*. **18** (15), ss. 2153-2162.
- Deyo, R.A., Rainville, J., and Kent, D.L., 1992. What can the history and physical examination tell us about low back pain?. *JAMA*. **268** (6), ss. 760-765.
- Dolan, P., Adams, M.A., and Hutton, W.C., 1988. Commonly adopted postures and their effect on the lumbar spine. *Spine*. **13** (2), ss. 197-201.
- Dunlop, R.B., Adams, M.A., and Hutton, W.C., 1984. Disc space narrowing and the lumbar facet joints. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. **66** (5), ss. 706-710.
- Durmuş, D., Akyol, Y., Cengiz, K., Terzi T., and Cantürk, F., 2010. Effects of Therapeutic Ultrasound on Pain, Disability, Walking Performance, Quality of Life, and Depression in Patients with Chronic Low Back Pain: A Randomized, Placebo Controlled Trial. *Turkish Journal of Rheumatology*. **25** (2), ss. 82-87.

- Ebenbichler, G.R., Oddsson, L.I., Kollmitzer, J., and Erim, Z., 2001. Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. **33** (11), ss. 1889-1898.
- Ebraheim, N.A., Hassan, A., Lee, M., and Xu, R., 2004. Functional anatomy of the lumbar spine. *Seminars in Pain Medicine*. **2** (3), ss. 131-137.
- Eryavuz, M., and Akkan, A., 2003. Fabrika Çalışanlarında Bel Ağrısı Risk Faktörlerinin Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. **49** (5).
- Fairbank, J.C., and Pynsent, P.B., 2000. The Oswestry Disability Index. *Spine*. **25** (22), ss. 2940-2952; discussion 2952.
- Feldman, D.E., Shrier, I., Rossignol, M., and Abenhaim, L., 2001. Risk factors for the development of low back pain in adolescence. *American Journal of Epidemiology*. **154** (1), ss. 30-36.
- Frobin, W., Brinckmann, P., Biggemann, M., Tillotson, M., and Burton, K., 1997. Precision measurement of disc height, vertebral height and sagittal plane displacement from lateral radiographic views of the lumbar spine. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. **12** (Suppl 1), ss. 1-63.
- Gnat, R., Saulicz, E., and Miadowicz, B., 2012. Reliability of real-time ultrasound measurement of transversus abdominis thickness in healthy trained subjects. *European Spine Journal*. **21** (8), ss. 1508-1515.
- Gordon, R. and Bloxham, S., 2016. A Systematic Review of the Effects of Exercise and Physical Activity on Non-Specific Chronic Low Back Pain. *Healthcare (Basel)*. **4** (2).
- Grobler, L.J., Novotny, J. E., Wilder, D.G., Frymoyer, J.W., and Pope, M.H., 1994. L4-5 isthmic spondylolisthesis. A biomechanical analysis comparing stability in L4-5 and L5-S1 isthmic spondylolisthesis. *Spine*. **19** (2), ss. 222-227.
- Guo, P., Wang, J.W., and Tong, A., 2018. Therapeutic effectiveness of neuromuscular electrical stimulation for treating patients with chronic low back pain. *Medicine (Baltimore)*. **97** (48).
- Hagen, K.B., Jamtvedt, G., Hilde, G., and Winnem, M.F. 2005. The updated cochrane review of bed rest for low back pain and sciatica. *Spine*. **30** (5), ss. 542-546.
- Hazard, R.G. 2007. Low-back and neck pain diagnosis and treatment. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. **86** (1 Suppl), ss. 59-68.
- Hibbs, A.E., Thompson, K.G., French, D., Wrigley, A., and Spears, I., 2008. Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Medicine*. **38** (12), ss. 995-1008.
- Hicks, G. E., Fritz, J.M., Delitto, A., and McGill, S.M., 2005. Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. **86** (9), ss. 1753-1762.
- Hicks, G.E., Sions, J.M., Velasco, T.O., and Manal, T.J., 2016. 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*. **32** (10), ss. 898-906.
- Hindle, R.J., Pearcy, M.J., and Cross, A., 1990. Mechanical function of the human lumbar interspinous and supraspinous ligaments. *Journal of Biomedical Engineering*. **12** (4), ss. 340-344.

- Hosseinfar, M., Akbari, A., and Ghiasi, F., 2015. Intra-Rater Reliability of Rehabilitative Ultrasound Imaging for Multifidus Muscles Thickness and Cross Section Area in Healthy Subjects. *Global Journal of Health Science*. **7** (6), ss. 354-361.
- Hoy, D., March, L., Brooks, P., Woolf, A., Blyth, F., Vos, T., and Buchbinder, R., 2010. Measuring the global burden of low back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. **24** (2), ss. 155-165.
- Hukins, D.W., Kirby, M.C., Sikoryn, T.A., Aspden, R.M., and Cox, A.J., 1990. Comparison of structure, mechanical properties, and functions of lumbar spinal ligaments. *Spine*. **15** (8), ss. 787-795.
- Hunt, S.M., McKenna, S.P., McEwen, J., Williams, J., and Papp, E., 1981. The Nottingham Health Profile: subjective health status and medical consultations. *Social Science & Medicine*. **15** (3 Pt 1), ss. 221-229.
- Inani, S.B., and Selkar, S.P., 2013. Effect of core stabilization exercises versus conventional exercises on pain and functional status in patients with non-specific low back pain: a randomized clinical trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. **26** (1), ss. 37-43.
- Indahl, A., 2004. Low back pain: diagnosis, treatment, and prognosis. *Scandinavian Journal of Rheumatology*. **33** (4), ss. 199-209.
- Inoue, H., 1981. Three-dimensional architecture of lumbar intervertebral discs. *Spine*. **6** (2), ss. 139-146.
- Iwasaki, H., Yoshida, M., Yamada, H., Hashizume, H., Minamide, A., Nakagawa, Y., Kawai, M., and Tsutsui, S., 2014. A new electrophysiological method for the diagnosis of extraforaminal stenosis at L5-S1. *Asian Spine Journal*. **8** (2), ss. 145-149.
- Jones, G.T., 2005. Epidemiology of low back pain in children and adolescents. *Archives of Disease in Childhood*. **90** (3), ss. 312-316.
- Karababa, A.O., 2010. Bel ağrısı epidemiyolojisi. *Turkiye Klinikleri Journal of Neurosurgery-Special Topics*. **3** (1), ss. 1-7.
- Kazarian, L. E., 1975. Creep characteristics of the human spinal column. *Orthopedic Clinics of North America*. **6** (1), ss. 3-18.
- Khadilkar, A., Odebiyi, D.O., Brosseau, L., and Wells, G.A., 2008. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) versus placebo for chronic low-back pain. *Cochrane Database System Review*. (4): CD003008.
- Kim, J.S., Seok, C.H., and Jeon, H.S., 2017. Abdominal draw-in maneuver combined with simulated weight bearing increases transversus abdominis and internal oblique thickness. *Physiotherapy Theory and Practice*. **33** (12), ss. 954-958.
- Kim, S.Y., Kim, J.H., Jung, G.S., Baek, S.O., Jones, R., and Ahn, S.H., 2016. 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*. **28** (2), ss. 399-406.
- Koes, B. W., van Tulder, M. W., and Thomas, S., 2006. Diagnosis and treatment of low back pain. *The BMJ*. **332** (7555), ss. 1430-1434.
- Kreisler, M., Christoffers, A.B., Al-Haj, H., Willershausen, B., and d'Hoedt, B., 2002. Low level 809-nm diode laser-induced in vitro stimulation of the proliferation of human gingival fibroblasts. *Lasers in Surgery and Medicine*. **30** (5), ss. 365-369.
- Krismer, M. and van Tulder, M., 2007. Low back pain (non-specific). *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. **21** (1), ss. 77-91.

- Kucukdeveci, A.A., McKenna, S.P., Kutlay, S., Gursel, Y., Whalley, D., and Arasil, T., 2000. The development and psychometric assessment of the Turkish version of the Nottingham Health Profile. *International Journal of Rehabilitation Research*. **23** (1), ss. 31-38.
- Kuukkanen, T.M. and Malkia, E.A., 2000. An experimental controlled study on postural sway and therapeutic exercise in subjects with low back pain. *Clinical Rehabilitation*. **14** (2), ss. 192-202.
- Lamy, C., Bazergui, A., Kraus, H., and Farfan, H.F., 1975. The strength of the neural arch and the etiology of spondylolysis. *Orthopedic Clinics North America*. **6** (1), ss. 215-231.
- Leerar, P.J., Boissonault, W., Domholdt, E., and Roddey, T., 2007. Documentation of red flags by physical therapists for patients with low back pain. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. **15** (1), ss. 42-49.
- Liddle, S.D., Baxter, G.D., and Gracey, J.H., 2004. Exercise and chronic low back pain: what works?. *Pain*. **107** (1-2), ss. 176-190.
- Loney, P.L. and Stratford, P.W., 1999. The prevalence of low back pain in adults: a methodological review of the literature. *Physical Therapy*. **79** (4), ss. 384-396.
- Lonnemann, M.E., Paris, S.V., and Gorniak, G.C., 2008. A morphological comparison of the human lumbar multifidus by chemical dissection. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. **16** (4), ss. 84-92.
- MacDonald, D., Moseley, G.L., and Hodges, P.W., 2009. Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain*. **142** (3), ss. 183-188.
- Macintosh, J.E., and Bogduk, N., 1987. 1987 Volvo award in basic science. The morphology of the lumbar erector spinae. *Spine*. **12** (7), ss. 658-668.
- Markolf, K.L., and Morris, J.M., 1974. The structural components of the intervertebral disc. A study of their contributions to the ability of the disc to withstand compressive forces. *The Journal of Bone and Joint Surgery American volume*. **56** (4), ss. 675-687.
- Monaghan, B., Caulfield, B., and O'Mathuna, D.P., 2010. Surface neuromuscular electrical stimulation for quadriceps strengthening pre and post total knee replacement. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. (1).
- Mordeniz, C., ve Sıvacı, R., 2010. Kronik Bel Ağrısında Medikal Tedavi (Derleme). *The Medical Journal of Kocatepe*. **11** (1-2-3), ss. 43-54.
- Myklebust, J.B., Pintar, F., Yoganandan, N., Cusick, J.F., Maiman, D., Myers, T.J., and Sances, A., 1988. Tensile strength of spinal ligaments. *Spine*. **13** (5), ss. 526-531.
- Nabiyev, V., Ayhan, S., ve Acaroğlu, E., 2015. Bel ağrısında tanı ve tedavi algoritması. *TOTBİD Dergisi*. **14**, ss. 242-251.
- Neumann, P., Keller, T.S., Ekstrom, L., Perry, L., Hansson, T.H., and Spengler, D.M., 1992. Mechanical properties of the human lumbar anterior longitudinal ligament. *Journal of Biomechanics*. **25** (10), ss. 1185-1194.
- Oğuz, H., 2011. Bel Ağrılarında Klinik Değerlendirme. *Türkiye Klinikleri Journal Physical Medicine & Rehabilitation-Special Topics*. **4** (1), ss. 12-16.
- Ohnhaus, E.E., and Adler, R., 1975. Methodological problems in the measurement of pain: a comparison between the verbal rating scale and the visual analogue scale. *Pain*. **1** (4), ss. 379-384.

- Ostelo, R. W., and H. C. de Vet, 2005. Clinically important outcomes in low back pain. *Best Practice and Research Clinical Rheumatology*. **19**(4), ss. 593-607.
- Panagiotacopoulos, N.D., Pope, M.H., Bloch, R., and Krag, M.H., 1987. Water content in human intervertebral discs. Part II. Viscoelastic behavior. *Spine*. **12** (9), ss. 918-924.
- Panjabi, M.M., 1992. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*. **5** (4), ss. 383-389; discussion 397.
- Panjabi, M.M., Goel, V., Oxland, T., Takata, K., Duranceau, J., Krag, M., and Price, M., 1992. Human lumbar vertebrae. Quantitative three-dimensional anatomy. *Spine*. **17** (3), ss. 299-306.
- Panjabi, M.M., and White, A.A., 1980. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery*. **7** (1), ss. 76-93.
- Park, S.D., and Yu, S.H., 2013. The effects of abdominal draw-in maneuver and core exercise on abdominal muscle thickness and Oswestry disability index in subjects with chronic low back pain. *Journal of Exercise Rehabilitation*. **9** (2), ss. 286-291.
- Polat, Ö., ve Uçkun, A., 2018. Lomber Disk Hastalığında Konservatif Tedavi Yöntemleri. *Türk Nöroşirürji Dergisi*. **28** (2), ss. 185-189.
- Qaseem, A., Wilt, T. J., McLean, R. M., Forcica, M. A., 2017. Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*. **166** (7), ss. 514-530.
- Sarpel, T., and Doğru, H., 2006. Bel ağrılarında epidemiyoloji. *Klinik Aktüel Tıp Dergisi*. **11** (1), ss. 10-14.
- Sharma, M., Langrana, N.A., and Rodriguez, J., 1995. Role of ligaments and facets in lumbar spinal stability. *Spine*. **20** (8), ss. 887-900.
- Sipaviciene, S., Kliziene, I., Pozeriene, J., and Zaicenkoviene, K., 2018. Effects of a Twelve-Week Program of Lumbar-Stabilization Exercises on Multifidus Muscles, Isokinetic Peak Torque and Pain for Women with Chronic Low Back Pain. *Journal of Pain & Relief*. **7** (1), s. 309.
- Skipor, A.F., Miller, J.A., Spencer, D.A., and Schultz, A.B., 1985. Stiffness properties and geometry of lumbar spine posterior elements. *Journal of Biomechanics*. **18** (11), ss. 821-830.
- Teyhen, D.S., Miltenberger, C.E., Deiters, H.M., Del Toro, Y.M., Pulliam, J.N., Childs, J.D., Boyles, R.E., and Flynn, T.W., 2005. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing-in maneuver in subjects with low back pain. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. **35** (6), ss. 346-355.
- Underwood, M.R., and Dawes, P., 1995. Inflammatory back pain in primary care. *British Journal of Rheumatology*. **34** (11), ss. 1074-1077.
- Uzuner, B., and Uyar, M., 2017. Kronik bel ağrılı hastada muayene yöntemleri. *TOTBİD Dergisi*. **16**, ss. 103-111.
- van Middelkoop, M., Rubinstein, S.M., Kuijpers, T., Verhagen, A.P., Ostelo, R., Koes, B.W., and van Tulder, M.W., 2011. A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *European Spine Journal*. **20** (1), ss. 19-39.

- van Tulder, M., Becker, A., Bekkering, T., Breen, A., del Real, M.T., Hutchinson, A., Koes, B., Laerum, E., Malmivaara, A., 2006. Chapter 3 European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care. *European Spine Journal*. **15** (Suppl 2), ss. 169-191.
- van Tulder, M., Furlan, A., Bombardier, C., Bouter, L., and Editorial Board of the Cochrane Collaboration Back Review Group., 2003. Updated method guidelines for systematic reviews in the cochrane collaboration back review group. *Spine*. **28** (12), ss. 1290-1299.
- van Tulder, M., Koes, B., and Bombardier, C., 2002. Low back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. **16** (5), ss. 761-775.
- van Tulder, M.W., Malmivaara, A., Esmail, R., and Koes, B.W., 2000. Exercise therapy for low back pain. *Cochrane Database System Review*. (2): CD000335.
- van Wambeke, P., Desomer, A., Jonckher, P., and Depreitere, B., 2019. The Belgian national guideline on low back pain and radicular pain: key roles for rehabilitation, assessment of rehabilitation potential and the PRM specialist. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*
- Vleeming, A., Pool-Goudzwaard, A.L., Stoeckart, R., van Wingerden, J.P., and Snijders, C.J., 1995. The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine*. **20** (7), ss. 753-758.
- Volinn, E., 1997. The epidemiology of low back pain in the rest of the world. A review of surveys in low- and middle-income countries. *Spine*. **22** (15), ss. 1747-1754.
- Wilke, H.J., Wolf, S., Claes, L.E., Arand, M., and Wiesend, A., 1995. Stability increase of the lumbar spine with different muscle groups. A biomechanical in vitro study. *Spine*. **20** (2), ss. 192-198.
- Yakut, E., Duger, T., Oksuz, C., Yorukan, S., Ureten, K., Turan, D., Frat, T., Kiraz, S., Krd, N., Kayhan, H., Yakut, Y., and Guler, C., 2004. Validation of the Turkish version of the Oswestry Disability Index for patients with low back pain. *Spine*. **29** (5), ss. 581-585; discussion 585.
- Yousefi-Nooraie, R., Schonstein, E., Heidari, K., Rashidian, A., Pennick, V., Akbari-Kamrani, M., Irani, S., Shakiba, B., Mortaz Hejri, S.A., Mortaz Hejri, S.O., and Jonaidi, A., 2008. Low level laser therapy for nonspecific low-back pain. *Cochrane Database System Review*. (2): CD005107.