



**T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP ve REHABİLİTASYON
ANABİLİM DALI**

**SERVİKAL DİSK HERNİSİNE BAĞLI AKUT BOYUN
AĞRISINDA DÜŞÜK DOZ LAZER TEDAVİSİNİN
ETKİNLİĞİ**

Dr. Hazan ŞAHAN BUKO

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Tunay SARPEL

ADANA-2013

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin hazırlanmasında büyük katkıları bulunan tez danışmanım Prof. Dr. Tunay SARPEL'e, uzmanlık eğitimime katkılarından dolayı Prof. Dr. Mustafa Kamil GÖNCÜ'ye, Prof. Dr. Rengin GÜZEL'e, Prof. Dr. Erkan KOZANOĞLU'na, Doç. Dr. Sibel BAŞARAN'a, Yrd. Doç. Dr. İlke BENLİDAYI'ya, Uzm. Dr. Bayram KELLE'ye,

Tezimin hazırlanmasında katkısı bulunan Yrd. Doç. Dr. Ertan KARA, Fzt. Gülhan KAPUAĞASI, Fzt. Safine HAVUÇ, sekreterlerimiz Zahide ŞİMŞEK ŞENLER ve Burcu SEVER ŞAHİN'e;

Rotasyonlarım boyunca ilgi ve desteklerinden dolayı Prof. Dr. Hacer BOZDEMİR, Doç. Dr. Kezban ASLAN, Prof. Dr. Murat SERT, Prof. Dr. Hikmet AKKIZ, Prof. Dr. Eren ERKEN, Uzm. Dr. Fatih YILDIZ, Prof. Dr. Ali KOCABAŞ, Doç. Dr. Sedat KULECİ, Prof. Dr. Mesut DEMİR, Uzm. Dr. Çağlar Emre ÇAĞLIYAN'a;

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum asistan arkadaşlarım Uzm. Dr. Eda SÖKER, Uzm. Dr. Ayşe TELLİOĞLU, Uzm. Dr. Pembe Hare YİĞİTOĞLU, Uzm. Dr. Derya MEMİŞ, Dr. Neslihan Gökçen, Dr. Serkan BALIKÇI, Dr. Selen ÖZGÖZEN, Dr. Ayşegül COŞKUN, Dr. Emine Aygül ORTAÇ ve Dr. Tuğba DAYANIR'a;

Birlikte çalışma fırsatı bulduğum, başta sorumlu hemşiremiz Derya DÜNDAR olmak üzere, tüm hemşire, fizyoterapist ve personel arkadaşlarıma;

Her zaman yanımda olan ve bana güç veren canım ailem ve sevgili eşim Dr. Özgür ŞAHAN'a;

Teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Hazan ŞAHAN BUKO

ADANA, 2013

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLolar LİSTESİ.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
KISALTMALAR LİSTESİ	VII
ÖZET ve ANAHTAR SÖZCÜKLER	X
ABSTRACT and KEY WORDS	XI
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Servikal Omurganın Embriyolojisi	2
2.1.1. Omurganın Gelişimi.....	3
2.1.2. Vertebra Gelişiminin Kıkırdak Evresi	4
2.1.3. Vertebra Gelişiminin Kemik Evresi.....	4
2.2. Fonksiyonel Anatomi	6
2.2.1. Omurganın Eğrilikleri	6
2.2.2. Servikal Vertebra lar	7
2.2.2.1. Tipik Servikal Vertebra lar	8
2.2.2.2. Atipik Servikal Vertebra lar.....	9
2.2.3. İntervertebral Disk	10
2.2.4. Servikal Bölge Eklemleri	12
2.2.4.1. Vertebra Gövdeleri Arasındaki Eklemler	12
2.2.4.2. Vertebra Kemerleri Arasındaki Eklemler	12
2.2.4.3. Kraniovertebral Eklemler	12
2.2.5. Servikal Bölge Ligamentleri	13
2.2.6. Servikal Bölgenin Kasları	17
2.2.6.1. Ön Boyun Kasları	17
2.2.6.2. Prevertebral Kaslar	18
2.2.7. Servikal Bölgenin Kanlanması.....	20
2.2.8. Medulla Spinalis ve Spinal Sinirler	21
2.3. Servikal Dejeneratif Disk Hastalıkları	22

2.4. Servikal Omurga Biyomekaniği.....	27
2.5. Servikal Bölgede Ağrıya Duyarlı Yapılar.....	29
2.6. Boyun Ağrısı	30
2.6.1. Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri.....	30
2.6.2. Etyoloji.....	31
2.6.3. Öykü.....	36
2.6.4. Semptom ve Klinik Bulgular	37
2.6.4.1. Radikülopati.....	37
2.6.4.2. Myelopati.....	38
2.6.5. Fizik Muayene.....	41
2.6.6. Tanı ve Ayırıcı Tanı Yöntemleri.....	46
2.6.6.1. Görüntüleme Yöntemleri	47
2.6.6.2. Elektrodiagnostik İncelemeler	49
2.6.6.3. Tanısal Sinir Blokları.....	49
2.6.6.4. Laboratuvar Testleri.....	50
2.6.7. Tedavi Yöntemleri	50
2.6.7.1. Eğitim ve Koruyucu Önlemler.....	50
2.6.7.2. Ortezler	51
2.6.7.3. Egzersiz.....	51
2.6.7.4. Fizik Tedavi Ajanları.....	51
2.6.7.5. Medikal Tedavi.....	53
2.6.7.6. Enjeksiyonlar	54
2.6.7.7. Perkütan Disk Dekompresyonu	55
2.6.7.8. Cerrahi Tedavi	56
2.7. Düşük Doz Lazer (Low Level Laser) Tedavisi.....	57
2.7.1. Tarihçe	57
2.7.2. Lazer Dizaynı	57
2.7.3. Lazer Işınının Özellikleri	58
2.7.4. Lazer Parametreleri	58
2.7.5. Lazer Türleri	60
2.7.6. Tedavi Edici Lazerler.....	61
2.7.7. Lazerin Etkileri ve Etki Mekanizmaları.....	61

2.7.8. Düşük Doz Lazer Tedavisinin Endikasyonları	65
2.7.9. Düşük Doz Lazer Tedavisinin Kontrendikasyonları.....	66
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	68
3.1. Çalışmaya Alınma Kriterleri	68
3.2. Çalışmadan Dışlanma Kriterleri.....	68
3.3. Çalışma Protokolü.....	69
3.4. Klinik Değerlendirme.....	71
3.5. Vizüel Analog Skala	72
3.6. Neck Pain and Disability Scale (Boyun Ağrı ve Özür Skalası)	72
3.7. Short Form-36 (Kısa Form-36)	72
3.8. İstatistiksel Değerlendirme.....	72
4. BULGULAR.....	74
5. TARTIŞMA	85
6. SONUÇ.....	92
KAYNAKLAR	93
EKLER.....	105
Ek 1: Hastaların Bilgilendirilmiş Olur Formu	105
Ek 2: Servikal Disk Hernisine Bağlı Akut Boyun Ağrısında DDLT Hasta Değerlendirme Formu.....	106
Ek 3: Boyun Ağrı ve Disabilite Skoru	108
Ek 4: SF-36 (Short Form-36)	111
ÖZGEÇMİŞ	114

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo No:

Sayfa No:

Tablo 1. Tıp ve Cerrahide Kullanılan Lazer Tipleri	60
Tablo 2. DDLT Parametreleri	71
Tablo 3. Grupların Cinsiyet Dağılımı Bakımından Karşılaştırılması	74
Tablo 4. Grupların Yaş ve Semptom Süreleri Bakımından Karşılaştırılması.....	75
Tablo 5. Hastaların Tedavi Öncesi Temel Özellikleri.....	76
Tablo 6. Hastaların Tedavi Öncesi VAS Boyun, VAS Kol, VAS Gece, NPDS, PCS ve MCS Skorları	77
Tablo 7. Grupların Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası VAS Boyun, VAS Kol ve VAS Gece Değerleri	78
Tablo 8. Grupların Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası NPDS ve SF-36 Skorları	79
Tablo 9. VAS Boyun, VAS Kol ve VAS Gece Değerlerindeki Tedavi Öncesi ile Tedavi Sonrası Farkların Gruplar Arasında Karşılaştırılması.....	80
Tablo 10. NPDS, PCS ve MCS Skorlarındaki Tedavi Öncesi ile Tedavi Sonrası Farkların Gruplar Arasında Karşılaştırılması	81
Tablo 11. Tedavi Sonrasında Boyun Ağrısı Seviyesindeki Değişimin Gruplar Arasında Karşılaştırılması.....	82
Tablo 12. Tedavi sonrasında kol ağrısı seviyesindeki değişimin gruplar arasında karşılaştırılması	83
Tablo 13. Tedavi sonrasında Gece Ağrısı Seviyesindeki Değişimin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No:

Sayfa No:

Şekil 1. Nöral tüpün gelişimi	2
Şekil 2. Sklerotomların vertebralara resegmentasyonu.....	3
Şekil 3. Vertebra gelişiminin evreleri	5
Şekil 4. Omurganın ön, arka ve yandan görünümü	7
Şekil 5. Tipik bir servikal vertebra olan C4 vertebraının üstten görünümü	8
Şekil 6. Atipik servikal vertebralar C1 ve C2	10
Şekil 7. İntervertebral diskin yapısı.....	11
Şekil 8. Üst servikal ligamentler.....	14
Şekil 9. Alt servikal ligamentler	17
Şekil 10. Posterior servikal bölge kasları.....	19
Şekil 11. Anterior servikal bölge kasları	20
Şekil 12. Kompresyon testi.....	43
Şekil 13. Distraksiyon testi.....	43
Şekil 14. Spurling testi.....	44
Şekil 15. Omuz abduksiyon testi	45
Şekil 16. Adson testi.....	46
Şekil 17. Hastaların akış şeması	70
Şekil 18. Grupların cinsiyet dağılımı açısından karşılaştırılması.....	74
Şekil 19. Grupların yaş ve semptom süreleri bakımından karşılaştırılması	75
Şekil 20. Hastaların tedavi öncesinde VAS boyun, VAS kol, VAS gece, NPDS, PCS ve MCS skorları	77
Şekil 21. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerleri ...	78
Şekil 22. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası NPDS ve SF-36 skorları.....	79
Şekil 23. VAS boyun, VAS kol, VAS gece değerlerindeki tedavi öncesi ile tedavi sonrası farkların gruplar arasında karşılaştırılması.	80
Şekil 24. NPDS, PCS ve MCS skorlarındaki tedavi öncesi ile tedavi sonrası farkların gruplar arasında karşılaştırılması	81
Şekil 25. Tedavi sonrasında boyun ağrısı seviyesindeki değişimin gruplar arasında karşılaştırılması.....	82
Şekil 26. Tedavi sonrasında kol ağrısı seviyesindeki değişimin gruplar arasında karşılaştırılması.	83
Şekil 27. Tedavi sonrasında gece ağrısı seviyesindeki değişimin gruplar arasında karşılaştırılması.....	84

KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Arter
ALL	: Anterior longitudinal ligament
ALP	: Alkalen fosfataz
AMP	: Adenozinmonofosfat
ATP	: Adenozin trifosfat
ATPaz	: Adenozin trifosfataz
B	: Beta
BDI	: Beck Depression Inventory
BDNF	: Brain-derived neurotrophic factor
BMP	: Kemik morfojenik protein
BT	: Bilgisayar Tomografi
Ca	: Kalsiyum
DDLT	: Düşük doz lazer tedavisi
DNA	: Deoksiribonükleik asit
DTR	: Derin tendon refleksi
E	: Erkek
EHA	: Eklem hareket açıklığı
erYAG	: Erbium Yitrium Alüminyum Garnet
FDA	: Gıda ve ilaç dairesi
FGF	: Fibroblast büyüme faktörü
GaAs	: Galyum-Arsenid
GaAlAs	: Galyum-Alüminyum-Arsenid
GDNF	: Glial-derived neurotrophic factor
HeNe	: Helyum Neon
HoYAG	: Holmiyum Yitrium Alüminyum Garnet
IGF	: İnsülin benzeri büyüme faktörü
IL	: Interleukin
InGaAlP	: İndium-Galyum-Alüminyum-Fosfat
J	: Joule
K	: Kadın

Kg	: Kilogram
KTP	: Potasyum Titanyl Fosfat
Lig	: Ligament
LLLT	: Low Level Laser Therapy
M	: Muscle
MCS	: Mental component summary
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
MMP	: Metaloproteinaz
MR	: Manyetik Rezonans
MRI	: Manyetik Rezonans Imaging
MPQ	: McGill Pain Questionnaire
mW	: Miliwatt
N	: Nervus
NdYAG	: Neodyum Yitrium Alüminyum Garnet
NDI	: Neck Disability Index
NGF	: Nerve growth factor
NHP	: Nottingham Health Profile
Nm	: Nanometre
NO	: Nitrikoksit
NPDS	: Neck Pain and Disability Scale
NPNPQ	: Northwick Park Neck Pain Questionnaire
NRS	: Numerical Pain Rating Scale
ns	: Nanosaniye
NSAİİ	: Steroid olmayan antienflamatuvar ilaçlar
PCS	: Physical component summary
Pg	: Prostoglandin
PLL	: Posterior longitudinal ligament
Proc	: Proesus
RNA	: Ribonükleikasit
SF-36	: Short Form-36
sn	: Saniye

TGF	: Transforming growth factor
TNF	: Tümör nekrotizan faktör
V	: Vena
VAS	: Vizüal analog skalası
VEGF	: Vasküler endotelyal growth faktör

ÖZET

Servikal Disk Hernisine Bağlı Akut Boyun Ağrısında Düşük Doz Lazer Tedavisinin Etkinliği

Amaç: Bu çalışmada amaç, servikal disk hernisine bağlı akut boyun ağrısında düşük doz lazer tedavisinin etkinliğini araştırmaktır.

Dizayn: Çift kör, randomize, plasebo kontrollü çalışma.

Gereç ve Yöntem: Mart 2012-Mayıs 2013 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Balcalı Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine boyun ve/veya tek taraflı üst ekstremité ağrısıyla başvuran 230 hasta değerlendirildi. Kriterleri karşılayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 60 hasta 2 gruba ayrıldı. I. gruba (n:30) DDLT, II. gruba (n:30) sham lazer tedavisi haftada 5 gün, 3 hafta süreyle toplam 15 seans uygulandı. DDLT 904 nm dalga boyunda GaAs lazer cihazı ile transforaminal olarak 6 noktaya, her bir noktaya 120 sn süreyle, 2 J/cm² yoğunlukta, total doz 12 J, prob ciltle sabit temasta tutularak uygulandı. Hastalar tedavi öncesi ve 3 haftalık tedavi sonrasında değerlendirildi. Hastalarda vizüel analog skala (VAS) ile ağrı şiddeti, Boyun Ağrı ve Özür Skalası (Neck Pain and Disability Scale) ve yaşam kalitesi değerlendirildi.

Bulgular: Gruplar arasında tedavi sonrasında boyun, kol ve gece ağrısı şiddeti, NPDS ve SF-36 skorlarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

Sonuç: DDLT kısa vadede disk hernisine bağlı akut boyun ağrısında plaseboya üstün değildir.

Anahtar Sözcükler: Düşük Doz Lazer Tedavisi (DDLTL), akut boyun ağrısı, servikal disk hernisi

ABSTRACT

The Effectiveness of Low Level Laser Therapy in Acute Neck Pain Due to Cervical Disc Herniation

Objective: The objective of the study is to investigate clinical effects of low level laser therapy in patients with acute neck pain due to cervical disc herniation.

Design: Double-blind, randomized, placebo-controlled study.

Materials and Methods: 230 patients who were admitted to the Physical Medicine and Rehabilitation at the Çukurova University Faculty of Medicine, Balcalı Hospital with neck and/or unilateral arm pain were evaluated between March 2012-May 2013. 60 patients who were meeting the study criteria and agreed to participate in the study were allocated two groups. I. Group (n:30) was treated with active LLLT and II. Group (n:30) was treated with placebo LLLT five times weekly for a total of 15 treatments. Active LLLT was applied to the six points while probe held stationary in contact with skin, for 120 seconds each point, with the 905 nm wavelength GaAs laser, and dose of 2 J/cm² at each point, at whole doses 12 J. Patients were assessed before treatment and at the end of the 3-week treatment period. Pain intensity was measured by a visual analog scale (VAS). Other outcome measures were Neck Pain and Disability Scale (NPDS) and quality of life.

Results: Statistically significant differences between groups were not found for intensity of arm, neck and night pain and also NPDS and SF-36 scores.

Conclusion: LLLT did not gave more effective relief of neck pain in patients with acute neck pain due to cervical disc herniation.

Key Words: Low Level Laser Therapy (LLLT), acute neck pain, cervical disc herniation.

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Bireylerin, ailelerinin, sağlık sistemleri ve işletmelerin üzerinde önemli bir etkiye sahip olan boyun ağrısı tüm dünyada giderek yaygınlaşmaktadır.¹ İnsanların üçte ikisi yaşamının herhangi bir döneminde boyun ağrısı çekmektedir.² Yıllık insidans % 10.4 ile % 21.3 arasında değişirken, prevalansı % 22-31 arasında bildirilmektedir.¹

Boyun ağrısı bireysel acı, sakatlık, genel iş ve yaşam kalitesinde bozulmayla birlikte hasta ve toplum üzerinde büyük bir sosyoekonomik yük oluşturur.³

Boyun ağrısının sık nedenlerinden biri de radiküler ağrıya neden olan servikal disk hernisidir. Boyun ağrısı tedavisinde NSAİİ'lar, analjezikler, myorelaksanlar, antikonvülzan ve antidepresanlar gibi farmakolojik ajanlar; ortezer; sıcak-soğuk, elektroterapi, traksiyon, egzersiz, masaj, manüplasyon ve mobilizasyon, akupunktur gibi çeşitli noninvaziv tedavi yöntemlerine alternatif olarak lazer tedavisi de kullanılmaktadır.⁴

Biyostimulan ve analjezik etkileriyle noninvaziv, ulaşılabilir ve ucuz bir tedavi alternatifi olan düşük doz lazer tedavisi; osteoartrit, romatoid artrit, fibromyalji, myofasiyal ağrı, temporomandibüler ağrı, karpal tünel sendromu, nevraljiler, spor yaralanmaları, tendinit ve bursitler, epikondilit, bel ve boyun ağrıları gibi birçok kas iskelet sistemi rahatsızlığında yaygın olarak kullanılmasına karşın boyun ağrısında etkinliği halen belirsizdir.⁵ Literatürde düşük doz lazer tedavisinin boyun ağrısı tedavisinde etkinliğini değerlendiren çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır ve sonuçları çelişkilidir.

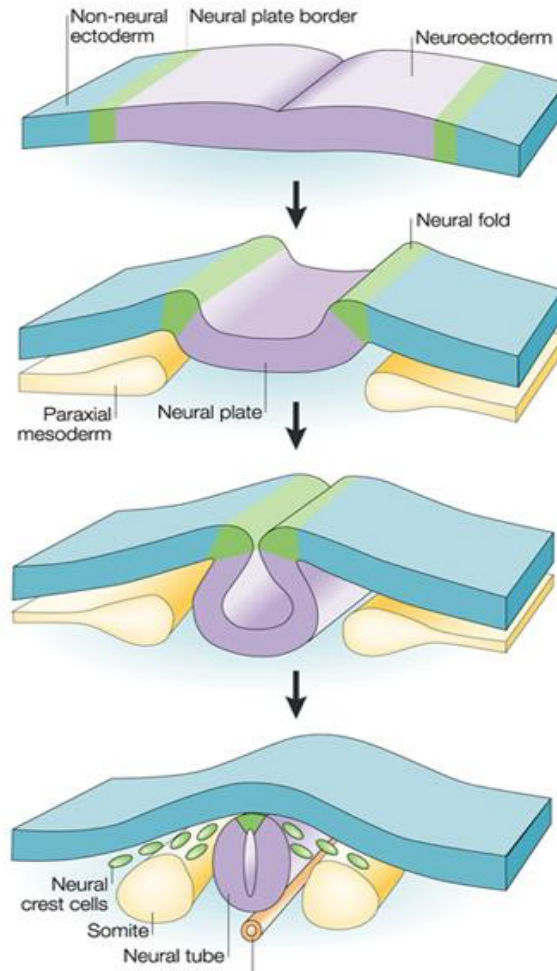
Biz de bu çalışmamızda yaygın olarak birçok kas iskelet sistemi hastalığında kullanılan, biyostimulan ve analjezik etkilere sahip, noninvaziv, ucuz, ulaşılabilir ve güvenilir bir fizik tedavi modalitesi olan ancak; diğer endikasyonlarda olduğu gibi boyun ağrısında da etkinliği halen tartışılan düşük doz lazer tedavisinin boyun ağrılarının sık bir nedeni olan servikal disk hernisinde etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Servikal Omurganın Embriyolojisi

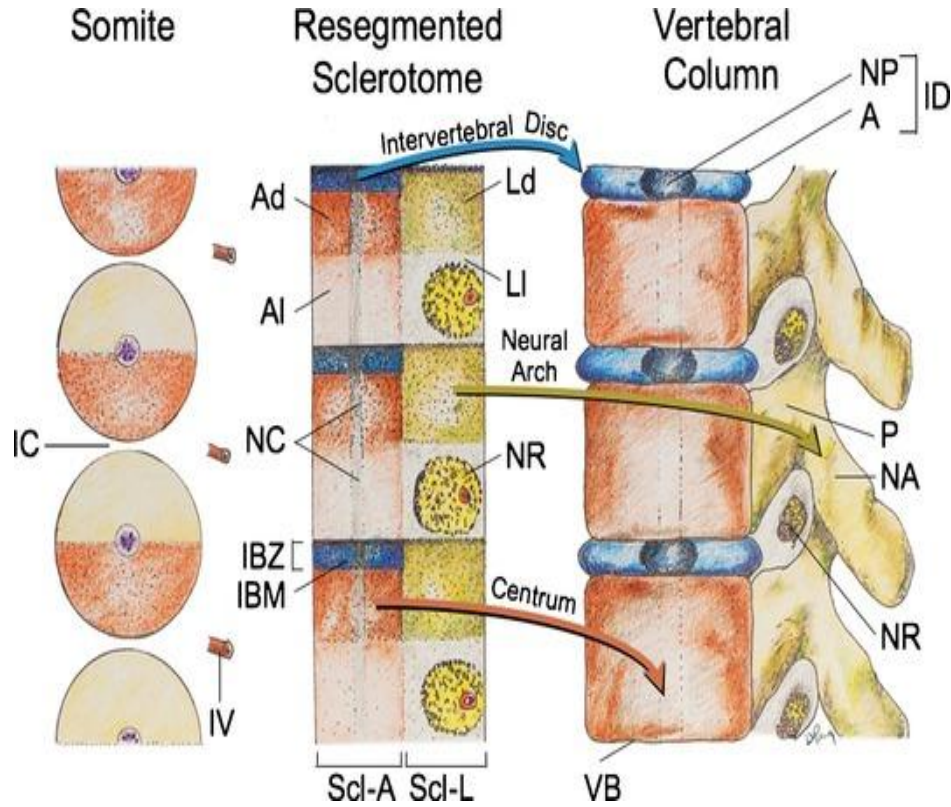
Aksiyal iskelet kranium, omurga, kaburgalar ve sternumdan oluşur.⁶

Embriyonik yaşamın 3. haftasında embriyonik diskin kaudal ucunun ortasındaki hücreler çoğalarak ektoderm ve endoderm arasından yana ve öne doğru ilerleyerek mezodermi oluştururlar. Ektodermden oluşan bu girinti ve burada çoğalan hücrelerin ektoderm ve endoderm arasından kraniale doğru ilerlemesi sonucu notokordal yapı gelişmektedir. Notokordal hücreler ektodermde kalınlaşmaya neden olarak nöral plağı oluştururlar. Embriyonik yaşamın 18. gününde nöral plağın uçlarının kıvrılmasıyla nöral oluk, bu uçların birleşmesi ile de nöral tüp oluşur.^{7,8,31} (Şekil 1)



Şekil 1. Nöral tüpün gelişimi

Nöral tüpün her iki yanında bulunan mezoderm hücreleri paraksiyel mezodermi oluşturur. Daha sonra embriyonik yaşamın 19. gününde paraksiyel mezoderm segmentasyona uğrayarak somit çiftlerini oluşturmaya başlar. Somitler oksipitalden başlayarak kranialden kaudale oluşmaya devam eder ve 5. haftanın sonunda 42-44 çift somit tamamlanır. Somitlerde 3 ayrı yapı yer alır: dermatom, miyotom ve sklerotom. Medialde yer alan sklerotomdan aksiyel iskelet sistemi gelişirken lateralde yer alan miyotomdan segmental sırt kasları gelişir. Dermatome ise posteriordadır, dermis ve hipodermisi oluşturur.⁸ (Şekil 2) Embriyonik yaşamın 4. haftasında medialde yer alan bu sklerotomlardaki hücreler nöral tüpün ve notokordun etrafını sarar.



Şekil 2. Sklerotomların vertebralara resegmentasyonu

2.1.1. Omurganın Gelişimi

Prekartilaginöz veya mezenşimal evrede sklerotom hücreleri notokord ve nöral tüp etrafında, ayrıca gövde duvarında bulunur. Embriyonik yaşamın 4. haftasında frontal kesitlerde sklerotomlar notokord çevresinde birer çift mezenşimal hücre odağı

olarak izlenir. Her somit kranial ve kaudal olmak üzere iki bölüme ayrılır.⁸ Sklerotomların herbiri kranialde gevşek, kaudalde sık olmak üzere iki ayrı hücre grubu içerir: sık paketlenmiş ve gevşek düzenlenmiş hücreler. Sık paketlenmiş hücreler intervertebral diskleri oluştururken, sık paketlenmiş hücrelerin bir kısmıyla hemen kaudalindeki gevşek düzenlenmiş hücreler birleşerek, vertebra gövdesini oluştururlar. İntervertabral disklerin hemen yanında sinirler ve vertebra gövdelerinin her iki yanında intersegmenter arterler bulunur.^{31,35}

Notokord embriyonik gelişimde dejenere olup yok olur. Kalıntıları daha sonra intervertebral diskin nukleus pulposusunu ve aksisin alar ve apikal ligamentlerini oluşturur. Daha sonra bu yapıyı saran dairesel lifler anulus fibrosus oluşturur. Nukleus pulposus ve anulus fibrosus birlikte intervertebral diski yaparlar.^{8,31,35}

2.1.2. Vertebra Gelişiminin Kıkırdak Evresi

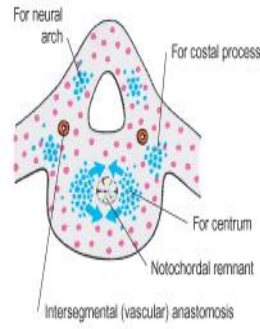
Altıncı haftada her bir mezenşimal vertebra her iki yarısında kıkırdaklaşma merkezleri belirir. Her bir sentrumdaki iki merkez dönemin sonunda birleşir. Aynı zamanda nöral arklardaki merkezler birbirleri ve sentrumla birleşerek kıkırdak sentrumu oluşturur. Tümüyle kıkırdak bir omurga gelişinceye kadar kıkırdaklaşma sürer. Nöral arktaki kıkırdaklaşma merkezinin uzantılarından fetal yaşamın 4. ayında spinöz çıkıntı ve transvers çıkıntı gelişir.^{8,31,32}

2.1.3. Vertebra Gelişiminin Kemik Evresi

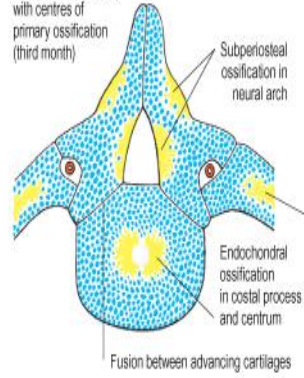
Tipik bir vertebranın gelişmesi embriyonik dönemde başlar ve yirmibeş yaşına kadar sürer. Kan damarlarının kıkırdak dokuya invazyonu ile ossifikasyon başlar. Ventral ve dorsal olmak üzere sentruma ait iki tane primer kemikleşme merkezi vardır. Primer kemikleşme merkezleri birleşerek tek bir merkez haline gelirler. Embriyonik dönemin sonuna kadar bir tane sentrumda, birer tane de nöral arkın her iki tarafında olmak üzere üç tane ossifikasyon merkezi vardır.^{31,32} (Şekil 3)

A. VERTEBRAL FORMATION

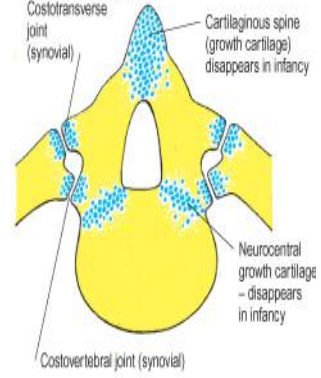
Blastemal stage
with centres of chondrification



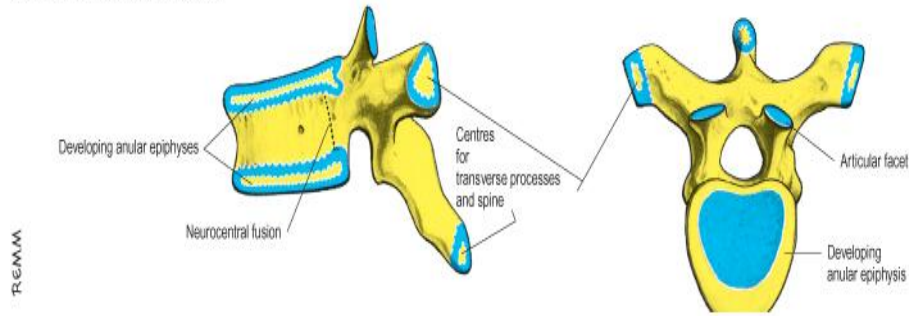
Cartilaginous stage,
with centres of
primary ossification
(third month)



Ossific stage (perinatal)



Secondary centres of ossification at puberty,
appear at puberty and fuse in third decade



Şekil 3. Vertebra gelişiminin evreleri

Nöral arktaki kemikleşme sekizinci haftada belirgin hale gelir. Yeni doğan vertebraasında kıkırdakla kemiğe bağlanmış üç kemik bölgesi görülür. Vertabral arkı oluşturan kemik yarımları genellikle ilk üç ile beş yıl arasında birleşir. Bu birleşme önce lumbal bölgede başlar sonra kraniale doğru devam eder. Vertebral ark kıkırdak yapıda olan nörosentral eklemler aracılığıyla sentrum ile eklem yapar. Bu eklemler sayesinde omurilik büyüyüp genişledikçe vertebral arklar da büyümeye devam eder. Vertebral ark üçüncü ile altıncı yaş arasında sentrum ile birleştiğinde bu eklemlerde kaybolur. Puberteden sonra vertebralarda beşer tane sekonder kemikleşme merkezi belirir: bir tane spinöz çıkıntının ucunda, birer tane her bir transvers çıkıntının ucunda, iki tane anüler epifiz; biri vertebra gövdesinin üst, diğeri alt kenarında.^{32,34}

Vertebra gövdesi, iki anüler epifiz ve bunların arasında bulunan kemik kütleden oluşmuştur. Vertebra gövdesi sentrum, vertebral arka ait parçalar ve fovea costalisleri içerir. Sekonder merkezlerin tamamı vertebraanın geri kalan kısmı ile yirmibeş yaş civarında birleşir.⁸

2.2. Fonksiyonel Anatomi

Erişkin bir insanda omurga 7 servikal, 12 torokal, 5 lumbal, 5 sakral ve 4 koksigeal olmak üzere 33 omurdan oluşmuştur ve uzunluğu 72-75 cm'dir. Omurga medulla spinalis ve spinal sinirleri korurken baş için eksen görevi yapar ve vücut ağırlığını taşır.⁶

Servikal, torakal ve lumbal bölgedeki vertebralar omurga hareketini sağlarken 5 sakral vertebra birbiriyle kaynaşarak sakrumu, 4 koksigeal vertebra kaynaşarak koksiksi oluşturur. (Şekil 4) Vertebra boyutları servikalden sakruma doğru büyürken sakrumdan koksiksin tepesine doğru küçülür. Bu yapısal farklılıklar vertebraların taşıdıkları yükün aşağıya doğru indikçe artmasına bağlıdır. Vücut ağırlığı sakroiliak eklemlerden pelvis kemerine ve alt ekstremitelere aktarılır.^{6,34}

2.2.1. Omurganın Eğrilikleri

Erişkinlerde omurga 2 primer ve 2 sekonder olmak üzere 4 tane eğriliğe sahiptir. Primer eğrilikler torakal ve sakral eğriliklerdir; fetal peryotta oluşurlar, öne konkavdırlar ve vertebra gövdelerinin ön-arka kısımları arasındaki yükseklik farkı nedeniyle oluşurlar. Sekonder eğrilikler servikal ve lumbal eğriliklerdir; bebeklik çağına kadar tam oluşmazlar, arkaya konkavdırlar ve intervertebral disklerin ön-arka kısımları arasındaki kalınlık farkı nedeniyle oluşurlar.^{6,34}



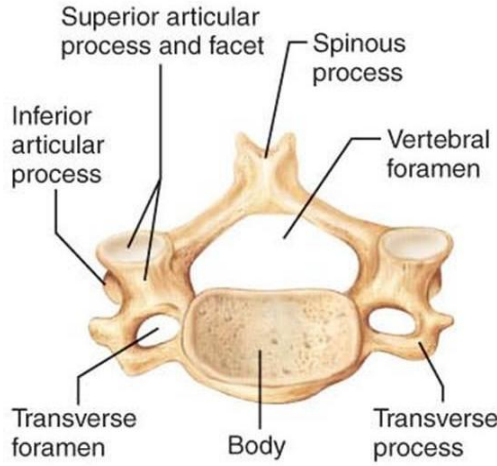
Şekil 4. Omurganın ön, arka ve yandan görünümü

2.2.2. Servikal Vertebralar

Servikal omurga kafatası ve toraks arasında yer alan, presakral vertebralar içinde en küçük ve en hareketli olan 4 adet tipik (C3-C6), 2 adet atipik (C1,C2) ve 1 adet prominent (C7) olmak üzere 7 adet servikal vertebradan oluşur.^{6,9}

2.2.2.1. Tipik Servikal Vertebralar

C3-C6 vertebralar tipik servikal vertebralardır. Vertebra gövdesi, omur kemeri (arkus vertebra), transvers çıkıntılar, spinöz çıkıntı, artiküler çıkıntılar ve omurilik kanalından oluşurlar.⁹ (Şekil 5)



Şekil 5. Tipik bir servikal vertebra olan C4 vertebraının üstten görünümü

Tipik servikal vertebralarda vertebra gövdesi küçüktür ve transvers çap ön-arka çaptan, posterior yüksekliği anterior yüksekliğinden daha fazladır. Facies artikularis superiorları konkav, facies artikularis inferiorları konvektir. Vertebra gövdesi pediküller ve laminalar arasında oluşan foramen vertebrale üçgen şeklinde ve geniştir. Foramen vertebraleler birleşerek içinde medulla spinalis, meninksler, yağ dokusu, spinal sinir kökleri ve damarların bulunduğu omurilik kanalını oluşturur.

Arkus vertebra gövdenin arkasında kalan ve pedikulus arkus vertebra ile lamina arkus vertebraların birleşmesiyle oluşan kısımdır. Pediküller iki taraftan arkaya doğru uzanır ve gövdeyi düz kemik lameller şeklindeki lamina arkus vertebralarla birleştirir. Pediküllerin üst ve altında vertebra gövdesi ile processus articularis superior ve inferiorun uzantılarının birleşmesi sonucu insisura vertebralis superior ve inferior oluşur. Komşu iki vertebra arasındaki insisura vertebralis superior ve inferiorlar birleşerek içinden spinal sinir köklerinin geçtiği foramen intervertebraleleri meydana getirirler.^{6,9}

Tipik servikal vertebralarda torokal ve lumbal vertebralarda bulunmayan vertebra gövdesinin yan yüzünden ön tüberküllere uzanan, transvers foramenlerin bir kenarını oluşturan 2 adet kosta çıkıntısı ve vertebra gövdesi yan yüzünün üst kenarlarında yer alan 2 adet unsinat çıkıntı bulunur. Unsinat çıkıntılarla bir üstteki vertebra alt yüzü arasında gerçek bir eklem olmayan servikal omurganın lateral fleksiyonu ve rotasyonunu kısıtlayan Luschka eklemleri oluşur.¹²

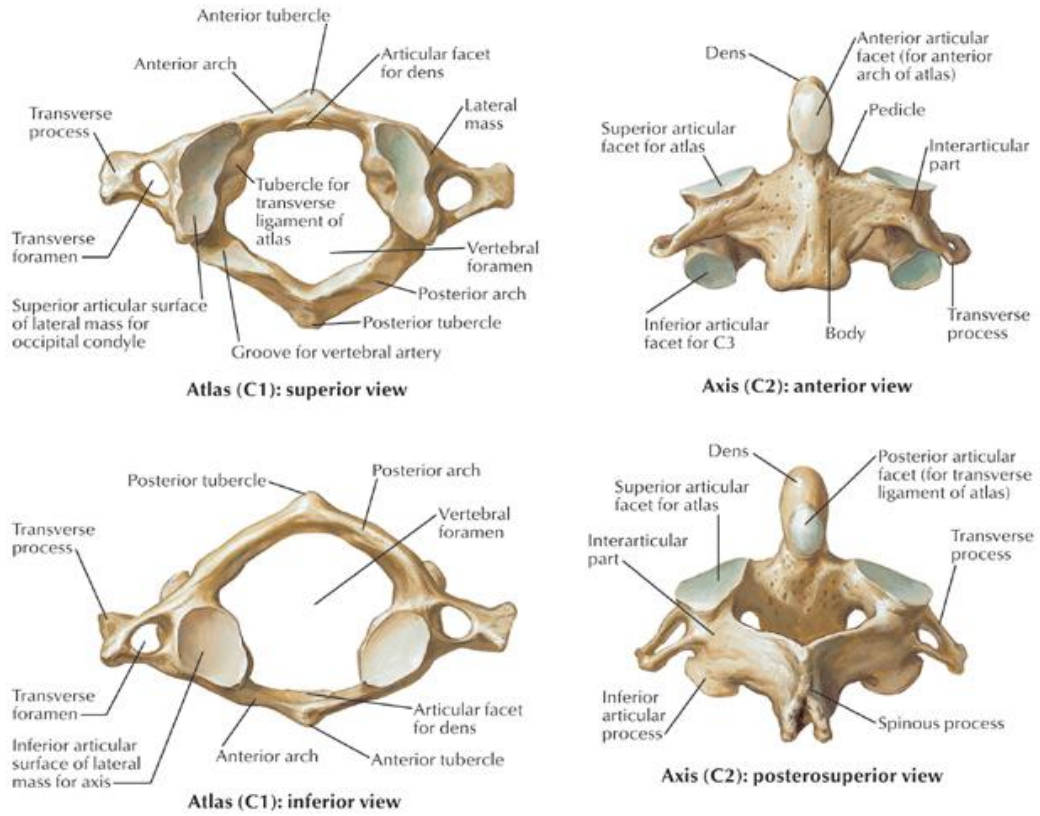
Transvers çıkıntı anterior ve posterior tüberküller ve bunların ortasındaki foramen transversariumdan oluşur. Tipik servikal vertebralarda foramen transversariumlardan vertebral arterler, küçük aksesuar vertebral venler ve sempatik pleksuslar geçerken daha küçük olan C7 vertebra foramen transversariumundan sadece küçük aksesuar venler geçer.

Lamina arkus vertebraların birleşme yerinden arkaya doğru uzanarak bir alt vertebra'nın üzerini kısmen örten C3, C4, C5 vertebralarda kısa ve çatallı, C6 vertebrada uzun ve çatallı, C7 vertebrada en uzun olan çıkıntıya processus spinosus (spinöz çıkıntı) denir.

Artiküler çıkıntılar lamina ve pediküllerin birleşme yerlerinden ayrılarak yukarı-arkaya ve aşağı-öne doğru uzanırlar. Üst ve alt artiküler çıkıntıların komşu vertebralar arasında eşleşmesiyle oluşan zygapophyal eklemler vertebra hareketlerini sınırlandırır ve vertebraların öne kaymasını önler.^{6,9}

2.2.2.2. Atipik Servikal Vertebralar

Atlas (C1) halka şeklinde bir kemik olup konkav olan facies artikularis superior eklem yüzleri aracılığıyla oksipital kondillerle eklem yapar ve kafatasının ağırlığını omurgaya aktarır. Gövdesi ve spinöz çıkıntısı yoktur. Arkus anterior ve arkus posteriorla bunlar arasındaki iki adet massa lateralis oluşur. Massa lateralis processus transversus, foramen transversarium, facies artikularis superior ve ligamentum transversumun tutunduğu çıkıntıyı içerir. Arkus anterior ön tarafındaki çıkıntıya tuberkulum anterius, arkus posterior arka tarafındaki çıkıntıya tuberkulum posterius denir. Arkus posterior üst yüzünde vertebral arter ve birinci servikal sinirin geçtiği sulkus arteria vertebralis yer alır.^{6,9,12} (Şekil 6)

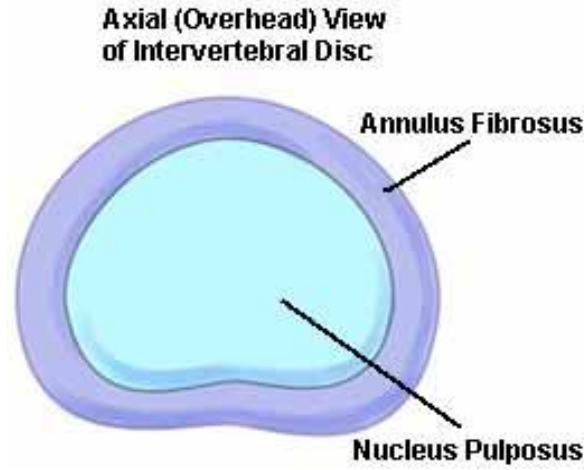


Şekil 6. Atipik servikal vertebralar C1 ve C2

Aksis (C2)'nin facies articularis superior denilen iki adet geniş düz eklem yüzü üzerinde atlas rotasyon yapar. Gövdeden yukarı doğru uzanan diş şeklindeki dens aksis ligamentum transversum atlantis tarafından yerinde tutulur ve horizontal yönde kayması engellenir. Dens aksis atlasın rotasyonunda eksen görevi üstlenir. Aksisin geniş ve çatallı prosesus spinosus boyun arka çukurunda palpe edilebilir.⁶

2.2.3. İntervertebral Disk

Vertebra gövdeleri arasındaki eklemler symphysis grubu sekonder kartilajinöz eklemlerdir. Komşu iki vertebra gövdesini birbirine bağlayan diskus intervertebralisler vertebra üzerine gelen kuvvetleri absorbe ederler. Aynı zamanda içinden spinal sinir köklerinin geçtiği foremen intervertebralelerin ön kısmı alt yarısını yaparlar. Üç kısımdan oluşur: hyalin kıkırdaktan oluşan son plak, fibröz bir tabaka olan anulus fibrosus ve jelatinöz merkezi çekirdek olan nukleus pulposus.^{6,10} (Şekil 7)



Şekil 7. İntervertebral diskin yapısı

Son plak korpus trabeküler kemiği ile nukleus pulposus arasında yer alır. Büyümede rol alır, vertebra gövdesiyle disk arasında eklem yüzeyi oluşturur ve diskin difüzyonla beslenmesini sağlar.²⁵ Hyalin kıkırdak yapısındadır ve orta kısımları daha incedir. Kartilaj plaktaki vasküler yapılar 9. ayda kapanmaya başlayarak 30 yaş civarında tamamen kaybolur.⁶ Bundan sonra avasküler nukleus pulposus vertebra gövdesindeki vasküler yapılardan difüzyon yoluyla beslenir.^{10,23}

Anulus fibrosis servikal bölgede yarım ay şeklinde daha çok Tip 1 olmak üzere Tip 1, Tip2, Tip 3 kollajenden oluşmuş nukleus pulposusu çevreleyen lameller bir yapıdır.¹⁰ İç kısmındaki lifler kıkırdak plağa dış kısımdaki lifler (Sharpey lifleri) vertebra gövdesine yapışır. Vertebra gövdesine uzanan dış kısımdaki yüzeyel fibriller kronik hareketler sonucu kalsifiye olur.²⁴ Su oranı nukleus pulposusdan daha azdır. Lameller arasındaki elastin fiberleri fleksiyon ve ekstansiyon sırasında diskin bükülme sonrası özgün şekline dönmesini sağlar.²⁵

Nukleus pulposus disk merkezinde şok emici özellikte su, proteoglikan, elastin ve Tip 2 kollajen içeren fibrojelatinöz bir yapıdır. Basınç altında şekil değiştirebilir ve güçleri radial tarzda anulus fibrosus ve son plağa iletir.²⁵ Nukleus pulposusda vasküler yapı ve sinir uçları bulunmaz.²⁴

İntervertebral disk dorsal kök ganglionu distal bölümünden çıkan sinuvertebral sinirle inerve olur. Sinovertebral sinir posterior longitudinal ligament kenarında inen ve çıkan iki dala ayrılır. Anulus fibrosus, kaslar, meninksler, arter ve sinir kökleri, dorsal

kök ganglionu ve faset eklem kapsülünde nosiseptif sinir lifleri bulunurken nukleus pulposus, faset eklem kıkırdağı ve ligamentum flavumda bulunmaz.²⁵

2.2.4. Servikal Bölge Eklemleri

2.2.4.1. Vertebra Gövdeleri Arasındaki Eklemler

Vertebra gövdeleri arasında symphysis grubu kartilajinöz eklemler yer alır. Bu eklemler birbirlerine diskus intervertebralis ve ligamentlerle bağlanmıştır.

C3-C6 vertebraların prosesus unkinatusları ve üstteki vertebraların prosellere uyan eklem yüzleri arasında oluşan eklemlere unkovertebral eklemler (Luschka) denir. Bu eklemler intervertebral diskin posteriolateralinde yer alır. Unkovertebral eklemler kıkırdakla kaplı olup, içi sıvı dolu bir kapsüle sahiptir.⁶

2.2.4.2. Vertebra Kemerleri Arasındaki Eklemler

Komşu vertebraların pros. artikularis süperior ve inferiorları arasında oluşan ince bir eklem kapsülüyle çevrelenmiş zigapofizeal (faset) eklemler plana tipi eklemlerdir ve servikal bölgede daha ince ve gevşektirler.^{6,9} Vertebraların kayma hareketine izin verirken laminalar, transvers ve spinöz çıkıntılar arasında uzanan bağlarla stabilizasyon sağlanır. İntervertebral diske binen yükü paylaşarak bir miktar yük de taşırlar. Bu eklemlerin inervasyonu spinal sinirlerin arka dallarının r. medialislerinden ayrılan eklem dallarınca sağlanır. Her bir eklem dalı komşu iki zigapofizeal eklemi inerve eder, böylece her bir eklem iki ayrı daldan inervasyon alır.⁶

2.2.4.3. Kraniovertebral Eklemler

Vertebral kolonu kraniuma bağlayan atlanto-oksipital ve atlantoaksial eklemler sinoviyal eklemlerdir ve intervertebral diskleri yoktur.⁶

Atlanto-oksipital eklem atlasın sağ ve sol süperior artikular yüzleri ve oksipital kondiller arasında oluşan elipsoidal şekilli ve kondiller tip eklemlerdir. Oksiput ve atlas birbirlerine fibröz eklem kapsülü ve anterior ve posterior atlanto-oksipital membranlarla bağlanmıştır.⁹ Başın asıl olarak fleksiyon ve bir miktar da lateral fleksiyon ve rotasyon hareketlerine izin verirler.⁶

Atlantoaksial eklem kompleksi iki lateral ve bir median olmak üzere üç sinoviyal eklemden oluşur.⁹ Atlasın massa lateralisleri alt kısmındaki eklem yüzleriyle

aksisin üst yüzü yan tarafındaki eklem yüzleri arasında oluşan lateral eklemler ince fibröz eklem kapsülü ve kapsülü döşeyen sinoviyal membranla kaplı plana tipi eklemlerdir.^{6,9} Dens aksis ile atlasın arkus anterioru arasında oluşan median eklem fibröz kapsül ve sinoviyal membranla kaplı trokoid tipi bir eklemdir. Bu üç eklem kranium ve atlasın aksis etrafında rotasyonunu sağlar. Alar ligament aşırı rotasyonu sınırlar. Atlasın arkus anterioru ve lig. transversum dens aksis etrafında osteofibröz bir halka oluşturur.⁶

2.2.5. Servikal Bölge Ligamentleri

Kranioservikal bileşke ve servikal vertebraları destekleyen ligamanlar üst ve alt servikal ligamentleri olarak ikiye ayrılır.⁹

Üst servikal ligamentler kraniumu atlas ve aksise bağlayan stabiliteyi sağlarken kompleks harekete izin veren bağlardır.²²

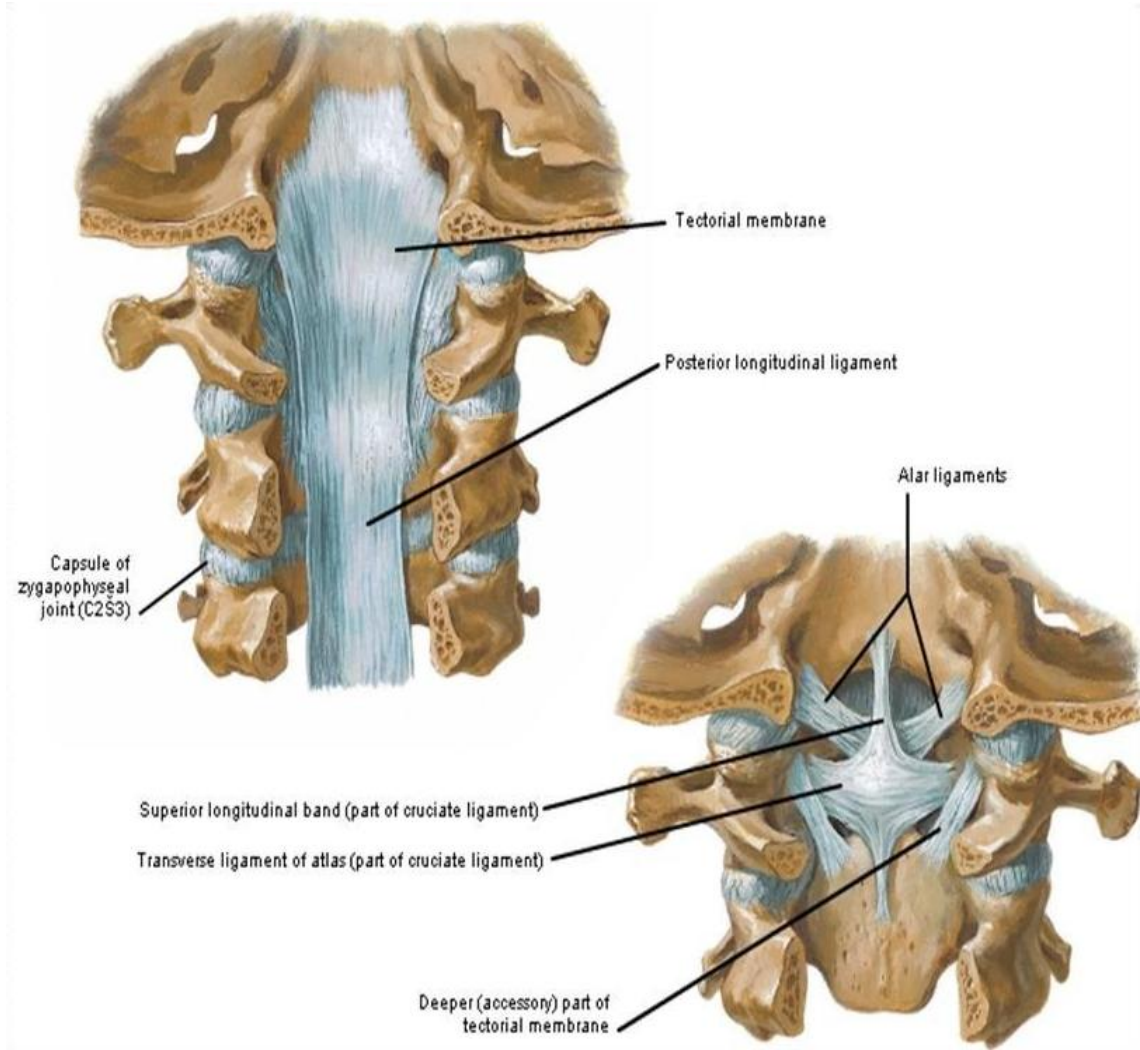
Bu ligamentler:

1. Anterior atlantookspital membran
2. Posterior atlantookspital membran
3. Tektorial membran
4. Anterior longitudinal ligament
5. Krusiform ligament
6. Alar ligament
7. Aksesuar atlantoaksial ligamentler
8. Apikal ligament dir. (Şekil 8)

Alt servikal ligamentler ise aşağıdaki ligamentlerden oluşur:

1. Anterior longitudinal ligament
2. Posterior longitudinal ligament
3. İntertransvers ligament
4. İnterspinöz ligament
5. Supraspinal ligament
6. Ligamentum flavum
7. Ligamentum nucha⁹ (Şekil 9)

Anterior atlantookspital membran: Atlasın ön yüzünü foramen magnum ön kenarına bağlayan ince bir yapıdır. Prevertebral kasların hemen arkasında yer alır. Ayrıca içinde alar, apikal ve Barkow ligamentleriyle yağ doku ve venlerin bulunduğu supraodontoid boşluğun ön duvarını yapar.²⁶



Şekil 8. Üst servikal ligamentler

Posterior atlantookspital membran: Atlasın posterior arkusundan foramen magnum posterior kenarına yapışan geniş ince bir ligamenttir. Oksiputun atlas üzerinde hiperfleksiyonunu kısıtlar. İnferiora posterior atlantoaksial membran ve daha sonra ligamentum flavum olarak devam eder.^{9,26}

Tektorial membran: Posterior longitudinal ligamentin superior uzantısıdır. Krusiat ligament dorsalinde C3 vertebra dorsal yüzü, aksis gövdesi ve dense bağlanan longitudinal liflerden oluşmuş güçlü bir bağdır. Oksiput ve atlasın hem fleksiyonu hem de ekstansiyonunu sınırlar.^{9,22}

Anterior longitudinal ligament: Oksiputtan sakruma kadar vertebra gövdeleri ve intervertebral disklerin ön yüzleri boyunca uzanan kalın bir ligamenttir. Üstte medialde aksis gövdesi ve atlasın anterior tüberkülünü bağlayan bir bağ oluşturmak üzere kalınlaşır. ALL atlas ve oksiput arasında belirgin şekilde incelerek anterior atlantookspital membrana karışır.⁹ Vertebra gövdeleri arasındaki eklemlerin stabilitesini sağlarken aynı zamanda vertebral kolonun hiperekstansiyonunu önler.⁶

Krusiform ligament: Transvers ligament, superior longitudinal bant ve inferior longitudinal bant olmak üzere üç kısımdan oluşmuş çapraz şeklinde bir ligamenttir. Atlasın transvers ligamenti veya krusiform ligamentin transvers kısmı atlantoaksial eklemin en önemli stabilizatörüdür.^{9,26} Atlasın massa lateralislerinin iç yüzleri arasında uzanan ve dens aksisi yuvasında tutan transvers ligament kranioservikal bileşkenin en geniş, en kalın ve en güçlü ligamentidir. Superior longitudinal bant foramen magnum ön kenarında klivusa yapışırken inferior longitudinal bant aksis gövdesi orta noktasına yapışır.²² Superior ve inferior longitudinal bantlar son derece incedirler ve kranioservikal stabilizeye bilinen bir katkısı yoktur.²⁶

Alar ligament: Dens aksisin her iki yanından başlayarak foramen magnumun dış kenarlarına tutunan kısa, yuvarlak, kordon şeklinde bağlardır.⁶ Herbir alar ligament kontralateral aksial rotasyonu sınırlar.⁹

Aksesuar atlantoaksial ligamentler: Sağ ve sol aksesuar atlantoaksial ligamentler odontoid proses tabanından aynı tarafta atlasın lateral masları medial yüzüne uzanır.^{9,26} Lateral atlantoaksial eklem kapsülünün posteriomedialini güçlendirirler.⁹

Apikal ligament: Odontoid proses ucundan başlayıp, alar ligamentler arasındaki supraodontoid üçgeni geçerek foramen magnum ön duvarındaki klivus alt yüzüne uzanır. Üstteki tektorial membrana sıkıca tutunur.²⁶ Apikal ligamentin insersiyon lifleri krusiform ligament superior bandı derin liflerine karışır. Oksiputun vertikal translasyonu ve öne kaymasını engeller.⁹

Posterior longitudinal ligament: PLL tektoral membranının inferior uzantısıdır.⁹ Aksisten sakruma kadar vertebral kanal içinde vertebra gövdelerinin arka yüzleri ve intervertebral disklere tutunur.^{6,26} Posterior disk protrüzyonu ve vertebral kolon hiperfleksiyonunu önler.⁶ PLL'in ciddi nosiseptif inervasyonu bu ligamenti omurganın ağrıya en duyarlı yapılarından biri haline getirir.⁹

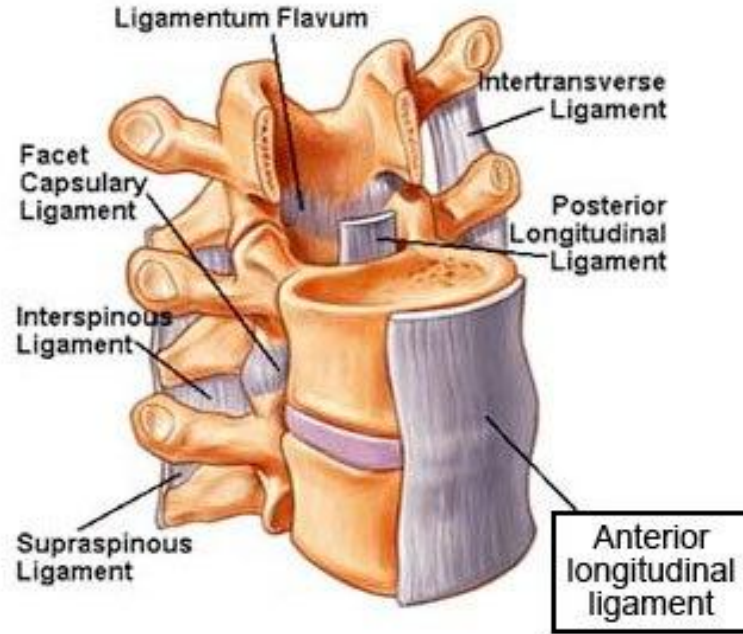
Ligamentum flavum: C1-C2'den L5-S1'e kadar komşu arkus vertebraları birbirine bağlayarak vertebral kolon arka duvarının bir kısmını yapar. Servikalden lumbal bölgeye kalınlaşır.⁶ Zigoapofizyal eklem kapsülü ön yüzünü destekler.⁹ Vertebra laminalarının birbirlerinden ayrılmasını engelleyerek vertebral kolonun ani fleksiyonunu ve intervertebral disk hasarını önler. Fleksiyondaki vertebral kolonun ekstansiyonuna yardımcı olur.^{6,9}

Ligamentum nucha: Supraspinöz ligamentin C7 spinöz çıkıntısından oksiputa uzanan sefalik uzantısıdır. Kısa spinöz çıkıntılar, servikal omurga lordotik kavsiyle birlikte posterior boyun kaslarını sağ ve sola ayıran bir septum oluşturur. Servikal omurganın hiperfleksiyonunu önler.²⁶

İnterspinöz ligament: Spinöz çıkıntıların kökünden tepesine kadar tutunarak komşu spinöz çıkıntıları birbirine bağlayan zayıf membranöz bir ligamenttir.⁶

Supraspinöz ligament: C7 vertebradan sakruma kadar spinöz çıkıntıların tepeleri arasında uzanır. C7'den yukarıya doğru ligamentum nucha olarak devam eder.

İntertransvers ligament: Komşu transvers çıkıntıları birbirine bağlar. Lifler servikal bölgede seyrekken torakal bölgede kordon şeklinde ve lumbal bölgede ince membran şeklindedir.^{6,9}



Şekil 9. Alt servikal ligamentler

2.2.6. Servikal Bölgenin Kasları

2.2.6.1. Ön Boyun Kasları

Ön boyun kasları infrahyoid ve suprahyoid kaslar olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrıca sternokleidomastoid kas ve skalen kaslar da boyun ön bölgesiyle ilişkili diğer kaslardır. (Şekil 11)

Sternokleidomastoid kas manubrium ve proksimal klavikuladan mastoid procese uzanır. Esas olarak n. aksesoryus ventral dalınca inerve edilir. Ayrıca C2-C4 spinal sinirlerin ventral dallarından proprioseptif lifler alır. Bilateral kasıldığında atlantookspital eklemden başa ekstansiyon, servikal vertebralarda boyuna fleksiyon yaptırır. Unilateral kasıldığında ise aynı tarafa lateral fleksiyon ve karşı tarafa rotasyon yaptırır.⁹

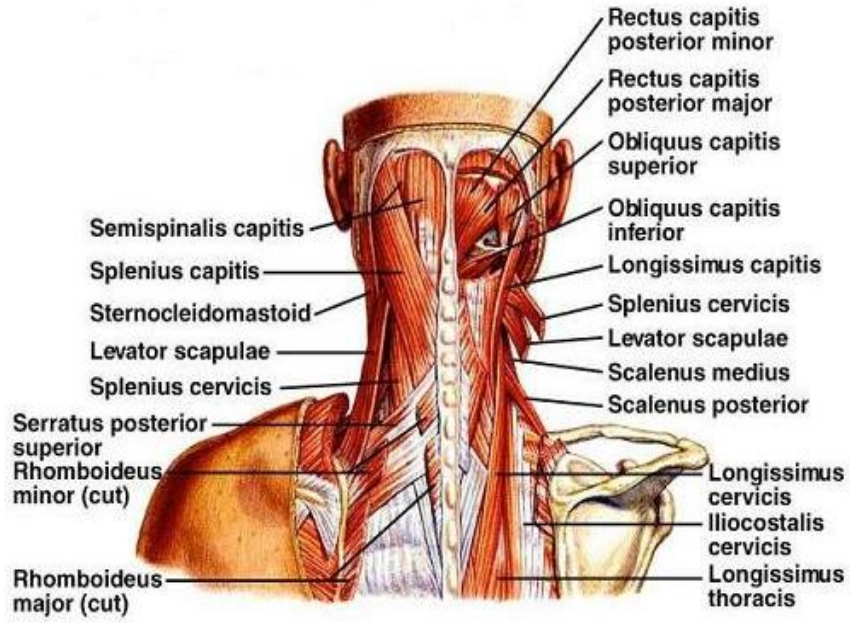
Skalen kaslar m. skalenus anterior, m. skalenus medius ve m. skalenus posteriordan oluşur. **M. skalenus anterior** C3-C6 vertebraların transvers proseslerinin ön tüberküllerinden birinci kostanın iç kenarındaki skalen tüberküle uzanır. C4-C6 spinal sinirlerin ön dallarınca inerve edilir. Birinci kostayı yukarı kaldırarak

inspirasyona yardım eder. Boyna lateral fleksiyon yaptırır. Subklavian ven anterior skalen kasın önünden, subklavian arter ve brakiyal plexus arkasından geçer. **M. skalenus medius** C1-C6 servikal vertebraların transvers çıkıntılarının arka tüberküllerinden birinci kosta ön yüzüne uzanır. C3-C8 spinal sinirlerin ön dalları tarafından inerve edilir. Birinci kostayı yukarı kaldırarak inspirasyona yardımcı olur. Ayrıca boynun lateral fleksiyon ve rotasyon hareketlerine yardım eder. **M.skalenus posterior** C4-C7 vertebraların transvers çıkıntılarının arka tüberküllerinden ikinci kosta dış yüzüne uzanır. C6-C8 spinal sinirlerin ön dallarınca inerve edilerek boyna lateral fleksiyon yaptırır. Aynı zamanda ikinci kostayı yukarı çekerek inspirasyona yardımcı olur.

Suprahyoid kaslar digastrik, mylohyoid ve geniohyoid kaslardan oluşurken; infrahyoid kaslar omohyoid, sternohyoid, sternotroid ve thyrohyoid kaslardan oluşur.⁹ Suprahyoid ve infrahyoid kaslar grup olarak çalışırlar. Hyoid kemiği ve bu kemiğe bağlı larinks ve trakeanın konuşma, yutma, solunum sırasındaki görevlerini en iyi şekilde yapmalarını sağlarlar. Çenenin açılmasına yardım ederler.

2.2.6.2. Prevertebral Kaslar

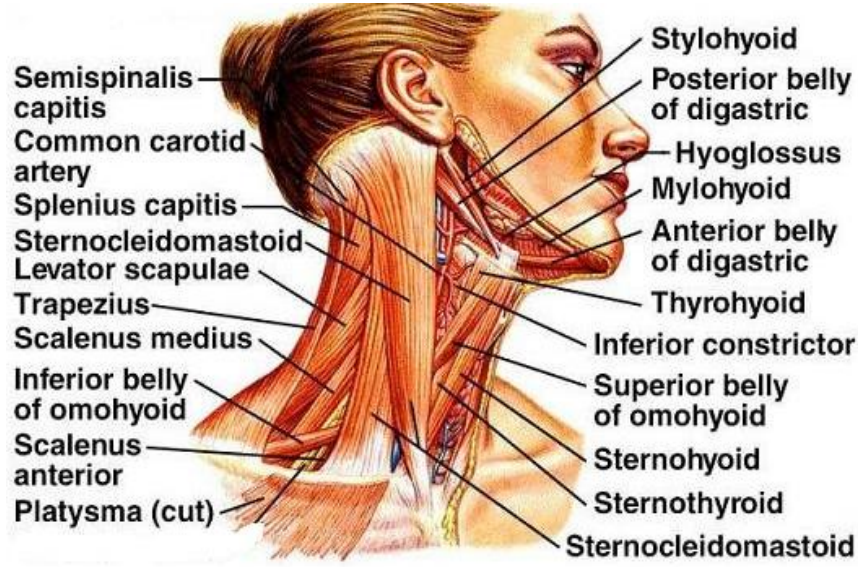
M. longus kolli, m.longus kapitis, m.rektus kapitis anterior, m.rektus kapitis lateralis prevertebral boyun kaslarını oluşturur. Üst orta ve alt olmak üzere üç kısımdan oluşan m. longus kolli C2-C7 spinal sinirlerin ön dalları tarafından inerve edilirken, diğer prevertebral boyun kasları C1-C2 spinal sinirlerin ön dallarınca inerve edilir. Prevertebral kaslar esas olarak başa fleksiyon yaptırırken m.rektus kapitis lateralis başa lateral fleksiyon yaptırır.



Şekil 10. Posterior servikal bölge kasları

Oksiput ve C1-C2 vertebralara fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon yaptıran kaslar:

Fleksiyon	Longus kapitis Rektus kapitis anterior
Ekstansiyon	Rektus kapitis posterior major ve minör Obliquus kapitis superior Semispinalis ve spinalis kapitis Longissimus kapitis Splenius kapitis Trapezius Sternokleidomastoid
Lateral fleksiyon	Rektus kapitis lateralis Semispinalis kapitis Longissimus kapitis Splenius kapitis Sternokleidomastoid Trapezius ⁹ (Şekil 10)



Şekil 11. Anterior servikal bölge kasları

Vertebral kolon hareketli ve kısmen daha fikse segmentlerden oluşmuştur. Alt servikal bölge gibi hareketli ve fikse segmentlerin geçiş bölgesi olan alanlarda stres en fazladır. Buna bağlı olarak servikal disk hernilerinin büyük bir kısmı C5-C6 ve C6-C7 seviyelerinde görülür. Servikal bölge hareketinin büyük bir kısmı C1 ve C2 vertebra lar arasında gerçekleşir. Oksiput ve atlas arasında 25° fleksiyon-ekstansiyon, 5° unilateral lateral fleksiyon, 5° unilateral aksial rotasyon yapılabilirken; atlanto-aksial eklemd e 20° fleksiyon-ekstansiyon, 5° unilateral lateral fleksiyon ve 28° -40° kadar unilateral aksial rotasyon yapılabilir. Alt servikal bölgede ise hareketlerin çoğu C4-C6 seviyelerinde olur.⁹

2.2.7. Servikal Bölgenin Kanlanması

Servikal omuriliğin kanlanması büyük oranda subklavian arterin ilk dalı olarak bilateral çıkan ve C6 seviyesinde transvers foramene girerek yükselen, C1 lateral çıkıntısının arkasından posterior kemik arkı tırmanıp posterior atlantookspital membranı geçerek foramen magnuma giren vertebral arterlerle sağlanır. Spinal arterler üst servikal omuriliğin kanlanmasını sağlarken daha aşağıdaki segmentler vertebral, asendan servikal, derin servikal ve yüksek intertorasik arterlerle sağlanır. Omurganın diğer kısımları ise radiküler arterlerce beslenir. Radiküler arterler asendan servikal arter ve vertebral arterin vertebralari besleyen spinal dallarının uç dallarıdır. Spinal dallar

intervertebral foramenlere girerek spinal sinirlerin dorsal köklerine rami dorsales; ventral köklerine rami ventrales dallarını verir. Radiküler arterlerin bazıları a. medullaris segmentalis olarak omurilik arterleri ile anastomoz yaparlar.⁶

Vena spinalisler vertebral kolon boyunca vertebral kanal içinde **pleksus venozus vertebralis internusu** oluştururken vertebral kanal dışındaysa **pleksus venozus eksternusu** oluştururlar. Vertebra gövdesinin içinde yer alan **vv. basivertebrales** esas olarak vertebral kanal içindeki pleksus venozus internusa ve ayrıca pleksus venozus eksternusa açılırlar. **V. intervertebralisler** intervertebral foramen içinde spinal sinirlere eşlik ederler. Pleksus vertebralis ve medulla spinalisten venler alırlar. Pleksus venozus vertebralis internus yukarıda foramen magnumdan geçerek kafatasındaki sinüs oksipitalis ve pleksus basilaris ile birleşir.⁶

2.2.8. Medulla Spinalis ve Spinal Sinirler

Medulla spinalis vertebra gövdeleri ve arkusları arasındaki spinal kanalda atlasın üst kenarından erkeklerde L1-L2 arası intervertebral diske kadınlarda ise 2. lumbal vertebraanın ortasına kadar uzanır. Uzunluğu kişiden kişiye değişmekle birlikte 40-50 cm kadardır.³⁶ Medulla spinalis ekstremitelerin inervasyonu için C4-T1 ve T11-L1 segmentleri arasında iki bölgede genişlemiştir. Medulla spinalisin C4-T1 segmentleri arasındaki **intumescentia servikalis**'den spinal sinirlerin ventral dalları başlayarak pleksus brakialis oluştururlar. T11-L1 segmentleri arasındaki **intumescentia lumbosakralis**'den başlayan ventral dallar ise pleksus lumbalis ve pleksus sakralis oluştururlar. Intumescentia lumbosakralis ve medulla spinalisin incelen koni şeklindeki alt ucu olan **konus medullaris**'ten başlayan spinal sinir kökleri **kauda equina** olarak sisterna lumbalis (subaraknoid boşluk) içinde devam eder. Konus medullaris alt ucundan başlayan **filum terminale** kauda equinadaki spinal sinir kökleri arasında aşağıya iner. Embriyodaki medulla spinalis kaudal bölümünün kalıntısı olan filum terminale dural kesenin alt ucunu terk edip, hiatus sakralis içinden geçip os koksikin dorsumuna yapışarak dural kese için tespit görevi üstlenir.⁶

Medulla spinalise 8 çift servikal, 12 çift torakal, 5 çift lumbal, 5 çift sakral ve 1 çift koksigeal spinal sinir bağlanır. Spinal sinirler medulla spinalise radiks anterior denilen ön ve radiks posterior denilen arka kökler aracılığıyla bağlanır. Dorsal ve ventral kökler vertebral kanalı intervertebral foramenler içinden terk eder.⁶ Dorsal

duyusal kökler lateral longitudinal sulkustan spinal korda girerken; ventral motor kökler lateroventral sulkustan spinal kordan ayrılır. Spinal sinirlerin dorsal kökleri deriden, subkutanöz ve derin dokulardan ve iç organlarda gelen afferent duyu liflerini içerirken ventral kökleri iskelet kaslarına giden motor efferent lifleriyle birlikte presinaptik otonom lifleri içerir. Sinir kökü foramene girmeden önce dura içerisinde spinal ganglionu oluştururken; kökler foramenden çıktıktan sonra tekrar dorsal ve ventral spinal sinirlere ayrılır. Dorsal ve ventral kökler vertebral kanaldan çıkış noktasında birleşerek spinal sinirleri oluşturur.^{6,55}

İntervertebral foramen servikal bölgede 30-40 derecelik açıyla anteriolateral oblik uzanan 1.5 cm uzunluğunda bir kanaldır. Kanal ayrıca epidural yağ dokusu ve ara bağlantı venlerini içerir. İnsanların yarısında 1. servikal sinirin dorsal kökü yoktur ve koksigeal sinir olmayabilir.^{6,56}

2.3. Servikal Dejeneratif Disk Hastalıkları

Vertebra gövdelerini birbirine bağlayan intervertebral diskler vertebral kolonun ana eklemidir ve yüksekliğinin üçte birini oluştururlar. Major görevleri vücut ağırlığı ve spinal kolondaki kas aktivitesinden kaynaklanan yükleri iletmektir. Ayrıca eğilme, fleksiyon ve torsiyona izin vererek vertebral kolonun esnekliğini sağlarlar. İntervertebral disk nukleus pulposus olarak bilinen jelatinöz çekirdek, ve bu çekirdeği saran fibröz kartilajdan kalın bir dış halka olan anulus fibrozus, altta ve üstte her ikisini sandviç gibi kısıtıran kıkırdak son plaklardan oluşmuş kompleks bir yapıdır. Nukleus pulposusda agrekan jel içine gömülü rastgele organize kollajen fiberleri, radial düzenlenmiş elastin fiberleri ve dağınık kondrosit benzeri hücreler yer alır. Anulus fibrosus 15-25 tabaka birbirine paralel konsantrik kollajen fiberinden oluşur. Kollajen lamelleri arasında yüklenme sonrası diskin normal yapısına dönmesine yardımcı olan elastin fiberleri uzanır.⁴²

Dejeneratif disk hastalığı etyolojisinde ekstrinsik, intrinsik ve genetik faktörlerin rol oynadığı, intervertebral diskin biyokimyasal, vasküler, anatomik değişiklikleriyle giden, sıklıkla servikal omurga gibi mekanik strese maruz kalan bölgelerde disk hernisi, spondiloz, radikülopati gibi klinik sendromlarla kendini gösteren bir patolojidir.⁴¹

Servikal bölge daha hareketli olduğu için dejeneratif değişiklikler omurganın diğer kısımlarına göre daha erken yaşlarda ortaya çıkar. İntervertebral diskteki

dejenerasyon genellikle 3. dekadda başlar ve su içeriğindeki kademeli azalmayla karakterizedir.¹⁰ Diskin mekanik fonksiyonları kompozisyon ve organizasyonuna göre mekanik yanıtların değiştiği ekstraselüler matriks tarafından yürütülür. Çoğunlukla tip 1 ve tip 2 kollajen fibrillerinden oluşan kollajen ağ diske tensil kuvvet sağlar, anulusun kuru ağırlığının yaklaşık % 70'i ve nukleusun kuru ağırlığının % 20'sini oluşturur. Diskin major proteoglikanı agrikan kendisini oluşturan kondroitin ve keratan sülfat tarafından sağlanan ozmotik basınçla doku hidrasyonunu korumaktan sorumludur. Nukleusun proteoglikan ve su içeriği anulusdan fazladır. Ayrıca matrikste kollajen tip 3, 5, 6, 9, 12, 14 ve lumican, biglycan, decorin, fibromodulin gibi küçük proteoglikanlar ve fibronektin, amiloid gibi diğer glikoproteinler bulunur.^{42,43}

Fizyolojik şartlarda intervertebral disk hücreleri kompresif, tensil, makaslama stresleri ve yükleri, sıvı akımları, hidrostatik ve ozmotik basınçlar ve elektrokinetik etkiler gibi bir dizi karmaşık fiziksel uyarana maruz kalır.⁴⁷

Disk dejenerasyonunda temel patoloji diskin beslenme bozukluğu olarak kabul edilir. Yaşamın ilk iki yılında disk son plak santralinde yer alan küçük perforan arterlerle beslenirken erişkinlerde intervertebral diskte sadece nukleus pulposusun dış katmanları vaskülerdir. Diğer bölgelerin beslenmesi difüzyonla sağlanır. Yaşlanmayla birlikte end plate permabilitesi ve diskin metabolit transportunun azalmasına paralel olarak disk hücre yoğunluğu ve metabolik aktivitesi azalır. İntervertebral diskin nutrisyonel desteği azalınca disk hücrelerinde apoptozis artar.^{10,41,46}

Dejenerasyon sırasındaki değişiklikler tüm bölgeleri etkilese de en belirgin ve dikkat çekici değişiklikler nukleus pulposusda olur. Erken evrede matriks bozularak agrikan ve kollajende azalma, tip 2 kollajen gibi fibriler proteinlerin denaturasyonunda artma izlenir.^{40,52}

Diskteki en önemli biyokimyasal değişiklikten biri proteoglikan kaybıdır. Agrikan molekülleri bozulur, glikozaminoglikan kaybıyla disk matriksinde osmotik basınç düşerek hidrasyon azalır. Agrikan moleküllerinin kaybı growth faktör kompleksleri, sitokinler gibi büyük moleküllerin disk içine penetrasyonunu artırarak selüler metabolizmayı bozar ve dejenerasyonu artırır. Nöral büyümeyi inhibe eden agrikan kaybına bağlı olarak dejeneratif diskte vasküler ve nöral büyüme artmıştır.⁴² Normalde intervertebral diskte inervasyon anulus fibrosusun dış tabakalarına sınırlıdır, anulus fibrosusun iç tabakaları ve nukleus pulposusda sinir lifleri yoktur. Özellikle

ağrılı, semptomatik intervertebral disk dejenerasyonunda inervasyonun araştırıldığı hayvan ve insan modellerinde nosiseptif sinir liflerinin kan damarlarıyla birlikte anulus fibrosis normalde anöral olan iç kısımlarına, hatta nukleus pulposusa kadar ilerlediği gösterilmiştir.⁴⁸

İntervertebral disk dejenerasyonunda metalloproteinaz aktivite ve seviyelerinde değişiklikler tanımlanmıştır. Metalloproteinaz ekspresyonu TNF- α , IL-1, IL-8, prostoglandinler gibi proinflamatuvar mediatörler ve sitokinlerce düzenlenir.⁴⁷ Kemik morfojenik proteinleri (BMPs) transforming growth faktör- β (TGF- β) süper ailesine ait osteoblast, kondroblast, nöron ve epitel hücreleri gibi çeşitli hücrelerin büyüme, farklılaşma ve apoptozisini regüle eden bir grup multipotent büyüme faktörüdür. Özellikle BMP 2 ve BMP 7'nin apoptozisi inhibe ettiği, ekstraselüler matriks proteinleri, tip 2 kollajen ve agrekan üretimini arttırdığı gösterilmiştir.^{37,46}

Dejeneratif disk hastalığıyla ilişkili farklı genler suçlanmıştır. İlk tanımlanan Vitamin D reseptör polimorfizmidir. Vitamin D reseptör polimorfizminin osteoporoz ve osteoartrit gibi hastalıklar yanında dejeneratif disk hastalığına da katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Vitamin D reseptörü Taq 1 ve Fok 1 allellerindeki polimorfizm genç, multiseviye, ciddi disk dejenerasyonu ve herniasyonu ile ilişkili bulunmuştur. Kollajen IX (COL9A2 ve COL9A3 geni), agrikan (AGC1 geni), matriks metalloproteinaz 3 (MMP3 geni), kollajen I (COL1A1 geni), kıkırdak ara tabaka proteini (CILP geni), IL-1 (IL-1 β geni) dejeneratif disk hastalığında suçlanan diğer genlerdir.^{39,41,42,45}

Aşırı spinal yüklenme ve travmatik yaralanma veya skolyoz gibi nedenler yükü azaltarak veya değiştirerek intervertebral diskte dejenerasyona neden olabilir.⁴⁴ Kısa süreli yüksek frekanslı vibrasyondan sonra anulus fibrosus hücrelerinde kültür ortamında ATP sentezinde artış gösterilirken; uzun süre maruziyette ise hücrelerde agrekan, kollajen tip III ve metalloproteinaz 3 seviyelerinin azaldığı gösterilmiştir.^{47,49}

Disk su miktarı şok absorban kapasitesiyle yakından ilgilidir. Yaşla ilişkili artan sıvı kaybıyla birlikte diskin elastik direnci azalır. Matrik döngüsünde 3 faz tesbit edilmiştir: Birinci faz (0-15 yaş) olan büyüme evresinde agrikan ve tip 1, tip 2 prokollajenlerin aktif sentezi söz konusudur. İkinci faz (15-40 yaş) maturasyon fazında tip 1 prokollajen dışındaki matriks komponentlerinin sentezi azalır. Üçüncü faz olan (>40 yaş) dejenerasyon ve fibrozis fazında denature kollajen tip 2 seviyeleri ve prokollajen tip 1 seviyeleri artar.⁴⁵ Disk dejenerasyonu ilerledikçe özellikle anulus

fibrosusda yırtık ve yarıklar oluşur. Disk üzerindeki yük dağılımında değişikliği de içeren çeşitli faktörlerin sonucu olarak yapısal bozulma farklı yönlerde ortaya çıkar. Diskteki anatomik pozisyonları ve morfolojilerine göre yırtıklar üç katagoriye ayrılır: a) periferel yırtıklar veya kenar lezyonları end-plate'lere paralel zamanla diskin subkondral kemikten ayrılmasına neden olan lezyonlardır b) delaminasyon kanıtı sirkümfaransiyel yırtıklar c) radial yırtıklar disk eksenine dik olarak yayılır ve genellikle nukleus materyalinin akması ve disk herniasyonuna neden olur.^{41,43}

Servikal dejeneratif disk hastalığı dört şekilde ortaya çıkar:

1. Santral disk herniasyonu
2. Santral spondiloz veya korpus arka kenarında osteofit
3. Lateralde Luschka eklemünde osteofit (sert disk)
4. Yumuşak disk hernisi⁶⁰

Disk dejenerasyonunun en erken bulgusu anüler yırtık ve son plaklarda oluşan fissürlerdir. Anulus fibrosusun mekanik gerginliğinin azalmasıyla bu yırtıklar artar. Nukleus pulposusun yapısının bozularak intradiskal basıncın düşmesi ve anulus fibrosus mekanik gerginliğinin azalması sonucu yırtıklar artarak disk hernisi gelişir. Fiziksel stres, akut şiddetli veya kronik tekrarlayıcı travma sürece katkıda bulunarak hızlandırır.¹⁰

Radial yırtıklar nukleusun bariz migrasyonuna izin verirse disk herniye veya prolapse olabilir. Nukleus migrasyonunun büyüklüğüne göre disk herniasyonu protrüzyon, ekstrüzyon veya sekestresyonla sonuçlanabilir. Mekanik prolapsus en çok halen sıvı bir nukleusu ve zayıflamış bir anulusu olan 30-40 yaş diskte görülür. Ciddi dejenere disklerde anulusu gelecek hidrostatik basınca sahip nukleus içeriği kalmadığından prolapsus görülmez.⁴¹

Akut kompresif yüklenmeler sonucu nukleusun anulus fibrosusdan ayrılıp herniasyon göstermesi yumuşak disk rüptürü olarak adlandırılırken; anulus fibrosus ve nukleus pulposusun dejenerasyonu, protrüzyonu ve kalsifikasyonu ile birlikte komşu kemiğin son plaklara reaktif büyümesi ise spondiloz ve sert disk olarak adlandırılır.⁶⁰

Disk dejenerasyonuna komşu vertebralarda faset eklem artrit, vertebra ön ve arka kenarlarında osteofit, ligamentum flavumda kalınlaşma ve uncovertebral eklemlerde dejenerasyon eşlik eder.⁵⁴

Servikal disk hernisi intervertebral disk dejenerasyonu veya travma sonucu gelişen spinal sinir kökü ve medulla spinalise bası yaparak ağrı ve çeşitli nörolojik defisitler yapabilen bir disk hastalığıdır.¹⁰

1953 yılında Mair ve Druckman servikal disk hernilerini tanımlamışlardır. Radikülopatiye neden olan servikal disk hernisi % 0.35 ve insidansı 100.000 kişide yıllık 83.2' dir. Servikal disk hernilerinin % 70 kadarı C6-C7 disk aralığında görülür.⁶⁴

Dejeneratif disk hastalığı yaş, genetik eğilim, obezite, meslek, iş aktiviteleri, mikrotravmalar, diyabet ve sigara içimi gibi çeşitli etkenlerin katkıda bulunduğu multifaktöriyel bir süreçtir.⁵⁷ Akut şiddetli veya kronik tekrarlayıcı travma, tekrarlayan boyun fleksiyonu, uzun süreli oturma veya araç kullanımı gibi postür bozukluğuna neden olan, fiziksel stres ve mekanik yüklenme oluşturan aktiviteler ve meslekler, Klippel-Feil gibi konjenital omurga hastalıkları, sigara içiciliği, diyabet ve vasküler hastalıklar, ankilozan spondilit ve romatoid artrit gibi kronik inflamatuvar artropatiler disk hernisi oluşma riskini arttırmırlar.^{10,62,63} Ayrıca erkek cinsiyet, sigara kullanımı, ağır kaldırma, araba veya motorsiklet kullanma, vibrasyonlu alet kullanma ve dalış sporu servikal disk herniasyonu için risk faktörü olarak saptanmıştır.^{58,59,77}

Disk herniasyonları yumuşak ve sert olmak üzere ikiye ayrılır. Disk materyali kalsifikasyonu ve spondilolitik çıkıntı varlığı sert disk herniasyonunu, daha akut olarak nukleus pulposusun yer değiştirmesi yumuşak disk herniasyonunu ifade eder. Anterior longitudinal ligament posterior longitudinal ligamentten daha kalın ve kuvvetli olduğu için anterior herniasyonlar daha nadir görülür. Disk herniasyonları yerleşim yerlerine göre de intraforaminal, posterolateral ve santral olmak üzere üçe ayrılır. En sık intraforaminal herniasyon görülür ve ilgili spinal sinir kökünü etkileyerek radikülopati yapabilir.⁵³

İntervertebral disk patolojilerinde uluslararası lomber çalışma grubu (International Society for the Study of the Lumbar Spine) tarafından geliştirilmiş terminoloji kullanılır. Buna göre:

Disk bulgingi: Anulus fibrosus sağlamken diskin normal sınırlarını aşacak şekilde genişlemesi,

Protrüzyon: Anulus fibrosusun iç tabakalarının yırtılmasına bağlı olarak diskin fokal genişlemesi, posterior longitudinal ligament sağlam,

Ekstrüzyon: Anulus fibrosusun bütün tabakalarının yırtılarak nukleus pulposusun posterior longitudinal ligament altına herniye olması,

Sekestrasyon: Ekstrüde nukleus pulposusun posterior longitudinal ligamenti yırtarak kanal içinde serbest kalması olarak tanımlanır.^{33,61}

Disk herniasyonunun sinir köküne basısı yanında herniye disk hücreleri tarafından salınan araşidonik asitten prostoglandin E2, tromboksan, fosfolipaz A2, tümör nekroz faktör α (TNF- α), interlökinler ve metalloproteinazlara kadar uzanan inflamatuvar kaskad moleküllerinin sinir kökünü basınca duyarlı hale getirmesi de ağrı ve diğer semptomlara katkıda bulunur.⁴²

2.4. Servikal Omurga Biyomekaniği

Servikal omurga kafayı destekleyen, hareketlerini sağlayan ve nörolojik yapıları koruyan kompleks bir yapıdır. Omurganın en küçük fonksiyonel yapısına fonksiyonel spinal ünite denir. Fonksiyonel spinal ünite superior ve inferior vertebra, intervertebral disk ve bunlarla ilişkili ligamentlerden oluşur. Her bir fonksiyonel spinal ünitenin hareketi kuvvetin dağılımı ve servikal omurganın tüm hareketlerini belirler.¹¹

İntervertebral disk güç ve basınç ölçümlerine göre gerilme kuvveti anulus fibrosusda $15-50 \text{ kg/cm}^2$, vertebra korpusunda $8-10 \text{ kg/cm}^2$ dir. Disk rüptürünü önleyen longitudinal ligamentlerin gerilme gücü ise ortalama 200 kg/cm^2 dir. Diskin gerilme gücü vertebra korpusundan çok daha fazla olduğundan disk rüptürü olmaksızın vertebra fraktürü gelişebilir. Eklemler sağlam olduğu sürece intervertebral diskin maksimum torsiyon gücü 21 kg/cm^2 dir.⁶⁶

Disk kinematikleri iki faza ayrılır. Başlangıçta nötral pozisyonda anulus fiberleri gevşektir. Yük uygulanması fiberlerin gerileceği noktaya kadar küçük bir deformasyona neden olur. Elastik distansiyon olmadığından bu ilk bölümde çok az direnç oluşur. Bu noktada uygulanan yük anlamlı bir direnç olmaksızın disk şeklinde deformasyona neden olur. Yüklenme yeterince arttığında ise daha büyük bir deformasyona neden olur. Fiberler gerilir ve nukleus şekil değiştirmeye zorlanır. Burası diskin katılığının uygulanan yükün neden olduğu deformasyona bağlı olarak arttığı elastik zondur.²⁴

Günlük anormal fonksiyonel stresler sonucunda anulus fibrosusda yırtıklar gelişir. Kompresif yüklenmeler sonucunda vertebral son plak çökerek intradiskal basınç artar, nukleus pulposus herniye olur. İntervertebral disk statik olarak elastik sınırına

kadar yüklenir, ek olarak dinamik yüklenme yapıldığında vibrasyon oluşur. Anulus fibrosus ve kemik yapının elastik limiti aşıldığında ise disk hasarlanır. Sürekli statik yüklenmede disk deforme olur. 5 dakikadan sonra disk stabil hale gelir. Dinamik yüklenmede ise disk 1 saniye süreyle vibrasyon yapar, daha sonra vibrasyonlar tedricen azalarak kaybolur. Böylece intervertebral disk statik ve dinamik yüklenmelerde salınımı azaltarak şok absorban rol oynar.^{65,66}

Disk içi basınç beslenme ve sıvı akımı açısından önemlidir. Sıvı ve metabolik artıkların disk dışına itilmesiyle disk hacmi ve intervertebral segment yüksekliği azalır. Ayakta durma ve oturma esnasında, intradiskal basıncı arttıran yüklenmelerde disk yüksekliği azalırken; sırtüstü uzanma ve traksiyon esnasında intradiskal basınç azalır, disk yüksekliği artar. İntradiskal basınç öksürmede % 40, yük taşımada % 50, gövde rotasyonunda % 40, merdiven çıkarken % 40 ve yürüme sırasında % 15 artar.^{65,66}

Omurgadaki dejeneratif değişiklikler genellikle üçüncü dekada başlar. Yaşlanma ve disk dejenerasyonu birlikte statik ve dinamik viskoelastik davranışlar etkilenir. Dejenere diskte sürtünme dejenere olmayan diske göre daha fazladır. Viskoelastik ve mekanik özelliklerdeki değişiklikler sonucu nukleus pulposusun sıvı benzeri davranışı katı benzeri davranışa kayar. Viskoelastik özelliklerdeki değişiklikler bir yandan dejenerasyonu hızlandırırken diğer yandan fonksiyonel spinal ünitenin stabilitesini bozar. Fonksiyonel spinal ünite viskoelastiktir, fizyolojik yüklenmeler sırasında enerji absorbe eder. Disk dejenerasyonu ile sürtünme artar ve diskin enerji absorpsiyon yeteneği azalır. Diskte yük transferinin değerlendirildiği stres profilometri ölçümlerinde yaşlanmayla birlikte yükün nukleus pulposusdan anulus fibrosusa kaydığı gösterilmiştir. İntervertebral disklerdeki değişiklikler arka eklemlerde de değişikliklere neden olur. Nukleus basıncı kaybolup alan azaldıkça arka yüz eklemleri temas alanı büyür ve eklemler aktif olarak yük taşıyan yapılar haline gelir. İntervertebral diskin dejenerasyonu, faset eklemlerin osteoartriti ve unkovertebral eklemlerin gelişmesiyle servikal vertebralarda özellikle orta ve alt segmentlerde hareket açısı kısıtlanır. Alt servikal bölgedeki unkovertebral alan kafa ağırlığıyla oluşan kuvvetlerin etkisiyle unkovertebral ekleme dönüşür. Unkovertebral eklemlerin oluşması anulusun dejenerasyonu ve yırtıklarıyla diskin şok absorban özelliğini azaltır.^{11,23,66}

Fonksiyonel spinal ünite çift hareket içermektedir. Yani tek yönde uygulanan bir kuvvet diğer yöne doğru hareketi başlatabilir. Bu özellik instabil segmentlerde

önemlidir. Normal hareketlerin kontrolü aktif olarak kaslar ve pasif olarak ligaman ve faset eklemler tarafından sağlanır.

Kaslar stabilizasyon yanında günlük aktivite ve yüklenme sırasında kuvvet üretilmesi ve dağıtılmasını sağlar. Stabilitate, hareketin başlatılması ve kontrolü kaslarla sağlanır.¹¹

Sferik bir eklem olan atlantookspital eklem kapsülü fleksiyon ve ekstansiyonu sınırlarken fizyolojik hareketler sırasında çok az lateral fleksiyon ve rotasyona izin verir. Atlantookspital eklemde 14-15° fleksiyon ekstansiyon yapılır. Servikal omurgadaki fleksiyon ekstansiyon hareketinin % 25'i atlantookspital ve atlantoaksial eklemlerce sağlanır. Atlasın anterior arkı ve dens aksis arasındaki translasyon predental boşluk olarak adlandırılır. Çocuklarda 8 yaşına kadar 5mm olabilen bu boşluk erişkinlerde 3 mm'den az olmalıdır.

Toplamda 90° olan rotasyonun çok büyük bir kısmı atlantoaksial eklemde gerçekleşir. Atlantoaksial eklem rotasyon yanında 10° fleksiyon-ekstansiyon ve 5° lateral fleksiyona izin verir. Alar ligament aksiyel rotasyonu sınırlarken, krusiform ligament fleksiyon esnasında atlasın öne kaymasını engeller ve rotasyon esnasında atlasın dens aksis etrafında hareketini sağlar. Kafes şeklinde kollajen fiberlerinden oluşan transvers ligament aksiyel rotasyon sırasında gerilir.^{11,21,22}

Alt servikal bölgelerde horizontal düzlemle 45° açı yapan unkovertebral eklemler daha da dikleşmesi ve ligamentum flavumun laminaları rijit olarak sabitlemesi fleksiyonu kısıtlar. C2-C7 segmentlerinde fleksiyon üstteki vertebranın alttaki üzerinde kayması, intervertebral diskin horizontal olarak bükülüp sıkışmasıyla sağlanır. Alt servikal bölgede her seviyede farklı oranlarda fleksiyon ekstansiyon yapılır. En fazla fleksiyon C5-C6 (15-28°) ve C4-C5 (16-22°) seviyelerinde gerçekleşir.^{11,21}

İntervertebral foramenler fleksiyon sırasında genişlerken, ekstansiyonda ve ayrıca lateral fleksiyon ve rotasyon sırasında hareketin yapıldığı tarafta daralır. Normal omurgada bu daralma intraforaminal yapılara baskı oluşturmazken dejenerasyon ve instabilitede intraforaminal yapılar sıkışır.^{24,111}

2.5. Servikal Bölgede Ağrıya Duyarlı Yapılar

Servikal bölge omurganın en fazla yük taşıyan ve en hareketli segmentlerini içerdiğinden vücutta en çok ağrı hissedilen bölgelerden biridir. Servikal bölgede

epidural venöz yapılar, duramater, periost, vertebra cisimleri, sinir kökleri, dorsal kök ganglionu, musküler yapılar, faset eklemler, ligamentler ve intervertebral disk ağrıya duyarlı yapılardır. Nukleus pulposus, faset eklem kıkırdağı ve ligamentum flavumda sinir inervasyonu yoktur.^{25,67}

Spinal sinirlerin meningial dalı olan sinuvertebral sinir dorsal kök ganglionundan çıkarak foramene girer, büyük çıkan ve küçük inen dallara ayrılır. Sinuvertebral sinirler; anuler lifler, diskin posterior kısmı, dura ve posterior longitudinal ligamenti inerve eder. Primer dorsal ramus; faset eklemleri, paraspinoz adele ve interspinoz ligamenti inerve ederken, grey ramus; diskin anterior kısmıyla anterior longitudinal ligamenti inerve eder. İnsan ve hayvan çalışmalarında özellikle anulus fibrosusun dış liflerinin inervasyondan zengin olduğu, posterior longitudinal ligamentin büyük çıkan daldan anterior longitudinal ligamentin ise dorsal kök ganglionundan inerve olduğu gösterilmiştir. Ayrıca dejenere diskin daha çok sinir ve vasküler yapıya sahip olduğu gösterilmiştir. İnervasyondaki artışa paralel olarak nöral growht faktör (NGF) ekspresyonu da artmıştır.^{48,68}

Ağrıya duyarlı bu dokuların yaralanması, irritasyonu veya inflamasyonu gibi herhangi bir olayda boyun ağrısı oluşur.

2.6. Boyun Ağrısı

2.6.1. Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri

Boyun ağrıları toplumda % 22-31 oranında görülen iş gücü kaybı açısından bel ağrılarından sonra ikinci sırada yer alan, kronik semptom prevelansı % 14-23 olan, kronikleştikçe doktora başvurunun arttığı ve kronik vakalarda % 44 doktor başvurusu olan bir yakınmadır. Kadınlarda daha sık olduğu ve beşinci dekatta ağrının daha fazla ifade edildiği, prevelansın İskandinav ülkelerinde Asya ve Avrupa ülkelerine göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir.^{69,73,74}

Bir yıllık insidans farklı çalışmalarda % 10.4- % 21.3 arasında değişmektedir. En yüksek insidans ofiste bilgisayar kullanıcıları arasında saptanırken; belediye idari çalışanları, sağlık çalışanları ve transit operatörlerinde de insidans yüksek bulunmuştur.¹

Genel popülasyonda kadın cinsiyet, hastalık veya sakatlık nedeniyle çalışamama, ayrılmış, boşanmış veya dul olma, çocuk sayısı, bel ağrısı, travma ve

önceki boyun ağrısı öyküsü, zayıf genel sağlık, sigara, obezite, düşük eğitim düzeyi ve psikososyal stres boyun ağrısı ile ilişkili bulunmuştur.^{72,73}

Boyun ağrısı ve iş ortamında psikososyal risk faktörlerinin değerlendirildiği çalışmalarda yüksek nicel iş talebi, zayıf sosyal destek, düşük iş denetimi, düşük takdir, düşük iş tatmini ile boyun ağrısı arasında pozitif ilişki saptanmıştır.^{70,75,76}

İş ortamında kadın cinsiyet, yaş, fiziksel inaktivite gibi bireysel faktörler yanında uzun süre boyun öne fleksiyonda postür, oturur pozisyonda çalışma, tekrarlayan hareketleri yapma, kuru hava, ısı değişimleri ve bilgisayar başında çalışma gibi çevresel faktörler boyun ağrısında risk faktörleri olarak saptanmıştır.⁷¹

2.6.2. Etiyoloji

Boyun ağrısına neden olan spesifik ve nonspesifik kas-iskelet sistemi bozukluklarının heterojenitesi ve çeşitliliği nedeniyle farklı bir çok sınıflama yapılmıştır. Yaygın olarak kullanılan spinal ağrı sınıflamasında dört klinik kategori tanımlanmıştır.

A. Ciddi veya sistemik patolojiyle ilişkili spinal ağrı (%1)

1. Konjenital

- İnterspinöz pseudoartroz
- Skolyoz
- Spina bifida
- Spondilolistezis
- Vertebral epifizit

2. Enfeksiyöz

- Epidural apseler
- Osteomyelit
- Paraspinal apseler
- Septik artrit
- Septik diskit

3. İnflamatuar

- Artrit
- Ankilozan spondilit
- Juvenil artrit

Psöriatik artrit
Reiter sendromu
Romotoid artrit
Seronegatif spondilartropati
İnflamasyona sekonder fibrozus
Araknoidit
Epinöral fibrozus
Sinir kökleri inflamasyonu
Nörit
Radikülit
Vertebral osteokondrit

4. Metabolik

Osteokondroz
Osteomalazi
Osteoporoz
Osteitis fibroza sistika
Okronotik spondiloz
Paget hastalığı

5. Neoplastik

Kemik tümörleri
Benign
Malign
Metastatik
İntradural ve epidural tümörler
Meningeal karsinomatozis
Multipl myelom

6. Travmatik

Dislokasyon veya subluksasyon
Vertebra fraktürü

B. Nörolojik defisitle birlikte spinal ağrı (% 5-9)

1. Radikülopati

Disk herniasyonu

Dejeneratif lateral stenoz

2. Myelopati

Santral stenoz

Geniş disk herniasyonu

3. Kauda equina sendromu

C. Nonspesifik spinal ağrı (% 90)

1. Spesifik sendromlar

Zygapofizyal veya faset eklem ağrısı

Fibromyalji

Myofasiyal ağrı

2. Dejeneratif

Dejeneratif disk sendromu

Dejeneratif faset eklem sendromu

Osteoartrit

Spinal instabilite

D. Yansıyan spinal ağrı

1. Konjenital

Orak hücre anemisi

2. Neoplastik

Lenfoma

3. Enfeksiyon

4. Vasküler

5. Visseral ⁸⁴

Spinal ağrıdan daha spesifik olarak International Association for the Pain (Uluslararası Ağrı Derneği) boyun ağrılarını şu şekilde sınıflamıştır:

A. Servikal veya Radiküler Spinal Ağrı Sendromları

1. Fraktürler

Vertebra gövdesi

Spinöz process

Transvers process

Superior veya inferior artikuler process

Lamina

Odontoid process

Atlas anterior veya posterior kavsi

2. Enfeksiyonlar

Osteomyelit

Zygoapofizyal eklem septik artriti

Atlantoaksial eklem septik artriti

Prevertebral kasların enfeksiyonu

Diskit

Epidural apse

Menenjit

Herpes zoster enfeksiyonu

Postherpatik nevralji

Sifiliz

3. Neoplazmalar

Vertebra ve eklemlerinin primer tümörleri

Paravertebral kasların primer tümörleri

Lipoma

Angioma

Meningioma

Nörofibrom, schwannom, nöroblastom

Spinal kord primer tümörleri

Vertebra ve vertebral kanalın metastatik tümörleri

Lenfoma

4. Metabolik Kemik Hastalıkları

Osteoporoz

Hiperparatroidi

Paget hastalığı

Diğer metabolik kemik hastalıkları

5. Artritler

Romotoid artrit

Ankilozan spondilit

Osteoartrit

Seronegatif spondilartropati

6. Konjenital Vertebral Anomaliler
 7. Bilinmeyen Orijinli Servikal Spinal Ağrı
 8. Boynun akselerasyon deselerasyon yaralanmaları (Servikal Sprain)
 9. Spasmodik Tortikollis
 10. Servikal Diskojenik Ağrı
 11. Servikal Zygoapofizyal Eklem Ağrısı
 12. Servikal Kas Spraini
 13. Servikal Myofasiyal Ağrı Sendromu
 14. Alar Ligament Spraini
 15. Servikal Segmental Disfonksiyon
 16. Servikal Disk Prolapsusuna Bağlı Radiküler Ağrı
 17. Sinir köklerinin Travmatik Avulsiyonu
- B. Nevraljiler
1. Superior Laryngeal Sinir Nevraljisi
 2. Oksipital Nevralji
 3. Glossofarengial Nevralji
- C. Kraniofasial Ağrı Sendromları
1. Temporomandibuler Ağrı ve Disfonksiyon Sendromu
 2. Temporomandibuler Eklem Artriti
- D. Psikolojik Orijinli Boyun Ağrıları
1. Sanrısız Boyun Ağrısı
 2. Histerik, Konversiyon, Hipokondriak Boyun Ağrıları
 3. Depresyon
- E. Suboksipital ve Servikal Kas-iskelet Bozuklukları
1. Eagle's Sendromu
 2. Servikojenik Baş ağrısı
 3. Superior Pulmoner Sulkus Sendromu (Pancoast Tümörü)
 4. Torasik Çıkış Sendromu
 5. Servikal Kot
 6. Anormal 1. Torasik Kot
- F. Visseral Ağrı

1. Troid Karsinomu
2. Larinks Karsinomu
3. Larinks Tüberkülozu
4. Kronik Farenjit
5. Farenks Karsinomu

2.6.3. Öykü

Birçok hastalıkta olduğu gibi boyun ağrılarında da ayrıntılı bir öykü fizik muayene, görüntüleme yöntemleri ve laboratuvar değerlendirmelerinden önce klinisyeni doğru tanıya yönlendirecektir. Primer semptom olan ağrının kaynağı omurga, disk, unkovertebral veya faset eklemler, kas, ligament ve boynun nosiseptif inervasyona sahip diğer elemanları olabilir. Subjektif bir semptom olan ağrı hastalar tarafından tam olarak ifade edilemeyebilir. Öykü hasta profili, semptomların tanımı ve lokalizasyonu, semptomların özellikleri, semptom hikayesi, medikal hikaye ve sistemlerin gözden geçirilmesi olmak üzere detaylı bir şekilde ele alınmalıdır.

Hasta profili değerlendirilirken yaş, cinsiyet, etnik orijin, evlilik durumu, sosyal statü, meslek, çalışma ortamı ve boş zaman aktiviteleri sorgulanmalıdır. Semptomlarla ilgili esas yakınma, ağrı varlığı, ağrının lokalizasyonu, yayılımı, gece ağrısı, duyuşsal anomaliler, güç kaybı, eklem hareket açıklığı, inflamatuvar semptomlar ve semptomların karakteri detaylı bir şekilde irdelenmelidir.

Semptomların süresi, ciddiyeti; öksürme hapsirme gibi intraabdominal basıncı arttıran durumların ve pozisyonel değişikliklerin ve aktivitenin semptomlara etkisi; semptomları arttıran ve azaltan nedenler; baş ağrısı, bulantı, kusma, sersemlik, bayılma veya nöbet, dikkat dağınıklığı, hafıza problemleri, uyku bozuklukları, yürüme güçlüğü, sendeleme, idrar veya gaita inkontinansı, yutma güçlüğü ve dispne gibi semptomların eşlik edip etmediği; başlangıçtan itibaren semptomlardaki değişiklikler; mevcut ve geçirilmiş hastalıklar, geçirilmiş operasyon, hospitalizasyon, aile öyküsü, madde bağımlılığı, nutrisyonel durum, daha önceki testler ve sonuçları, daha önce alınan tedaviler göz önünde tutulmalıdır.^{13,17,69,78}

2.6.4. Semptom ve Klinik Bulgular

En sık görülen yakınma ağrıdır. Ağrı servikal bölgede vertebra gövdesi, nukleus pulposus ve ligamentum flavum dışında herhangi bir yapıdan kaynaklanabilir. Temel semptom olan ağrı servikal bölgeden oksiput, ense kasları, omuzlar ve üst ekstremitelere yayılabilir. Üst servikal seviyelerden yansıyan ve dev hücreli arteriti taklit eden retroorbital ve temporal ağrı olabilir. Bazı hastalar koroner iskemiye benzeyen göğüs ön duvarında ağrıdan yakınır. Ağrıyla ilişkili geçici veya irreversibl katılık; üst ekstremitelerde hissizlik, uyuşukluk, karıncalanma, güçsüzlük; vertebral arterler veya sempatik sinirlerin etkilenmesine bağlı olarak boyun hareketleriyle artan baş dönmesi, baş ağrısı, dengesizlik; daha nadir olarak dispne, disfaji gibi çeşitli semptomlar görülebilir.⁸⁵

Eşlik eden semptomların patolojiye göre ve kişiler arasında değişkenlik göstermesi, çeşitliliği, iç içe geçmesi, hastalık sırasında değişkenlik gösterebilmesi nedeniyle yaygın semptomlara göre sınıflama yapılır. Servikal disk hernileri radikülopati, myelopati ve myeloradikülopati olmak üzere başlıca üç klinik bulguyla kendini gösterir.

2.6.4.1. Radikülopati

Servikal radikülopati bir veya daha fazla servikal spinal sinir kökünün kompresyon ve/veya irritasyonuna bağlı radiküler paternde boyun ağrısıdır.⁸⁸

Yıllık insidan erkeklerde 100.000'de 107.3, kadınlarda 100.000'de 63.5'tür. Yaş spesifik insidans 50-54 yaşlarda 100.000' de 202.9 ile pik yapar.^{86,87}

Sinir kökünün nörofizyolojik işlev bozukluğuyla giden patolojik bir süreçtir. En sık servikal intervertebral disk hernilerine ikinci sıklıkta omurgadaki spondilopatik değişikliklere bağlıdır. En sık C7 ve ardından sırasıyla C6, C8 ve C5 sinir kökleri kompresyona uğrar.^{87,50}

En sık semptom boyun ağrısıdır. Oksipital ağrı, omuz ağrısı, kola yayılan ağrı, parestezi, myotom dağılımında kuvvet azalması ve duyu bozuklukları eşlik eder. Ağrı segmental dağılım gösterir ve basıya uğrayan sinir köküne göre değişir: C4 sinir kökünden kaynaklanan ağrı boyun ve supraskapular bölgeye; C5'ten kaynaklanan kola; C6 ve C7'den kaynaklanan boyundan omuz önkol ve ele yayılır. Parestezi genellikle ekstremit distalinde ve tek taraflıdır. Boyun hareketleri, öksürme, hapsirme gibi

intraspinal basıncı arttıran manevralar ağrıyı artırır veya kolda karıncalanmaya neden olur.^{50,51,79}

Deltoid güçsüzlüğü, kanat skapula, elin intrinsik kaslarında güçsüzlük, göğüs veya meme ağrısı ve baş ağrısı gibi atipik semptomlar görülebilir.⁸⁸

Bulgular tutulan sinir köküne göre değişir:

C1 ve C2 sinir kökü tutulumunda baş ağrısı ve oksipital bölgede duyu kusuru görülür.

C3 radikülopati nadirdir, boyun arkası, suboksipital bölge ve kulakta ağrıya neden olur.

C4 radikülopati biraz daha sık görülür, boyun ve omuz ağrısı; boyun, omuz ve skapular bölgede uyuşma ile kendini gösterir.

C5 radikülopatide omuz ve üst kol lateraline yayılan boyun ağrısı vardır. Muayenede deltoid ve biceps güçsüzlüğü, biceps refleksinde hipoaktivite saptanır.

C6 radikülopatide ağrı boyundan kol ön yüzü, ön kol laterali ile 1. ve 2. parmaklara yayılır. Dirsek altından el dorsal yüzüne ve ilk iki parmağa yayılan uyuşma eşlik edebilir. Brakioradial refleks azalmış veya kaybolmuştur.

C7 radikülopati en sık görülür. Ağrı omuz arkasından kol ve ön kol posteriolaterali ve el sırtından 3. parmağa yayılır. Triseps zayıflığı ve triseps refleksi kaybı eşlik eder.^{87,98}

Fizik muayenede boyun hareketlerinde özellikle rotasyonda ağrı ve kısıtlılık, üst ekstremitelerde myotomal kas güçsüzlüğü, dermatomal duyu kusuru, azalmış derin tendon refleksleri saptanır. Spurling testi, omuz abduksiyon testi, ipsilateral servikal rotasyon, üst ekstremitte germe testi gibi provakatif testler pozitifdir.^{86,87,88}

Akut servikal radikülopatili hastaların % 90'ı gibi büyük bir kısmı asemptomatik veya ılımlı semptomlarla takip edilirken, % 26'sı spinal cerrahiye gider. Hastaların dörtte birinde 5 yıl içinde semptomlarda tekrarlama görülür.⁸⁶

2.6.4.2. Myelopati

Servikal spondiloz spinal kanal darlığı sonucunda gelişen myelopatinin en sık nedenidir. 5. ve 6. dekadlarda pik yapar ve erkeklerde daha sıktır.

Rugby oyuncularını ve distonik serebral palsi hastalarında, travma ve tekrarlayan ardışık boyun hareketleriyle erken servikal spondiloz geliştiği gösterilmiştir. İki servikal

vertebranın füzyonuyla karakterize Klipel Feil Sendromu gibi konjenital anomaliler veya cerrahi füzyonlarda füzyone olmamış komşu spinal seviyelerdeki aşırı harekete bağlı olarak ilerleyen yaşlarda servikal spondiloz görülür. Servikal spondiloz dışında hızlı klinik progresyon riski olan akut yumuşak disk herniasyonları da myelopatiye neden olabilir.⁸¹

Disk aralığının daralması, normal servikal lordozun kaybolması ve ligamentum flavumda katlanmaya neden olur. Ligamentum flavumdaki katlanmaya eşlik eden unkovertebral eklemler, zigoapofizyal eklemler ve vertebra gövdelerindeki osteofitler spinal kanal darlığına katkıda bulunur.

Spinal kanal akut disk herniasyonu, posterior longitudinal ligament kalsifikasyonu, ligamentum flavum hipertrofisi veya osteofit basısı nedeniyle daraldığında hasar bölgesinin altında ve üstünde demyelizan değişikliklerle birlikte beyaz ve gri cevherde destrüksiyon izlenir. Histolojik olarak aksonal demyelinizasyon, hücre gövdesi nekrozu ve gliosis izlenir. Bombeleşmiş disk materyali veya anterior spurlar anterior spinal artere bası yaparak myelopatiye katkıda bulunur.^{79,80}

Semptomlar genellikle sinsi başlangıçlıdır. Ancak bazı hastalarda düşme veya diğer baş boyun travmaları sonrası (örneğin ani hiperekstansiyon) akut veya subakut başlangıç görülebilir. Semptomlar etkilenen spinal segment ve sinir köküne ve kompresyonun ciddiyetine göre değişiklik gösterir. Hareketle artan boyun ağrısı oksiput, omuz ve üst ekstremitelere yayılır. Myelopatinin erken evrelerinde kortikospinal yollar tutularak alt ekstremitelerde güçsüzlüğe ve spastisiteye neden olur. Daha sonra posterior kolon tutulumuna bağlı yürüme güçlüğü ve ataksi gelişir. Hastalar sıklıkla üst ekstremitelerin distallerinde dermatomlara uymayan paresteziler, boyunda tutukluk, alt ekstremitelerde daha belirgin spastik kas güçsüzlüğü ve el intrinsik kaslarında atrofi, denge bozuklukları ve yürümede değişiklik ile klinisyene başvururlar. Olguların üçte birinde mesane disfonksiyonu görülür. Nadiren senkop, pseudoanjina ve migren semptomları olabilir. Beş servikal myelopatik sendrom tanımlanmıştır;

Transvers lezyon sendromu en sık görülen şeklidir. Üst ekstremiteler nispeten korunurken alt ekstremitelerde kortikospinal yol, spinotamik yol veya posterior kolon tutulumuna bağlı semptomlar görülür.

Motor sistem sendromu ise kortikospinal yollar ve ön boynuz hasarına bağlı olarak duyuusal semptom olmaksızın alt ve üst ekstremitelerde güçsüzlüğü, spastisite ve yürüme bozukluğuyla kendini gösterir.

Santral kord sendromunda üst ekstremitelerde tutulumu ön plandadır. El kaslarında atrofi ve pençe el görülebilir. Bu nedenle servikal spondilolitik amiyotropi veya myelopati eli olarak da tanımlanmıştır. Üst ekstremitelerde ağrı ve ısı duyusunda azalma gözlenirken derin duyu genellikle korunmuştur.

Brown-Squard sendromunda kortikospinal yol tutulumuna bağlı ipsilateral hemiparezi, spinotalamik yol tutulumuna bağlı kontrolateral duyuusal bozukluk görülür.

Brakial kord sendromunda uzun traktus bulguları spinal sinir kökü basısına bağlı radiküler ağrıyla birliktedir.^{79,80,90,91}

Fizik muayenede; alt ekstremitelerde ve daha hafif olmak üzere üst ekstremitelerde kuvvetsizlik, intrensek el kaslarında ön boynuz hücre hasarı nedeniyle atrofi, spinotalamik yol tutulumuna bağlı seviye veren veya eldiven-çorap dağılımı gösteren duyu kusuru, arka kordon tutulumuna bağlı pozisyon ve vibrasyon defisitleri, karın cildi refleksi kaybı, Lhermitte, Hoffman, Babinski ve Chaddock bulgusu, derin tendon reflekslerinde canlılık saptanır.^{82,83,90,91}

Nörolojik semptom ve bulgulardaki en önemli predispozan faktör konjenital spinal kanal darlığıdır. Bu sadece servikal bölgeyi değil, sıklıkla tüm omurgayı etkiler. Servikal stenozu olan hastaların % 10-15'inde lumbal bölgede de spinal stenoz vardır.⁸¹

Boyun ağrılarında kırmızı bayraklar olarak tanımlanan bazı semptomların varlığı daha detaylı araştırma gerektirir. Bu semptomlar malignite, enfeksiyon, enflamasyon, myelopati veya fraktür göstergesi olabilir. Boyun ağrısında kırmızı bayraklar:

Ateş, gece terlemesi,

Kilo kaybı,

İnflamatuar artrit, malignite, enfeksiyon, tüberküloz, AIDS, ilaç bağımlılığı ve immünsupresyon öyküsü,

Şiddetli ağrı,

Vertebra üzerinde keskin hassasiyet,

İnatçı gece ağrısı,

Yürüme bozukluğu, ellerde beceriksizlik,

Objektif nörolojik defisit (bacaklarda üst motor nöron; kollarda alt motor nöron bulguları),

Servikal lenfadenopati,

Disk prolapsusu olmaksızın genç yaşta ani başlangıç,

Ciddi osteoporoz öyküsü,

Boyun cerrahisi öyküsü,

Boyun hareketleriyle tetiklenen düşme atakları,

İnatçı veya artan ağrı,

Whiplash yaralanmalarından sonra;

Servikal orta hatta hassasiyet,

Biliç kaybı,

Alkol veya ilaç intoksikasyonu,

Ciddi başka yaralanma,

olarak sıralanabilir.^{85,90,110}

Birinci basamakta kırmızı bayraklar değerlendirildikten sonra hastanın bilişsel ve davranışsal yönleriyle ilgili daha fazla araştırma gerektiren durumlar ele alınır. Bunlar boyun ağrısında sarı bayraklar olarak tanımlanmıştır. Sarı bayraklar hastanın tutum ve inançları, duyguları, davranışları, aile ortamı ve iş çevresini içerir. Sağlık çalışanlarının tutumları da önemli bir etkiye sahiptir. Sarı bayraklar:

Ağrının çok zararlı ve ciddi sakatlık nedeni olduğu inancı,

Korku kaçınma davranışı (ağrı korkusuyla aktiviteden kaçınma),

Moral bozukluğu ve sosyal geri çekilme,

Aktif katılım yerine pasif tedavinin yararlı olacağı inancıdır.⁹³

2.6.5. Fizik Muayene

Detaylı bir öyküden sonra inspeksiyon, palpasyon, genel tıbbi durum, nörolojik değerlendirme, pasif ve aktif eklem hareketleri ve spesifik klinik testleri içeren ayrıntılı bir fizik muayene yapılmalıdır.¹⁸

İnspeksiyon: Muayene hasta soyunuk şekilde inspeksiyonla başlar. İnspeksiyoonda anormal postür, tortikollis varlığı, boyun hareketlerinde kısıtlılık, kitleye bağlı şişlik, skar dokusu, renk değişikliği, cilt lezyonları, ağrılı taraftaki omuzun

elevasyonu, eşlik eden Klippel-Feil anomalisine bağlı kısa boyun veya asimetri, ellerde şekil bozukluğu veya atrofi veya yürüme bozukluğu saptanabilir.⁷⁸

Palpasyon: Sonraki aşama palpasyondur. Boyun ön bölgesinde tiroid dokusu, lenfadenopati, tiroglossal kist veya kitle varlığı; lateralde öncelikle sternokleidomastoid kas olmak üzere kaslarda spazm, tetik nokta veya kitle varlığı; arka bölgede spinöz ve transvers çıkıntılarda, orta hattın 2-4 cm lateralindeki faset eklemlerde hassasiyet, paraspinal kaslarda spazm veya tetik nokta varlığı araştırılır.⁷⁸

Eklem hareket açıklığı: Boynun tüm hareketleri aktif ve pasif olarak değerlendirilirken kısıtlılık ve ağrı yönünden incelenir. Servikal bölgede normal eklem hareket açıklıkları: 80-90° fleksiyon, 70° ekstansiyon, 20-45° lateral fleksiyon ve 90° rotasyondur.⁸⁹

Nörolojik muayene: Nörolojik muayenede radikülopati ve myelopati açısından yüzeysel ve derin duyu, motor kuvvet, derin tendon refleksleri, patolojik refleksler, tonus ve yürüyüş değerlendirilmelidir.

Duyu sıklıkla servikal dermatomlarda yüzeysel dokunma ve iğne batırmayla test edilirken, iki nokta ayırımı, vibrasyon, pozisyon ve ısı duyuları da kontrol edilebilir.¹⁸

Kas gücü muayenesinde her bir servikal spinal sinir kökünü değerlendirmek üzere boyun fleksörleri (C1-C2), lateral fleksörleri (C3), omuz elevatörleri (C4), deltoid (C5), dirsek fleksiyonu (C6), dirsek ekstansiyonu (C7), başparmak abduksiyonu (C8), parmak abduksiyonu (T1) ayrı ayrı muayene edilmelidir.

Radikülopatilerde derin tendon reflekslerinde zayıflama izlenirken, myelopatilerde hiperaktif refleksler görülür. Üst ekstremitelerde biceps, triseps ve brakioradial refleksler, üst motor nöron bulgusu açısından tonus ve klonus, Hoffman ve Babinski refleksleri, denge açısından Romberg testi değerlendirilir.^{13,18}

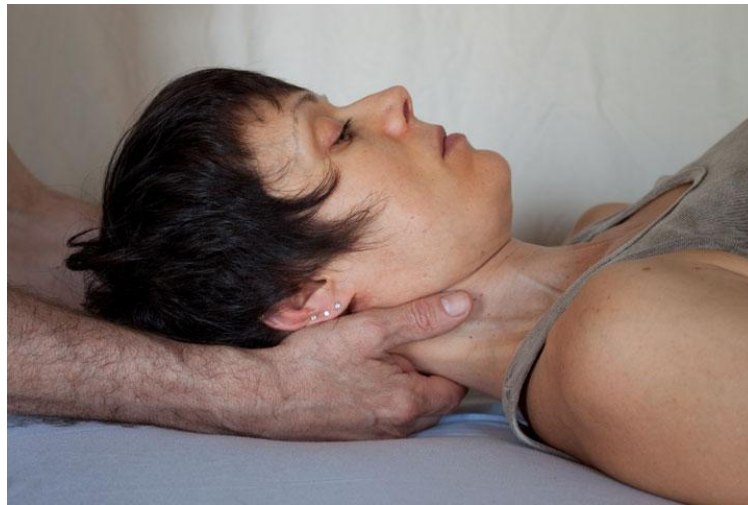
Özel testler:

Kompresyon testi: Oturur pozisyonundaki hastanın başı lateral fleksiyona getirilerek aşağıya doğru kuvvet uygulanır. Lateral fleksiyon yapılan tarafta kola doğru yayılan ağrı olması testin pozitif olduğunu gösterir. (Şekil 12)



Şekil 12. Kompresyon testi

Distraksiyon testi: Sırt üstü yatar pozisyonundaki hastanın başı bir elle çene altından, diğer elle oksiputtan kavranarak yukarıya doğru traksiyon uygulandığında ağrının azalması veya kaybolması halinde test pozitifdir.⁹¹ (Şekil 13)



Şekil 13. Distraksiyon testi

Üst ekstremitte germe testi: Sırt üstü yatar pozisyondaki hastada bir dizi karmaşık manevradan oluşur. 1) skapula depresyonu, 2) omuz abduksiyonu, 3) el bileği ve parmaklar ekstansiyondayken ön kol supinasyonu, 4) omuz dış rotasyonu, 5) dirsek ekstansiyonu, 6) boynun karşı taraf ve aynı tarafa lateral fleksiyonundan oluşur. Radiküler semptomların ortaya çıkması halinde test pozitifdir. Duyarlılığı % 72-97, özgüllüğü % 22-33'tür.

Spurling testi: Oturur pozisyondaki hastanın başı ekstansiyon ve lateral fleksiyona getirilerek elle aşağı doğru bastırarak kuvvet uygulanır. Baş ve çenenin etkilenen tarafa rotasyonu da içeren nötral pozisyon, ekstansiyon, ekstansiyon ve rotasyon olmak üzere üç aşamada da değerlendirilebilir. Bu sırda üst ekstremiteye yayılan ağrı varlığında test pozitifdir. Özgüllüğü % 74-95 iken, duyarlılığı % 36-93'tür.^{86,99} (Şekil 14)

Viet testi: Bilateral jugular venlere en az 2 dakika süreyle yapılacak bası ile intraspinal basınç artırılarak radiküler semptomların ortaya çıkışı değerlendirilir.

Lhermitte bulgusu: Başın hızla fleksiyona getirilmesiyle vücutta omurgadan aşağıya yayılan elektriklenme hissi ortaya çıkar. Kranioservikal bileşke anomalileri, spinal multiple skleroz ve radikülopatili hastalarda pozitifdir.¹³



Şekil 14. Spurling testi

Omuz abduksiyon testi: Oturur veya sırtüstü yatar pozisyonundaki hastanın kolu aktif veya pasif olarak abduksiyona getirilerek ön kol ve el başın üzerine konulur. Hastanın rahatlaması ve radiküler semptomların azalması testin pozitif olduğunu gösterir. (Şekil 15)



Şekil 15. Omuz abduksiyon testi

Adson testi: Skalenius antikus sendromu ve servikal kot varlığında pozitif olur. Radial nabız palpe edilir. Parmak nabızdan ayrılmadan kol abduksiyon, dış rotasyon ve ekstansiyona getirilerek hastadan başını aynı tarafa çevirmesi istenir. Bu sırada nabzın azalması veya kaybolması halinde test pozitifdir.⁹² (Şekil 16)

Brakial pleksus gerginlik testi: Oturur pozisyonundaki hastanın arkasına geçen hekim hastadan yakınma hissedinceye kadar kollarını abduksiyon ve dış rotasyona getirmesini ister. Daha sonra hasta kollarını yakınma hissetmediği seviyeye kadar indirirken bu sırada hekim arkadan kollarını tutar. Hastadan dirseklerini fleksiyona getirerek baş arkasında birleştirmesi istenir. Yakınmaların yeniden başlaması pleksusun gerildiğini ve testin pozitif olduğunu gösterir.



Şekil 16. Adson testi

Valsalva testi: Hastadan derin nefes alıp tutarak ıkınması istenir. Bu sırada intratekal basınç artışıyla birlikte hastanın ağrısının artması testin pozitif olduğunu gösterir.

Kostaklaviküler test: Oturur pozisyonundaki hastanın yanında duran hekim radial nabzı palpe ederken hastanın kolunu omzundan arkaya çeker. Bu sırada radial nabzın azalması veya kaybolması halinde test pozitifdir. Subklavian arterin 1. kot ve klaviküla arasında sıkıştığını gösterir.¹¹¹

2.6.6. Tanı ve Ayırıcı Tanı Yöntemleri

Servikal dejeneratif hastalık kas ve eklem ağrıları, radikülopati veya myelopati ile kendini gösterir. Bununla birlikte anlamlı servikal dejeneratif hastalığı olan pek çok olgu asemptomatiktir. Uygun hasta yönetimi için klinik ve görüntüleme bulgularının tam korelasyonu gerekir. Görüntülemenin amacı patolojinin tanımlanması ve etyolojisinin ortaya konulmasıdır.

2.6.6.1. Görüntüleme Yöntemleri

Direk grafiler: En ucuz ve en yaygın kullanılan görüntüleme yöntemidir. Standart ön-arka ve yan grafiler genel değerlendirme için yeterlidir. Servikal aks (lordoz, nötr, kifoz, S tipi deformite) ve intervertebral disk aralığında daralma, osteofitler, faset eklem artrozu, unkovertebral eklemlerdeki osteofitler ve spinal kanal stenozuna yol açan spondilolistezis gibi dejeneratif değişiklikler direk grafilerle gösterilebilir. Yan servikal grafilerde spinal kanal genişliği ölçülebilir. Oblik grafilerle faset eklem osteoartriti ve nöral foraminal daralma değerlendirilebilir. Fleksiyon ve ekstansiyonda çekilen dinamik yan grafilerle instabilite varlığı araştırılır.¹⁴

Bilgisayarlı tomografi: Bilgisayarlı tomografi genellikle ince ve kompleks fraktürleri değerlendirmek için travmada ilk seçilecek görüntüleme yöntemidir. Bilgisayarlı tomografiyle kemik ve yumuşak dokuların multipl yaralanmalarında görüntüleme serileri elde edilebilir. Spinal stenozun değerlendirilmesinde üstünlüğü yanında intraartiküler kayıp cisimlerde en iyi modalitedir. Osteofitik çıkıntılar, faset eklem artriti ve osteoporotik olup olmadığı gibi kemiğin genel durumu hakkında bilgi verir. Avantajları manyetik rezonans görüntüleme ve ultrasondan daha kısa sürmesi ve yüksek kaliteli üç boyutlu görüntü oluşturabilmesidir. Dezavantajları ise direk grafilere göre rölatif yüksek maliyet ve radyasyondur. Ayrıca doku ve patolojileri radyodansite farklılıklarına göre ayırdığından komşu sağlıklı dokuyla aynı radyodansitedeki patolojileri gösteremeyebilir. Nöral elemanlar ve ligamentleri görüntülemeye tercih edilecek çalışma değildir.^{19,94,95,98}

Miyelografi ve BT miyelografi: Sinir kökü çıkışını ve sinir kökü lezyonlarını göstermede yararlıdır. Genellikle birden fazla düzeyi tutan kompleks vakaların değerlendirilmesinde, disk hernilerini kemik spurlardan ayırmada, MR görüntüleri suboptimal olduğunda veya kardiyak pacemaker, infüzyon pompası varlığı gibi manyetik rezonans görüntüleme yapılamayacağı durumlarda yararlıdır.^{14,94,102}

Manyetik rezonans görüntüleme: Süpheli radikülopati veya myelopatinin değerlendirilmesinde seçilecek görüntüleme yöntemidir. Noninvazivdir ve nöral yapıların doğru görüntülenmesine olanak sağlar. MRI uyumsuz metal implant, kardiyak pacemaker ve defibrilatör ve dorsal kolon stimülatörü varlığında kontrendikedir. Spinal kanal çapı, nöral elemanların kompresyonu, ligamentlerin durumu, disk dejenerasyonu ve herniasyonunun derecesini değerlendirmeye olanak sağlar. Yumuşak doku ve spinal

kord yaralanmaları, intervertebral disk ve ligamentleri değerlendirmede ilk seçilecek, omurilik kanama ve ödemi göstermede ise tek görüntüleme yöntemidir. BT myelografi spinal kordun ana hatlarını gösterebilmesine rağmen MRG spinal kordun önemli ölçüde zarar görüp görmediğini ve myelopatik değişiklikleri ortaya koymada üstündür. Medula spinalis ve subaraknoid mesafenin ayrıntılı görüntülenmesinde ve ekstradural patolojilerin bu yapılarla ilişkisinin değerlendirilmesinde yararlıdır. Yağ baskılı MRG ile tesbit edilmemiş fraktürler, osteonekroz ve tümörler değerlendirilebilir. Şüpheli spinal vasküler anomalilerin ortaya konmasında da yararlıdır.^{94,96,98}

Dinamik (kinematik) spinal MR: Dinamik servikal MR pozisyonla ilgili bozuklukları ortaya koymada kullanılabilir. Servikal omurga sagittal veya aksial planda fleksiyon, nötral ve ekstansiyon pozisyonlarında görüntülenebilir. Bu, pozisyon ilişkili spinal kanal darlığı ve spinal kord kompresyonu, subluksasyon ve foraminal sıkışmayı gösterir.⁹⁷

Diskografi: Diskografi disklerdeki anatomik değişiklikleri ortaya koymak için uygulanan bir tür tanı ve tedavi yöntemidir. Noninvaziv testler ile etyoloji aydınlatılamayan diskojenik olduğu düşünülen boyun ağrılarında, multiple seviyede dejenerasyon olan hastada ağrı kaynağı olan seviyenin bulunmasında, opere diskin durumunun değerlendirilmesinde, girişimsel ağrı tedavisi ve cerrahiye karar vermede kullanılır. Provokatif diskografi diskin nükleusuna radyoopak madde enjekte edilerek anulusda bulunan nöroforların mekanik ve kimyasal stimülasyonu sonucu ağrı ortaya çıkması temeline dayanır. Ağrı ile radyolojik bulguların ilişkisini gösteren bir tanı yöntemidir. Aynı zamanda disk içine analjezik verilerek tedavide de kullanılır.^{14,95,100}

Ultrasonografi: Kas atrofisi ve hipertrofinin ve böylece indirek olarak kas gücünün değerlendirilmesinde kullanılır. Ayrıca kaslar dışında boyundaki tendon ve ligamentler, lenf nodları, tiroid ve paratiroid dokuları, kitlesel oluşumlar ve vasküler yapılar da görüntülenebilir. Noninvaziv, ucuz ve görüntüleme süresi kısadır. Bununla birlikte uygulayıcı bağımlıdır, görüş alanı dardır ve kemik derindeki yapıları gösteremez.^{19,101}

Sintigrafi: Kemik sintigrafisi artritler, enfeksiyonlar, tümörler ve sempatik yolla iletilen ağrıların tanısında yardımcıdır.⁷⁸

Termografi: Likit kristal veya infrared teknikleri kullanılarak, vücuttan ısı emisyonunun kaydedildiği bir tanı yöntemidir. Cilt kan dolaşımının düzenlenmesi ve

ısının sürdürülmesinden sorumlu sempatik sinir sisteminde sorun olursa ısı emisyonu değişir. Bu değişiklik tanının esasını oluşturur. Bir tanı aracı olarak kullanımı tartışmalıdır. Termografik değişiklikler her zaman ağrının dağılımıyla korelasyon göstermez. Daha çok kompleks bölgesel ağrı sendromu tanısı ve tedaviye cevabın değerlendirilmesinde kullanılır.^{78,111}

2.6.6.2. Elektrodiagnostik İncelemeler

Anamnez ve fizik muayene boyun ve koldaki ağrının servikal radikülopati ve diğer nörolojik nedenlerle ayırımını yapmakta yetersizse iğne elektromiyografisi ve sinir ileti çalışmaları yararlıdır. Elektrofizyolojik incelemeler nöropatileri, denervasyonu ve bunlara bağlı ileti farklılıklarını gösterir. Sinir kompresyonundan yaklaşık üç hafta sonra kol kaslarında pozitif keskin dalga potansiyelleri ve fibrilasyon potansiyelleri gibi tipik anormal aktiviteler görülür. Radikülopatilerde aynı sinir köküyle inerve edilen iki veya daha fazla kasta anormal spontan potansiyeller ve motor ünit aksiyon potansiyelinde değişiklik görülür. Tuzak nöropatiler ve periferik nöropatilerin tanısı ve radikülopatiden ayrılmasında yardımcıdır. Sinir hasarından şüphelenildiğinde elektrofizyolojik testler istenebilir ancak ağrı hakkında herhangi bir bilgi vermez. Bu nedenle son yıllarda kantitatif duyuşal test bir elektrofizyolojik test olarak literatürde tavsiye edilmiştir ve ağrı hakkında daha ayrıntılı bilgi verebilir. Kantitatif duyuşal test ile servikal radiküler semptomları olan hastalarda sağlıklı kişilerden farklı olarak hafif dokunma ve allodini (dokunmayla oluşan ağrı) algılama eşiğı artmıştır.^{103,111}

2.6.6.3. Tanısal Sinir Blokları

Tanısal sinir blokları ağrı kaynağı sinir kökü düzeyini belirlemek üzere lokal anestezi enjeksiyonlarıyla yapılan sinir blokları ve diferansiyel blokları içerir. Her seviyeye ayrı seanslarda uygulanır. Kontrast boya kullanarak flüroskopi altında 0.5 ml lokal anestezi enjekte edilir. Enjeksiyondan 30-60 dakika sonra düzenli aralıklarla ağrı skorları değerlendirilir. Ağrıda en az %50 azalma olduğunda bu seviyedeki sinir köküne ileri tedavi gerektiğini gösterir.^{78,103}

2.6.6.4. Laboratuvar Testleri

Kan biyokimyası, kan sayımı gibi laboratuvar testleri hastalığın tanısında, tedavinin seyri sırasında iyileşmeyi takip etmek veya kullanılan ilaçlara bağlı gelişebilecek yan etkileri takip etmek amacıyla sıkça kullanılır. Klinik olarak şüphe duyulduğunda eritrosit sedimentasyon hızı, c-reaktif protein, vitamin B12 düzeyi, folik asit düzeyi, romatolojik tetkikler ve tümör belirteçleri gibi tetkikler istenebilir.⁷⁸

2.6.7. Tedavi Yöntemleri

Tedavi etyolojiye göre değişmekle birlikte genel olarak farmakolojik ve nonfarmakolojik ajanlar, fiziksel ajanlar, enjeksiyon yöntemleri ve cerrahi yöntemlerden yararlanılır.

2.6.7.1. Eğitim ve Koruyucu Önlemler

Eğitim, boyun okulu, egzersiz, ergonomik girişimler ve risk faktörleri modifikasyonlarını içerir.

Dünya Sağlık Örgütü tedavi edici hasta eğitimini kişilerin hayatlarını hastalıklarıyla en iyi şekilde yönetebilmeleri için gerekli becerileri kazanmasına ve korumasına yardımcı olan eğitim olarak tanımlar. Tanı, öğrenim önceliklerinin belirlendiği kişisel eğitim programı, bireysel veya grup eğitiminin planlanması ve uygulanması, kazanılan becerileri değerlendirilmesi ve buna göre programın yenilenmesi olmak üzere 4 önemli adımdan oluşur. Hasta eğitimiyle akut ve kronik boyun ağrısı yönetiminde hasta bağımsızlığının artırılması planlanır. Hasta eğitimi aktivite önerileri, postür, günlük aktivitelere erken dönüş, eklem hareket açıklığı egzersizleri, sıcak, soğuk ve analjezikler gibi ağrı kesici yöntemlerin kullanımı, ağrı ve stresle başa çıkma yöntemleri, öz-yönetim stratejileri, iş yerinde ergonomi, iş yerinde ağrı ve stresle başa çıkma yöntemlerini içerir. Yapılan çalışmalarda sözlü veya video ile eğitimlerin daha başarılı olmasına rağmen hasta eğitiminin boyun ağrısını azaltmakta yararı gösterilememiştir.^{103,104,105}

Boyun okulları bazı insanlarda vücut mekaniği ve stres gibi çeşitli konularda bilgi eksikliği nedeniyle boyun ağrısı riskinin fazla olduğu ve daha fazla ağrıları olduğu varsayımıyla katılımcıların bilgilerini arttırarak riskleri azaltmayı amaçlar. Boyun okulları anatomi, biyomekanik, kaldırma eğitimi ve egzersiz programlarını içerir.

Randomize kontrollü çalışmalarda boyun okullarının ek yararı gösterilmemiştir.
103,105,110

Aerobik egzersizler, germe ve güçlendirme egzersizleri ve relaksasyon egzersizlerinin boyun ağrısı tedavisinde yararları gösterilmiştir. Ancak, bu egzersizler boyun ağrısını önlemede etkili bulunmamıştır.^{105,106, 107}

Ergonomi iş yerinde insan performansını, çalışma ortamıyla nasıl başa çıktıklarını, makinelerle etkileşimlerini ve iş çevrelerini inceleyen bilim dalıdır. Ergonomi mesleki risk, kaldırma, fiziksel olarak ağır iş, sık sık fleksiyon, statik çalışma duruşu ve vibrasyon maruziyeti gibi faktörlere yönelir. Fitness ve germe egzersizleri, postür eğitimi, kaldırma teknikleri ve iş yeri düzenlemelerini içerir. Randomize kontrollü çalışmaların gözden geçirilmesi sonucunda ergonomi ve iş yeri önlemlerinin boyun ağrısı prevalansı ve ciddiyeti üzerine etkinliğine dair yeterli kanıt bulunamamıştır. Kısa ve uzun vadede değil ama orta vadede hastalık izinlerini azalttığı gösterilmiştir.^{105,108}

2.6.7.2. Ortezler

Sert ortezler özellikle akut boyun ağrısında boynu nötral veya hafif fleksiyonda tutarak radiküler veya faset eklem kaynaklı ağrılarda etkili gözükse de 1-2 haftadan daha uzun süre kullanılmamalı ve bu sırada izometrik egzersizlerle kas gücü korunmalıdır. Yumuşak ortezler duyuşal geribildirim yoluyla ani ve sert boyun hareketlerini önler. Yumuşak ortezler boyun fleksiyon ve ekstansiyonunu %26 kısıtlar. Akut ve subakut durumlarda veya akut ataklarda kullanılırlar.^{79,109,111}

2.6.7.3. Egzersiz

Aerobik egzersizler, germe ve güçlendirme egzersizleri, relaksasyon egzersizleri, postür egzersizleri ve proprioseptif egzersizler boyun ağrısı tedavisinde etkili bulunmuştur.^{106,110,4}

2.6.7.4. Fizik Tedavi Ajanları

Boyun ağrısı tedavisinde sıcak, soğuk, traksiyon, transkütanöz elektrik stimülasyonu, interferansiyel akımlar, lazer, ultrason ve kısa dalga gibi çeşitli fizik tedavi ajanları kullanılır.

Soğuk Uygulama: Ağrıyı azaltan, viskoziteyi ve kollajen sertliğini attıran, doku esnekliği ve yumuşaklığını, metabolik aktiviteyi, kas spazmı ve spastisiteyi azaltan soğuk akut yangısal reaksiyonu ve ağrıyı kontrol etmek için günde 3-4 kez 15 dakika uygulanabilir. Slika jel paketleri, soğuk kompres, buz paketleri, buz masajı veya soğutucu spreylere şeklinde kullanılabilir.

Sıcak uygulama: Sıcak vazodilatasyon, metabolik aktivite, fagositöz ve hasarlı dokuların yenilenme hızı, dokuların uzama yeteneğinde artma; kas spazmında azalmaya neden olur. Bu amaçla yüzeysel veya derin ısıtıcılar kullanılabilir. Sıcak paketler ve infraruj ışınları servikal bölgede en çok kullanılan yüzeysel ısıtıcılardır. Sıcak paketler 20-30 dakika, infraruj ise 50-75 cm uzaklıktan 15-30 dakika süreyle uygulanabilir. Derin ısıtıcı olarak ise kısa dalga, mikrodalga veya ultrason tedavisi kullanılır.¹¹¹

Traksiyon: Boyun ağrısı tedavisinde kullanılan en eski tedavi yöntemlerinden biridir. Servikal eklemlerin distraksiyonu, dural kılıfta yapışıklıkların önlenmesi veya gevşetilmesi, sinir kökü ve diskteki irritasyon ve basının azaltılması, sinir kökü kanallarında dolaşımın düzeltilmesi, ağrı, enflamasyon ve kas spazmının azaltılması, negatif intradiskal basınç oluşturarak nükleer materyalin epidural aralıktan intervertebral aralığa geçmesini sağlamak amacıyla kullanılır. Manuel veya mekanik, sürekli veya intermittan şekilde uygulanabilir. Çalışmalarda sürekli veya intermittan traksiyonun etkinliğini destekleyen veya çürüten kanıt elde edilememiştir.^{103,111,112,113}

Masaj: Gerginlik ve ağrının azaltılması, genel relaksasyon, ödemin mobilizasyonu, kas spazmının çözülmesi, kan akımının hızlanmasında yardımcı olarak kullanılır. Friksiyon masajı, akupressör, Shiatsu, Thai masajı, İsveç masajı, rolfing, refleksoloji, kraniosakral terapi, myofasiyal bant terapisi gibi bir çok masaj tekniği boyun ağrısı tedavisinde kullanılır. Çalışmalar sonucunda boyun ağrılarında masajın inaktif tedavilere göre daha yararlı olduğu ancak diğer aktif tedavilere üstünlüğünün olmadığı gösterilmiştir.^{111,114}

Manipülasyon ve mobilizasyon: Spinal manipülasyon ve mobilizasyon tek başına veya diğer tedavi yaklaşımlarıyla birlikte normal eklem açıklığını yeniden sağlamak ve ağrıyı azaltmak amacıyla boyun ağrısı tedavisinde sıkça kullanılır. Manipülasyon ve mobilizasyonun kısa ve uzun vadede bağ dokusu uzunluğundaki değişiklikler gibi mekanik etkileri ve analjezik, motor, sempatik sinir sistemi etkileri gibi nörofizyolojik etkileri gösterilmiştir. Çalışmaların % 31'inde yan etki görülmüştür.

Bunlar baş ağrısı, radiküler ağrı, torasik ağrı, boyun ağrısında artış, distal parestezi, baş dönmesi ve kulakla ilgili semptomlar gibi benign ve geçici semptomlardır. Ciddi irreversibl komplikasyon riski 1/3020 ile 1/1000.000 arasında değişmektedir. Tek başına veya egzersiz ve genel önerilerle kombinasyonunda uzun vadede değil ancak kısa vadede maliyet-etkin bulunmuştur.^{115, 116,117,118}

Elektroterapi: Boyun ağrısı tedavisinde elektroterapi sıkça kullanılır. Temel endikasyonu radiküler ağrı ve periartiküler bölgede tendon, ligament gibi yapıların inflamasyonudur. Bu amaçla galvanik akım, interferansiyel akım, nöromusküler stimülasyon, transkütanöz elektrik stimülasyonu, pulse elektromanyetik alan ve statik manyetik alan tedavisi kullanılır. Galvanik akım iyonize maddelerin deriden iletimini arttırdığından topikal antiinflamatuvar ilaçların iyontoferezle rezorpsiyonunu arttırmak için kullanılır. Çoğunlukla dikdörtgen şeklinde impulslardan oluşan alternatif akım ve galvanik akım spinal ve paraspinal seviyelerde ağrıyla ilişkili potansiyelleri inhibe ederek etkili olur. Büyük miyelinli liflerin uyarılmasıyla spinotalamik yol nöronları düzeyinde küçük liflerin nosiseptif iletinlerinin bloke edildiğine inanılır. Bu kapı kontrol olarak bilinir. Elektroterapi yöntemlerinin boyun ağrısı tedavisinde uzun vadede klinik olarak önemli yararı gösterilememiştir.^{79,109,111,4,115,119}

Akupunktur: Geleneksel tedavi yöntemlerine alternatif olarak boyun ağrısında kullanılmaktadır. İstenilen etkileri oluşturmak üzere vücutta belirli bazı noktaların iğne batırılarak uyarılması olarak tanımlanır. Ağrı algısını önlediği veya düzenlediği ve fizyolojik fonksiyonları değiştirdiğine inanılır. Akupunkturda iğneler genelde manuel olarak uyarılırken iğnelerin elektrik stimülasyonu ve ısı ile stimülasyonu sıkça kullanılan varyasyonlarıdır. Akupunkturun klinik etkilerinin kısa vadeli ancak önemli olduğu saptanmıştır.^{4,115,120}

2.6.7.5. Medikal Tedavi

Steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar ve analjezikler: Boyun ağrılarında oldukça sık kullanılan ilaçlardır. Ağrıyı rahatlatmak ve enflamasyonu azaltmak amacıyla antiinflamatuvar dozda ve genellikle kas gevşeticilerle birlikte kullanılırlar. Özellikle uzun süre kullanımda gastrointestinal, renal ve kardiyovasküler sistem yan etkileri olabilir. Tenoksikam, ibuprofen, gibi antiinflamatuvar ilaçları da içeren

çalışmalarda analjezik, antiinflamatuvar ve myorelaksan ilaçların akut ve kronik boyun ağrısı tedavisinde yararları net değildir.^{85,109,111,4,121}

Kortikosteroidler: Boyun ağrısında kortikosteroidler güçlü antiinflamatuvar etkileri nedeniyle oral, intravenöz veya epidural enjeksiyon şeklinde kullanılırlar. Akut whiplash yaralanmaları ve enflamatuvar radikülopatilerde oral veya intravenöz, kronik boyun ağrılarında lokal anesteziklerle birlikte epidural enjeksiyon şeklinde uygulanırlar.^{85, 109,111,121,122}

Kas gevşeticiler: Servikal spondiloz tablosunda reaktif olarak paraspinal veya trapezius kaslarında spazm geliştiğinde kullanılabilirler. Santral etkili kas gevşeticiler sedasyon sayesinde ağrı nedeniyle bozulan uyku kalitesinin düzenlenmesine yardımcı olur. Akut boyun ağrısında kısa süre önerilir. Yararına dair kanıt zayıftır ve uyku hali gibi istenmeyen yan etki insidansı yüksektir.^{85,109}

Antidepresan ilaçlar: Antidepresan ilaçlar depresyon ve/veya uyku bozukluğunun eşlik ettiği kronik boyun ağrılı hastalarda adjuvant olarak kullanılabilir. Etkinlikleri konusunda veri yetersizken sersemlik, ağız kuruluğu, baş dönmesi, konstipasyon, üriner retansiyon, kilo alma, seksüel disfonksiyon ve kalp ileti bozuklukları gibi yan etkileri vardır.^{109,121}

Antikonvülzan ilaçlar: Özellikle kronik radikülopati ve spinal stenozda sıkça kullanılmalarına karşın boyun ağrısında etkinliklerini gösteren çalışma yoktur.^{109,121}

Opioid analjezikler: Opioidler özellikle orta ve şiddetli ağrı tablolarında diğer farmakolojik ve nonfarmakolojik tedavi yöntemleri yanıtsız kaldığında tercih edilir. Nonsteroid antiinflamatuvar ilaç kullanamayan ve aktif tedavi programına katılamayan hastalar opioid tedavisine adaydır. Major depresyon ve madde kötüye kullanımında kontrendikedir. Bağımlılık riski, bilişsel fonksiyonlarda bozulma, kabızlık, bulantı, kusma, sedasyon, üriner retansiyon, solunum depresyonu ve ilaç kötüye kullanımı konusunda dikkatli olunmalıdır.^{109,111}

2.6.7.6. Enjeksiyonlar

Myofasiyal ağrı sendromunda botulinum toksin-A enjeksiyonu asetilkolin sekresyonunun presinaptik inhibisyonuyla selektif olarak ağrılı kasta doza bağlı, reversibl ve uzun süreli kas gevşemesine neden olarak ağrı döngüsünü kırar. Myofasiyal botulinum toksin-A enjeksiyonunun ağrı, günlük yaşam aktiviteleri ve psikolojik durum

üzerine etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda plaseboya üstünlüğü gösterilememiştir.
111,123

Dorsal rami medial dallarından inerve olan, serbest sinir uçları, nosiseptörler ve mekanoreseptörlerden zengin faset eklemler sıklıkla boyun, baş ve kola yayılan ağrı kaynağıdır. Faset blokları için servikal intraartiküler faset eklem enjeksiyonu veya medial dal bloğu yapılabilir. İntraartiküler faset eklem enjeksiyonunun ağrı tedavisinde yararına dair kanıt yokken, medial dal blokları için kanıtlar oldukça güçlüdür.¹²⁴

Kök tutuluğu olan servikal hastalıklarda epidural steroid enjeksiyonları, selektif sinir kökü blokları kullanılır. Servikal epidural enjeksiyonlar disk herniasyonu ve spinal stenozla bağlı radiküler ağrı, servikal cerrahi sonrası sendrom ve diskojenik kronik ağrıda sıklıkla tercih edilir. İnterlaminar veya transforaminal yaklaşımlarla yapılabilir. Özellikle transforaminal yaklaşımla servikal epidural steroid enjeksiyonu ciddi komplikasyonlarla ilişkili bulunmuştur. Spinal kord hasarı, quadriparezi gibi ciddi komplikasyonlar interlaminar uygulamalarla da bildirilmiştir. İnterlaminar enjeksiyonda dural ponksiyon riskinin biraz daha yüksek olmasına karşın transforaminal enjeksiyonlarda ise arteriyel ponksiyon ve enjeksiyon riski daha fazladır. Floroskopi eşliğinde interlaminar servikal epidural enjeksiyonlarda komplikasyonlar çok daha az ve major komplikasyon oldukça nadirdir. Spinal kord travması, spinal kordda veya epidural hematoma, sinir yaralanması, subdural veya subaraknoid enjeksiyon, vasküler ponksiyon, vasküler emboli ve apse gibi major komplikasyonlar dışında boyun ağrısı, vazovagal reaksiyonlar, baş ağrısı, uykusuzluk, ateş ve dural ponksiyon gibi minör yan etkiler de izlenebilir. Literatürde disk herniasyonuna bağlı boyun ve üst ekstremitelerde ağrısında lokal anestetik ve steroidlerle interlaminar epidural enjeksiyonların etkinliğine dair güçlü kanıtlar bulunurken; servikal diskojenik ağrı, santral spinal stenoz ve cerrahi sonrası ağrı için kanıtlar orta düzeydedir.^{79,121,127,128,129}

2.6.7.7. Perkütan Disk Dekompresyonu

İnatçı servikal radikülopati tedavisinde cerrahi dışı bir seçenek olarak kullanılmaya başlanan bir tedavi yöntemidir. İntervertebral disk dekompresyonunu sağlamak amacıyla lazer ve radyofrekans gibi termal; alkol, oksijen veya ozon gibi kimyasal veya saf mekanik dekompresyon yöntemleri kullanılır. Bu yöntemlerle intradiskal basıncı azaltmak ve diskoradiküler sıkışmayı azaltmak amacıyla nukleus

pulposusun küçük bir kısmı ortadan kaldırılır. Nükleoplasti nukleus dokusunu buharlaştırarak gaz halinde elementer moleküllere dönüştürülmesi ve uzaklaştırılmasıdır. Cerrahi tedavilere göre çevre dokuların korunması, iz kalmaması, ayaktan lokal anestezi altında uygulanabilmesi ve maliyetin düşük olması gibi üstünlükleri vardır. Ancak sadece disk hernisi tedavisinde kullanılabilir. Ponksiyon yerinde uyuşma, karıncalanma ve ağrı gibi geçici ve minör yan etkiler dışında diskit, hematoma, sinir ve damar yaralanmaları ve pnömotoraks gibi ciddi komplikasyonlar görülebilir. Sadece disk hernisi tedavisinde kullanılabilmesine karşın çalışmalardan elde edilen sonuçlar ümit vericidir.^{79,125,126}

2.6.7.8. Cerrahi Tedavi

Nörojenik mesane veya bağırsak disfonksiyonu, nörolojik fonksiyonlarda bozulma ve diğer tedavilere yanıtız ağrı varlığında cerrahi tedavi düşünülür. Servikal intervertebral disk hernilerinde anterior servikal diskektomi ve füzyon veya posterior foraminotomi gibi cerrahi girişimler sonrası radiküler ağrı, kuvvet ve duyuda konservatif tedavilere göre daha hızlı iyileşme gözlenirken, cerrahiden bir yıl sonra konservatif ve cerrahi yaklaşımlar arasındaki fark eşitlenir. Bu nedenle konservatif tedavi yöntemleri ve minimal invaziv girişimlerden sonra cerrahi yöntemler tercih edilir. Servikal disk hernisi tedavisinde herhangi bir cerrahi yaklaşımın diğerlerine üstünlüğünü gösteren kesin kanıt yoktur. Cerrahi ve konservatif tedavinin karşılaştırıldığı bir çalışmada cerrahi tedavi ile daha iyi sonuçlar elde edilmiş olsa da çeşitli tedavilerin maliyet etkinliğine odaklanmış, komşu segment hastalığını da içeren geçerli değerlendirme ölçümlerini kullanan yüksek kaliteli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.^{79,131}

Servikal spondilotik myelopatide spinal kanal ve sinir kökü dekompresyonu, spinal stabiliteyi sağlayarak deformitelerin önlenmesi ve ağrıyı azaltmak amacıyla cerrahi tedavi yapılabilir. Anterior, posterior ve çevresel yaklaşım tercih edilebilir. Tercih edilecek en etkili cerrahi yaklaşım hastanın patoanatomisi, nörolojik bulguları, hastaya özel riskler ve ek hastalıklar, cerrahın deneyimi ve cerrahi sonrası konfor seviyesi gibi birçok faktöre bağlıdır. Çok seviyeli servikal laminektominin spinal kanal ve sinir kökü dekompresyonu için etkili ve güvenilir bir cerrahi yaklaşım olduğu kanıtlanmıştır. Ancak geç kifoz deformitesi riski taşır ve uygulanabilmesi için sabit

kifoz deformitesi olmamalıdır. Bu durum göz ardı edilirse suboptimal cerrahi sonuçlara ve hatta nörolojik defisitlerin ilerlemesine neden olur. Yine de uygun koşullar altında artrodezle birlikte veya tek başına yapılan çok seviyeli servikal laminektomi servikal spondilolitik myelopati tedavisinde değerli ve etkili bir cerrahi yöntemdir.¹³⁰

2.7. Düşük Doz Lazer (Low Level Laser) Tedavisi

Lazer İngilizce ‘Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation’ kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. Uyarılmış ışınım yayınımlı ile ışığın yoğunlaştırılması anlamına gelir ve kısaca yoğunlaştırılmış ışık olarak tanımlanır.⁵

2.7.1. Tarihçe

Lazerin prensipleri Albert Einstein tarafından ortaya konulan kuantum teorisine dayanmaktadır. 1916 yılında yayınlanan bu teoride ilk kez uyarılmış yayınımlı adı kullanılır. Daha sonra Arthur Shawlow ve Charles Maser (Microwave Amplification by Stimulated Emission kavramını) oluşturmuş ve Theodor Maiman 1960 yılında ilk lazer cihazını geliştirmiştir. 1967 yılında lazerle ilgili ilk deneysel çalışmalar başlamış ve 1968 yılında Mester düşük enerjili lazerin hücreler üzerinde uyarıcı etki yaparken, yüksek enerjili lazerin ise inhibitör etki yaptığını bulmuştur.⁵

2.7.2. Lazer Dizaynı

Bir lazer cihazı üç kısımdan oluşur:

1. Enerji kaynağı (elektrik akımı, optik radyasyon, radyo dalgaları, mikro dalgalar veya kimyasal reaksiyon)
2. Aktif ortam (katı, sıvı veya gaz)
3. Aynalardan oluşan rezonans boşluğu

Lazer cihazında bir ışık kaynağından çıkan foton enerjisi belirli bir ortamdan geçirilerek bu ortamdaki atomların elektronlarının dönüş hızı artırılır ve gelen ışınlardan çok farklı dalga boyunda, tek bir doğrultuda ilerleyen yeni bir ışın elde edilir. Lazer ışınlarını oluşturmak için radyasyon emisyonu sağlayacak katı, sıvı veya gazdan oluşan aktif bir ortam; elektrik akımı, optik radyasyon, radyo dalgaları, mikro dalgalar veya bir kimyasal reaksiyondan oluşan enerji kaynağı; elektron hareketlerini hızlandırmak için rezonans aynalar ve fiber optik bir iletken gereklidir. Einstein’a göre

atomlar sürekli bir osilasyon halindedir. Osilasyon sırasında uyarılmış halde bulunan atomlardan bazıları sabit duruma geçerken bir foton enerjisi açığa çıkar. Meydana gelen foton enerjisi aktif ortamın iki ucuna konan biri yarı geçirgen iki rezonans aynanın arasında gidip gelerek çoğaltılır ve meydana gelen enerji yarı geçirgen olan aynadan çıkıp tek bir doğrultuda ilerleyen yeni bir ışık oluşur.^{5,132}

2.7.3. Lazer Işınının Özellikleri

Elektromanyetik spektrumun görünür ışık ve kırmızı ötesi bölgesinde yer alan lazer ışınının onu normal ışıktan ayıran iki temel özelliği vardır:

1. Çok dar bant genişliği (monokromatizm=tek renklilik): Lazer ışınları tek bir dalga boyundaki ışıklardan oluştuğu için tek renklidir. Bu özellik uygulamalar sırasında belirli dalga boylarının seçilebilmesini sağlar. Dalga boyu 632,8 nm olan helyum-neon lazer kırmızıyken, dalga boyu 910 nm olan galyum-arsenid kızıl ötesi lazer ışınıdır.
2. Yüksek düzeyde koherans: Lazer ışınları normal ışıktan farklı olarak aynı yönde, aynı fazı ortalayan paralel dalgalardan oluşur. Böylece sapma en azdır ve enerji bir noktada odaklanır.

Diğer özellikleri ise:

3. Küçük diverjans: Lazer ışınlarının saçılması çok az olduğundan uzak mesafelere ulaşabilir.
4. Enerji taşıyıcılık: Elektromanyetik alan gücü vardır ve buna bağlı olarak enerji taşıyıcı özelliğe sahiptir. Küçük yüzeylere yoğun bir enerji aktarır. Absorbe edilebilir, yansıtılabilir ve iletilebilir.
5. Lineer polarizasyon: Optik filtreler sayesinde sadece 90° ile gelen ışınların geçmesine izin verir.^{5,132}

2.7.4. Lazer Parametreleri

Dalga boyu (nm): Dalga boyu bir dalga örüntüsünün tekrarlanan birimleri arasındaki mesafedir. Frekansla ters orantılıdır. Yani dalga boyu uzadıkça frekans azalır. Birimi nanometredir (nm). Doğru endikasyonda doğru dalga boyunu kullanmak önemlidir. Halen hangi endikasyonda hangi dalgaboyunun en uygun olduğu net olarak bilinmese de uzmanlar bazı lazer tipleri ve dalga boylarını bazı endikasyonlarda en iyi

seçenek olarak tanımlamıştır. Örneğın He-Ne veya InGaAlP lazerler 633-670 nm dalga boyundadır, ülserler ve sinir rejenerasyonunda en iyi seçenek olduğuna inanılır. 904 nm dalga boyundaki GaAs lazer ise spor yaralanmaları, postoperatif ağrı, dem gibi daha derin problemlerde kısa dalga boylarındaki lazerlerden daha iyi bir seçenektir. GaAlAs 780-890 nm dalga boyundadır ve genellikle tendinitlerde en iyi seenekken ağrı, dem ve kronik ülserlerde iyi bir seçenektir.

Güç(mW): Dozu belirleyen esas faktördür ve doku penetrasyonunda da önemlidir. Birimi Watt'tır. Yüksek güç, yüksek güç yoğunluğu demektir. Yüksek gücün bir diğer avantajı belirlenen doza ulaşmak için daha az zaman harcanmasıdır. Ancak iyi sonuç göstergesi değildir.

Güç yoğunluğu (W/cm²): Birim alana, yani cm² başına düşen gtr. Alanla ters orantılıdır. Biyostimlasyonda güç yoğunluğu çok düşük olmamalıdır. Nokta tedavisi kullanıldığında ise lokal doz kolaylıkla yüksek olabileceğinde tedavi süresi kısa tutulmalıdır.

Enerji (J): Güç (W) x Zaman (sn)

Enerji yoğunluğu (J/cm²): Enerji yoğunluğu tedavi dozudur ve dokuda birim alan başına taşınan enerji miktarını belirtir. En önemli tedavi parametresidir.¹³²

Düşük doz lazer tedavisi 0,5 J/cm² dozunda verildiğinde dokularda fotobiyolojik yanıt oluşturur. 4 J/cm² dozda yara iyileşmesine etkilidir. Doku iyileşmesini uyarmak amacıyla kullanıldığında 0,5-5 J/cm² doz aralığında uygulanmalıdır. 8-12 J/cm² dozlar biyoinhibisyondan sorumludur. Lazer tedavisi hergün ve aralıklı uygulanabilir. Bir seansta total doz 100 joule' aşmamalıdır. Tedavi süresi 2-5 dakika, 10-20 seans uygulanabilir.⁵

Penetrasyon derinliği: Lazer ışını tedavi bölgesine uygulandığında penetrasyon derinliğini etkileyen birçok faktör vardır. Dalga boyları 820 nm ve 904 nm olan GaAlAs ve GaAs lazerlerin penetrasyon derinliği 5-6 cm iken, dalga boyu 633 nm olan HeNe lazerin penetrasyon derinliği 4-5 mm'dir. Kısa süreli ve çok yüksek pik output gücünde; yani sperpulse alışan GaAs lazerin penetrasyon derinliği daha fazladır. Output g ve buna bağlı olarak güç yoğunluğu arttıkça penetrasyon derinliği artar. Ayrıca doku tipi, doku sıcaklığı, prob dizaynı ve tedavi tekniği de penetrasyon derinliğini etkileyen diğer faktörlerdir. Monofiber problemlerle uygulamada güç kaybı daha az olduğundan lazer ışınları fiber demeti şeklindeki problemlerle uygulamaya göre daha derine penetre olur. Cilt

temasıyla uygulamada lazer ışınları daha derine penetre olabiliyorken, belirli bir mesafeden uygulamada ışınlar daha fazla yansımaya uğrayacağından penetrasyon derinliği daha azdır.¹³²

2.7.5. Lazer Türleri

Lazerler enerji yoğunluklarına göre yüksek ve düşük güçlü olarak sınıflandırılır. Yüksek güçlü lazerler termal etkilerinden dolayı sıcak lazerler olarak tanımlanır ve daha çok cerrahide kullanılır. Düşük enerjili lazerlerde güç en fazla 1mW'tır ve termal etkilerden çok fotokimyasal etkilere sahiptir. Düşük enerjili lazer, düşük güçlü lazer, düşük seviyeli lazer, yumuşak lazer, tedavi edici lazer ve medikal lazer gibi değişik adlarla anılır. Tıp alanında kristal, yarı iletken, sıvı ve gaz olmak üzere çok farklı lazer türleri kullanılır.

Tablo 1. Tıp ve Cerrahide Kullanılan Lazer Tipleri¹³²

Lazer Türü	Dalga Boyu	Kullanımı
Kristal lazer ortamı		
KTP/532	532 nm	Ven tedavisi
Yakut	694 nm	Dövme silme ve epilasyon
Alexandrite	755 nm	Epilasyon
Nd:YAG	1064 nm	Tümörlerin koagülasyonu
Ho:YAG	2130 nm	Cerrahi, litotripsi
Er:YAG	2940 nm	Dental diril, lazer peeling
Yarı iletken lazerler		
InGaAlP	630-700 nm	Biyostimülasyon
GaAlAs	780-820-870 nm	Biyostimülasyon, cerrahi
GaAs	904, 905 nm	Biyostimülasyon
Likit lazer ortamı		
Boya lazer	Ayarlanabilir	Böbrek taşları
Rodamin	560-650 nm	Dermatoloji
Gaz lazerler		
Excimer	193, 248, 308 nm	Göz, vasküler cerrahi
Argon	350-514 nm	Retinopati, dermatoloji
HeNe	633 nm	Biyostimülasyon
CO ₂	10600 nm	Dermatoloji, cerrahi
Bakır	578 nm	Dermatoloji

NdYAG: Neodyum Yitrium Alüminyum Garnet, **HoYAG:** Holmiyum Yitrium Alüminyum Garnet, **ErYAG:** Erbium Yitrium Alüminyum Garnet, **KTP:** Potasyum Titanyl Fosfat, **InGaAlP:** İndium Galyum Alüminyum Fosfat, **HeNe:** Helyum Neon, **GaAlAs:** Galyum Alüminyum Arsenid, **GaAs:** galyum Arsenid, **CO₂:** Karbondioksit

2.7.6. Tedavi Edici Lazerler

Fizik tedavide düşük güçteki lazerler kullanılır. Düşük güçteki lazerler (yumuşak lazer) aktif madde olarak helyum-neon gazını ve galyum-alüminyum-arsenid maddesini kullanır.⁵

Helyum Neon (HeNe) Lazer: Yakut lazerden sonra en eski lazer tipi olan HeNe lazer yüksek voltaja bağlı düşük basınçlı gaz karışımı içeren cam bir lazer tüpünden oluşur. 633 nm dalga boyunda görülebilir kırmızı ışık yayar. Tipik output gücü 1-10 mW'tır. HeNe lazer ışığı tedavi edilecek bölgeye direk, aynalar veya fiber-optik iletkenler aracılığıyla uygulanabilir. Fiber-optik iletkenler mono-fiber veya fiber demeti şeklinde olabilir. Mono-fiber iletkenlerde güç kaybı daha azken fiber demeti iletkenlerden daha pahalıdır. HeNe lazerler cilt temasıyla 3,5 mW output güçte uygulandığında penetrasyon derinliği 6-8 mm iken, 7 mW output güçte uygulandığında penetrasyon derinliği 8-10 mm'dir. Yüksek dağılım ve düşük absorpsiyonda geniş bir bölgeye etki eder.

Galyum Alüminyum Arsenid (GaAlAs) Lazer: Yarı iletken lazer ailesinden olan GaAlAs lazer genellikle 800-830 nm dalga boylarında sürekli modda kullanılır. Çoğunlukla cilt ve mukoz membran lezyonlarında tercih edilir. Ancak daha yüksek güçte iyileşmeyen yaralar, romatoid artrit, küçük eklemlerdeki tendonlar, ağrı ve çeşitli oral lezyonların tedavisi gibi daha derin lezyonlarda da kullanılabilir.

Galyum Arsenid (GaAs) Lazer: Yarı iletken lazer ailesinin bir üyesi olan GaAs lazer 904 nm dalga boyunda görünmez ışık yayar. GaAs lazer 100-200 ns gibi çok kısa süreli ve 10-100 W gibi yüksek pik gücünde çalışır. Buna super-pulse lazer denir. Bu şekilde yoğun pulslar şeklinde çalışan GaAs lazer aynı dalga boyu ve benzer output gücündeki diğer lazerlerden daha derine penetre olur. Penetrasyon derinliği doku tipine göre değişmekle birlikte 30-50 mm arasındadır. Bu nedenle GaAs lazer kaslar, tendonlar ve eklemlerin ağrı, enflamasyon ve fonksiyonel bozuklukları gibi daha derin dokuların tedavisinde en iyi tercihken, yara ve mukoz mebranların tedavisine uygun değildir.¹³²

2.7.7. Lazerin Etkileri ve Etki Mekanizmaları

Lazerin etkileri halen net olarak tanımlanmamıştır. Ancak subsellüler ve sellüler mekanizmaları etkilediği gösterilmiştir.⁵

Düşük doz lazer tedavisi dokulara düşük seviyede enerji iletir. Bu nedenle ısı, ses veya titreşim yaymaz. Düşük doz lazerle ısıtılmış dokunun sıcaklığında ani bir artış gözlenmez yani dokulardaki reaksiyonları nontermaldir. Tek tabaka hücre grubuna mikro-termo proba 40 mw/cm^2 yoğunluğunda lazer uygulamasında sıcaklık artışı 0.065 C° den azdır.¹³⁴

Düşük doz lazer tedavisinin hücre proliferasyonu üzerine etkisi fibroblastlar, endotelial hücreler, iskelet hücreleri, keratinositler, myoblastlar gibi birçok gürce tipinde in vitro çalışılmıştır. Ancak stimülatör etkileriyle ilişkili moleküler mekanizmalar tam olarak aydınlatılamamıştır. Klasik bir mekanizma lazer enerjisinin intraselüler kromoforlar tarafından absorbe edilerek metabolik enerjiye dönüştürülmesidir. Hücresel ATP seviyesi lazer uygulaması sonrası neredeyse iki kat artmaktadır. Lazer hücre ve dokularda fotokimyasal ve fotobiyolojik etkilere sahiptir. Lazer ışını dokularda hemoglobin, myoglobin, billuribin ve mitokondriyal sitokrom c gibi fotoreseptörler tarafından absorbe edilir. Reseptörlerde lazer ışınına karşı bir takım fiziksel ve kimyasal yanıt oluşur. Işık elektronların reaksiyonunu hızlandırır. Hücresel organeller, lizozomlar, mitokondri ve hücre zarında iyon transferi ve ATP sentezi artar. ATP birçok nükleotid reseptörünü aktive ederek intraselüler Ca konsantrasyonunu artırır. ATP aynı zamanda protein sentezi, DNA sentezi ve gen ekspresyonunu düzenler. ATP birçok hücrede hücresel proliferasyonda önemli rol alan fosfatidilinositol-3-kinaz aktivasyonunu artırır.^{133,134}

Düşük doz lazer tedavisi mitokondrial solunum zincirini aktive edip hücresel sinyalleri başlatarak hücre proliferasyonunu uyarır. Fotoreseptör fonksiyonundaki değişiklikler primer reaksiyonlardır. Hücre sinyalizasyon ve fonksiyonunda daha sonraki değişiklikler sekonder reaksiyonlardır. Işık absorpsiyonundan sonraki primer reaksiyonlar tekli oksijen hipotezi, redoks değişiklik hipotezi, geçici lokal ısınma hipotezi ve süperoksit anyon hipotezidir. Sekonder reaksiyonlar ise selüler sinyal yolları ve mitokondriyal retrograd sinyalizasyonu içerir.

Düşük doz lazer tarafından indüklenen hücre proliferasyonunun mekanizmaları tam olarak aydınlatılamamış olsa da doğru enerji düzeyindeki spesifik reseptörlerin dimerizasyon ve aktivasyonu, otofosforilasyonuna bağlı olarak kalsiyum kanallarının aktivasyonu, sonuç olarak hücre içi kalsiyum konsantrasyonunda ve hücre proliferasyonunda artışı içeren birçok mekanizma önerilmiştir.

Mitokondriyal solunum zinciri komponentleri tarafından absorbe edilen kırmızı veya kızıl ötesine yakın ışınlar reaktif oksijen radikalleri ve ATP veya siklik AMP'yi arttırarak hücre proliferasyonu ve korunmasını teşvik eden bir sinyal kaskadı başlatırlar. Düşük doz lazer tedavisinden sonra artan ATP ve protein sentezi büyüme faktörleri ve sitokinlerin ekspresyonunu arttırarak hücre proliferasyonuna neden olur.¹³⁵

Hücrelerin lazer ışınına biyolojik yanıtları fotoreseptör molekülleri ve solunum zinciri komponentlerindeki fiziksel ve/veya kimyasal değişikliklere bağlı olarak ortaya çıkar. Lazer kaynaklı majör değişikliklerden bazıları redoks özelliklerdeki değişiklikler, elektron transferinin aktivasyonu, sitokrom c oksidaz katabolik merkezinde NO salınımı, süperoksit üretimi, kromoforların lokal geçici ısınmasıyla indüklenen fotodinamik eylemler ve biyokimsyal aktivite değişikliklerini içerir.^{134,135}

Etki mekanizmasıyla ilgili bir teori lazer ışınının fotoreseptörleri etkilemesidir. Bu mekanizma fotobiyoloji veya biyostimülasyon olarak adlandırılır. Fotobiyostimülasyon hücresel solunumu uyaran endojen porfirinler veya mitokondrideki sitokrom c gibi elektron taşıma zinciri enzimleri tarafından gerçekleştirilir. Düşük doz lazer mikrosirkülasyonda artış, ATP, RNA ve DNA sentezinde artışa neden olur. Bunlar hücresel oksijenizasyon, beslenme ve rejenerasyonu arttırarak mitokondriyal elektron taşıma sistemini destekler. Hücre içine giren fotonlar hücre mebranı ve mitokondrideki kromoforlar tarafından emilir. Foton enerjisi hücre içinde ATP şeklinde hücre proliferasyonu ve fonksiyonlarını değiştirecek kimyasal enerjiye çevrilir. Hücrelerde fizyolojik değişiklikleri takiben mebran permabilitesi de değişir. Biyostimülasyon etkisinin büyüklüğü kullanılan ışının dalga boyu ve hücrenin ışınlanma anındaki fizyolojik durumuna bağlıdır. Solunum zinciri komponentlerince absorbe edilen lazer ışını mitokondri ve sitoplazmada değişikliklere neden olur. Lazer ışınının düşük dozlarında sitoplazma içine DNA ve RNA sentezi, hücre mitozu ve proliferasyonu gibi çeşitli biyolojik süreçleri uyaran ek Ca taşınır. Daha yüksek dozlarda ise çok fazla Ca salınır. Bu da ATPaz (adenozin trifosfataz) ve kalsiyum pompalarının hiperaktivitesi, hücrenin ATP havuzunun tükenmesi ve hücre metabolizmasının inhibisyonuyla sonuçlanır.

Düşük doz lazer tedavisi yara iyileşmesi, kollajen sentezi ve sinir rejenerasyonunu uyarır. Kemik doku onarımı ve yenilenmesini, yaralanmadan sonra

normal nöral fonksiyonların restorasyonunu artırır, anormal hormonal fonksiyonları düzenler, ağrıyı azaltır, endorfin salınımını uyarır ve immün sistemi modüle eder.

Hücrede ışık enerjisi ATP formunda hücre fonksiyonlarını düzenleyen, ağrıyı azaltan ve iyileşmeyi sağlayan kimyasal enerjiye çevrilir. Hedef hücrede fizyolojik değişiklikleri takiben hücre zarı permabilitesi değişir.

Hücrelerin belirli bir dalga boyunda ışınlanması bazı spesifik kimyasal reaksiyonları aktive etmenin yanında bütün hücresel metabolizmayı değiştirir. Düşük doz lazer tedavisinin hücre sayısı, DNA sentezi ve kollojen üretimini arttırdığı insan fibroblast hücre kültürlerinde yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir. Ancak hücresel proliferasyonun stimülasyonu lazerin dozuna bağlıdır. Düşük doz hücre proliferasyonu ve selüler fonksiyonları artırırken, yüksek dozlar negatif etkilere sahiptir.

Düşük doz lazer tedavisi reaktif oksijen radikallerinin üretimini artırır ve redoks aktiviteleri düzenler. Fare embriyonik hücre kültüründe lazerin reaktif oksijen radikali üreterek redoks duyarlı NF-kB' yi aktive ettiği gösterilmiştir. NF-kB' nin antiapoptoz ve proliferasyon etkileriyle hücre devamlılığından sorumlu bir transkripsiyon faktörü olduğu bilinmektedir. Düşük doz lazer sitokrom c oksidazdan NO salarak mitokondriyal solunumu aktive eder. Sitokrom c oksidazdan NO salınımına ek olarak, intraselüler Ca artışına bağlı nitrik oksit sentaz (NOS) enzim aktivitesindeki artış da NO seviyesini arttırabilir. NO özellikle beyinde beyin derive nörotrofik faktör (BDNF) gibi nöroprotektif faktörlerin ekspresyonunu düzenleyen önemli bir nörotransmitterdir. Ayrıca düşük doz lazerle elektrokimyasal potansiyel ve ATP sentezinin arttığı gösterilmiştir.^{136,137,138}

Düşük doz lazer tedavisi önemli antiinflamatuvar etki gösterir. PGE2, histamin gibi kimyasal mediatörlerin, IL-1, IL-2, IL-6 ve TNF- α gibi sitokinlerin sentezini, lökosit ve nötrofil gibi inflamatuvar hücrelerin migrasyonunu ve ödemi azaltır.^{139,140,145}

Antiinflamatuvar sitokin IL-10 ve FGF, bFGF, IGF-1, IGFBP3 gibi büyüme faktörlerinin sentezini artırır. TGF- β sentezini azaltır.^{139,141,142,143,145}

COX 2 gen ekspresyonunu, PGE-2 seviyelerini azaltır. Ayrıca kollajen ve proteoglikan seviyelerini azaltan matriks metalloproteinazlarının (MMP3, MMP9 ve MMP13) ekspresyonunu düzenler.^{143,144}

VEGF ekspresyonunu ve anjiyogenezi uyarır. Myogenin ekspresyonunu uyarıp miyonekrozu azaltır. Tip 1 ve tip 3 kollajen sentezini artırır. Böylece doku iyileşmesini hızlandırır.^{146,147,148}

Sinir yaralanmalarında nöral tüp oluşumu için schwann hücrelerini uyararak, aksoplazma üretimini uyararak NGF, BDNF, GDNF gibi nörotrofik faktörlerin üretimini artırarak, yeterli besin ve oksijeni sağlamak üzere anjiyogenezi uyararak, inflamatuvar sitokin ve matriks metalloproteinaz aktivitelerini ve mikroglia fonksiyonlarını düzenleyerek nöral büyüme ve rejenerasyonu destekler.^{149,150,151,152}

Düşük doz lazer kondrotin sülfat, hyaluronik asit, dekorin, biglikan, DMP-1, OPN, BSP, osteonektin ve osteokalsin gibi matriks bileşenlerinin ekspresyonunu değiştirerek, osteoblastlarda ALP aktivitesi, RUNK-2 ve BMP-9 ekspresyonunu aktive ederek kemik matriks dinamiklerini hızlandırır, yeni kemik oluşumunu artırır.^{153,155,156}

β endorfin, kortikotropin relasing faktör ve propiomelanokortin ekspresyonunu artırarak; COX-2 ekspresyonu, PGE2 ve TNF- α gibi inflamatuvar sitokinlerin ekspresyonunu azaltarak; nosiseptörlerin ağrı eşiğini değiştirerek; lokal hemodinamikleri artırıp ağrıya neden olan maddelerin bölgeden uzaklaştırılmasını sağlayarak; hücrel oksijenasyon ve mitokondriyal ATP sentezini artırarak ağrıyı azaltır.^{156,157,158}

2.7.8. Düşük Doz Lazer Tedavisinin Endikasyonları

Düşük doz lazer tedavisi biyostimulan, analjezik ve antiinflamatuvar etkilerinden yararlanmak üzere pek çok hastalıkta kullanılır. FDA (gıda ve ilaç dairesi) tarafından sınıf 3 lazer cihazları olarak tanımlanan düşük doz lazer tedavisinin kullanımı ilk kez 2002 yılında karpal tünel sendromu endikasyonunda onaylanmıştır. Günümüzde kas eklem ağrısı, artrit, karpal tünel sendromu, bel ağrısı, boyun ağrısı ve yara iyileşmesi gibi endikasyonlarda kullanımı FDA tarafından onaylanmıştır. Başlıca endikasyonları:

- Osteoartrit
- Romatoid artrit
- Fibromyalji
- Myofasiyal ağrı sendromu
- Temporomandibüler ağrı

Yanık iyileşmesi
Dekübitis ülserleri
Sellülit
Karpal tünel sendromu
Tendinit ve bursit
Plantar fasiit
Spor yaralanmaları
Spinal kord yaralanmaları
Radikülopati
Bel ve boyun ağrıları
Kronik osteomyelit
Diyabetik nöropati
Epikondilit
Tendinopatiler
Dental hastalıklar
Trigeminal nevralji
Postherpatik nevralji
Oksipital nevralji
Sinir rejenerasyonu
Nörovasküler trofik bozukluklar
Sjögren sendromu
Kırıklarda kemik oluşumu
Bifosfanat ilişkili osteonekroz
Ödem ve lenfödem olarak sayılabilir.^{5,159}

2.7.9. Düşük Doz Lazer Tedavisinin Kontrendikasyonları

1. Kanser:

İn vitro çalışmalarda düşük doz lazerin kanser hücrelerini stimüle edebildiği gösterilmiştir. Ancak sıçanlarda yapılan in vivo çalışmalarda ise küçük tümörlerin lazerle tedaviden sonra küçüldüğü veya tamamen kaybolduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte kanserli bölgeye lazer tedavisi uygulamaktan kaçınılmalıdır.

2. Gebelik

Fetüse etkileri henüz net olarak bilinmediğinden gebeler düşük doz lazerle tedavi edilmemelidir.

3. Endokrin bezler

Troid gibi endokrin bezlerde aşırı salgıya neden olabilir.

4. Göz hasarı

Retinal kanama yapabileceğinden korneaya direk uygulama yapılmaz. Hasta ve doktor koruyucu gözlükler kullanmalıdır.

Bu kesin kontrendikasyonlar dışında, düşük doz lazer tedavisinin olumsuz etkilerini gösteren herhangi bir kanıt olmasa da pacemaker varlığında, epilepsi hastalarında ve çocuklarda büyüme plaklarına uygulamalardan kaçınılmalıdır.⁵

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda Mart 2012-Mayıs 2013 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine boyun ve/veya tek taraflı üst ekstremitte ağrısıyla başvuran 230 hasta değerlendirildi. Çalışma öncesinde Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan onay alındı.

Çalışmaya alınacak gönüllülere çalışmanın amacı, süresi, uygulanacak tedavi ve alternatif tedavi yöntemleri sözlü ve yazılı olarak anlatıldı ve bilgilendirilmiş olur formu alındı. (Ek-1) Gönüllülerden çalışma kriterlerini karşılayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 60 hasta çalışmaya alındı.

3.1. Çalışmaya Alınma Kriterleri

- 1- Boyun ve/veya tek taraflı kol ağrısı
- 2- Dermatomal dağılıma uyan duyu kusuru ve/veya myotomal kas güçsüzlüğü ve/veya üst ekstremitelerde azalmış refleksler gibi radiküler lezyon klinik bulguları
- 3- Semptomların 6 hafta ve daha kısa süreli olması
- 4- Manyetik rezonans görüntülemeye intervertebral disk protrüzyonu veya ekstrüzyonunun görülmesi

3.2. Çalışmadan Dışlanma Kriterleri

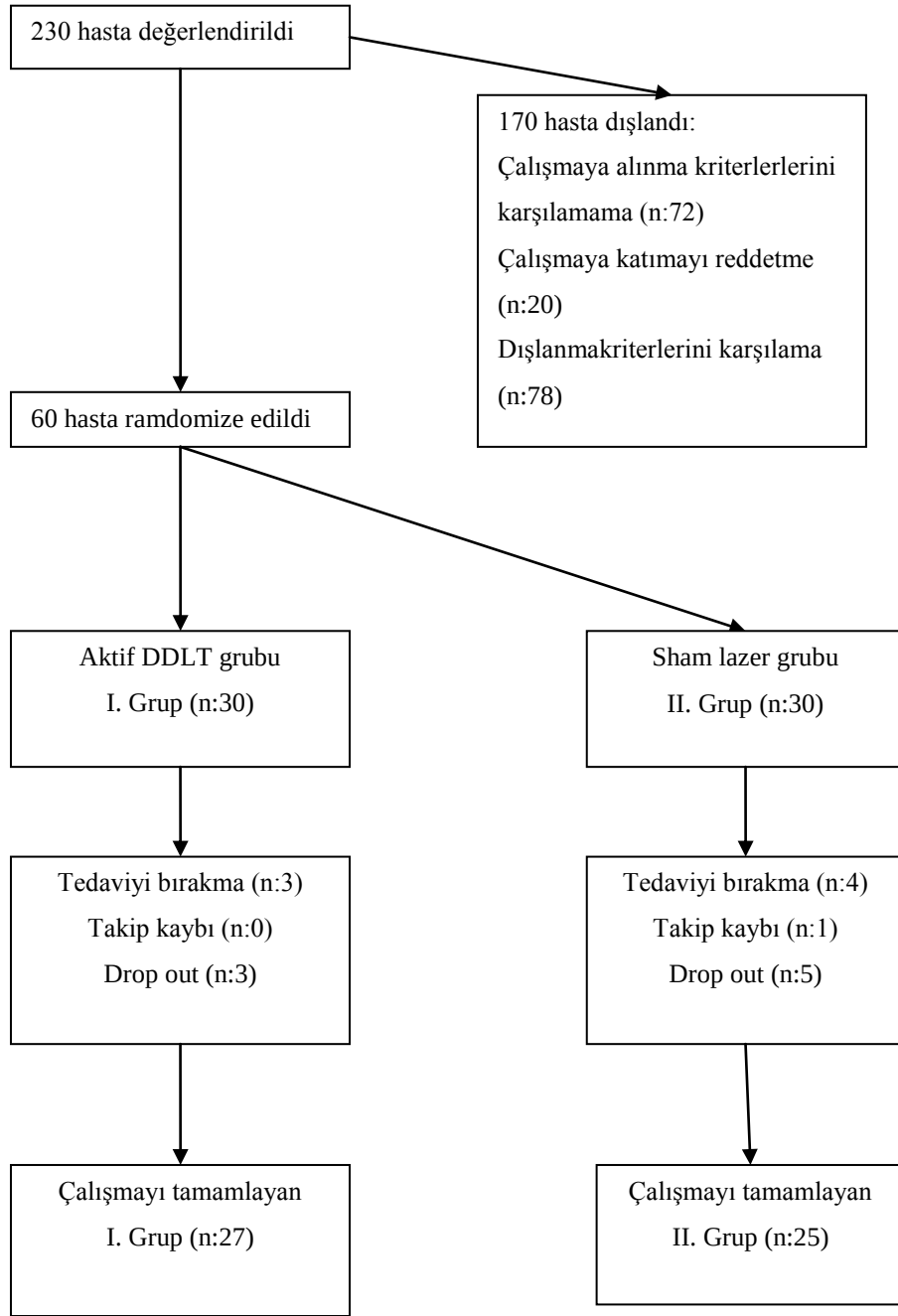
- 1- 18 yaş altı ve 65 yaş üstü hastalar
- 2- Myelopati semptom ve bulguları
- 3- Diğer boyun ve üst ekstremitte hastalıkları
- 4- Boyun travması ve servikal operasyon öyküsü
- 5- Romatolojik hastalık, nörolojik hastalık, diyabet ve kanser öyküsü
- 6- Aktif enfeksiyon varlığı
- 7- Gebelik varlığı
- 8- Kardiyak pacemaker varlığı
- 9- Oral kortikosteroid kullanımı
- 10- Son 3 ay içinde servikal bölgeye yönelik enjeksiyon yapılmış olması
- 11- Son 6 ay içinde boyuna yönelik fizik tedavi uygulanmış olması
- 12- Manyetik rezonans görüntülemeye ileri derecede dejenerasyon varlığı

3.3. Çalışma Protokolü

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine boyun ağrısı ile başvuran hastaların demografik özellikleri, özgeçmişleri, semptomları ve semptomların özellikleri sorgulandı. Bulgular oluşturduğumuz hasta değerlendirme formuna kaydedildi. (Ek-2) Tüm hastaların nörolojik ve kas iskelet sistemi muayeneleri; eklem hareket açıklığı, motor, duyu, refleks muayenesi ve provakatif testleri içeren servikal bölge muayeneleri yapıldı. Muayene bulguları hasta değerlendirme formuna kaydedildi. Servikal radikülopati bulguları saptanan hastalardan manyetik rezonans görüntülemeye disk protrüzyonu ve/veya disk ekstrüzyonu saptanan 60 hasta çalışmaya alındı.

Hastalar farklı bir araştırmacı tarafından rastgele iki gruba ayrıldı. I. gruba düşük doz lazer tedavisi uygulanırken II gruba sham lazer tedavisi uygulandı. Tedavi tüm hastalara aynı fizyoterapist tarafından uygulandı. Tüm hastalar tedavi öncesi ve tedavi sonrası olmak üzere iki kez değerlendirildi. Değerlendirme hastalara hangi tür tedavi uygulandığını bilmeyen hekim tarafından yapıldı.

Düşük doz lazer tedavisi uygulanan I. grupta, 3 hasta semptomların şiddetlenmesi nedeniyle kendi istekleriyle çalışmadan ayrıldı. Sham lazer tedavisi uygulanan II grupta 2 hasta semptomların şiddetlenmesi nedeniyle çalışmayı kendi isteğiyle bırakırken; 2'si 3 haftalık tedavi programına devam etmediği, 1'i tedavi sonrası değerlendirme yapılamadığı için çalışma dışı bırakıldı. I. grupta 27, II grupta 25 hasta çalışmayı tamamladı. (Şekil 16)



Şekil 17.Hastaların akış şeması

I. Gruba haftada 5 gün 3 hafta süreyle toplam 15 seans düşük doz lazer tedavisi uygulanırken; II. Gruba haftada 5 gün 3 hafta süreyle toplam 15 seans sham lazer tedavisi uygulandı. Tedavi sırasında lazer cihazı hastanın göremeyeceği bir yere yerleştirildi. Hasta ve fizyoterapist koruma gözlüğü taktılar.

I. Gruba 904 nm dalga boyunda GaAs lazer cihazı ile transforaminal olarak 6 noktaya, her bir noktaya 120 sn süreyle, 2 J/cm² yoğunlukta, total doz 12 J lazer tedavisi prob ciltle sabit temasta tutularak, haftada 5 gün 3 hafta süreyle toplam 15 seans uygulandı. Düşük doz lazer tedavisinin parametreleri Tablo 2’de gösterilmiştir. Sham lazer tedavisi alan grupta da cihaz çalıştırılmadan aynı işlemler uygulandı. Her iki grupta da ihtiyaç halinde 1500 mg/gün’e kadar parasetamol kullanımına izin verildi.

Tablo 2. DDLT Parametreleri

Dalgaboyu	904 nm
Frekans	5000 Hz
Ortalama output (Güç)	17 mW
Enerji	2 J/her bir noktaya
Tedavi süresi	120 sn/her bir noktaya
Nokta sayısı	6 nokta
Toplam enerji	12 J
Anatomik bölge	Lokal transforaminal*
Uygulama modu	Prob ciltle sabit temasta

(*) İlgili spinal segment ve komşu iki distal segmentte processus spinosusların 2.5 cm ve 3.5 cm laterali

3.4. Klinik Değerlendirme

Hastalar tedavi öncesinde ve tedavi bitiminde olmak üzere iki kez değerlendirildi. Ağrı kol, boyun ve gece için ayrı ayrı vizüel analog skala (VAS) kullanılarak sorgulandı.

Ağrı yoğunluğu 4 gruba ayrıldı: yok-hafif (0-30 mm); orta (30-60 mm); orta-şiddetli (60-80 mm); ve şiddetli (80-100 mm).

VAS skorlarındaki değişiklik ise 5 banda ayrıldı: büyük ölçüde iyileşme (< -50 mm); oldukça iyileşme (-50 ile -30 mm arası); biraz iyileşme (-30 ile -10 mm arası); aynı (-10 ile 1 mm arası); ve kötüleşme (>1 mm). Ortaya çıkan veriler ordinal yanıt olarak analiz edildi.

Hastaların boyun ağrısı ve boyun ağrısı kaynaklı yetersizlikleri Biçer ve ark. tarafından Türkçe versiyon çalışması yapılmış olan Boyun Ağrısı ve Özürlülük Skalası ile (Neck Pain and Disability Scale), genel yaşam kalitesi ise jenerik bir ölçek olan Kısa Form 36 (Short Form 36 items) ile değerlendirildi.

3.5. Vizüel Analog Skala

100 mm'lik görsel lineer bir skala kullanıldı. Hastaya 0 noktasında hiç ağrı olmadığı, 100 noktasında hayatta şimdiye kadar hissedilen en şiddetli ağrı olduğu anlatıldı. Hastadan ağrısına karşılık gelen noktaya bir işaret konması istendi ve bu nokta cetvelle ölçülerek kaydedildi. Kol ve boyundaki ağrı şiddeti ve gece ağrısı değerlendirildi.

3.6. Neck Pain and Disability Scale (Boyun Ağrı ve Özür Skalası)

Boyun ağrı ve özür skalası 20 maddeden oluşur. Her bir maddenin puanlaması 10 cm'lik vizüel analog skala ile yapılır ve 0 ile 5 puan arasında puanlanır. (Ek-3) güvenilirliği ve geçerliliği kanıtlanmış, Türkçe versiyon çalışması Biçer ve ark. tarafından yapılmıştır.¹⁶⁰ Maddeler ağrı şiddetini ve ağrının mesleki, rekreasyonel, sosyal, günlük yaşam aktivitelerine etkisi ve emosyonel faktörlerle ilişkisini değerlendirir. Böylece boyun ağrısının fonksiyonellik, yaşam kalitesi ve özürülük üzerine etkilerini ölçer. Toplam skor her bir maddedeki puanların toplamından oluşur ve 0-100 arasında değişir. Yüksek skorlar daha ciddi etkilenmeyi gösterir.

3.7. Short Form-36 (Kısa Form-36)

Tıbbi alanda en çok kullanılan jenerik yaşam kalitesi ölçeği olan SF-36, 1992 yılında Rand Corporation tarafından geliştirilmiştir. Fiziksel ve mental yönden sağlığı değerlendiren toplam 36 maddelik 8 alt skaladan oluşmaktadır. (Ek-4) Bu alt skalalar fiziksel fonksiyon, fiziksel yönden rol kısıtlılığı, ağrı, genel sağlık, yaşamsallık, sosyal fonksiyon, emosyonel yönden rol kısıtlılığı ve mental sağlıktır.¹⁶¹ Türkçe versiyonunun güvenilirlik ve geçerlilik çalışması Koçyiğit ve arkadaşları tarafından yapılmıştır.¹⁶²

3.8. İstatistiksel Değerlendirme

Verilerin analizi SPSS 15.0 paket programında yapılmıştır. Normal dağılım gösteren veriler ortalama±standart sapma olarak ifade edilmiştir. İki tür karşılaştırma yapıldı: 1) her iki grupta da tedavi öncesinde ve tedavinin sonunda elde edilen verilerin karşılaştırılması; ve 2) ölçülen her bir sonuç için tedavi öncesinde ve tedavi sonunda elde edilen skorlardaki değişimin iki grup arasında karşılaştırılması. Her bir grupta da tedavi öncesinde ve tedavinin sonunda elde edilen verilerin karşılaştırılmasında eşleşmiş

örneklem t-testi kullanıldı. Tedavi öncesinde ve tedavi sonunda elde edilen skorlardaki değişimin iki grup arasında karşılaştırılmasında ise değişkenin türüne göre bağımsız örneklem t-testi veya ki-kare testi kullanıldı. Tedavi öncesinde iki grubun temel özelliklerinin karşılaştırılmasında ANNOVA ve ki- kare testleri kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

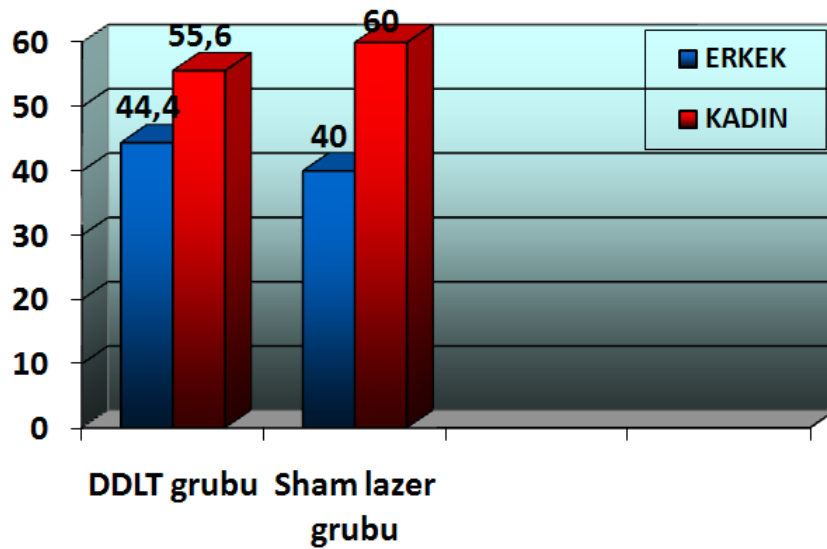
Çalışmaya servikal disk hernisine bağlı akut boyun ağrısı olan 60 hasta dahil edildi. Hastalar basit randomizasyonla düşük doz lazer tedavisi (I. grup n:30) ve sham lazer tedavisi (II. grup n:30) olmak üzere iki gruba ayrıldı. II. gruptan 27, II. gruptan 25 hasta çalışmayı tamamladı.

Gruplar arasında tedavi sonuçlarını etkileyebilecek temel farklılık olmadığı saptandı ($p > 0,05$).

Hastaların demografik verilerinde gruplar arasında anlamlı fark yoktu. Gruplar arasında cinsiyet açısından anlamlı fark yoktu. DDLT grubunda (I. Grup) 27 hastanın 12'si erkek (% 44,4), 15'i kadın (% 55,6); sham lazer grubunda (II. Grup) 25 hastanın 10'u erkek (%40,0), 15'i kadın (%60,0) idi. ($p=0,746$) (Tablo 3, Şekil 18)

Tablo 3. Grupların Cinsiyet Dağılımı Bakımından Karşılaştırılması

		DDLT grubu (I. Grup n:27)		Sham lazer grubu (II. Grup n:25)		p
		n	%	n	%	
CİNSİYET	E	12	44,4	10	40,0	0,746
	K	15	55,6	15	60,0	



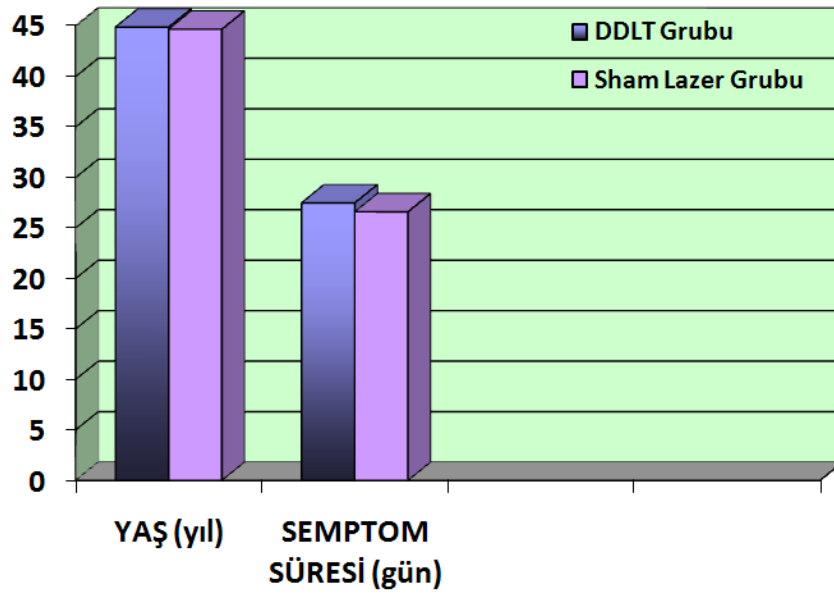
Şekil 18. Grupların cinsiyet dağılımı açısından karşılaştırılması

I. Grubun yaş ortalaması $44,89 \pm 7,748$ ve II. Grubun yaş ortalaması $44,68 \pm 8,204$ idi. Gruplar arasında yaş açısından anlamlı fark saptanmadı. ($p=0,925$) (Tablo 4, Şekil 19)

Semptom süreleri açısından gruplar arasında anlamlı fark yoktu. I. grupta semptom süresi $27,48 \pm 8,446$ gün; II. grupta $26,60 \pm 11,43$ gündü. ($p=0,752$) (Tablo 4, Şekil 19)

Tablo 4. Grupların Yaş ve Semptom Süreleri Bakımından Karşılaştırılması

	DDLT grubu (I. Grup n:27)	Sham lazer grubu (II. Grup n:25)	p
Yaş (yıl)	$44,89 \pm 7,748$	$44,68 \pm 8,204$	0,925
Semptom Süresi (gün)	$27,48 \pm 8,446$	$26,60 \pm 11,43$	0,752



Şekil 19. Grupların yaş ve semptom süreleri bakımından karşılaştırılması

Gruplar arasında boyun ağrısı, kol ağrısı, baş ağrısı, gece ağrısı, uyuşma, his kaybı ve güçsüzlük semptomlarının varlığı; postür bozukluğu, servikal eklem hareket açıklığında kısıtlılık, motor defisit varlığı, duyu defisit varlığı, derin tendon reflekslerinde azalma ve provakatif testlerde pozitiflikten oluşan fizik muayene

bulgularında; ve servikal MRI bulgularında anlamlı fark yoktu. Hastaların tedavi öncesi temel özellikleri Tablo 5’de özetlenmiştir.

Tedavi öncesi VAS boyun I. grupta 62,48 $\pm$ 22,05 ve II. grupta 64,96 $\pm$ 19,42; VAS kol I. grupta 62,30 $\pm$ 14,51 ve II. grupta 63,96 $\pm$ 16,80; VAS gece I. grupta 59,78 $\pm$ 17,38 ve II. grupta 58,76 $\pm$ 25,39 idi. Tedavi öncesinde gruplar arasında VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerlerinde anlamlı fark saptanmadı.

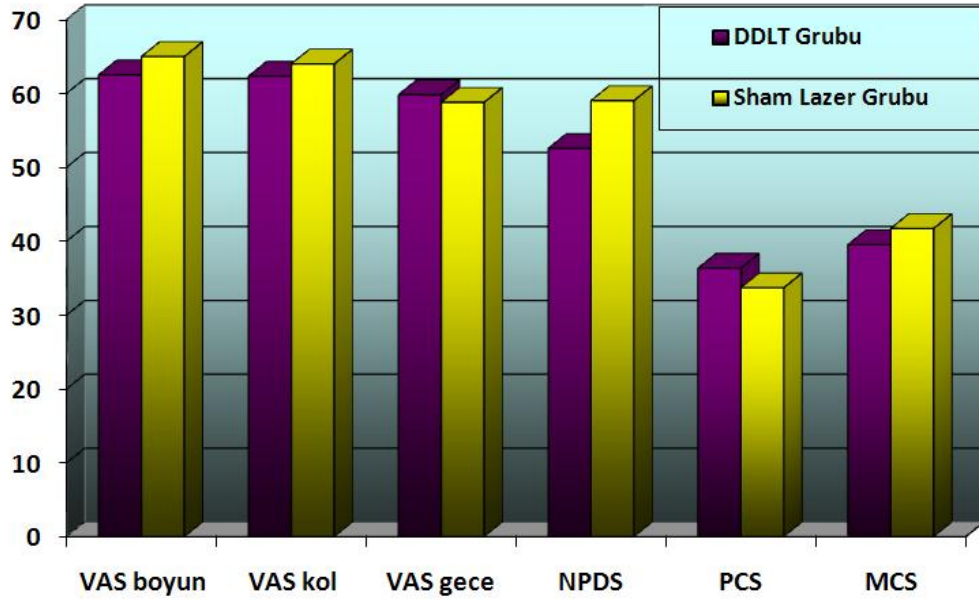
Tablo 5. Hastaların Tedavi Öncesi Temel Özellikleri

	DDL T grubu (I. Grup n:27)	Sham lazer grubu (II. Grup n:25)	p
Cinsiyet Erkek Kadın	%44,4 %55,6	%40,0 %60,0	0,746
Yaş (yıl)	44,89 $\pm$ 7,748	44,68 $\pm$ 8,204	0,925
Semptom süresi (gün)	27,48 $\pm$ 8,446	26,60 $\pm$ 11,43	0,752
Semptomlar			
Boyun ağrısı	27/26	25/24	0,956
Kol ağrısı	27/23	25/24	0,186
Gece ağrısı	27/20	25/20	0,612
Baş ağrısı	27/18	25/13	0,282
Uyuşma	27/22	25/22	0,515
His kaybı	27/11	25/11	0,812
Güçsüzlük	27/15	25/19	0,122
Fizik Muayene Bulguları			
Postür bozukluğu	27/13	25/8	0,236
EHA kısıtlılığı	27/24	25/24	0,336
Motor defisit	27/3	25/8	0,065
Duyu defisit	27/14	25/14	0,764
DTR’lerde azalma	27/16	25/16	0,726
Provakatif testler	27/23	25/22	0,766
MRI bulguları			
Protrüzyon	27/25	25/22	0,575
Ekstrüzyon	27/2	25/3	

Tedavi öncesi NPDS ve SF-36 skorlarına bakıldığında I. grup NPDS skoru 52,52 $\pm$ 16,73 ve II. grup NPDS skoru 59,00 $\pm$ 11,26 olarak hesaplanırken; SF-36 PCS alt komponent skoru I. grupta 36,33 $\pm$ 11,81 ve II. grupta 33,68 $\pm$ 4,93 ve MCS alt komponent skoru I. grupta 39,50 $\pm$ 11,81 ve II. grupta 41,70 $\pm$ 10,51 olarak saptandı. Tedavi öncesinde gruplar arasında NPDS skorlarında, SF-36’nın PCS ve MCS alt skorlarında anlamlı fark saptanmadı. Tedavi öncesinde her iki grubun VAS boyun, VAS kol, VAS gece, NPDS ve SF-36’nın PCS ve MCS alt skorları Tablo 6’da ve Şekil 20’de gösterilmiştir.

Tablo 6. Hastaların Tedavi Öncesi VAS Boyun, VAS Kol, VAS Gece, NPDS, PCS ve MCS Skorları

	DDLT grubu (I. Grup n:279)	Sham Lazer grubu (II. Grup n:25)	P
VAS boyun	62,48 $\pm$ 22,05	64,96 $\pm$ 19,42	0,670
VAS kol	62,30 $\pm$ 14,51	63,96 $\pm$ 16,80	0,703
VAS gece	59,78 $\pm$ 17,38	58,76 $\pm$ 25,39	0,866
NPDS	52,52 $\pm$ 16,73	59,00 $\pm$ 11,26	0,110
PCS	36,33 $\pm$ 11,81	33,68 $\pm$ 4,93	0,167
MCS	39,50 $\pm$ 11,81	41,70 $\pm$ 10,51	0,483

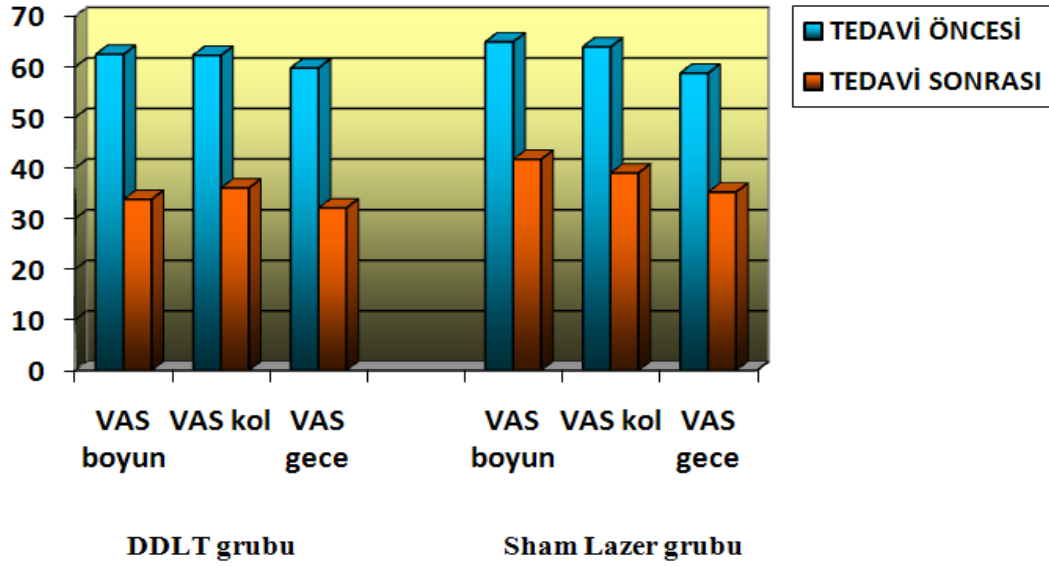


Şekil 20. Hastaların tedavi öncesinde VAS boyun, VAS kol, VAS gece, NPDS, PCS ve MCS skorları

Öncelikle her iki grubun tedavi öncesi ve tedavi sonrası VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerlerine bakıldı. Her iki grupta da tedavi sonrasında VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerlerinde azalma saptandı. VAS değerlerindeki azalma her iki grupta da eşleştirilmiş örneklem t-testi ile değerlendirildiğinde VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerlerindeki azalma hem DDLT grubunda (I.grup) hem de sham lazer grubunda (II. grup) istatistiksel olarak anlamlı bulundu. (Tablo 7, Şekil 21)

Tablo 7. Grupların Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası VAS Boyun, VAS Kol ve VAS Gece Değerleri

	DDLT GRUBU (I. GRUP n:27)			
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	t	p
VAS boyun	62,48 ± 22,05	33,81 ± 17,27	12,898	,000*
VAS kol	62,30 ± 14,51	36,07 ± 15,77	8,061	,000*
VAS gece	59,78 ± 17,37	32,11 ± 20,71	9,103	,000*
	SHAM LAZER GRUBU (II. GRUP n:25)			
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	t	p
VAS boyun	64,96 ± 19,42	41,72 ± 22,96	8,324	,000*
VAS kol	63,96 ± 16,80	39,04 ± 18,91	10,417	,000*
VAS gece	58,76 ± 25,38	35,24 ± 23,99	9,456	,000*

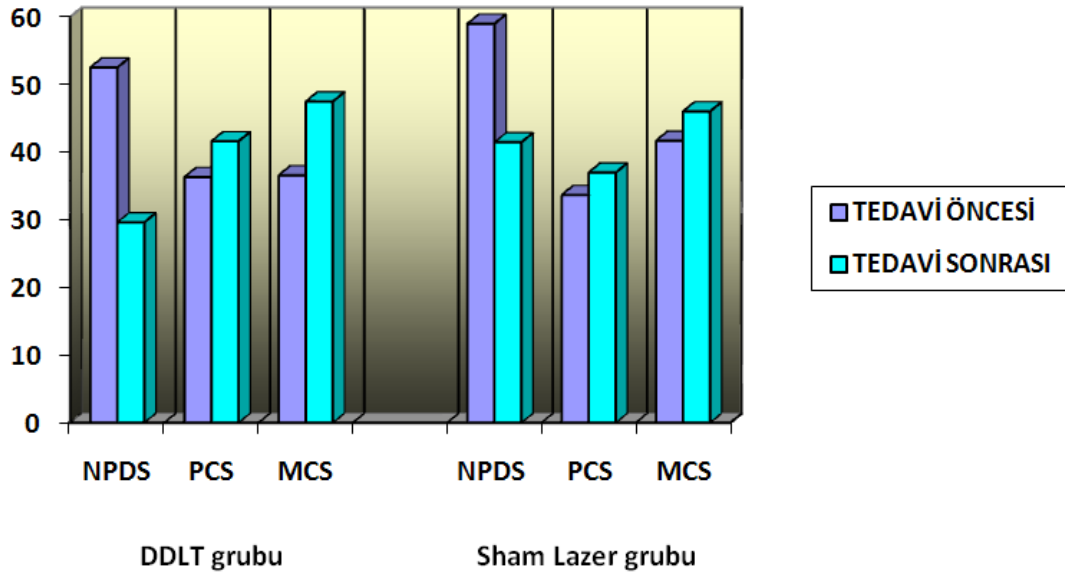


Şekil 21. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerleri

Her iki grupta da tedavi öncesi ve tedavi sonrası NPDS ve SF-36 skorları karşılaştırıldı. SF-36 skorları fiziksel (PCS) ve mental (MCS) komponentler olmak üzere iki ayrı alt skorda değerlendirildi. NPDS skorları, PCS ve MCS skorları eşlenmiş örneklem t-testi ile değerlendirildi. Tedavi sonrasında NPDS skorlarında her iki grupta da azalma saptandı. NPDS skorlarındaki azalma hem DDLT grubunda hem de sham lazer grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulundu. SF-36'nın PCS ve MCS alt skorlarında her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı. (Tablo 8, Şekil 22)

Tablo 8. Grupların Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası NPDS ve SF-36 Skorları

	DDLT GRUBU (I. GRUP n:24)			
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	t	p
NPDS	52,52 $\pm$ 16,73	29,63 $\pm$ 16,60	9,983	,000*
PCS	36,33 $\pm$ 8,18	41,62 $\pm$ 8,16	-4,484	,002*
MCS	39,50 $\pm$ 11,81	45,87 $\pm$ 10,35	-3,427	,002*
	SHAM LAZER GRUBU (II GRUP n:25)			
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	t	p
NPDS	59,00 $\pm$ 11,26	41,48 $\pm$ 16,03	6,414	,000*
PCS	33,68 $\pm$ 4,93	37,00 $\pm$ 7,18	-2,192	,038*
MCS	41,70 $\pm$ 10,51	46,04 $\pm$ 9,57	-2,838	,009*

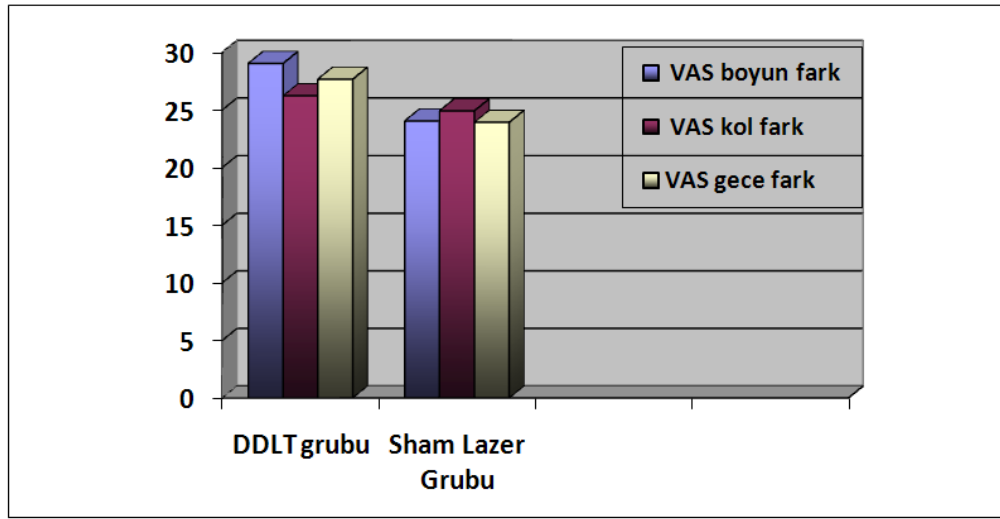


Şekil 22. Grupların tedavi öncesi ve tedavi sonrası NPDS ve SF-36 skorları

Hastaların tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında ölçülen VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerleri arasındaki fark DDLT grubu ve sham lazer tedavi grupları arasında karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. Karşılaştırma bağımsız örneklem t-testiyle yapıldı. Tablo 9’da ve Şekil 23’te VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerlerinde tedavi öncesi ile tedavi sonrasındaki farkların karşılaştırılması sunulmuştur.

Tablo 9. VAS Boyun, VAS Kol ve VAS Gece Değerlerindeki Tedavi Öncesi ile Tedavi Sonrası Farkların Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	DDLT GRUBU (I. Grup n:27)	Sham LAZER GRUBU (II. Grup n:25)	t	p
	Ortalama $\pm$ SD	Ortalama $\pm$ SD		
VAS boyun fark	29,03 $\pm$ 11,28	24,04 $\pm$ 11,63	1,572	0,122
VAS kol fark	26,22 $\pm$ 16,90	24,92 $\pm$ 11,96	0,318	0,752
VAS gece fark	27,66 $\pm$ 15,79	23,92 $\pm$ 11,57	0,969	0,337



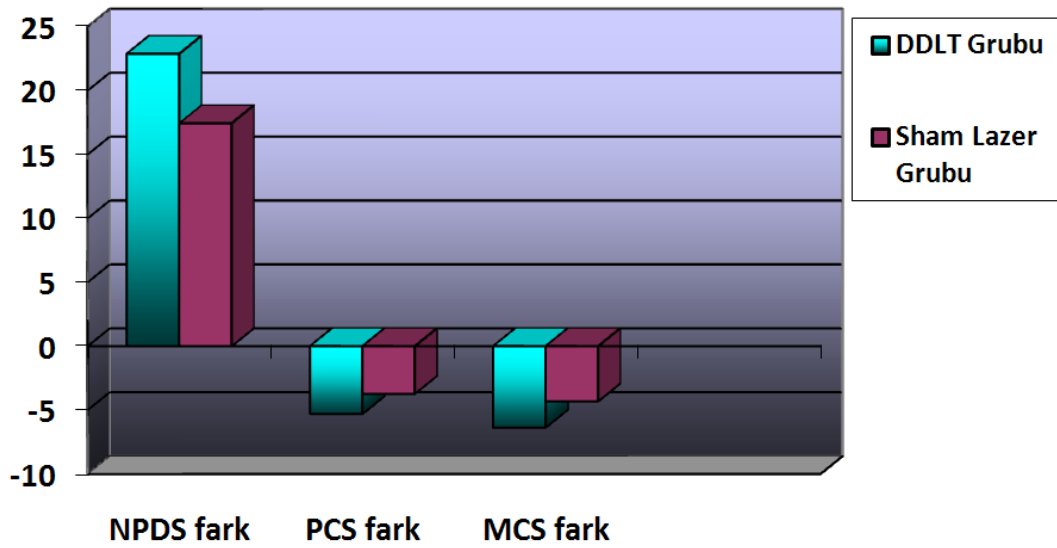
Şekil 23. VAS boyun, VAS kol, VAS gece değerlerindeki tedavi öncesi ile tedavi sonrası farkların gruplar arasında karşılaştırılması.

Hastaların tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında değerlendirilen NPDS, PCS ve MCS skorlarındaki tedavi öncesi ile tedavi sonrası farklar, gruplar arasında bağımsız örneklem t-testiyle karşılaştırıldı. NPDS skorlarındaki fark I. grupta 22,88 $\pm$ 11,91 iken II. grupta 17,44 $\pm$ 13,41 idi.

PCS skorundaki fark I. grupta -5,296 $\pm$ 6,137; II. grupta -3,720 $\pm$ 7,980 ve MCS skorundaki fark I. grupta -6,363 $\pm$ 9,646; II. grupta -4,316 $\pm$ 7,622 idi. Gruplar arasında NPDS, PCS ve MCS skorlarındaki farklar açısından istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. ($p > 0,05$) (Tablo 10, Şekil 24)

Tablo 10. NPDS, PCS ve MCS Skorlarındaki Tedavi Öncesi ile Tedavi Sonrası Farkların Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	DDLT GRUBU (I. Grup n:27)	Sham LAZER GRUBU (II. Grup n:25)		
	Ortalama $\pm$ SD	Ortalama $\pm$ SD	t	p
NPDS fark	22,88 $\pm$ 11,91	17,44 $\pm$ 13,41	1,551	0,127
PCS fark	-5,296 $\pm$ 6,137	-3,720 $\pm$ 7,980	-0,802	0,426
MCS fark	-6,363 $\pm$ 9,646	-4,316 $\pm$ 7,622	-0,794	0,402



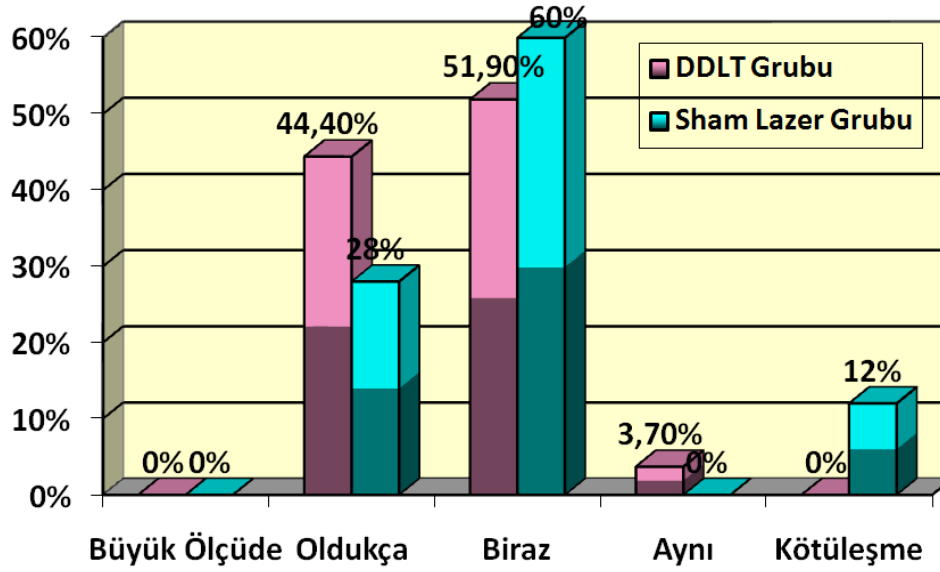
Şekil 24. NPDS, PCS ve MCS skorlarındaki tedavi öncesi ile tedavi sonrası farkların gruplar arasında karşılaştırılması

Ayrıca VAS skorlarındaki değişiklikler 5 banda ayrıldı: büyük ölçüde iyileşme (<-50 mm); oldukça iyileşme (-50 ile -30 mm arası); biraz iyileşme (-30 ile -10 mm arası); aynı (-10 ile 1 mm arası); ve kötüleşme (>1 mm). Ortaya çıkan veriler ordinal yanıt olarak analiz edildi.

Buna göre tedavi sonrasında boyundaki ağrı seviyesindeki değişim ki-kare testiyle incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. (p=0,152) (Tablo 11, Şekil 25)

Tablo 11. Tedavi Sonrasında Boyun Ağrısı Seviyesindeki Değişimin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	DDLT GRUBU (I. Grup n:27)	Sham LAZER GRUBU (II. Grup n:25)
	n/27 (%)	n/25 (%)
Büyük Ölçüde İyileşme	0/27 (% 0)	0/25 (%0)
Oldukça İyileşme	12/27 (%44,4)	7 /25 (%28,0)
Biraz İyileşme	14 /27 (51,9)	15/25 (60,0)
Aynı	1/27 (%3,7)	0/25 (%0)
Kötüleşme	0/27 (%0)	3/25 (%12,0)

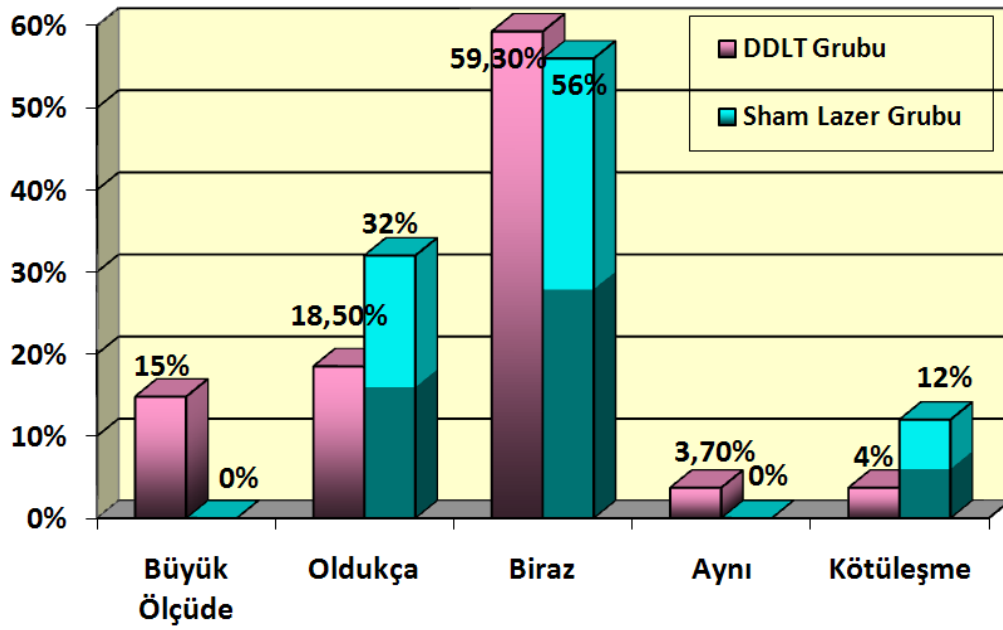


Şekil 25. Tedavi sonrasında boyun ağrısı seviyesindeki değişimin gruplar arasında karşılaştırılması

Tedavi sonrasında koldaki ağrı seviyesindeki değişim ki-kare testiyle değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. ($p=0,149$) (Tablo 12, Şekil 26)

Tablo 12. Tedavi Sonrasında Kol Ağrısı Seviyesindeki Değişimin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	DDLT GRUBU (I. Grup n:27)	Sham LAZER GRUBU (II. Grup n:25)
	n/27 (%)	n/25 (%)
Büyük Ölçüde İyileşme	4/27 (% 14,8)	0/25 (%0)
Oldukça İyileşme	5/27 (%18,5)	8 /25 (%32,0)
Biraz İyileşme	16 /27 (59,3)	14/25 (56,0)
Aynı	1/27 (%3,7)	0/25 (%0)
Kötüleşme	1/27 (%3,7)	3/25 (%12,0)

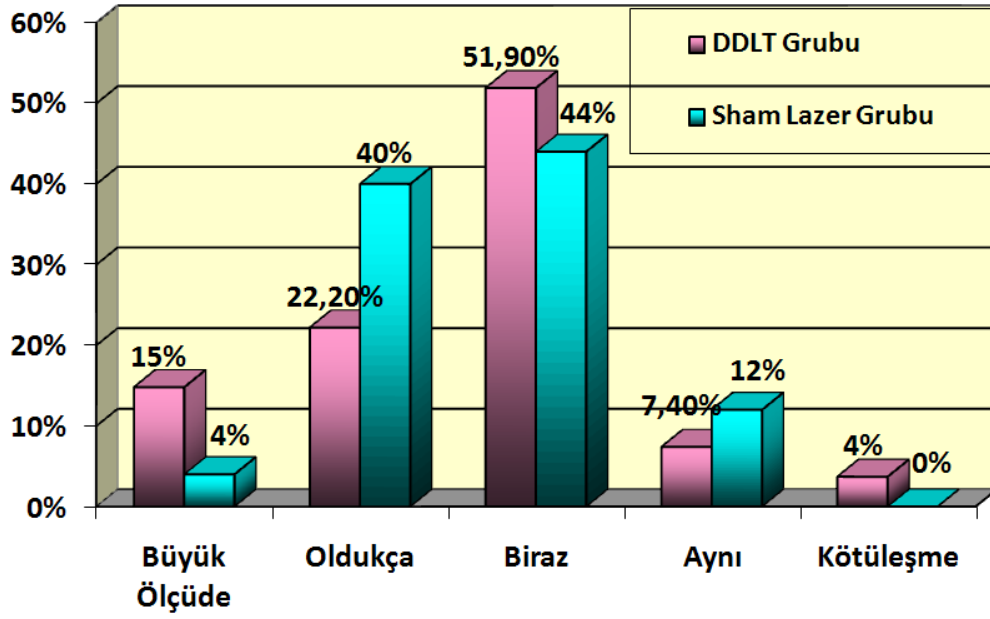


Şekil 26. Tedavi sonrasında kol ağrısı seviyesindeki değişimin gruplar arasında karşılaştırılması

Tedavi sonrasında gece ağrısı seviyesindeki değişim ki-kare testiyle değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı. (p=0,368) (Tablo 13, Şekil 27)

Tablo 13. Tedavi Sonrasında Gece Ağrısı Seviyesindeki Değişimin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

	DDLT GRUBU (I. Grup n:27)	Sham LAZER GRUBU (II. Grup n:25)
	n/27 (%)	n/25 (%)
Büyük Ölçüde İyileşme	4/27 (% 14,8)	1/25 (%4,0)
Oldukça İyileşme	6/27 (%22,2)	10 /25 (%40,0)
Biraz İyileşme	14 /27 (51,9)	11/25 (44,0)
Aynı	2/27 (%7,4)	3/25 (%12,0)
Kötüleşme	1/27 (%3,7)	0/25 (%0)



Şekil 27. Tedavi sonrasında gece ağrısı seviyesindeki değişimin gruplar arasında karşılaştırılması

5. TARTIŞMA

Boyun ağrıları toplumda % 22-31 oranında görülen, iş gücü kaybı açısından bel ağrılarından sonra ikinci sırada yer alan, kronik semptom prevelansı % 14-23 olan, kronikleştikçe doktora başvurunun arttığı ve kronik vakalarda % 44 doktor başvurusu olan bir yakınmadır. Kadınlarda daha sık olduğu ve beşinci dekatta ağrının daha fazla ifade edildiği, prevelansın İskandinav ülkelerinde Asya ve Avrupa ülkelerine göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir.^{69,73,74} Boyun ağrısı tedavisinde genel olarak farmakolojik ve nonfarmakolojik ajanlar, fiziksel ajanlar, enjeksiyon yöntemleri ve cerrahi yöntemler gibi pek çok farklı yöntemden yararlanılır. Tedavide kullanılan fiziksel ajanlardan birisi olan düşük doz lazer tedavisi uzun yıllardır kullanılmasına karşın yakın zamanda FDA onayı almıştır ve etkinliğini değerlendiren sınırlı sayıda çalışma vardır.^{2,159,163,164,165}

Düşük doz lazer tedavisi biyostimülan, analjezik ve antiinflamatuvar etkilerinden yararlanmak üzere pek çok hastalıkta kullanılır. FDA (gıda ve ilaç dairesi) tarafından sınıf 3 lazer cihazları olarak tanımlanan düşük doz lazer tedavisinin kullanımı ilk kez 2002 yılında karpal tünel sendromu endikasyonunda onaylanmıştır. Günümüzde kas eklem ağrısı, artrit, karpal tünel sendromu, bel ağrısı, boyun ağrısı ve yara iyileşmesi gibi endikasyonlarda kullanımı FDA tarafından kabul edilmiştir.^{5,159}

Düşük doz lazer tedavisinin PGE2, histamin gibi kimyasal mediatörlerin, IL-1, IL-2, IL-6 ve TNF- α gibi sitokinlerin sentezini, lökosit ve nötrofil gibi inflamatuvar hücrelerin migrasyonunu ve ödemi azaltarak, antiinflamatuvar sitokin IL-10 ve FGF, bFGF, IGF-1, IGFBP3 gibi büyüme faktörlerinin sentezini arttırarak ve TGF- β sentezini azaltarak antiinflamatuvar etki gösterdiği;^{139,140,141,142,143,145} sinir yaralanmalarında NGF, BDNF, GDNF gibi nörotrofik faktörlerin üretimini arttırarak, yeterli besin ve oksijeni sağlamak üzere anjiyogenezi uyatarak, inflamatuvar sitokin ve matriks metalloproteinaz aktivitelerini ve mikroglia fonksiyonlarını düzenleyerek nöral büyüme ve rejenerasyonu desteklediği gösterilmiştir.^{149,150,151,152}

Birçok kas iskelet sistemi probleminde ağrı kontrolü amacıyla yaygın kullanımına karşın düşük doz lazer tedavisinin etkinliğiyle ilgili deneysel ve klinik çalışmaların sonuçları çelişkilidir.

Bu çalışmada servikal disk hernisine bağlı akut boyun ağrısı olan hastalarda düşük doz lazer tedavisinin etkinliğini araştırmayı planlandık. Çalışmamıza boyun ağrısı

ile polikliniğimize başvurup; klinik bulgular, fizik muayene ve görüntüleme yöntemleriyle servikal disk hernisi tanısı konmuş; kriterleri karşılayan 60 hasta dahil edildi. Hastalar basit randomizasyonla düşük doz lazer tedavisi (I.grup n:30) ve sham lazer tedavisi (II. grup n:30) olmak üzere iki gruba ayrıldı. I. gruptan 27, II. gruptan 25 hasta çalışmayı tamamladı. I. gruba haftada 5 gün 3 hafta süreyle toplam 15 seans düşük doz lazer tedavisi uygulanırken; II. gruba haftada 5 gün 3 hafta süreyle toplam 15 seans sham lazer tedavisi uygulandı.

Çalışmada hastaların tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerleriyle NPDS ve SF-36 skorları değerlendirildi.

Hastaların başlangıç demografik özellikleri daha önceki çalışmalardaki verilerle uyumluydu ve kadınlarda prevalans daha yüksekti. Tedavi sonunda her iki grupta da VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanırken; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Ayrıca her iki grupta da tedavi sonrasında NPDS ve SF-36 skorlarında düzelme gözlenirken gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadı.

Daha önceki bir çalışmada akut boyun ağrısında VAS'daki minimal anlamlı değişiklik 13 mm olarak tespit edilmiştir.^{166,167} Çalışmamızda VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerlerindeki değişiklik her iki grupta da daha fazlaydı. (Tablo 9) Bu çalışmada plasebo yanıtı VAS boyun, VAS kol ve VAS gece için benzer olup yaklaşık olarak % 37 idi. Daha önce akut boyun ağrısında yapılmış benzer bir çalışmada plasebo yanıtı % 30 olarak bildirilmiştir.¹⁶³

Bu çalışmanın sonuçlarını boyun ağrısında düşük doz lazer tedavisiyle yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırmadaki esas problem, iki çalışma dışında çalışmaların çoğunda tedaviye alınan hasta grubunu nonspesifik boyun ağrısı veya myofasiyal ağrısı olan hastaların oluşturmasıdır. Literatürde akut boyun ağrısı ile yapılmış bir çalışma¹⁶⁸ ve radikülopatiyle akut boyun ağrısında yapılmış bir çalışma¹⁶³ bulunmaktadır. Bir çalışmada nonspesifik kronik boyun ağrısı olan hastalarda¹⁶⁵; bir çalışmada servikal osteoartriti olan hastalarda^{2,164,173} ve bir çalışmada da faset disfonksiyonu olan hastalarda¹⁷² düşük doz lazer tedavisinin etkinliği değerlendirilmiştir.

Çalışma dizaynı çalışmamıza benzeyen Soriano ve ark'nın yapmış oldukları randomize plasebo kontrollü çift kör çalışmalarında; akut boyun ağrısında 904 nm dalga boyunda, ortalama güç 40 mW, 10.000 Hz frekans ve 4 J/cm² yoğunlukta, haftada 5 gün

2 hafta boyunca toplam 10 seans düşük doz lazer tedavisi uygulamasıyla 71 hastada tedavi sonunda ve altı ay sonra plaseboya göre hastaların öznel değerlendirmesinde anlamlı iyileşme saptanmışlardır. Bu çalışmada enerji yoğunluğu bizim çalışmamızdaki enerji yoğunluğunun iki katıdır. Seans sayısı ise daha azdır.¹⁶⁸

Konstantinovic ve ark. servikal radikülopatili akut boyun ağrısı olan 60 hastada yaptıkları randomize plasebo kontrollü çift kör çalışmada tedavi grubuna 905 nm dalga boyunda, 5000 Hz frekansta, maksimum güç 25mW, 2 J/cm² yoğunlukta, 6 noktaya, her noktaya 120 sn, haftada 5 gün 3 hafta boyunca toplam 15 seans DDLT uygulamıştır. Hastalarda tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında VAS kol, VAS boyun, NDI (Neck Disability Index), servikal fleksiyon ve ekstansiyon ve SF-36 değerlendirilmiştir. Tedavi sonrasında her iki grupta da VAS kol, VAS boyun, servikal fleksiyon ve ekstansiyonda, NDI ve SF-36 skorlarında anlamlı iyileşme saptanırken, boyun ağrısı dışındaki bütün parametrelerdeki iyileşme tedavi grubunda plaseboya göre istatistiksel anlamlı düzeyde daha fazla saptanmıştır. Bu çalışmaya servikal disk hernisine bağlı radikülopatisi olan hastalara ek olarak foraminal stenoza bağlı radikülopatisi olan hastalar da alınmıştır. Biz çalışmamıza sadece disk hernisine bağlı radikülopati semptomları olan hastaları aldık. Aynı enerji yoğunluğu ve aynı seans sayısı kullanılmış olan çalışmada ek olarak servikal fleksiyon ve ekstansiyon da değerlendirilmiş ve plaseboya göre anlamlı iyileşme saptanmıştır. Çalışmamızda VAS boyun, VAS kol, VAS gece, NPDS ve SF-36 skorlarında tedavi sonrasında her iki grupta da anlamlı iyileşme saptanırken, gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu çalışmada VAS değerleri için plasebo yanıtı % 30 olarak bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise plasebo yanıtı VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerleri için benzer olup yaklaşık olarak %37 idi.¹⁶³

Chow ve ark. kronik boyun ağrılı 90 hastada yaptıkları randomize, plasebo kontrollü, çift kör çalışmada tedavi grubuna 830 nm dalga boyunda, 300 mw güç, devamlı dalga modunda, 0,67 W/cm² güç yoğunluğunda sınıf 3B diolase lazer cihazıyla boyundaki hassas noktalara, her bir noktaya 30 sn, toplamda maksimum yarım saat, haftada 2 seans 7 hafta boyunca düşük doz lazer tedavisi uygulamıştır. Hastalar tedavi öncesinde ve 12. Haftada VAS, SF-36, NPNPQ (Northwick Park Neck Pain Questionnaire), NPDS (Neck Pain and Disability Scale) ve MPQ (McGill Pain Questionnaire) ile değerlendirildiklerinde tedavi grubunda SF-36 MCS (mental

komponent) alt skoru ve MPQ duygusal ve efektif komponenti dışındaki tüm skorlarda plaseboya göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptanmıştır.¹⁶⁵ Bu çalışmada boyun ağrısı olan heterojen bir hasta grubu çalışmaya alınmıştır. Hastaların semptom süresi üç aydan uzundur. Ortalama semptom süresi 16,9 yıldır.^{164,165}

Boyun ağrısında düşük doz lazer tedavisiyle yapılmış diğer çalışmalarda myofasial ağrı sendromu ve servikal osteoartriti olan hastalarda etkinlik değerlendirilmiştir. Servikal myofasial ağrı sendromunda yapılmış çalışmaların bir çoğu düşük doz lazer tedavisinin plaseboya üstün olduğunu savunsa da plaseboya üstünlüğünün gösterilemediği çalışmalar da mevcuttur. Yine bu çalışmalarda kullanılan düşük doz lazer tedavisi parametreleri (dalga boyu, frekans, güç, enerji yoğunluğu, tedavi süresi ve seans sayısı) birbirinden farklıdır.^{168,169,170,171}

Gür ve ark. kronik servikal myofasial ağrısı olan 60 hastada yaptıkları randomize, plasebo kontrollü, çift kör çalışmada tedavi grubuna (n:30) haftada 5 seans 2 hafta boyunca toplam 10 seans, tetik noktalara (1 ile 10 arası), her bir noktaya 2J/cm² enerji yoğunluğunda, maksimum pulse süresi 200 ns, ortalama güç 11.2 mW, 904 nm dalga boyu ve 2800 Hz frekansta GaAs lazer tedavisi uygulamıştır. Hastalarda tedavi öncesinde, 2. hafta, 3. hafta ve 12. haftada istirahat ve aktivite ağrısı (VAS ile), tetik nokta sayısı, NPDS, BDI (Beck Depression Inventory) ve NHP (Nottingham Health Profile) değerlendirildiğinde 2. haftada ve 3. haftada aktif lazer tedavi grubunda tüm parametrelerde plaseboya göre istatistiksel anlamlı iyileşme olduğunu belirtirlerken; 12. haftada VAS değerleri ve NHP skorunda plaseboya göre istatistiksel anlamlı fark olmadığını bildirmişlerdir.¹⁶⁸

Dündar ve ark. yine kronik servikal myofasial ağrısı olan 64 hasta ile yaptıkları randomize, plasebo kontrollü, çift kör çalışmada, tedavi grubuna (n:32) haftada 5 gün 3 hafta boyunca toplam 15 seans, tetik noktalara (boyunda 3 noktaya bilateral), her bir noktaya 7J/cm² enerji yoğunluğunda, 58mW güç, 830nm dalga boyu ve 1000 Hz frekansta GaAlAs lazer tedavisi uygulamıştır. Ayrıca her iki gruba günlük izometrik ve germe egzersizleri verilmiştir. Hastalarda tedavi öncesinde ve 4 hafta sonra istirahat, aktivite ve gece ağrısı (VAS ile), aktif servikal eklem hareket açıklığı ve NDI değerlendirilmiştir. 4. haftada tedavi öncesine göre her iki grupta da tüm parametrelerde istatistiksel anlamlı iyileşme kaydedildiği ancak; gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark saptanmadığı bildirilmiştir.¹⁶⁹

Altan ve ark. kronik servikal myofasial ağrılı 48 hastada randomize, plasebo kontrollü, çift kör olarak yaptıkları çalışmalarında tedavi grubuna haftada 5 gün 2 hafta boyunca toplam 10 seans, tetik noktalara (boyunda 3 ve trapeziusta 1 noktaya, bilateral), her noktaya 2'şer dakika, 904 nm dalga boyu ve 1000 Hz frekansta maksimum güç 27 W, 50W veya 27x4 W GaAs lazer cihazıyla düşük doz lazer tedavisi uygulamışlardır. Ek olarak her iki gruba da izometrik ve germe egzersizleri verilmiştir. Hastalarda tedavi öncesinde, 2. haftada ve 14. haftada ağrı (VAS ve 5 puanlı skala); hassasiyet, tetik noktalar ve gergin bantlar (algometreyle); ve servikal lateral fleksiyon (gonyometreyle) değerlendirilmiştir. Hem 2. hem de 14. haftalardaki değerlendirmelerde her iki grupta da bütün parametrelerde anlamlı değişiklik bildirilirken; iki grup arasında anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir.¹⁷⁰

Hakgüder ve ark. trapezius veya levator skapula kaslarında tek aktif tetik noktası olan 62 servikal myofasial ağrılı hastayla randomize, plasebo kontrollü, çift kör çalışmalarında; tedavi grubuna (n:31) 10 seans, levator skapula veya trapeziustaki tek tetik noktaya, 3 dakika 16 sn, 5 mW güç, 5J/cm² enerji yoğunluğunda, 780 nm dalga boyunda GaAsAl cihazıyla düşük doz lazer tedavisi uygulamıştır. Ayrıca her iki gruba da germe egzersizi programı verilmiştir. Hastalar tedavi öncesinde, tedaviden hemen sonra ve tedaviden sonra 3. haftada VAS, algometre ve termografiyle değerlendirildiklerinde; düşük doz lazer tedavi grubunda hem VAS, hem termografik hem de algometrik parametrelerde tedaviden hemen sonra ve tedaviden sonra 3. haftada yapılan değerlendirmelerde tedavi öncesine göre istatistiksel anlamlı iyileşme saptandığı bildirilmiştir. Buna karşın plasebo grubunda tedaviden hemen sonra ve tedaviden sonra 3. haftada yapılan değerlendirmelerde VAS ve algometrik parametrelerde iyileşme saptanırken; termografik parametrelerde iyileşmenin tedaviden sonra 3. haftada yapılan değerlendirmede saptandığı bildirilmiştir. Gruplar arasında karşılaştırma yapıldığında ise tedaviden hemen sonra ve tedaviden sonra 3. haftada yapılan değerlendirmelerde tüm parametrelerde düşük doz lazer tedavi grubundaki iyileşmenin plaseboya göre istatistiksel anlamlı oranda daha iyi olduğu bildirilmiştir.¹⁷¹

Sayman ve ark. servikal faset disfonksiyonu olan 60 hastayı 1. grup kayropratik manipülatif tedavi (n:20), 2. grup düşük doz lazer tedavisi (n:20) ve 3. grup kayropratik manipülatif tedavi ile düşük doz lazer tedavisi kombinasyonu (n:20) olmak üzere üç gruba randomize ederek yaptıkları randomize kontrollü çalışmalarında haftada

2 kez 3 hafta boyunca toplam 6 seans tedavi uygulamışlardır. Kayropratik manipülatif tedavi grubuna haftada 2 kez, 3 hafta boyunca, toplam 6 seans, kısa kollu, yüksek hızlı, düşük amplitüdlü özel servikal manipülasyon uygulanırken; düşük doz lazer tedavisi grubunda ise en ağırlı 3 servikal faset eklemine haftada 2 kez, 3 hafta boyunca, toplam 6 seans, her eklem 50 sn, 5.57- 7.56 J/cm² enerji yoğunluğunda, 830 nm dalga boyunda, GaAlAs lazer tedavisi uygulanmıştır. 3. gruba ise iki tedavinin kombinasyonu verilmiştir. Hastalar başlangıç, 2. hafta, 3. hafta ve 4. haftada ağrı NRS (Numerical Pain Rating Scale); NDI (Neck Disability Index) ve servikal eklem hareket açıklıkları değerlendirilmiş. Başlangıç ve 4. haftadaki NRS, NDI skorları ve servikal eklem hareket açıklığı karşılaştırıldığında üç grupta da istatistiksel anlamlı iyileşme olduğu; en büyük iyileşmenin 3. grupta olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma servikal faset disfonksiyonunda yapılmış tek DDLT çalışması gibi görünmektedir. Gruplardaki örneklem sayısının düşüklüğü; tedavi almayan bir kontrol grubunun olmayışı; hastaların, hastaları tedavi eden ve değerlendiren araştırmacıların körlenmemiş olması ise zayıf yönleridir.¹⁷²

Özdemir ve ark. servikal osteoartrite bağlı kronik boyun ağrısı olan 60 hastada yaptıkları randomize, plasebo kontrollü, çift kör çalışmada hastaları düşük doz lazer tedavisi (n:30) ve sham lazer tedavisi (n:30) olmak üzere iki gruba randomize etmişlerdir. Düşük doz lazer tedavisi grubuna bilateral paravertebral kaslara, 12 noktaya, her noktaya 15 sn süreyle, 50mW güç, 0.9 J/cm² enerji yoğunluğunda 830 nm dalga boyunda GaAlAs lazer cihazıyla toplam 10 seans düşük doz lazer tedavisi uygulanmıştır. Tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında ağrı, paravertebral kas spazmı, lordoz açısı, eklem hareket açıklığı ve fonksiyon değerlendirildiğinde düşük doz lazer tedavisi alan grupta anlamlı iyileşme saptanırken; sham lazer tedavisi alan grupta iyileşme saptanmadığı bildirilmiştir. Literatürde servikal osteoartrite bağlı kronik boyun ağrısında yapılmış başka DDLT çalışmasına rastlanmadı. Bu çalışmada total doz diğer çalışmalarla hemen hemen aynı olsa da; uygulama süresi ve buna bağlı olarak da DDLT’nde en önemli parametrelerden birisi olan enerji yoğunluğu diğer çalışmalardaki enerji yoğunluğundan daha düşüktür.^{2,164,173}

Görüldüğü gibi bu konuda yapılmış çalışmalar oldukça sınırlı sayıda olup, gerek tedaviye alınan hasta grubu gerekse uygulanan düşük doz lazer tedavisi parametreleri açısından oldukça heterojendir. Tedavi sonuçları da çelişkilidir.

Randomize plasebo kontrollü çift kör dizaynlanmış, hasta grubu servikal disk hernisine bağlı akut boyun ağrılı hastalar olan çalışmamızın zayıf yanları ise nispeten küçük örneklem grubu (DDLT grubu n:27 ve sham lazer grubu n:25) ve tedavi bitimindeki değerlendirme dışında orta-uzun vadeli takip ve değerlendirmenin olmamasıdır. Evreni daha iyi temsil edebilecek daha büyük örneklem grubuyla; DDLT'nin orta-uzun vadeli etkilerini belirlemek üzere orta-uzun izlem süreli; homojen ve spesifik hasta gruplarında ek çalışmalar yapılması yararlı olacaktır.

6. SONUÇ

Bu çalışmada servikal disk hernisine bağlı akut boyun ağrısı olan hastalarda düşük doz lazer tedavisinin etkinliğini araştırmayı planlandık. Çalışmamıza servikal disk hernisine bağlı akut boyun ağrısı olan ve kriterleri karşılayan 60 hasta dahiledildi. Hastalar düşük doz lazer tedavisi (I. grup n:30) ve sham lazer tedavisi (II. grup n:30) olmak üzere iki gruba randomize edildi. I. gruptan 27, II. gruptan 25 hasta çalışmayı tamamladı. Çalışmada hastaların tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerleriyle NPDS ve SF-36 skorları değerlendirildi.

İki grup arasında hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet dağılımı); semptom süresi; tedavi öncesi VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerleri; NPDS ve SF-36 skorları açısından istatistiksel anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Her iki grupta da tedavi sonrasında VAS boyun, VAS kol ve VAS gece değerlerinde istatistiksel anlamlı iyileşme saptanırken iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı.

Her iki grupta da tedavi sonrasında NPDS ve SF-36 skorlarında istatistiksel anlamlı iyileşme saptanırken gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı.

Bu sonuçlar benzer hasta grubunda, benzer lazer parametreleriyle aynı şekilde dizaynedilmiş literatürdeki tek çalışmayla çelişkilidir.¹⁶³

Boyun ağrısı ve düşük doz lazer tedavisiyle yapılmış diğer çalışmalar gerek hasta popülasyonu gerekse lazer parametreleri açısından oldukça heterojendir ve sonuçlar çelişkilidir.

Boyun ağrısının spesifik nedenlerinde düşük doz lazer tedavisinin etkinliğini değerlendirmek ve her bir neden için en uygun tedavi parametrelerini belirlemek üzere spesifik ve homojen hasta gruplarında, orta ve uzun vadedeki sonuçların da değerlendirildiği ileri çalışmalar yapılması yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. **Hoy DG, protani M, Buchbinder R.** The epidemiology of neck pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology* **2010** ; 24:783-792.
2. **Chow RT, Barnsley L.** Systematic review of the literature of low-level laser therapy (lllt) in the management of neck pain. *Lasers in Surgery and Medicine* **2005**; 37:46-52.
3. **Sitthipornvorakul E, Janwantanakul P, Purepong N, Pensri P, van der Beek AJ.** The association between physical activity and neck and low back pain. *Eur Spine J* **2011**; 20:677–689.
4. **Leaver AM, Refshauge KM, Maher CG, McAuley HC.** Conservative interventions provide short-term relief for non-specific neck pain. *Journal of Physiotherapy* **2010**; 56:73-84.
5. **Tuna H. Lazer, Beyazova M, Kutsal YG.** *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 2.Baskı, Ankara: Ayrıntı Basımevi, **2010**:1067-73
6. **Moore KL, Dalley AF.** *Kliniğe Yönelik Anatomi*.4. baskı, İstanbul: Nobel, **2007**:432-67.
7. **Schoenwolf GC, Bleyl SB, Brauer PR, Francis-West PH.** *Larsen's Human Embryolgy*. 4nd ,Ed, Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier Co, **2009**.
8. **Moore KL, Persaud TVN.** *Klinik Yönleri ile İnsan Embriyolojisi*. 2.Baskı, İstanbul: Nobel, **2009**.
9. **Cramer GD, The Cervical Region, Cramer GD, Darby SA.** *Basic and Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord and ANS*. 2nd Ed, Missouri: Mosby, **2005**: 142-209.
10. **Erman T, Çetinalp E.** Servikal disk hastalığında patogenezi. Koç RK, *Servikal Dejeneratif Disk Hastalığı Ve Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri*. Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları **2009**: 9: 31-40.
11. **Bozkurt M, Attar A.** Dejeneratif servikal omurgada biyomekanik, Koç RK, *Servikal Dejeneratif Disk Hastalığı ve Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri*. Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları **2009**: 9: 28-30.
12. **Açıkbaş CS.** Servikal omurganın cerrahi anatomisi. Koç RK, *Servikal Dejeneratif Disk Hastalığı ve Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri*. Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları **2009**: 9: 12-27.
13. **Çoşkun E.** Servikal disk hernilerinde klinik ve muayene. Koç RK, *Servikal Dejeneratif Disk Hastalığı ve Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri*. Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları **2009**: 9: 41-50.
14. **Durak AC, Yıldırım A.** Servikal dejeneratif omurgada radyoloji. Koç RK, *Servikal Dejeneratif Disk Hastalığı ve Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri*. Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları **2009**: 9: 51-62.

15. **Demir H.** Servikal dejeneratif disk hastalığında fizik tedavi. Koç RK, *Servikal Dejeneratif Disk Hastalığı ve Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri*. Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları **2009**; 9: 81-89.
16. **Deviren SD.** Servikal epidural ve faset eklem enjeksiyonları. Koç RK, *Servikal Dejeneratif Disk Hastalığı ve Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri*. Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları **2009**; 9: 90-108.
17. **Huijbregts PA.** History Taking, Penas CF, Cleland J , Huijbregts H, *Neck and Arm Pain Syndromes*. Philadelphia: Churchill Livingstone, **2011**: 13-29.
18. **Koppenhaver S, Flynn T,** Physical Examination. Penas CF, Cleland J , Huijbregts H, *Neck and Arm Pain Syndromes*. Philadelphia: Churchill Livingstone, **2011**: 30-44.
19. **Agustsson H, Imaging Studies.** Penas CF, Cleland J , Huijbregts H, *Neck and Arm Pain Syndromes*. Philadelphia: Churchill Livingstone, **2011**: 45-64.
20. **Quartly CA, Electrodiagnostic Studies.** Penas CF, Cleland J , Huijbregts H, *Neck and Arm Pain Syndromes*. Philadelphia: Churchill Livingstone, **2011**: 65-77.
21. **Nikola B.** Biomechanics of cervical spine. *Clinical Biomechanics* **2000**; 15:633-648
22. **Menezes AH, Neru C.** Anatomy and biomechanics of normal craniocervical junction. *Biomechanics of Stabilization* **2008**; 24:1091-1100
23. **Ferguson SJ.** Biomechanics of aging spine. *Eur Spines* **2003**; 12:97-103
24. **Papatakis M.** Pathophysiology and biomechanics of the aging spine. *The Open Orthopedics journal* **2011**; 5:335-342
25. **Raj PP.** Intervertebral disk anatomy-physiology-pathophysiology treatment. *Pain Practise* **2008**; 8:18-44
26. **Tubbs RJ.** Ligaments of craniocervical junction .*J. Neurosurg Spine* **2011**; 14:697-709
27. **Yoganandan N.** Biomechanics of the cervical spine part 2, cervical spine soft tissue responses and biomechanical modality. *Clinical Biomechanics* **2001**; 16:1-27
28. **Swartz EE.** Cervical spine functional anatomy and the biomechanics of injury. *Journal of Athletic Trainig* **2005**; 40:155-161
29. **Ferrara LA.** The Mechanics of cervical spondylosis. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Orthopedics* **2012**
31. **Stein JB.** The aging spine in sports. *Clinsports Med* **2012**; 31:473-486
32. **Bakkun BW, Backup WE.** Development of the Spine and Spinal Cord. Cramer GD, Darby SA. *Basic and Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord and ANS*. 2nd Ed, Missouri: Mosby, **2005**: 521-547

33. **Cramer GD, Darby SA, Frysztak RJ**, Pain of Spinal Origin. Cramer GD, Darby SA, *Basic and Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord and ANS*. 2nd Ed, Missouri: Mosby, **2005**:480-517.
34. **Cramer GD**, General Characteristics of the Spine. Cramer GD, Darby SA, *Basic and Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord and ANS*. 2nd Ed, Missouri: Mosby, **2005**: 18-69.
35. **Aydınoğlu A**. Discus intervertebralis embriyoloji ve anatomi. *Van Tıp Dergisi* **1997**; 4:232-236
36. **Ersoy M**. Medulla spinalis ve yolları. *Türkiye Klinikleri J Med Sci* **1996**; 16:199-205
37. **Than K, Rahman SU, Vanaman MJ, Wang AC, Chia-Ying Lin, Zhang H, Marca F, Park P**. Bone morphogenetic proteins and degenerative disk disease. *Neurosurgery* **2012**; 70:996–1002
38. **Samantha C, Chan W, Ferguson SJ, Gantenbein-Ritter B**. The effects of dynamic loading on the intervertebral disc. *Eur Spine J* **2011**; 20:1796–1812
39. **Chan D, Song Y, Sham P, Cheung KM**. Genetics of disc degeneration. *Eur Spine J* **2006**;15:317–325
40. **Richardson SM, Mobasheri A, Freemont AJ, Hoyland JA**. Intervertebral disc biology, degeneration and novel tissue engineering and regenerative medicine therapies. *Histol Histopathol* 2007; 22: 1033-1041
41. **Adams MA, Roughley PJ**. What is Intervertebral Disc Degeneration, and What Causes It. *Spine* **2006**; 31:2151-2161
42. **Urban JP, Roberts S**. Degeneration of the intervertebral disc. *Arthritis Research & Therapy* **2003**; 5:120-130
43. **Inoue N, Espinoza Orías AA**. Biomechanics of Intervertebral Disc Degeneration. *Orthop Clin North Am*. **2011**; 42: 487–499
44. **Majumdar S**. Magnetic resonance imaging and spectroscopy of the intervertebral disc. *NMR Biomed*. **2006**; 19: 894–903
45. **Colombini A, Lombardi G, Marco Corsi M, Banfi G**. Pathophysiology of the human intervertebral disc. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* **2008**; 40:837–842
46. **Zhao C, Wang L, Jiang L , Dai L**. The cell biology of intervertebral disc aging and degeneration. *Ageing Research Reviews* **2007**; 6:247–261
47. **Setton LA, Chen J**. Cell Mechanics and Mechanobiology in the Intervertebral Disc. *Spine* **2004**; 29:2710-2723
48. **Garcia JC, Valle ME, Calavia MG, Suarez GO, Lopez MA , Vega JA** .Intervertebral disc, sensory nerves and neurotrophins:who is who in discogenic pain. *Journal of Anatomy* **2010**; 217:1-15

49. **Freemont AJ.** The cellular pathobiology of the degenerate intervertebral disc and discogenic back pain. *Rheumatology* **2009**; 48:5–10
50. **Zundert J, Huntoon M, Patijn J, Lataster A, Mekhail N, Kleef M.** Cervical radicular pain. *Pain Practice* **2010**; 10: 1–17
51. **Kuijper B, Tans JJ, Schimsheimer RJ, Kallen BFW, Beelen A, Nollet F, Visser M.** Degenerative cervical radiculopathy: diagnosis and conservative treatment. *European Journal of Neurology* **2009**; 16: 15–20
52. **Moore RJ.** The vertebral endplate: disc degeneration, disc regeneration. *Eur Spine J* **2006**; 15:333–337
53. **Lipetz JS, Lipetz DI,** Servikal Omurganın Hastalıkları, *Delisa JA, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon İlkeler ve Uygulamalar*.4nd Ed, Ankara: Öncü,**2007**: 631-652
54. **Smith PP.** Experimental biomechanics of intervertebral disc rupture through a vertebral body. *Journal of Neurosurgery* **1994**; 30:134-139
55. **Flannigan BD, Rufkin BR, Mcglade C, Winter J, Wilson G, Batzdorf U.** MRI imaging of the cervical spine:Neurovasculer Anatomy. *AJR* **1987**; 148:785-790
56. **Kudo Y.** Microsurgical anatomy of the lower cervical spine and cord. *Neurosurgery* **1994**; 34:895-902
57. **Arsıantaş D, Koç F,** Servikal Dejeneratif disk hastalıkları epidemiyolojisi. Koç RK, *Servikal Dejeneratif Disk Hastalığı ve Üst Ekstremitte Tuzak Nöropatileri*. Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları **2009**; 9: 1-8
58. **Echarri JJ.** Influence of the type of load on the cervical spine : a study on congolese bearers. *Spine J* **2005**; 5:291-296
59. **Jennifer L, Kelsey D, Githens PB, Walter SD, Southwick WO, Weil U, Holford TR, Osfeld AM.** An epidemiological study of acute prolapsed cervical intervertebral disc. *The journal Of Bone and Joint Surgery* **1984**; 6:907-913
60. **Fielding WJ.** Cervical spine surgery past,present and future potential. *Clinical Orthopedics and Related Research* **1985**; 200:240-284
61. **Pierre C, Milette MD.** Classification,diagnostic imaging, and imaging characterization of a lumbar herniated disc. *Radiologic Clinic of North America* **2000**; 38
62. **Sekellaridis N.** Influence of diabetes mellitus on cervical intervertebral disc herniation. *Clin Neural Neurosurg* **2008**; 110:810-812
63. **Roberts S.** İnflammatory mediators as potential therapautic targets in the spine. *Curr Drug Targets İnflamn Allergy* **2005**; 4:257-266
64. **Şimşek S.** Servikal disk hernileri.*Türkiye Klinikleri J Neurosurg-special Topics* **2011**; 4:103-107

65. **Aydiner S.** Lomber disk hastalıklarında genetik. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi* **2003**;49
66. **Kalkan E, Malas A, Kalkan S, Kaya N, Kaymaz H, Dağtekin A.** insan intervertebral diskinin yapı ve fonksiyonları. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi* **1992**; 2:1-9
67. **Özyalçın S, Dinçer S.** Kranioservikal ağrılar. *Türk Fiziksel Tıp Rehabilitasyon Dergisi* **2010**; 56 :38-45
68. **Çakak A.** Yaşlanan omurga-lomber dejenerasyon. *Türk Fiziksel Tıp Rehabilitasyon Dergisi* **2006**; 52:26-31
69. **Ketenci A.** Baş ve boyun ağrıları, ayırıcı tanı,yansıyan ağrılar. *Türk Fiziksel Tıp Rehabilitasyon Dergisi* **2010**; 56:34-37
70. **Ariens AM, Mechelen W, Bongers PM, Bouter LM, Van Der Val G.** psychosocial risk factors for neck pain:a systematic review. *Am. J. Ind. Med* **2001**; 39:180-193
71. **Cagnie B, Danneels L, Van Tiggelen D, De Loose V, Cambier D.** Individual and work related risk factors for neck pain among office workers: a cross sectional study. *Eur Spine J* **2007**; 16:679–686
72. **Croft PR, Lewis M, Papageorgiou AC, Thomas E, Jayson MV , Macfarlane GJ, Silman AJ.** Risk factors for neck pain: a longitudinal study in the general population. *Pain* **2001**; 93:317-325
73. **Palmer KT, Smedley J.** Work relatedness of chronic neck pain with physical findings—a systematic review. *Scand J Work Environ Health* **2007**; 33:165–191
74. **Fejer R, Kyvik OK, Hartvigsen J.** The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *Eur Spine J* **2006**; 15: 834–848
75. **Ariens AM, Mechelen W, Bongers PM, Bouter LM, Van Der Val G.** psychosocial risk factors for neck pain:a systematic review. *Am. J. Ind. Med* **2001**; 39:180-193
76. **McLean SM, May S, Moffett JK, Sharp DM, Gardiner E.** Risk factors for the onset of non-specific neck pain:a systematic review. *J Epidemiol Community Health* **2010**; 64:565-572
77. **Williams FMK, Sambrook PN.** Neck and back pain and intervertebral disc degeneration:Role of occupational factors. *Best Practice and Research Clinical Rheumatology* **2011**; 25: 69–79
78. **Çimen A.** Omurganın servikal bölümü ve ağrı.*Ağrı* **2007**; 19:13-19
79. **Michael J,** Sık görülen boyun problemlerinde tedavi. *Braddom RL,* Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 3 Baskı, Ankara: ayrintı, **2010**: 797-824.
80. **Lipetz JS, Lipetz DI,** Servikal Omurganın Hastalıkları. *Delisa JA,* Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon İlkeler ve Uygulamalar.4nd Ed, Ankara: Öncü,**2007**: 631-652
81. **Tracy JA, Bartleson JD .**Cervical spondylotic myelopathy. *The Neurologist* **2010**; 16:176-186

82. **Dvorak J, Sutter M, Herdmann J.** Cervical myelopathy: clinical and neurophysiological evaluation. *Eur Spine J* **2003**; 12:181–187
83. **Young WF.** Cervical spondylotic myelopathy: a common cause of spinal cord dysfunction in older persons. *Am Fam Physician* **2000**; 62:1064-1070
84. **Haldeman S, Kopansky-Giles D, Hurwitz EL, Hoy D, Erwin M, Dagenais S, Kawchuk G, Strömqvist B, Walsh N.** Advancements in the Management of Spine Disorders. *Best Practice and Research Clinical Rheumatology* **2012**; 26:263–280
85. **Binder A.** The diagnosis and treatment of nonspecific neck pain and whiplash. *Eura Medicophys* **2007**; 43:79-89
86. **Watson J.** Office evaluation of spine and limb pain: spondylotic radiculopathy and other nonstructural mimickers. *Seminars in Neurology* **2011**; 31:85-101
87. **Thoomes EJ, Scholten-Peeters GM, J. de Boer A, Olsthoorn RA, Verkerk K, Lin C, Verhagen AP.** Lack of uniform diagnostic criteria for cervical radiculopathy in conservative intervention studies: a systematic review. *Eur Spine J* **2012**; 21:1459–1470
88. **Bono CM, Ghiselli G, Gilbert TJ, Kreiner DS, Reitman C, Summers JT, Baisden JL, Easa J, Fernand R, Lamer T, Matz PG, Mazanec DJ, Resnick DK, Shaffer WO, Sharma AK, Timmons RB, Toton JF.** An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of cervical radiculopathy from degenerative disorders. *The Spine Journal* **2011**; 11:64–72
89. **Swartz EE, Floyd RT, Cendoma M.** Cervical spine functional anatomy and the biomechanics of injury due to compressive loading. *Journal of Athletic Training* **2005**; 40:155–161
90. **Binder A.** Cervical spondylosis and neck pain. *BMJ* **2007**; 334:527-531
91. **Cook CE, Cook AE.** Cervical Myelopathy and Radiculopathy. Penas CF, Cleland J, Huijbregts H, *Neck and Arm Pain Syndromes*. Philadelphia: Churchill Livingstone, **2011**: 123 -140
92. **Gürsoy S.** Kronik ağrılı hastalarda anamnez ve fizik muayene. *Clinic Medicine* **2007**; 1:6-14
93. **Dennison BS, Leal MH.** Mechanical Neck Pain. Penas CF, Cleland J, Huijbregts H, *Neck and Arm Pain Syndromes*. Philadelphia: Churchill Livingstone, **2011**:94-111
94. **Takagi I, Eliyas JK, Stadlan N.** Cervical spondylosis: an update on pathophysiology, clinical manifestation, and management strategies. *Dis Mon* **2011**; 57:583-591
95. **Freund M, Sartor K.** Degenerative spine disorders in the context of clinical findings. *European Journal of Radiology* **2006**; 58:15–26
96. **Elliott J, Flynn T, Al-Najjar A, Press J, Nguyen B, Noteboom JT.** The pearls and pitfalls of magnetic resonance imaging for the spine. *journal of orthopaedic and sports physical therapy* **2011**; 41:848-860
97. **Lane B.** Practical imaging of the spine and spinal cord. *Top Magn Reson Imaging* **2003**; 14:438-443

98. **Van Goethem JWM, Maes M, Özsarlak Ö, Hauwe L, Parizel PM.** Imaging in spinal trauma. *Eur Radiol* 2005; 15:582–590
99. **Cook C, Hegedus E.** Diagnostic utility of clinical tests for spinal dysfunction. *Manual Therapy* 2011; 16:21-25
100. **Sasani M,** Diskojenik boyun ağrısı ve diskografi. Koç RK, *Servikal Dejeneratif Disk Hastalığı ve Üst Ekstremité Tuzak Nöropatileri.* Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları 2009; 9: 63-72.
101. **Javanshir K, Amiri M, Mohseni MA, Rezasoltani A, Penas CF.** Ultrasonografi of the cervical muscles: a critical review of the literature. *Journal of manipulative and physiological therapeutics* 2010; 33:630-637
102. **Russell E.** Cervical disk disease. *Radiology* 1990; 127:313-325
103. **Zundert JV, Huntoon M, Patijn J, Lataster A, Mekhail N, Kleef M.** Cervical Radicular Pain. *Pain Practice* 2010; 10:1-17
104. **Gross A, Forget M, St George K, Fraser MMH, Graham N, Perry L, Burnie SJ, Goldsmith CH, Haines T, Brunarski D.** Patient education for neck pain. *The Cochrane Collaboration and published in The Cochrane Library* 2012; 4:1-80
105. **Linton SJ, Tulder MW.** Preventive interventions for back and neck pain problems. *SPINE* 2001; 26:778-787
106. **Bahat SH.** Evidence for exercise therapy in mechanical neck disorders. *Manual Therapy* 2003; 8:10-20
107. **Sihawong R, Janwantanakul P, Sitthipornvorakul E, Pensri P.** Exercise therapy for office workers with nonspecific neck pain: a systematic review. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2011; 34:62-71
108. **Aas RW, Tuntland H, Holte KA, Røe C, Lund T, Marklund S, Møller A.** Workplace interventions for neck pain in workers. *The Cochrane Collaboration and published in The Cochrane Library* 2011; 4:1-70
109. **Taşkaynatı A,** Boyun ağrısı ve nedenleri ve Muayenesi. Beyazova M, Kutsal YG, *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon.* 2. Baskı, Ankara: Ayrıntı, 2011: 1981-1994.
110. **Moffett J, McLean S.** The role of physiotherapy in the management of non-specific back pain and neck pain. *Rheumatology* 2006; 45:371–378
111. **Hepgüler S, Atamaz F,** Boyun ağrıları. Oğuz H, Dursun E, Dursun N, *Tıbbi Rehabilitasyon.* 2. Baskı, İstanbul: Nobel, 2004: 1081-1114.
112. **Graham N, Gross A, Goldsmith CH, Klaber Moffett J, Haines T, Burnie SJ, Peloso PMJ.** Mechanical traction for neck pain with or without Radiculopathy. *The Cochrane Collaboration and published in The Cochrane Library* 2011; 2:1-42

113. **Graham N, Gross AR, Goldsmith C.** Mechanical traction for mechanical neck disorders:a systematic review. *J Rehabil Med* **2006**; 38:145_ 152
114. **Kong LJZhan HS, Cheng Y, Yuan W, Chen B, Fang M.** Massage therapy for neck and shoulder pain:a systematic review and meta-analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* **2013**; 1:1-10
115. **Haigh R, Clarke AK.** Effectiveness of rehabilitation for spinal pain. *Clinical Rehabilitation* **1999**;13:63–81
116. **Gross A, Miller JSylva JD, Burnie SJ, Goldsmith C.** Manipulation or mobilisation for neck pain. *Manual Therapy* **2012**; 15:315-333
117. **Gross A, Miller JSylva JD, Burnie SJ, Goldsmith C.** A cochrane review of manipulation and mobilization for mechanical neck disorders. *SPINE* **2004**; 29:1541–1548
118. **Michaleff ZA, Lin WC, Maher CG, Tulder MW.** Spinal manipulation epidemiology: Systematic review of cost effectiveness studies. *Journal of Electromyography and Kinesiology* **2012**; 22:655–662
119. **Kroeling P, Gross A, Goldsmith CH, Houghton PE.** Electrotherapy for neck disorders. *The Cochrane Collaboration and published in The Cochrane Library* **2009**; 3:1-39
120. **Trinh K, Graham N, Gross A, Goldsmith CH, Wang E, Cameron ID, Kay TM.** Acupuncture for neck disorders. *The Cochrane Collaboration and published in The Cochrane Library* **2010**; 3:1-39
121. **Peloso PMJ, Gross A, Haines T, Trinh K, Goldsmith CH, Burnie SJ.** Medicinal and injection therapies for mechanical neck disorders. *The Cochrane Collaboration and published in The Cochrane Library* **2011**; 2:1-83
122. **Dyck JP, Norel JE.** Methylprednisolone may improve lumbosacral radiculoplexus neuropathy. *Can. J. Neurol. Sci.* **2001**; 28: 224-227
123. **Soares A, Andriolo RB, Atallah ÁN, Silva EMK, Silva EMK.** Botulinum toxin for myofascial pain syndromes in adults. *The Cochrane Collaboration and published in The Cochrane Library* **2012**; 8:1-39
124. **Falco FJE, Erhart S, Wargo BW, Bryce DA, Atluri S, Datta S, Hayek SM.** Systematic review of diagnostic utility and therapeutic effectiveness of cervical facet joint interventions. *Pain Physician* **2009**; 12:323-344
125. **Gangi A, Tsoumakidou G, Buy X, Cabral JF, Garnon J.** Percutaneous techniques for cervical pain of discal origin. *Seminars in Musculoskeletal Radiology* **2011**; 15:172-180
126. **Sim SE, Ko ES, Kim DK, Kim HK, Kim YC, Shin HY.** The results of cervical nucleoplasty in patients with cervical disc disorder: a retrospective clinical study of 22 patients. *Korean J Pain* **2011**; 24:36-43

127. **Diwan SA, Manchikanti L, Benyamin RM, Bryce DA, Geffert S, Hameed H, Sharma ML, Abdi S, Falco FJE.** Effectiveness of cervical epidural injections in the management of chronic neck and upper extremity pain. *Pain Physician* **2012**; 15:405-434
128. **Eckel TS, Bartynski WS.** Epidural Steroid Injections and Selective Nerve Root Blocks. *Vascular and Interventional Radiology* **2009**; 12:11-21
129. **Abdi S, Datta S, Trescot AM, Schultz DM, Adlaka R, Atluri SL, Smith HS, Manchikanti L.** Epidural steroids in the management of chronic spinal pain. *Pain Physician* **2007**; 10:185-212
130. **Komotar RJ, Mocco J, Kaiser MG.** Surgical management of cervical myelopathy: indications and techniques for laminectomy and fusion. *The Spine Journal* **2006**; 6:252-267
131. **Gebremariam L, Koes BW, Peul WC, Huisstede M.** Evaluation of treatment effectiveness for the herniated cervical disc. *SPINE* **2012**; 37:109-E118
132. **Tuner J, Hode L,** Some Basic Laser Physics. Tuner J, Hode L, *The New Laser Therapy Handbook*. Grangesberg: Prima Books co, **2010**: 1-47.
133. **Tuner J, Hode L,** The mechanisms. Tuner J, Hode L, *The New Laser Therapy Handbook*. Grangesberg: Prima Books co, **2010**: 527-565.
134. **AlGhamdi KM, Kumar A, Moussa NA.** Low-level laser therapy: a useful technique for enhancing the proliferation of various cultured cells. *Lasers Med Sci* **2012**; 27:237-249
135. **Huang YY, Sharma SK, Carroll J, Hamblin MR.** Biphasic dose response in low level light therapy an update. *Dose-Response* **2011**; 9:602-618
136. **Sharma SK, Kharkwal GB, Sajo M, Huang YY, Taboada LD, McCarthy T, Hamblin MR.** Dose response effects of 810nm laser light on mouse primary cortical neurons. *Lasers in Surgery and Medicine* **2011**; 43:851-859
137. **Buravlev EA, Zhidkova TV, Vladimirov YA, Osipov AN.** Effects of laser and led radiation on mitochondrial respiration in experimental endotoxic shock. *Lasers Med Sci* **2013**; 28:785-790
138. **Assis L, Moretti AS, Abraha TB, Souza HP, Hamblin MR, Parizotto NS.** Low-level laser therapy (808 nm) reduces inflammatory response and oxidative stress in rat tibialis anterior muscle after cryolesion. *Lasers in Surgery and Medicine* **2012**; 44:726-735
139. **Almeida Chaves Piva JA, Silva VS, Carvalho Abreu EM, Nicolau RA.** Effect of low-level laser therapy on the initial stages of tissue repair: basic principles. *An Bras Dermatol.* **2011**; 86:947-954
140. **Laraia EMS, Silva LS, Pereira DM, Reis FA, Albertini R, Almeida P, Leal Junior ECP, Tarso P, Carvalho C.** Effect of low-level laser therapy (660 nm) on acute inflammation induced by tenotomy of achilles tendon in Rats. *Photochemistry and Photobiology* **2012**; 88:1546-1550
141. **Usumez A, Cengiz B, Oztuzcu S, Demir T, Aras MH, Gutknecht N.** Effects of laser irradiation at different wavelengths (660, 810, 980, and 1,064 nm) on mucositis in an animal model of wound healing. *Lasers Med Sci* **2013**; 28:1-7

142. Luo L, Sun Z, Zhang L, Li X, Dong Y, Liu TC. Effects of low-level laser therapy on ROS homeostasis and expression of IGF-1 and TGF- β 1 in skeletal muscle during the repair process. *Lasers Med Sci* **2013**; 28:725–734
143. Marcos RL, Leal-Junior ECP, Arnold G, Magnenet V, Rahouadj R, Wang X, Demeurie F, Magdalou J, Carvalho MHC, Lopes-Martins IBR. Low-Level laser therapy in collagenase-induced achilles tendinitis in rats: analyses of biochemical and biomechanical aspects. *Journal of Orthopaedic Research* **2012**;1945-1951
144. Guerra F, Vieira CP, Almeida MS, Oliveira LP, Aro AA, Pimentel ER. LLLT improves tendon healing through increase of MMP activity and collagen synthesis. *Lasers Med Sci* **2012**;1236-1237
145. Oliveira RG, Ferreira AP, Côrtes AJ, Aarestrup BJV, Andrade LC, Aarestrup FM. Low-level laser reduces the production of TNF- α , IFN- γ , and IL-10 induced by OVA. *Lasers Med Sci* **2012**;1262-1265
146. Souza TOF, Mesquita DA, Ferrari RAM, Pinto Jr DS, Correa L, Bussadori SK, Fernandes KPS, Martins MD. Phototherapy with low-level laser affects the remodeling of types I and III collagen in skeletal muscle repair. *Lasers Med Sci* **2011**; 26:803–814
147. Fiório FB, Albertini R, Leal-Junior ECP, Carvalho PTC. Effect of low-level laser therapy on types I and III collagen and inflammatory cells in rats with induced third-degree burns. *Lasers Med Sci* **2013**;1341-1342
148. Rodrigues NC, Brunelli R, Araújo HSS, Parizotto NA, Renno ACM. Low-level laser therapy (LLLT) (660 nm) alters gene expression during muscle healing in rats. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* **2013**; 120:29–35
149. Yazdani SO, Golestaneh AF, Shafiee A, Hafizi M, Omrani HA, Soleimani M. Effects of low level laser therapy on proliferation and neurotrophic factor gene expression of human schwann cells in vitro. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* **2012**; 107:9–13
150. Shen CC, Yang YC, Liu BS. Effects of large-area irradiated laser phototherapy on peripheral nerve regeneration across a large gap in a biomaterial conduit. *Journal of Biomedical Materials Research* **2013**; 101:239-251
151. Alcantara CC, Benato DG, Salvini TF, Oliveira ALR, Anders JJ, Russo TL. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on acute neural recovery and inflammation-related gene expression after crush injury in rat sciatic nerve. *Lasers in Surgery and Medicine* **2013**; 45:246–252
152. Leden RE, Cooney SJ, Ferrara TM, Zhao Y, Dalgard CL, Anders JJ, Byrnes KR. 808 nm wavelength light induces a dose-dependent alteration in microglial polarization and resultant microglial induced neurite growth. *Lasers in Surgery and Medicine* **2013**; 45:253–263
153. Merli LAS, Medeiros VP, Toma L, Reginato RD, Katchburian E, Nader HB, Faloppa F. The low level laser therapy effect on the remodeling of bone extracellular matrix. *Photochemistry and Photobiology* **2012**;88:1293–1301
154. Huertas RM, Bertos EDL, Torrecillas JR, Leyva MF, Ruiz C, Martinez OG. Effect and clinical implications of the low-energy diode laser on bone cell proliferation. *Biological Research for Nursing* **2013**;1-6

155. **Tim CR, Pinto KNZ, Rossi BRO, Fernandes K, Matsumoto MA, Parizotto NA, Rennó ACM.** Low-level laser therapy enhances the expression of osteogenic factors during bone repair in rats. *Lasers Med Sci* **2013**;1302-1309
156. **Hagiwara S, Iwasaka H, Okuda K, Noguchi T.** GaAlAs (830 nm) low-level laser enhances peripheral endogenous opioid analgesia in rats. *Lasers in Surgery and Medicine* **2007**; 39:797–802
157. **Fulop AM, Dhimmer S, Deluca JR, Johanson DD, Lenz RV, Patel KB, Douris PC, Enwemeka CS.** A meta-analysis of the efficacy of laser phototherapy on pain relief. *Clin J Pain* **2010**; 26:729–736
158. **Erthal V, Silva MD, Filho FJC, Santos ARS, Nohama P.** ST36 laser acupuncture reduces pain-related behavior in rats: involvement of the opioidergic and serotonergic systems. *Lasers Med Sci* **2012**;1269-1267
159. **Tuner J, Hode L,** Medical indications. Tuner J, Hode L, *The New Laser Therapy Handbook*. Grangesberg: Prima Books co, **2010**: 149-383
160. **Biçer A.** Assesment of pain and disability in patients with crhronic neck pain: reability and construct valiality of the Turkish version of the neck pain and disability scale. *Disability and rehabilitation* **2004**; 26:959-962
161. **Küçükdeveci AA.** Rehabilitasyonda yaşam kalitesi. *Türk Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi* **2005**; 51:23-29
162. **Koçyiğit H, Aydemir Ö, Fişek G.** Form-36'nın Türkçe versiyonunun güvenilirliği ve geçerliliği. *İlaç ve Tedavi Dergisi* **1999**; 12:102-106
163. **Konstantinovic LM, Cutovic MR, Milovanovic AN, Jovic SJ, Dragin AS, Letic MD, Miler WM.** Low-level laser therapy for acute neck pain with radiculopathy: a double-blind placebo-controlled randomized study. *Pain Medicine* **2010**; 11: 1169–1178
164. **Saleh AK, Maganti H, Ghert M, Singh S, Farrokhyar F.** Is low-level laser therapy in relieving neck pain effective? Systematic review and meta-analysis. *Rheumatol Int* **2013**
165. **Chow RT, Heller GZ, Barnsley L.** The effect of 300 mW, 830 nm laser on chronic neck pain: A double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Pain* **2006**; 124:201–210
166. **Todd KH, Funk KG, Funk JP, Bonacci R.** Clinical significance of reported changes in pain severity. *Annals of Emergency Medicine* **1996**; 27:485-489
167. **Fejer R, Jordan A, Hartvigsen J.** Categorising the severity of neck pain: Establishment of cut-points for use in clinical and epidemiological research. *Pain* **2005**; 119:176–182
168. **Ali Gur A, Sarac AJ, Cevik R, Altindag Ö, Sarac S.** Efficacy of 904 nm gallium arsenide low level laser therapy in the management of chronic myofascial pain in the neck: a double-blind and randomize-controlled trial. *Lasers in Surgery and Medicine* **2004**; 35:229–235

169. **Dundar U, Evcik D, Samli F, Pusak H, Kavuncu V.** The effect of gallium arsenide aluminum laser therapy in the management of cervical myofascial pain syndrome: a double blind, placebo-controlled study. *Clin Rheumatol* **2007**; 26:930–934
170. **Altan L, Bingo U, Aykac M, Yurtkuran M.** Investigation of the effect of GaAs laser therapy on cervical myofascial pain syndrome. *Rheumatol Int* **2005**; 25: 23–27
171. **Hakguder A, Birtane M, Gurcan S, Kokino S, Turan FN.** Efficacy of low level laser therapy in myofascial pain syndrome: an algometric and thermographic evaluation. *Lasers in Surgery and Medicine* **2003**; 33:339–343
172. **Lindie Saayman L, Hay C, Abrahamse H.** Chiropractic manipulative therapy and low-level laser therapy in the management of cervical facet dysfunction: a randomized controlled study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* **2011**; 324:153-163
173. **Chow RT, Johnson MI, Martins RL, Bjordal JM.** Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active treatment controlled trials. *Lancet* **2009**; 374: 1897–908

EKLER

Ek 1: Hastaların Bilgilendirilmiş Olur Formu

BOYUN FITİĞİNA BAĞLI AKUT BOYUN AĞRISINDA DÜŞÜK DOZ LAZER TEDAVİSİ UYGULANACAK HASTALARIN GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Boyunda 7 adet omur cismi bulunur. Her omurga arasında yastıkçık dediğimiz kıkırdaklar mevcuttur. Bu kıkırdak yapının yırtılarak, omurga içinde seyreden omurilik veya kola dağılan sinirlere baskı yapması sonucu oluşan hastalığa “boyun fıtığı” denir. Hastada şiddetli bir boyun ağrısıyla birlikte kola yayılan ağrı, uyuşma mevcuttur. Zamanla yırtılan kıkırdak sinirlere baskı yaparsa kolda kuvvetsizlik, eğer omuriliğin kendisine de bası yaparsa tüm vücutta hareket kusurları ortaya çıkabilir. Tedavisinde istirahat, ağrı kesici ve kas gevşetici ilaçlar, egzersiz, boyunluk, masaj, hidroterapi, ultrason, elektrikli ağrı kesici akımlar, traksiyon, enjeksiyon, akapunktur, manipulasyon (elle yapılan tedavi), ameliyat gibi değişik yöntemler kullanılır.

Boyun fıtığı tedavisinde alternatif bir yöntem olan lazer tedavisi cilt ve altındaki dokulara ulaşarak vücudun doğal iyileştirme sürecini uyaran özel bir ışın tedavisidir. Sonuçta daha hızlı iyileşme, ağrıda şişme ve enflamasyonda azalma sağlar. Lazer aleti direkt cilt üzerine pozisyonlanarak nazik bir basınçla uygulanır. Genelde tedavi anında herhangi bir rahatsızlık ve hissetme yoktur. Değişik alanlara uygulama yapılabilir.

Prof. Dr. Tunay Sarpel ve Dr. Hazan Şahan Buko’nun sorumluluğunda yürütülen bu çalışmada düşük doz lazer tedavisinin boyun fıtığına bağlı akut boyun ağrısı tedavisindeki etkinliği araştırılacaktır. Fizik muayene ve boyun MR’ı ile boyun fıtığı tanısı konulmuş gönüllülere haftada 5 gün toplam 15 seans şeklinde düşük doz lazer tedavisi uygulanacaktır. Gönüllüler tedavi öncesi ve tedavi bitiminde fizik muayene ve anketlerle değerlendirilecektir.

Yukarıda çalışmayla ilgili bilgileri okudum, anladım. Çalışmanın nasıl yapılacağı konusunda bana sözlü ve yazılı açıklamalar yapıldı. Bu çalışmadan kendi isteğim üzerine ayrılabilceğimi veya çalışma ekibince çalışma dışı bırakılabileceğimi biliyorum. Bu klinik çalışmaya katılmayı kabul ediyorum.

Hastanın Adı-Soyadı:

İmza:

Tarih:

Araştırmacının Adı-Soyadı:

İmza:

Tanık Adı-Soyadı:

İmza:

Ek 2: Servikal Disk Hernisine Bağlı Akut Boyun Ağrısında DDLT Hasta Değerlendirme Formu

Adı-Soyadı:
Yaşı:
Cinsiyeti:
Doğum Yeri:
Geldiği Yer:

Dosya Numarası:
Mesleği:
Eğitimi:
Telefonu:
Adresi:

Özgeçmişi:

Diabetes Mellitus :
Nörolojik Hastalık :
Malignensi :
Romatolojik Hastalık :
Endokrin Hastalık :
Travma :
Servikal Operasyon :
Önceki Tedaviler :
Semptomlar: :
Boyun ağrısı :
Kol ağrısı :
Baş ağrısı :
Gece ağrısı :
Uyuşma :
His kaybı :
Güçsüzlük :
Baş dönmesi :
Ağrı başlangıcı (gün) :
Arttıran faktörler :
Azaltan faktörler :

Servikal muayene:

Postür :
Servikal eklem hareket açıklığı :
Fleksiyon :
Ekstansiyon :
Rotasyon :
Lateral fleksiyon :

Motor Muayene :
Deltoid (C5) :
El bilek ekstansiyonu (C6) :
Triceps (C7) :
Parmak fleksörleri (C8) :
İnterossealler (T1) :

Duyu muayenesi :
Kol laterali (C5) :
Baş parmak (C6) :
Orta parmak (C7) :
Küçük parmak (C8) :
Kol mediali (T1) :

Refleksler :
Biceps (C5) :
Brakioradial (C6) :
Triceps (C7) :
Hoffman :
Babinski :

Provakatif Testler :
Spurling :
Kompresyon testi :
Distraksiyon testi :

Servikal MRI Bulguları :
Tarih :
Disk protrüzyonu :
Disk ekstrüzyonu :
Kök seviyesi :

VAS(Visual Analog Scale):

VAS kol:

VAS boyun:

VAS gece:

SF-36 (SHORT FORM 36):

NPDS (NECK PAIN and DISABILITY SCALE):

TEDAVİ SONRASI (3. HAFTA) DEĞERLENDİRME:

VAS (Visual Analog Scale)

VAS kol:

VAS boyun:

VAS gece:

SF-36 (SHORT FORM 36):

NPDS (NECK PAIN and DISABILITY SCALE):

Ek 3: Boyun Ağrı ve Disabilite Skoru

Adı, Soyadı:

Tarih:

Aşağıda ağrınızın sizin yaşamınızı ne kadar etkilediğini ölçmek için hazırlanmış çizelgelere, size uygun olan aralığı işaretleyiniz.

1. Bugün ağrınız ne kadar kötü?

PUAN

0					5

AĞRI YOK

EN ŞİDDETLİ AĞRI

2. Ağrınız genel olarak ne kadar kötü?

0					5

AĞRI YOK

EN ŞİDDETLİ AĞRI

3. Ağrınızın en kötü hali ne şiddette?

0					5

AĞRI YOK

DAYANILMAZ

4. Ağrınız uykunuza engel oluyor mu?

0					5

HİÇ OLMUYOR

UYUYAMIYORUM

5. Ağrınız ayakta dururken ne kadar kötü?

0					5

AĞRI YOK

EN ŞİDDETLİ AĞRI

6. Ağrınız yürürken ne kadar kötü?

0					5

AĞRI YOK

EN ŞİDDETLİ AĞRI

7. Ağrınız sizi araba sürerken rahatsız ediyor mu?

0					5

HİÇ ETMİYOR

SÜREMİYORUM

8. Ağrınız sosyal faaliyetlerinize engel oluyor mu?

0 5

--	--	--	--	--

HİÇ OLMUYOR

HER ZAMAN

9. Ağrınız eğlence (hobi), spor türünden faaliyetlerinize engel oluyor mu?

0 5

--	--	--	--	--

HİÇ OLMUYOR

HER ZAMAN

10. Ağrınız mesleki yaşantınızı etkiliyor mu?

0 5

--	--	--	--	--

HİÇ ETKİLEMİYOR

ÇALIŞAMIYORUM

11. Ağrınız kişisel bakım faaliyetlerinize (yemek yeme, giyinme banyo) engel oluyor mu?

0 5

--	--	--	--	--

HİÇ OLMUYOR

HER ZAMAN

12. Ağrınız kişisel ilişkilerinizi (aile içi, arkadaş, cinsel vb.) etkiliyor mu?

0 5

--	--	--	--	--

HİÇ ETKİLEMİYOR

HER ZAMAN

13. Ağrınız gelecek ve genel hayata bakışınızı (depresyon, ümitsizlik) ne oranda değiştirdi?

0 5

--	--	--	--	--

HİÇ DEĞİŞMEDİ

TAMAMEN DEĞİŞTİ

14. Ağrınız duygu ve heyecanlarınızı etkiliyor mu?

0 5

--	--	--	--	--

HİÇ ETKİLEMİYOR

TAMAMEN ETKİLİYOR

15. Ağrınız düşünce ve konsantrasyonunuzu etkiliyor mu?

0 5

--	--	--	--	--

HİÇ ETKİLEMİYOR

TAMAMEN ETKİLİYOR

16. Boynunuzda sertlik ne oranda?

0 5

--	--	--	--	--

SERTLİK YOK

BOYNUMU OYNATAMIYORUM

17. Boynunuzu çevirirken ne kadar zorlanıyorsunuz?

0 5

--	--	--	--	--

SORUN YOK

BOYNUMU OYNATAMIYORUM

18. Yukarı ve aşağı bakarken ne kadar zorlanıyorsunuz?

0 5

--	--	--	--	--

SORUN YOK

AŞAĞI VE YUKARI OYNATAMIYORUM

19. Baş seviyesinin üzerindeki işleri yapmakta ne kadar zorlanıyorsunuz?

0 5

--	--	--	--	--

SORUN YOK

BU TÜR İŞLERİ YAPAMIYORUM

20. Ağrı kesiciler size ne kadar yardımcı oluyor?

0 5

--	--	--	--	--

AĞRIM TAMAMEN KESİLİYOR

HİÇ KESİLMİYOR

Ek 4: SF-36 (Short Form-36)

Adınız Soyadınız:

Tarih:

Aşağıdaki sorular sizin kendi sağlığınız hakkındaki görüşünüzü, kendinizi nasıl hissettiğinizi ve günlük aktivitelerinizi ne kadar yerine getirebildiğinizi öğrenmek amacıyla. Her hangi bir sorunun yanıtı hakkında emin değilseniz bile size en uygun yanıtı verin.

1.Genel olarak sağlığınız için aşağıdakilerden hangisini söyleyebilirsiniz?

- Mükemmel ☐
Çok iyi ☐
İyi ☐
Orta ☐
Kötü ☐

2.Bir yıl öncesi ile karşılaştırdığınızda, şimdi genel sağlık durumunuzu nasıl değerlendirirsiniz?

- Bir yıl öncesine göre çok daha iyi ☐
Bir yıl öncesine göre biraz daha iyi ☐
Bir yıl öncesi ile hemen hemen aynı ☐
Bir yıl öncesinden biraz daha kötü ☐
Bir yıl öncesinden çok daha kötü ☐

3.Aşağıdaki maddeler gün boyunca yaptığınız etkinliklerle ilgilidir. Sağlığınız şimdi bu etkinlikleri kısıtlıyor mu? Eğer kısıtlıyorsa, ne kadar?

	Evet, Oldukça kısıtlıyor	Evet, Biraz Kısıtlıyor	Hayır, hiç kısıtlamıyor
a)Koşmak, ağır kaldırmak, ağır sporlara katılmak gibi ağır etkinlikler	☐	☐	☐
b)Bir masayı çekmek, elektrik süpürmesini itmek ve ağır olmayan sporları yapmak gibi orta dereceli etkinlikler	☐	☐	☐
c)Günlük alışverişte alınanları kaldırma veya taşıma	☐	☐	☐
d)Merdivenle çok sayıda kat çıkma	☐	☐	☐
e)Merdivenle bir kat çıkma	☐	☐	☐
f)Öne eğime, çömelme veya diz çökme	☐	☐	☐
g)Bir iki kilometre yürüme	☐	☐	☐
h)Birkaç sokak öteye yürüme	☐	☐	☐
i)Bir sokak öteye yürüme	☐	☐	☐
j)Kendi kendine banyo yapma ve giyinme	☐	☐	☐

4. Son 4 hafta boyunca bedensel sağlığınızın sonucu olarak, işiniz veya diğer günlük etkinliklerinizde, aşağıdaki sorunlardan biriyle karşılaştınız mı?

- | | Evet | Hayır |
|--|--------------------------|--------------------------|
| a) İş veya diğer etkinlikler için harcadığınız zamanı azalttınız mı? | ☐ | ☐ |
| b) Hedeflediğinizden daha azını mı başardınız? | ☐ | ☐ |
| c) İş veya diğer etkinliklerinizde kısıtlama oldu mu? | ☐ | ☐ |
| d) İş veya diğer etkinlikleri yaparken güçlük çektiniz mi?
(örneğin daha fazla çaba gerektirmesi) | ☐ | ☐ |

5. Son 4 hafta boyunca, duygusal sorunlarınız (örneğin çökkünlük veya kaygı) sonucu olarak işiniz veya diğer günlük etkinliklerinizle ilgili aşağıdaki sorunlarla karşılaştınız mı?

- | | Evet | Hayır |
|--|--------------------------|--------------------------|
| a) İş veya diğer etkinlikler için harcadığınız zamanı azalttınız mı? | ☐ | ☐ |
| b) Hedeflediğinizden daha azını mı başardınız? | ☐ | ☐ |
| c) İşinizi veya diğer etkinliklerinizi her zamanki gibi dikkatli yapamıyor muydunuz? | ☐ | ☐ |

6.Son 4 hafta boyunca bedensel sağlığınız veya duygusal sorunlarınız, aileniz, arkadaş veya komşularınızla olan olağan sosyal etkinliklerinizi ne kadar etkiledi?

- Hiç etkilemedi ☐
- Biraz etkiledi ☐
- Orta derecede etkiledi ☐
- Oldukça etkiledi ☐
- Aşırı etkiledi ☐

7.Son 4 hafta boyunca ne kadar ağrınız oldu?

- Hiç ☐
- Çok hafif ☐
- Hafif ☐
- Orta ☐
- Şiddetli ☐
- Çok şiddetli ☐

8.Son 4 hafta boyunca ağrınız, normal işinizi (hem ev işlerinizi hem de ev dışı işinizi düşününüz) ne kadar etkiledi?

- Hiç etkilemedi ☐
- Biraz etkiledi ☐
- Orta derecede etkiledi ☐
- Oldukça etkiledi ☐
- Aşırı etkiledi ☐

9. Aşağıdaki sorular sizin son 4 hafta boyunca neler hissettiğinizle ilgilidir. Her soru için sizin duygularınızı en iyi karşılayan yanıtı, son 4 haftadaki sıklığını göz önüne alarak, seçiniz.

	Her zaman	Çoğu zaman	Oldukça	Bazen	Nadiren	Hiçbir zaman
a)Kendinizi yaşam dolu hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
b)Çok sinirli bir insan oldunuz mu?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
c)Sizi hiçbir şeyin neşelendirmeyeceği kadar kendinizi üzgün hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
d)Kendinizi sakin ve uyumlu hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
e)Kendinizi enerjik hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
f)Kendinizi kederli ve hüzünlü hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
g)Kendinizi tükenmiş hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
h)Kendinizi mutlu hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐
i)Kendinizi yorgun hissettiniz mi?	☐	☐	☐	☐	☐	☐

10. Son 4 hafta boyunca bedensel sağlığınız veya duygusal sorunlarınız sosyal etkinliklerinizi (arkadaş veya akrabalarınızı ziyaret etmek gibi) ne sıklıkta etkiledi?

- Her zaman ☐
Çoğu zaman ☐
Bazen ☐
Nadiren ☐
Hiçbir zaman ☐

11.Aşağıdaki cümlelerin sizin için ne kadar doğru veya yanlış olduğunu belirtiniz.

Her bir soruya tek bir yanıt veriniz.

	Kesinlikle doğru	Çoğunlukla doğru	Emin değilim	Çoğunlukla yanlış	Kesinlikle yanlış
a)Diğer insanlardan biraz daha kolay hastalanıyor gibiyim	☐	☐	☐	☐	☐
b)Tanıdığım diğer insanlar kadar sağlıklıyım	☐	☐	☐	☐	☐
c)Sağlığımın kötüye gideceğini düşünüyorum	☐	☐	☐	☐	☐
d) Sağlığım mükemmel	☐	☐	☐	☐	☐

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hazan ŞAHAN BUKO
Doğum Tarih ve Yeri : 10.06.1982 Mersin
Medeni Durumu : Evli
Adres : Namık Kemal Mah. Menekşe Evleri 65020 Sok.
B Blok Kat:5 No:9 Seyhan/ADANA
Telefon : 0505 602 07 65
Faks : -
E. posta : hazanbuko82@hotmail.com
Mezun Olduğu Tıp Fakültesi : Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi
Varsa Mezuniyet Derecesi : -
Görev Yerleri : Kars Sarıkamış Çatak Sağlık Ocağı
Dernek Üyelikleri : FTR Derneği ve TRASD
Alınan Burslar : -
Yabancı Dil(ler) : İngilizce
Diğer Hususlar : -