



T.C. BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**LOMBER DEJENERATİF SPİNAL STENOZ NEDENİYLE
CERRAHİ İŞLEM YAPILAN HASTALARDA ERKEN VE
GEÇ DÖNEM SAGİTTAL BALANSIN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. Çağlar ÖZDEMİR

2025
BOLU



T.C. BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

**LOMBER DEJENERATİF SPİNAL STENOZ NEDENİYLE
CERRAHİ İŞLEM YAPILAN HASTALARDA ERKEN VE GEÇ
DÖNEM SAGİTTAL BALANSIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

DR. Çağlar ÖZDEMİR

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Cengiz IŞIK

2025
BOLU

KABUL VE ONAY SAYFASI

Çağlar ÖZDEMİR tarafından hazırlanan “ **LOMBER DEJENERATİF SPİNAL STENOZ NEDENİYLE CERRAHİ İŞLEM YAPILAN HASTALARDA ERKEN VE GEÇ DÖNEM SAGİTTAL BALANSIN DEĞERLENDİRİLMESİ** ” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı’nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.
1/03/2025

Jüri Üyeleri

Danışman

Pof. .Dr. Cengiz IŞIK

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

İmza

.....

Üye

Prof. Dr. Cengiz IŞIK

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye

Prof. Dr. Hüsamettin ÇAKICI

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 2022/297 sayısı ile etik izin alınmıştır

ÇAĞLAR ÖZDEMİR

TEŞEKKÜR

Asistanlığım süresince ve bu çalışmanın yürütülmesi sırasında bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, desteğini esirgemeyen, her yönü ile örnek aldığım sevgili ve saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Cengiz IŞIK 'a

Eğitimime bulundukları katkıdan dolayı anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Hüsamettin ÇAKICI'ya, Doç. Dr. Tacettin AYANOĞLU'na ve Doç. Dr. Yasin Emre KAYA'ya

Beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum klinik arkadaşlarım Dr. Ömer Faruk YILMAZ, Dr. Emre ARIKAN, Dr. Mahmut KURTBOĞAN, Dr. İlhan ÇELİK, Dr. Mahmut Timur TURHAN, Dr. Hüseyin Anıl ÜNAL, Dr. Cemal ALKAN, Dr. Mithat Can DULKADİROĞLU ve Dr. Bilal KARTAL'a

Hiçbir fedakarlıktan kaçınmadan bugüne gelmemi sağladıkları ve hep yanımda oldukları için merhum babam Yaşar ÖZDEMİR, kıymetli annem Kadriye ÖZDEMİR'e

Her zaman yanımda olan, kendimi güçlü hissettiren, en büyük destekçim, hayat arkadaşım Yasemin ÖZDEMİR'e en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Dr. Çağlar ÖZDEMİR

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Yürümenin Tanımı ve Genel Özellikleri.....	2
2.2. Yürümenin Sinir Sisteminde Organizasyonu	7
2.3. Lomber Bölgenin Fonksiyonel Anatomisi	8
2.3.1. Lomber vertebra	8
2.3.2. İntervertebral visk	9
2.3.3. Faset eklemler	10
2.3.4. Lomber omurganın ligamanları.....	10
2.3.5. Lomber bölgenin kasları.....	11
2.3.6. Lomber vertebral kolonun kanlanması.....	13
2.3.7. Lomber bölgenin innervasyonu.....	13
2.3.8. Spinal kanal anatomisi	14
2.3.9. Fonksiyonel birim	15
2.4. Lomber Spinal Stenoz	15
2.4.1. Tarihçe, isimlendirme ve tanım.....	16
2.4.2. Epidemiyoloji	16
2.4.3. Etiyoloji ve sınıflandırma.....	17
2.4.4. Klinik bulgular	20
2.4.5. Doğal seyir	22
2.4.6. Patofizyoloji	23
2.4.7. Fizik muayene	23
2.4.8. Tanı.....	26

2.4.9. Ayırıcı tanı.....	27
2.4.10. Radyoloji	28
2.4.11. Elektromiyografi	31
2.4.12. Tedavi yaklaşımları	32
2.4.13. Lomber spinal stenozda cerrahi tedaviler.....	36
2.4.14. Lomber spinal stenozla ilişkili besinler.....	38
2.5. Omurganın Sagital Balansı.....	44
2.5.1. Lomber omurgada sagital denge ve spinopelvik parametreler.....	50
2.5.2. Pelvik parametrelerin analizi.....	51
2.5.3. Spinal parametrelerin analizi.....	53
2.5.4. Pelvik ve spinal parametreler arasındaki ilişki.....	56
2.5.5. Sagital dengenin yaşa bağlı varyasyonları	58
2.5.6. Sagital dengesizlikte kompensatuar mekanizmalar.....	59
3. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	62
4. GEREÇ VE YÖNTEM	67
4.1. Araştırmanın Modeli	67
4.2. Evren ve Örneklemi	67
4.3. Veri Toplama Süreci	68
4.4. Veri Analizi	69
5. BULGULAR	70
6. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	76
KAYNAKLAR.....	81

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Yürüme döngüsü evrelerinde alt ekstremite eklemlerinin yapmış olduğu hareketler .	6
Tablo 2. Normallik analizi	69
Tablo 3. Hastaların demografik ve klinik bilgilerine ait veriler (n=46).....	70
Tablo 4. Hastaların klinik verilerine ilişkin istatistiksel veriler	70
Tablo 5. Cinsiyete göre klinik bulguların karşılaştırılması	71
Tablo 6. Cinsiyete göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin karşılaştırılması	72
Tablo 7. Yaşa göre klinik bulguların karşılaştırılması	73
Tablo 8. Yaşa göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin karşılaştırılması	74



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Yürüme döngüsünün basma ve salınım fazı evreleri (Sarıca, 2014, s.9).....	4
Şekil 2. Lomber vertebranın üstten ve yandan görünüşü (Drake ve Mitchell, 2007, s.18).....	9
Şekil 3. İntervertebral disk görünümü.....	10
Şekil 4. Yüzeyel ve derin paraspinal kaslar (Özcan, 2013)	13
Şekil 5. LS direkt grafi kesiti	24
Şekil 6. A-Sagittal kesit, B-L2 vertebra pedikül hizasında aksiyel kesit	25
Şekil 7. T-2 A-Sagittal kesit, B-L3-4 intervertebral disk mesafesinde aksiyel kesit	25
Şekil 8. LSS hastada lomber bölgenin sırasıyla ön-arka ve yan grafi görünümü	28
Şekil 9. LSS’li hastanın aksiyel ve üç boyutlu rekonstrüksiyonu yapılmış lomber vertebra BT görüntüsü.....	29
Şekil 10. LSS’li bir hastanın sırasıyla sagittal ve aksiyel Manyetik Rezonans görüntüsü.....	30
Şekil 11. Torakal kifoz, lomber lordozun uyum içinde olduğu sagittal denge hali (Jackson, 1998, s.1750).....	45
Şekil 12. Torakal kifoz ve lomber lordoz açıları (Le Huec, 2011, s.558).....	46
Şekil 13. Pelvik insidans, sakral eğim ve pelvik eğim açıları (Legaye ve ark., 1998, s.99)	46
Şekil 14. Spinopelvik parametreler	47
Şekil 15. Pelvik insidans, Sakral eğim ve Pelvik eğim (Lamartina ve ark., 2012, s.28).....	48
Şekil 16. Pelvik insidanstaki artış pelvik tilt artışı ve sakral slop azalması	49
Şekil 17. Roussouly sınıflaması	50
Şekil 18. Pelvik parametrelerin şematik görünümü (Le Huec ve ark., 2019, s.1889)	52
Şekil 19. Pelvisin retroversiyonu sırasında pelvik tilt (Le Huec, ve ark., 2019, s.1889)	52
Şekil 20. Spino kraniyal açının düz grafide ölçümünün görüntüsü (Le Huec, 2019)	54
Şekil 21. C0-C2, C1-C2, C2-C7, C7 slope açılarının görünümü (Le Huec, 2019).....	55
Şekil 22. Roussouly’nin tanımladığı 4 omurga tipi (Le Huec ve ark., 2009)	57
Şekil 23. Omurganın kompensatuar mekanizmaları (Le Huec ve ark., 2019)	61
Şekil 24. Sagittal planda kifoz açısı ölçüm yöntemi	68

KISALTMALAR

AF	Anulus Fibrosus
ALL	Anterior Longitudinal Ligaman
BT	Bilgisayarlı Tomografi
EMG	Elektromiyografi
LL	Lomber Lordoz
LS	Lomber Spondiloz
LSS	Lomber Spinal Stenoz
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
NASS	Kuzey Amerika Omurga Cemiyeti
Npp	Nukleus Pulposus
NSAİİ	Nonsteroid Anti-İnflamatuvar İlaçlar
Pİ	Pelvik İnsidens
PLL	Posterior Longitudinal Ligaman
PT	Pelvik Tilt
SCA	Spino Kraniyal Açı
SS	Sakral Slop
SSS	Santral Sinir Sistemi

ÖZET

Lomber dejeneratif spinal stenoz, yaşlanma ile ilişkili ortaya çıkan ve özellikle yaşlı bireylerde görülen bir durum olup lomber spinal cerrahi müdahalelerinin öncelikli sebebi olarak görülmektedir. Bu patoloji, hastaların yaşam kalitesini belirgin bir şekilde düşürmekte ve nörojenik intermitan kladikasyon, radiküler ağrılar, bel, bacak, uyluk ve ayaklarda duyu kaybına neden olmaktadır. Cerrahi yöntemler zamanla gelişmekte olup minimal invazif yöntemler ön plana çıkmakta ve sınırlı fasetektomi uygulaması ile kemik stabilitesinin korunması diğer cerrahi tekniklerin üzerinde ciddi bir etki yaratmaktadır. Ayrıca spinal hizalanmanın optimal düzenlenmesi ve enerji tüketiminin en aza indirgenmesi, Debousset tarafından önerilen ekonomi konisi kavramı ile desteklenmekte ve sagittal balansın bozulması, yürüme ve dik duruş esnasında enerji tüketimini artırmakta, dolayısıyla ağrı, yorgunluk ve sakatlıklara yol açmaktadır. Buradan hareketle bu çalışmada lomber dejeneratif spinal stenoz nedeniyle cerrahi işlem yapılan hastalarda erken ve geç dönem sagittal balansın değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lomber Spinal Stenoz, Sagittal Dengesi, Minimal İnvazif Cerrahi

ABSTRACT

Lumbar degenerative spinal stenosis is a condition that occurs with aging and is seen especially in elderly individuals and is the primary reason for lumbar spinal surgical interventions. This pathology significantly reduces the quality of life of patients and causes neurogenic intermittent claudication, radicular pain, loss of sensation in the waist, legs, thighs and feet. Surgical methods are developing over time and minimally invasive methods are coming to the forefront and preserving bone stability with limited facetectomy application has a serious effect on other surgical techniques. In addition, optimal regulation of spinal alignment and minimization of energy consumption are supported by the concept of the economy cone proposed by Debousset and the disruption of sagittal balance increases energy consumption during walking and upright posture, thus leading to pain, fatigue and disability. Ziel dieser Studie war es daher, das frühe und späte sagittale Gleichgewicht bei Patienten zu untersuchen, die sich einem chirurgischen Eingriff zur Behandlung einer degenerativen lumbalen Spinalkanalstenose unterzogen.

Keywords: Lumbar Spinal Stenosis, Sagittal Balance, Minimally Invasive Surgery

1. GİRİŞ

Lomber dejeneratif spinal stenoz, yaşlı bireylerde lomber spinal cerrahi müdahalelerinin öncelikli sebebi olarak ele alınmakta; bu patoloji, hastaların yaşam kalitesini belirgin bir şekilde düşürmekte, nörojenik intermitan kladikasyon, radiküler ağrılar ve bel, bacak, uyluk ve ayaklarda duyu kaybına neden olmaktadır. Dejeneratif lomber spinal stenoz için uygulanan cerrahi yöntemler zaman içinde gelişim göstermiştir. Modern cerrahi pratikler arasında minimal invazif yöntemler ön plana çıkmakta; sınırlı fasetektomi uygulaması ile kemik stabilitesinin korunması diğer cerrahi tekniklerin üzerinde ciddi bir etki yaratmaktadır. Hastalığın ilerlemesi, osteoporoz ve diğer sağlık sorunlarının varlığı tedavi sürecini güçleştirmekte ve tedavi seçeneklerini kısıtlamaktadır. Lomber bölgedeki dekompresyon yöntemleri literatürde farklılık göstermektedir ve bu işlemler tam veya kısmi dekompresyon, parsiyel laminektomi ile kanal genişletilmesi, genişletilmiş lomber laminoplasti, unilateral yaklaşımla bilateral laminotomi veya parsiyel pedikülektomi şeklinde yapılabilmektedir.

Spinal hizalanmanın ideal konumu, birey ayakta iken minimum kas enerji harcaması ile desteklenmektedir. Bu durum vertebral kolonun fizyolojik eğimleri, pelvis morfolojisi ve aksiyel ile apendiküler iskelet kasları arasındaki karmaşık ilişkiler tarafından sağlanmaktadır. Debousset tarafından öne sürülen ekonomi konisi kavramı, spino pelvik dengenin düzgün bir postür sağlamak, yürüme ve dik duruş esnasında enerji tüketimini en aza indirmek açısından büyük önem taşımaktadır. Pozitif sagittal balansın artması, vücudun ekonomi konisinin periferine doğru yerleşmesine neden olmaktadır ve bu durum kas enerji harcamasını artırmakta, bunun sonucunda da ağrı, yorgunluk ve sakatlıklara yol açmaktadır. Vücut, koninin dışına çıktığında, dengeyi sağlamak için koltuk değneği, baston veya yürüteç gibi destek araçlarının kullanılması zorunlu hale gelmektedir (Schwab ve ark., 2010, s.2224).

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yürümenin Tanımı ve Genel Özellikleri

Yürüyüş, günlük yaşamda en sık gerçekleşen temel bir motor hareketidir. Vücudun belirli bir hız ve doğrultuda ilerlemesiyle tanımlanmaktadır ve bu hareketin başarılması için sinir sistemi ile kas-iskelet sisteminin uyum içinde çalışması gerekmektedir (Strongman ve Morrison, 2020, s.69). İnsanın yürüme işlevi birkaç önemli özelliğe sahip olmak zorundadır. İlk olarak, vücut stabilitesi şarttır. Bu stabilite, postüral kontrol mekanizmaları ve kas-iskelet sistemi tarafından sağlanmaktadır. Yürüme esnasında hem stabilite hem de ardışık kas hareketlerinin sürekliliği muhafaza edilmelidir. Ayrıca yürüme çevresel uyuma da sahiptir çünkü çevresel koşullar değişkenlik gösterdiğinden bu değişikliklerin algılanması ve buna göre adaptasyon sağlanması gerekmektedir. Bu algılama, görme ve işitsel uyarımlarla desteklenmektedir. Yine yerçekimi karşısında kas tonusu sağlanması başarılı bir yürüme için elzemdir. Çünkü sağlanan bu tonus, yürümenin en önemli özelliklerinden biri olan dengenin korunmasına katkıda bulunmaktadır. Kaslar bu tonusu sağlayarak yalnızca yürüme için gerekli mekanik gücü üretmekle kalmaz, aynı zamanda vücut dengesini de desteklemektedir. Bu özellikler göz önüne alındığında yürüme sıradan bir faaliyet değildir ve bireyden bireye farklılık gösteren özgül özelliklere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Memeliler içinde insan doğumdan sonra yürümeye başlayan en geç türdür. Bu durum, yürümenin yalnızca doğuştan gelen bir yetenek olmadığını, aynı zamanda çevresel faktörler ve deneyimlerle şekillenen bir yetenek olduğunu göstermektedir. Bu, her insanın yürüme özelliklerinin kişisel veriler içeren bir veri tabanı oluşturduğunu desteklemektedir. Lokomasyon, ritmik adımlama hareketlerinin başlatılması ve sürdürülmesi yeteneğidir ve yürüme, gövdenin minimum enerji ile ileriye doğru hareket ettirilmesini içermektedir (Şeker ve ark., 2014, s.24).

Yürüme işlevine katkıda bulunan anatomik yapılar iki temel gruba ayrılmaktadır. Alt ekstremiteler, yürüme sırasında mekanik kuvvet sağlayan aktif katılımcılar olarak ön plandadır, diğer yandan vücut ağırlığının yaklaşık %70'ini oluşturan baş, boyun, gövde ve üst ekstremiteler aktif olmayan katılımcılar olarak tanımlanmaktadır. Bu gruptaki yapılar yürümenin temel unsurları olan denge ve postürün korunmasında kritik bir role sahiptir. Örneğin yürüme esnasında pelvisin dönüşü, vücudun karşı tarafındaki gövde ve omuzların ters dönüşü ile dengelenmektedir. Kolların salınımı da dengeye katkı sağlamakta gibi görünse de bu durum bilimsel olarak desteklenmemektedir. Alt ekstremiteler yürüme işlevini yerine getiren esas motor yapılar olarak işlev görmektedir. Bu iki sistem arasında yer alan pelvis hem anatomik olarak sınırları belirlerken hem de alt ekstremitelerin motor gücüne katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle pelvis, yürüme ve genel insan lokomosyonunda önemli bir işlev üstlenmektedir. İnsan hareket halindeyken veya sabit durumdayken tepeden bakıldığında başın pelvis sınırları içinde kalması gerekmektedir. Bu, pelvisin başın pozisyonunu belirleyen anatomik bir sınır olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır. Yürümenin motor kısmını oluşturan alt ekstremiteler, 11 eklem ve 57 kasın katılımı ile bu eylemi gerçekleştirmektedir (Sarica, 2014, s.5).

Yürüme Döngüsü

Ritmik bir şekilde ilerleyen yürüme her ritmik eylem gibi bir döngü içermektedir. Yürüyüş sırasında bir ayağın topuğunun ilk temasından aynı ayağın topuğunun ikinci temasına kadar geçen süre yürüme döngüsü olarak adlandırılmaktadır. Bu süreçte bir tarafın alt ekstremitesi önce yere temas etmektedir ve bu dönem basma fazı olarak bilinmektedir. Ardından diğer ayak yerle temas ederken bir ayak havada kalmakta ve bu döneme salınım fazı denmektedir. Bu iki fazın birleşimi yürüme döngüsünü oluşturmaktadır. Sağlıklı bir yetişkinde yürüme döngüsünün toplam süresi $1,03 \pm 0,1$ saniyedir ve bu sürenin %60'ı basma fazını oluşturmaktadır. Yürüme hızı, bu iki fazın sürelerinin değişimi ile belirlenmektedir. Basma fazının kısalması ve salınım

fazının uzaması yürüme hızının artması anlamına gelmektedir (Sarıca, 2014, s.6; Perry ve Burnfield, 2010, s.353).

Genel olarak yürüme döngüsü 7 aşamadan meydana gelmektedir; ilk dört aşama basma fazında, kalan üç aşama ise salınım fazında gerçekleşmektedir. Basma fazındaki aşamalar sırasıyla ilk değme, yüklenme, basma ortası ve basma sonu evreleri olarak adlandırılmaktadır. Salınım fazındaki aşamalar ise erken salınım, salınım ortası ve salınım sonu olarak tanımlanmaktadır (Kirtley ve ark., 1985, s.282).



Şekil 1. Yürüme döngüsünün basma ve salınım fazı evreleri (Sarıca, 2014, s.9)

Yürüme döngüsü 1989 yılında tanımlanmış ve tıp literatüründe geniş kabul görmüştür. Geleneksel olarak yürüme, çift destek ve tek destek fazlarına ayrılarak sınıflandırılmaktadır. Her iki ayağın yere değdiği anlar çift destek fazı olarak adlandırılırken tek ayakla yer teması yaşanan anlar ise tek destek fazı olarak tanımlanmaktadır. Bu iki dönem basma fazının içinde yer almaktadır. Yürüme hızı arttıkça çift destek fazının süresi azalmakta ve belirli bir hızdan sonra bu faz tamamen kaybolup koşma eylemi başlamaktadır (Kharb ve ark., 2011, s.78).

Basma Fazı

Basma fazının başlangıcı ve sonu her iki ayağın aynı anda yerle temas ettiği çift destek dönemidir. Bu dönemlerde vücut ağırlığı her iki ayak üzerine eşit olarak dağılmaktadır. Tek

destek döneminde ise ağırlık sadece bir ayak üzerindedir. Yürüme hızının artmasıyla bu oran azalmaktadır.

İlk değme evresi, yürüme eyleminin başladığı anı ifade etmektedir ve genellikle topuğun yerle ilk temasıyla gerçekleşmektedir. Bu evre, yürüme döngüsünün ilk %2'sini kapsamaktadır. Nöromüsküler bozukluklarda ilk temas eden bölge topuk yerine başka bir kısım olabilmektedir. Ayak bileği ve diz eklemi nötr pozisyonda bulunurken kalça eklemi yaklaşık 25° rotasyon yapmaktadır. Yüklenme evresi, basma fazının ilk çift destek döneminde ağırlığın alındığı dönem olarak tanımlanmaktadır. Bu evre yürüme döngüsünün %10'luk kısmını oluşturmakta ve ayağın yerle tam temasıyla tamamlanmaktadır. Bu süreçte karşı ayağın yere değme süreci sona ermekte ve yük artık tek alt ekstremité tarafından taşınmaktadır. Bu dönemde şoku absorbe etmek için kalça eklemi fleksiyondan ekstansiyona geçmekte ve dizde yaklaşık 15° 'lik fleksiyon gerçekleşmektedir. Basma ortası evresi, yere karşı olan tepkinin yer değiştirdiği dönemdir. Basma sonu evresi, topuk kalkışıyla başlayan ve yürüme döngüsünün %30-50'lik bölümünü oluşturan dönemdir. Bu evrede kalça eklemi 20° ekstansiyonda, diz ekstansiyondan fleksiyona geçmekte ve ayak bileği eklemi plantar fleksiyonda bulunmaktadır (Otis ve Burstein, 1981, s.21).

Salınım Fazı

Salınım fazı, ayağın yer ile temasının olmadığı evredir. Erken salınım evresi, alt ekstremitéde hızlanmanın başladığı ve yürüme döngüsünün %60-70'lik kısmını oluşturan dönemdir. Bu evrede kalça ve dizde fleksiyon artarken diz eklemindeki fleksiyon 60° 'ye kadar yükselir ve ayağın diğer bacağın yanına gelmesiyle son bulmaktadır. Salınım ortası evresi, ayağın diğer bacağına paralel olarak ilerlediği ve %70-80'lik zaman dilimini kaplayan dönemdir. Bu evrede kalça eklemindeki fleksiyon artarken, diz eklemindeki fleksiyon azalmaktadır. Salınım sonu evresi, bir yürüme döngüsünün tamamlandığı ve bir diğer döngünün başladığı evredir. Bu

evrede kalça eklemi 35° 'lik fleksiyon ile en yüksek fleksiyon değerine ulaşırken, diz ve ayak bileği ekleminde herhangi bir hareket gözlenmez (Sarıca, 2014, s.10-17).

Tablo 1. Yürüme döngüsü evrelerinde alt ekstremit eklemlerinin yapmış olduğu hareketler

Yürüme Evresi	Yürümeye Katılan Eklem		
	Kalça	Diz	Ayak Bileği
Yüklenme evresi	Ekstansiyon	Fleksiyon (20°)	Plantar fleksiyon(15°)
Basma ortası evresi	Ekstansiyon	Ekstansiyon	Dorsifleksiyon(10°)
Basma sonu evresi	Ekstansiyon (10°)	Fleksiyon	Plantar fleksiyon (10°)
Salınım öncesi	Ekstansiyon		Plantar fleksiyon (20°)
Salınım ortası evresi	Fleksiyon	Fleksiyon	Dorsifleksiyon
Salınım sonu evresi	Fleksiyon	Ekstansiyon	Dorsifleksiyon

Başarılı bir yürüme eyleminin en az enerji ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yürüme hızının ve buna bağlı olarak değişen kalp atım hızının etkisiyle harcanan enerji miktarı değişkenlik göstermektedir. Ancak her durumda vücut enerji tüketimini minimuma indirmeye yönelik bir çaba içerisinde. Bu durumu sağlamak adına vücudun ağırlık merkezi sabit bir değer aralığında tutulmalı veya en azından dar bir limit aralığı içerisinde değişkenlik göstermelidir. Yürüme döngüsü boyunca ağırlık merkezi çift destek fazında en düşük, basma ortasında ise en yüksek konumda bulunmaktadır ve başarılı bir yürüme için bu aralığın 5 cm civarında olması gerekmektedir. Sağlıklı bir bireyin yürüme sırasında harcadığı minimum enerji, ağırlık merkezinin uygun aralıkta sabitlenmesiyle sağlanmaktadır. Genelde yürüme esnasında harcanan enerji metre başına yaklaşık 0,8 kaloridir. Yürüme hızı arttıkça harcanan enerji miktarı da artmaktadır. Patolojik yürüme durumlarında ise enerji tüketimi daha fazla olmakta ve bu durum artan enerji gereksinimi ile karakterize edilen yürüme şekli olarak tanımlanabilmektedir (Sarıca, 2014, s.10-14).

2.2. Yürümenin Sinir Sisteminde Organizasyonu

Yürüme, günlük hayatta insanın en sık gerçekleştirdiği aktivitedir ve bu aktivite sırasında alt ekstremitelerin çoğu kası devreye girmektedir. Bu kaslar bir orkestra gibi uyum içinde çalışarak yürüme eyleminin minimum enerji ile ve düşme olmaksızın gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu ritmik süreçte bazı kaslar kasılırken diğerleri gevşemekte ve bu uyum çok kısa sürede mükemmel bir şekilde sağlanmaktadır. Bu uyumu elde etmek için santral sinir sistemi (SSS) içinde farklı işlevsellikler gösteren çeşitli seviyelerde bir hiyerarşi bulunmaktadır.

Omurilik Düzeyinde Yürümenin Organizasyonu

Yürüme eylemi, omurilik düzeyinde bilinçsiz bir biçimde yönetilmektedir. Ana amaç, bu faaliyetin mümkün olan en kısa sürede gerçekleştirilmesini sağlarken, aynı zamanda merkezi sinir sisteminin diğer bölümlerinin faaliyetlerinin engellenmemesidir. Omurilik, bu işlevi yerine getiren refleks mekanizmaları barındırır. Bu mekanizmalar sadece hızlı bir tepki sağlamakla kalmaz aynı zamanda yürüme hareketinin kalibrasyonunu da destekler. Özellikle patella refleksi, omurilik düzeyinde kontrol edilen ve yalnızca iki nöron aracılığıyla iletilen bir refleks örneğidir. Bu refleks, monosinaptik refleksler kategorisine ait olup, sinaptik bağlantıların azlığı sayesinde hızlı bir tepki sağlar. Vücuttaki tek monosinaptik refleks olan patella refleksi, diz bölgesine yapılan bir uyarı sonucu kuadriseps kasının kasılmasını ve dolayısıyla bacakta bir ekstansiyon hareketi gerçekleşmesini sağlar. Bu tepki yaklaşık olarak 50 milisaniye içinde meydana gelir ve patella refleksinin yerçekimi karşısında dengenin sağlanmasında oynadığı kritik rolü gösterir. Yürüme sırasında işlevsel olan başka bir refleks ise golgi tendon refleksi olarak bilinir. Bu polisınaptik refleks, aşırı kasılma sonucu kasın zarar görmemesi için kasın gevşemesine yol açar. Kasın gevşemesi, inhibitör ara nöronlar tarafından gerçekleştirilen sinaptik işlemlerle sağlanır. Kasın kasılmasını algılayan golgi tendon organları, kas ile tendonun birleştiği noktada yer alan proprioseptörlerdir. Bu, golgi tendon refleksinin yürüme işlemi ve propriosepsiyon algısı ile olan yoğun ilişkisini vurgular (Sarıca, 2014, s.15).

Omuriliğin Yürüme Eylemindeki Bir Diğer Rolü

Omurilik, "spinal pattern generator" adı verilen ve omuriliğin üst bölümlerinde yer alan bir internöron ağı tarafından desteklenen başka bir kritik işlevi daha yerine getirir. Bu internöron ağı, merkezi sinir sistemi tarafından kontrol edilen ve esneme, yutma, çiğneme, ejakülasyon ve yürüme gibi birçok kas aktivitesinin koordinasyonunu gerektiren işlevlerin düzenlenmesinde merkezi bir rol oynar. Refleks mekanizmaları ile bu pattern generatorleri, yürüme işlemi sırasında birlikte çalışarak etkinlik gösterir. Adımlama hareketinin başlatılmasına olanak tanıyan sistem, beyin sapı ve serebellum ile, talamus içinde yer alan subtalamik lokomotor alan ve mezensefalonda bulunan mezensefalik lokomotor alan arasındaki karmaşık nöral bağlantılar tarafından oluşturulan tonik itici bir sistem olarak işlev görür. Talamus, vücuda gelen tüm duyuşsal bilgilerin projeksiyonunu sağlayan ve bu bilgileri işleyen SSS'nin bir parçasıdır. Özellikle yürümenin üst kontrol merkezleri olan frontal korteks ve primer motor alan gibi bölgelere önemli girdiler sağlamaktadır. Talamusun yürüme üzerindeki etkisi talamik lezyonlarda görülen yürüme bozuklukları ile daha açık bir şekilde anlaşılmaktadır. Özellikle talamus ile serebellum arasındaki ilişkinin bozulması yürümedeki dik postür algısının kaybolmasına neden olmaktadır (Felix ve Mombaur, 2013, s.31).

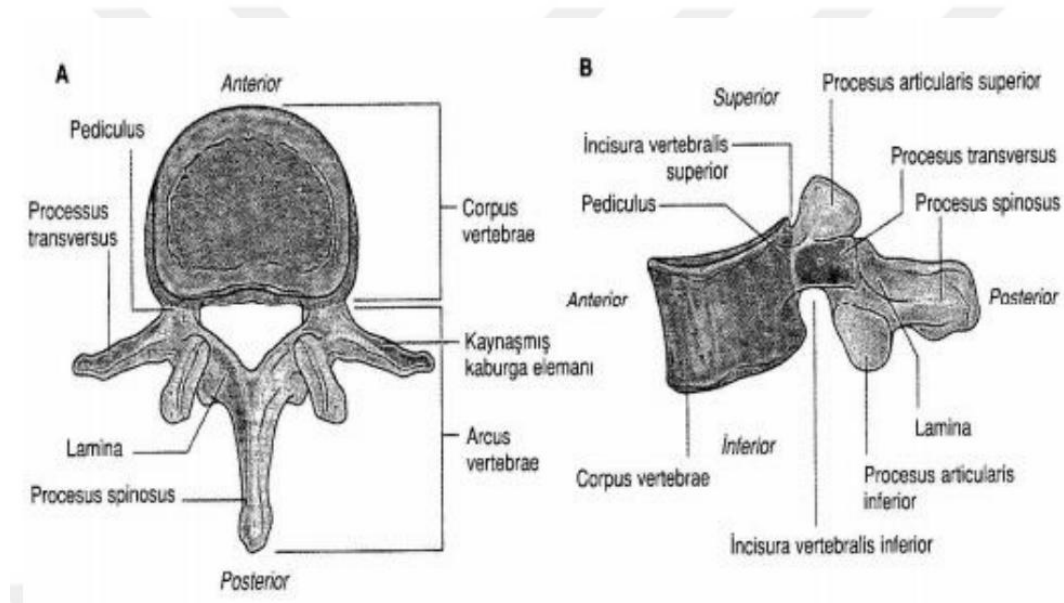
2.3. Lomber Bölgenin Fonksiyonel Anatomisi

2.3.1. Lomber vertebra

Omurga, 33 farklı omur kemiğini içermektedir, bunlar 7 servikal, 12 torakal, 5 lumbal, 5 sakral ve 4 koksigeal olarak sınıflandırılmaktadır (Çaylı, 2010, s.81). Her omur kemiği önde bulunan vertebral korpus ve arkada yer alan vertebral arkus olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Vertebral arkus, iki pedikül ve iki lamina tarafından oluşturulmakta; bir spinöz çıkıntı, iki transvers çıkıntı ve laminalar ile pediküllerin birleştiği yerde bulunan dört adet artiküler çıkıntı bulunmaktadır. Vertebral korpus, trabeküler yapıdaki medulla ile çevresini saran ince kortikal

kemikten meydana gelmektedir. Ayrıca alt ve üst yüzeylerinde kartilajinöz terminal plaklar mevcuttur (Moore, Dalley ve Agur, 2018, s.41).

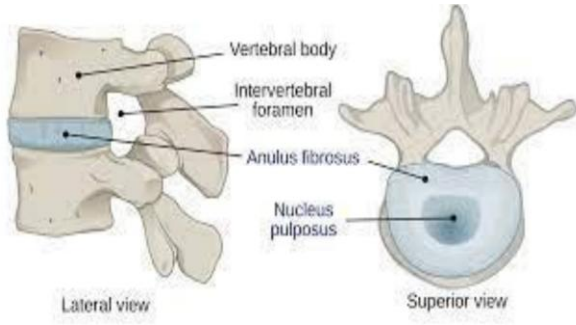
Lomber omurganın yandan görünümünde lomber lordoz adı verilen bir konkavite gözlemlenmektedir. Servikal ve torakal omurlara kıyasla daha ağır yükler taşımakta ve daha fazla stres altında olduklarından dolayı daha büyük yapıdadırlar. L1'den L5'e doğru korpuslar ve transvers çıkıntılar büyümekte, ancak spinöz çıkıntılar küçülmektedir. L1'den L4'e kadar olan omurların korpus arka yüzeyleri konkav veya düzken, L5 omuru hafif konveks yapıdadır (Oğuz ve Dursun, 2004, s.1131).



Şekil 2. Lomber vertebranın üstten ve yandan görünüşü (Drake ve Mitchell, 2007, s.18)

2.3.2. İntervertebral visk

Disk, vertebral son plakları birbirine bağlayan yapı olup, anuler liflerle oluşturulmuş anulus fibrosus (AF) tarafından çevrelenmiş ve iç kısmında nukleus pulposus (NP) bulunan, içeriğinin %78-85'ini sıvı oluşturan jel benzeri bir yastık görevi görmektedir. İntervertebral diskler, omurga kolonunun toplam yüksekliğinin yaklaşık dörtte birini oluşturmaktadır. Hareket segmenti olarak adlandırılan fonksiyonel yapılar NP, AF ve vertebral son plaklardan meydana gelmektedir (Kalkan, 1995, s.3).



Şekil 3. İntervertebral disk görünümü

2.3.3. Faset eklemler

Üst vertebra'nın alt artiküler prosesi ile altındaki vertebra'nın üst artiküler prosesi arasındaki diartrodial eklemler menteşe tipinde yapılar sergilemektedir. Faset eklemleri sinoviyal bir yapıya sahip olup inflamasyon ve dejenerasyona maruz kalabilmektedir. Faset eklemlerin konumlandırılması omurganın hareket yönünü belirlemekte, lomber bölgede sagittal düzlemde olması nedeniyle fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon hareketlerine olanak tanırken, aksiyel rotasyona ise sınırlı izin vermektedir. Omurga üzerine binen kompresif yükün büyük bir kısmı diskler tarafından, kalan yüzde yirmilik kısım ise faset eklemler tarafından taşınmaktadır. Bu oran, hiperekstansiyon durumunda yüzde otuza çıkmaktadır. Disklerdeki dejenerasyon veya intervertebral yüksekliğin azalması durumunda faset eklemlere binen yük artmaktadır. Faset eklemler ayrıca omurga üzerine binen torsiyonel stresi de azaltmaktadır (Karataş, 2016, s.161).

2.3.4. Lomber omurganın ligamanları

Ligamanlar, omurganın hareketleri sırasında aşırı fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyonu engelleyerek omurganın dengesini sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Anterior longitudinal ligaman (ALL), posterior longitudinal ligaman (PLL) ve supraspinöz ligaman gibi longitudinal ligamanlar, omurganın boyunca uzanmaktadır. Ayrıca ligamentum flavum,

intertransvers ve interspinöz ligamanlar, vertebra arkuslarını birleştirerek omurganın stabilitesine katkıda bulunmaktadır (Karataş, 2016, s.160):

- a) Anterior longitudinal ligaman, oksiputtan başlayarak sakrumda yaklaşık S2 vertebra önyüzüne kadar uzanmakta, seyri boyunca vertebra korpuslarına sıkıca yapışırken intervertebral disklere ise daha gevşek bir şekilde yapışarak hiperekstansiyonu sınırlamaktadır. Bu ligaman, vertebral ligamanlar arasında en yüksek dayanma gücüne sahip olanıdır (Adams, Hutton ve Stott, 1980, s.245; Williams ve Newell, 2005, s.727).
- b) Posterior longitudinal ligaman, foramen magnumdan tektorial membran olarak başlayıp spinal kanal içinde kanalın ön yüzü boyunca uzanarak sakrumda sonlanmaktadır. Caudale doğru ilerledikçe kalınlığı azalmakta ve lomber bölgenin en hareketli segmenti olan L5-S1 aralığında orijinal kalınlığının yarısına inmektedir. Bu incelmeye disk herniasyonları için zemin hazırlamaktadır. Ayrıca omurganın fleksiyonu sırasında hiperfleksiyonu önlemektedir (Foley, 2002, s.7).
- c) Supraspinöz ligaman, spinöz proseslerin posterior uçlarını birbirine bağlayarak hiperfleksiyonu sınırlamaktadır. Arka kolondaki tek intersegmental ligamandır ve L4 seviyesinde spinöz proseslerde son bulmaktadır. L4-5 veya L5-S1 arası herniasyonların daha sık görülmesinin nedeni bu seviyelerde supraspinöz ligamanın bulunmaması ile ilişkilendirilmektedir (Özcan ve Ketenci, 2002, s.9).

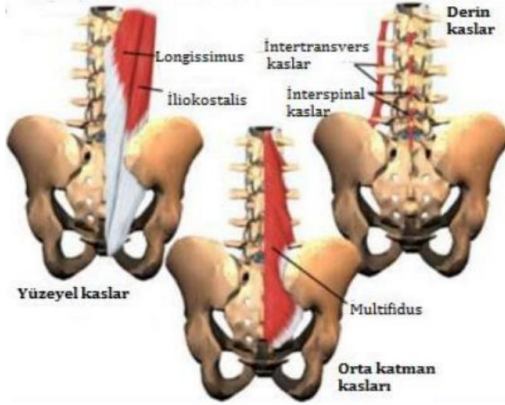
2.3.5. Lomber bölgenin kasları

Omurga kasları, hareket kontrolü ve dinamik stabilite sağlamada önem taşımaktadır ve bu kaslar iki ana gruba ayrılarak incelenmektedir (Bergmark, 1969, s.230);

- a) **Birinci Grup:** Bu grup, segmental stabiliteyi sağlamakla görevli ve lomber omurgayla doğrudan temas halinde olan kasları içermektedir. Bu kaslar şunlardır:

1. **Multifidus Kası:** Posterior paraspinal kasların en büyük ve en medialde bulunanıdır. Spinöz çıkıntılardan başlayarak fasetlerin mamiller çıkıntılarına, sakruma ve spina iliaca posterior superiora yapışmaktadır. Omurganın posterior stabilizasyonunda temel kas olarak kabul edilmektedir. Vertebra fleksiyonu sırasında omurgayı korumakta, segmental yapısı sayesinde stabilizasyon sağlamakta ve aynı zamanda lomber lordozun korunmasına yardımcı olmaktadır. Histolojik yapı itibarıyla kas içcikleri açısından zengin olması omurganın proprioseptif algısında önemli bir role sahiptir (Barr, Concannon ve Harrast, 2016, s.711; Ward ve ark., 2009, s.176).
 2. **Rotator Kaslar:** Vertebranın transvers prosesinden başlayıp komşu vertebranın spinöz prosesine yapışmaktadır.
 3. **İnterspinal Kaslar:** Komşu iki spinöz prosesi birbirine bağlamaktadır.
 4. **İntertransversal Kaslar:** Komşu iki transvers prosesi birbirine bağlamaktadır.
 5. **Lateral Kaslar:** Bu grup, quadratus lumborum ve iliopsoas kaslarını içermekte, quadratus lumborum'un iki taraflı kasılması omurganın stabilizasyonuna katkıda bulunurken iliopsoas'ın iki taraflı kasılması omurgaya fleksiyon sağlamaktadır. Her iki kasın tek taraflı kasılması ise aynı tarafta fleksiyon hareketine yol açmaktadır. Ayrıca psoas kası lomber lordozun korunmasına yardımcı olmaktadır.
- b) **İkinci Grup:** Bu grup, lomber vertebra ile doğrudan teması olmayan ve gövde stabilitesi ile bedenin kaba hareketlerinden sorumlu kasları içermektedir:
1. **Erektör Spina:** Omurganın ana ekstansörü olarak bilinir ve lateral fleksiyon ile aksiyel rotasyonda etkilidir. Son iki torakal vertebra, L1-L5 lomber vertebralar, sakral vertebralar, sakroiliak ligament ve iliak krestten başlar, T12 hizasında longissimus, iliokostalis ve spinalis olarak üç parça kasa ayrılmaktadır.
 2. **Abdominal Kaslar:** Yüzeyel abdominal kaslar, rektus abdominis ve eksternal oblik kaslardan oluşurken derin abdominal kaslar ise transversus abdominis ve internal oblik

kaslarından oluşmaktadır. Özellikle transversus abdominis kasının torakolomber fasya ile olan ilişkisi ve lomber bölge üzerindeki etkisi nedeniyle son dönemlerde bel ağrısının tedavisinde dikkat çekmektedir (Barr, Concannon ve Harrast, 2016, s.715).



Şekil 4. Yüzeyel ve derin paraspinal kaslar (Özcan, 2013)

2.3.6. Lomber vertebral kolonun kanlanması

Lomber vertebral kolon, aorta dalları aracılığıyla beslenme sağlamaktadır. İlk dört lomber vertebra aortun arkasından çıkan dört çift segmental arter aracılığıyla kanlanmaktadır, buna karşın beşinci lomber vertebra orta sakral arter vasıtasıyla beslenmektedir. Sakrumun kanlanması, superior medial ve hipogastrik arterler aracılığıyla gerçekleşmektedir. Erişkinlerde intervertebral disklerin beslenmesi son plaklardan sağlanan difüzyon ile olmaktadır. İntervertebral diskler avasküler bir doku yapısına sahiptir ve disk merkezindeki oksijen oranı %1 seviyelerine kadar düşmektedir. Venöz dönüş, pelvis ve lombosakral plexus üzerinden olup bu damarlar kapak sistemine sahip değildir ve bu kanlar topluca vena cavaya akıtılmaktadır (Bogduk ve Tworney, 1991, s.21).

2.3.7. Lomber bölgenin innervasyonu

Spinal kord, yaklaşık L2 vertebraının seviyesinde sona ermekte ve cauda equina olarak devam etmektedir. Spinal sinirler vertebral kolonu intervertebral foramenlerden ayrılarak ventral ve dorsal ramus dallarına bölünmektedir. Ventral dal, lumbal ve lombosakral plexusları

oluşturarak alt ekstremitelerin kaslarını innerve etmektedir. Dorsal dal ise paraspinal kasları innerve etmektedir. Multifidus, tek bir segmentten innerve olan en derin paraspinal kastır ve yüzeysel kaslar birden fazla segmentten innerve edilmektedir. Sinuvertebral sinir, lumbal bölgede duyuşal innervasyondan sorumlu olup spinal kanal içerisine girer ve posterior longitudinal ligaman, faset eklemler, lateral reses ve annulus fibrosusun dış liflerini innerve etmektedir (Bogduk ve Tworney, 1991, s.21).

2.3.8. Spinal kanal anatomisi

Lomber omurgadaki kanallar üç ana kategori altında incelenebilmektedir;

- a) **Santral Spinal Kanal:** Bu kanal ön tarafta vertebra cismi ve diskin arka yüzü ile PLL tarafından, arkada ve yanlarda ise laminalar ve ligamentum flavum tarafından sınırlanmaktadır. Kısa pediküller, dejenerasyon gösteren veya herniye olmuş diskler, hipertrofik fasetler veya ligamentum flavum ve spondilolistezis gibi faktörler kanalın daralmasına neden olabilmektedir. Santral kanal için normal olarak kabul edilen midsagittal çap $\geq 11,5$ mm veya kanal alanı ≥ 145 mm² olarak ölçülmektedir. Anteroposterior (AP) çapı < 10 mm olan durumlar mutlak spinal stenoz, 10-12 mm arasında olanlar ise relatif spinal stenoz olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca kanal alanının 100 mm²'nin altında olması stenoz olarak kabul edilmektedir (Steurer ve ark., 2011, s.175; Ullrich ve ark., 1980, s.137).
- b) **Lateral Reses:** Bu alan, önde disk ve vertebra korpusunun posterolateral yüzü, arkada superior artiküler proses ve yanlarda pediküller tarafından çevrelenmektedir. Lateral reses stenozunun en yaygın nedenleri arasında faset eklem osteoartriti veya hipertrofisi, disk hernileri ve kısa pediküller bulunmaktadır. Lateral reses uzunluğunun ≥ 5 mm olması normal kabul edilirken < 3 mm olması mutlak stenoz olarak değerlendirilmektedir (Ciric ve ark., 1980, s.433).

- c) **İntervertebral Foramen:** Bu boşluk, spinal sinirlerin spinal kanaldan çıkış yerini oluşturmaktadır. Ön tarafta vertebra korpusu ve disk, arkada ise fasetler ve pediküller tarafından sınırlanmaktadır (Tüzün ve Taşyürek, 2000, s.31). Foraminal stenoz için genellikle kabul edilen çap ≤ 3 mm'dir. Pedikül kökenli sorunlar, faset eklemlerin hipertrofisi veya subluksasyonu, disk hernisi ve vertebral osteofitler, foraminal stenozun nedenleri arasında sayılmaktadır (Hasegawa, Haughton ve Nowicki, 1995, s.32).

2.3.9. Fonksiyonel birim

Omurga, biyomekanik işlevlerini yerine getiren en küçük yapısal birimi ile tanımlanabilmektedir. Bu fonksiyonel birim, iki bitişik vertebra ve aralarındaki yumuşak doku yapılarından meydana gelmektedir. Fonksiyonel birimin ön segmenti, vertebra korpusu, intervertebral disk ve longitudinal ligamanlardan oluşmakta ve bu bölüm yük taşıma ile şok emme işlevlerini üstlenmektedir. Arka segment ise pedikül, transvers çıkıntı, lamina, spinöz çıkıntı ve faset eklemlerinden oluşmakta, bu yapılar nöral elemanları koruma görevini üstlenmekte ve faset eklemleri aracılığıyla hareketin yönünü belirlemektedir (Cailliet, 1994, s.11).

2.4. Lomber Spinal Stenoz

Lomber spinal stenoz (LSS), lomber bölgedeki spinal kanalın daralmasına yol açan çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu faktörler arasında faset eklem hipertrofisi, ligamentum flavumun kalınlaşması ve boyutlarının küçülmesi, disklerin şişmesi, laminaların kalınlaşması ve bazı durumlarda spondilolistezis yer almaktadır. Bu durum nöral ve vasküler yapıların mevcut alanını sınırlamaktadır. Spinal stenoz, anatomik konumuna göre merkezi, lateral ve foraminal olarak ayrıştırılmaktadır. Etiyolojik olarak LSS konjenital, gelişimsel ve edinilmiş olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. En sık rastlanan tipi alt lomber seviyelerde görülen dejeneratif edinilmiş LSS'dir (Genevay ve ark., 2010, s.24,65).

2.4.1. Tarihçe, isimlendirme ve tanım

LSS, 1803 yılında Fransız Portal tarafından ilk kez tanımlanmış ve 1954'te Hollandalı Verbiest tarafından modern anlamıyla ele alınıp yaygınlaştırılmıştır (Ertekin ve Seçil, 2010, s.59; Verbiest, 1954, s.230). “Nörojenik kladikasyo” terimi, 1911 yılında Fransız Dejerine tarafından ilk defa kullanılmıştır (Melancia ve ark., 2014, s.119). Türk ortopedist Sarpyener, 1945 yılında 12 çocukta doğuştan kanal darlığı saptamış, Gelderen ise 1948'de ligamentum flavumun hastalıklardaki rolünü belirtmiştir (Ertekin ve Seçil, 2010, s.63; Sarpyener, 1945, s.70). Amerikalı Kirkaldy-Willis ve arkadaşları 1978 yılında 50 kadavra üzerinde yaptıkları çalışmalarla faset eklemleri ve disk dejenerasyonunun semptomlara nasıl sebep olabileceğini detaylı olarak açıklamışlardır (Kirkaldy-Willis ve ark., 1978, s.319). LSS, günümüzde özellikle yaşlanma ile bağlantılı dejeneratif değişimler sonucu lomber omurgada nöral ve vasküler yapılar için azalan alan nedeniyle ortaya çıkan, bel ağrısının eşlik edebileceği veya etmeyebileceği kalça veya alt ekstremitelerde ağrı ile karakterize, ağrıyı artıran ve azaltan özellikleri barındıran klinik bir sendrom olarak tanımlanmaktadır (Watters ve ark., 2008, s.305).

2.4.2. Epidemiyoloji

Amerika Birleşik Devletleri'nde LSS, 200.000'den fazla bireyi etkilemekte, şiddetli ağrı ve hareket kısıtlılığına yol açmaktadır ve 65 yaş üstü bireyler arasında spinal cerrahi müdahalelerin en yaygın nedenini oluşturmaktadır (Deyo ve ark., 2005, s.6). ABD'deki verilere göre bel problemleri nedeniyle uzman hekimlere başvuran hastaların %13-14'ü, pratisyen hekimlere başvuranların ise %3-4'ü LSS ile uyumlu semptom ve bulgular sergilemektedir (Group EHTA, 2001). Ayrıca Framingham çalışması 60 yaş üzeri bireylerde radyografik stenozun %19-47 sıklıkta olduğunu, Japon Wakayama Omurga Çalışması ise toplum bazlı bir araştırma olarak 1009 katılımcıyla yapılmış ve semptomatik lomber spinal stenoz prevalansının yaklaşık %10

olduğunu bildirmiştir. İleri görüntüleme tekniklerinin artan kullanımı ve toplumun yaş ortalamasının yükselmesi ile LSS'nin görülme sıklığının artması beklenmektedir (Ishimoto ve ark., 2012, s.1103).

2.4.3. Etiyoloji ve sınıflandırma

Santral kanal, lateral reses veya intervertebral foramen daralmasına bağlı olarak LSS oluşabilmektedir. Stenozun etiyojisi ve lokalizasyonuna göre çeşitli sınıflandırmalar yapılmaktadır. Spinal stenozun nedenleri etiyojik faktörlere göre şu şekilde listelenmektedir (Cowley, 2016, s.523; Moon ve ark., 2014, s.396);

A. Doğuştan veya gelişimsel (primer stenoz vakaları);

- İdiyopatik
- Tam oluşmamış vertebral ark
- Akondroplazi
- Vertebral arkın erken kemikleşmesi
- Pediküllerin kısa oluşu
- Vertebra anterior parçalarında gagalaşma

B. Kazanılmış (*sekonder stenoz vakaları*);

- Dejeneratif;
 - Disk dejenerasyonu
 - Faset OA ile birlikte hipertrofi
 - Ligamentum flavumun hipertrofisi
 - Skolyoz
 - Ligaman ossifikasyonu
- Diğer hastalıklar;
 - Akromegali

- Cushing sendromu
- Epidural lipomatozis
- Diffüz idiopatik hiperostoz
- Paget hastalığı
- Ankilozan spondilit
- Romatoid artrit
- Diskit, osteomyelit, Pott hastalığı gibi enfeksiyöz durumlar
- Travmatik
- Kombine etiyolojiler

Konjenital stenoz, Framingham çalışmasına göre %2,6 ila %4,7 gibi düşük bir prevalansa sahiptir ve çoğunlukla dejeneratif değişikliklerin başladığı üçüncü veya dördüncü dekatta belirtiler göstermeye başlamaktadır (Kalichman ve ark., 2009, s.545; Melancia ve ark., 2014, s.542). Bununla birlikte az sayıda olgu erken çocukluk döneminde ağır nörolojik belirtilerle ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan LSS vakalarının önemli bir kısmı yaşlanma sürecinde omurgada meydana gelen dejeneratif değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Bu değişiklikler arasında intervertebral disklerin yüksekliğinde azalma, faset hipertrofisi, disk bulgingi, osteofit oluşumu ve ligamentum flavumun hipertrofisi bulunmaktadır (Chad, 2007, s.407). Dejeneratif süreçlerin önce intervertebral disklerde başladığı ve ardından faset eklemleri etkilediği bilinmektedir (Arbit ve Pannullo, 2001, s.137). Diskler, yaşlanma ile birlikte su ve proteoglikan kaybetmekte bu da disk yüksekliğinin azalmasına ve bulging oluşumuna yol açmaktadır (Buckwalter, 1995, s.1307). Disk yüksekliğinin azalmasıyla omurganın arka kolonuna binen yük artmakta ve faset hipertrofisi ve osteofit oluşumunu tetiklemektedir (Schroeder ve ark., 2016, s.843). Faset ekleminin dejeneratif değişiklikleri, eklemi istikrarsız bir duruma getirir ve bu durum, arka kolonun stabilitesinin devamını sağlamak amacıyla ligamentum flavumun hipertrofisi ve osteofitlerin oluşumunu tetikler. Disk dejenerasyonu faset dejenerasyonundan

önce meydana geldiğinde, disk yüksekliğindeki değişimlere fasetlerin uyum sağlayamaması sonucu üst vertebrada retrolistezis gelişir. Öte yandan faset dejenerasyonunun disk dejenerasyonundan önce oluşması halinde anterolistezis ortaya çıkar (Grobler ve ark., 1993, s.80; Kalkan ve Keskin, 2015, s.120).

Bu mekanik streslere yanıt olarak ortaya çıkan dejeneratif değişiklikler, sinirin baskı altında kaldığı yeri ve LSS'nin klinik tablosunu belirlemektedir. L4-L5 segmentinde sık rastlanan dejeneratif disk hastalığı, LSS'de en sık darlığın görüldüğü spinal segment olup ardından L5-S1, L3-L4 ve L1-L2 segmentleri izlemektedir. L5-S1 segmentindeki stenoz, bu segmentin geniş olması ve kemik ile bağ yapıları tarafından korunaklı olması nedeniyle nadiren rastlanmaktadır (Epstein ve ark., 1998, s.5). Foraminal stenozun özellikle L5 sinir kökünü etkilemesi, L5-S1 foramen oranının diğer seviyelere kıyasla daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Jenis ve An, 2000, s.389).

Edinilmiş dejeneratif stenoz, omurga operasyonları sonrasında kemik dokusunun aşırı çoğalması veya aşırı yara izi oluşumu gibi nedenlerle ortaya çıkabilmektedir. Aynı zamanda enfeksiyon veya travma sonucu da gelişebilmektedir (Circillo ve Weinstein, 1993, s.171). LSS ile ilgili klinik sendromları tanımlayabilmek için spinal kanal veya foramenin anatomik darlığı tek başına yeterli değildir. Bu daralmanın nöral veya vasküler disfonksiyona yol açan bir bası oluşturması gerekmektedir (Chad, 2007, s.407). Çünkü anatomik olarak dar bir kanal genellikle semptom göstermemektedir (Postacchini, 1996, s.154).

Yukarıda belirtilen etiyolojik faktörlere ek olarak LSS, ürolojik rahatsızlıklar, osteoartrit, diyabet mellitus, kırık geçmişi ve depresyon gibi komorbid durumlarla da ilişkilendirilmektedir (Yabuki ve ark., 2013, s.893). 2017 yılında yapılan bir çalışmada, Afrika kökenli bireylerde obezite ve ailede bel ağrısı öyküsünün radyografik LSS vakalarında semptomların varlığı ile yüksek oranda ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Doualla-Bija ve ark., 2007, s.494). 2015 yılında gerçekleştirilen ve birçok katılımcının 21 yıl boyunca izlendiği bir kohort çalışmasında ise

artmış klinik LSS vakalarının obezite ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Knutsson ve ark., 2015, s.1451).

2.4.4. Klinik bulgular

Ana belirti, bel, kalça veya bacaklarda meydana gelen ağrılardır. LSS ile bağlantılı olan bu rahatsızlık duygusu, genellikle kramp şeklinde veya yanma hissi olarak tanımlanmaktadır (Chad, 2007, s.18). Belirtiler sakroiliak bölgedeki veya kalça posterolateralindeki belirsiz ağrılardan başlayarak ayaklara doğru ilerleyen keskin radiküler ağrılara kadar geniş bir yelpazede değişmektedir (Binder ve ark., 2002, s.66). Santral kanal stenozu bulunan vakalarda ağrılar genellikle bilateral olabilmektedir ancak her zaman tamamen simetrik olmamaktadır. İzole foraminal/lateral reses stenozu bulunan hastalarda ise unilateral radikülopati belirtileri görülmektedir (Lee ve ark., 1988, s.313).

Hastalar aynı zamanda sıklıkla denge ve duyu problemleri ile kas gücü kaybını bildirmektedirler (Iversen ve Katz, 2001, s.1296; Tomkins-Lane ve Battie, 2013, s.345). Vakaların hemen hemen hepsinde bel ağrısı eşlik etmektedir ancak izole bel ağrıları, ciddi stenoz varlığında bile genellikle LSS ile ilişkilendirilmemektedir. İlgili tüm çalışmalarda bacak belirtileri ve LSS'nin görüntülemelerle doğrulanmış olması gerekliliği vurgulanmaktadır (Lurie ve Tomkins-Lane, 2016, s.352). LSS'nin dinamik bileşeni göz ardı edilmemelidir. Bacak belirtilerinin ayakta durmak veya yürümekle şiddetlenmesi ve oturmak veya öne eğilmekle hafiflemesi, lomber omurgadaki pozisyon değişiklikleri ile ilişkilendirilmektedir. Ekstansiyon ve aksiyel yüklenme, spinal kanalı daraltmaktadır. Bu değişiklikler sağlıklı omurgada da meydana gelmektedir ancak dejenere bir omurgada etkileri daha belirgin olmaktadır (Fritz ve ark., 1998, s.700; Schonstrom ve ark., 1989, s.115).

Santral kanal stenozunda öne çıkan en belirgin özellik nörojenik kladikasyondur (Atlas ve ark., 2006, s.198). Hastalar lomber ekstansiyon, yürüme ve ayakta kalma ile şiddetlenen kaşça, bel

ve bacaklarda ağrı, karıncalanma, uyuşukluk ve güç kaybı yaşamaktadırlar. Bu belirtiler, vasküler kladikasyon ile karşılaştırıldığında postüre bağlı olarak değişmektedir. Ayakta durmak ve lomber ekstansiyon belirtileri artırmakta, öne eğilmek ve oturmak ise azaltmaktadır. Hastaların semptomları hafifletmek veya daha rahat hareket etmek için öne eğik bir duruş sergilemeleri nörojenik kladikasyonun yaygın bir belirtisi olarak kabul edilmektedir. Hastaların öne eğik duruş sergilemeleri veya tam dik duramamaları, başvuru sırasında sıklıkla rapor edilmektedir (Porter, 1996, s.2046).

Ayırıcı tanı sürecinde yürümeyle artan şikayetleri olan vasküler kladikasyonun nörojenik kladikasyondan ayrılması büyük önem taşımaktadır. Buradaki esas ayrım, nörojenik kladikasyonun postürle ilişkili olması, vasküler kladikasyonun ise çaba ile ilgili olmasıdır. Vasküler kladikasyonlu hastalar, merdiven çıkarken ve inerken güçlük çekmektedirler. Ağrılar genellikle diz altında lokalize olmakta ve dinlenmek ağrıların geçmesi için yeterli olmaktadır. Bisiklet sürerken de ağrılar artmaktadır. Nörojenik kladikasyonlu hastalar ise lomber ekstansiyon nedeniyle özellikle merdiven inerken sorun yaşamaktadırlar. Rahatsızlık hissi çoğunlukla diz üstünde bulunmakta ve semptomların hafiflemesi için oturmak veya öne eğilmek gerekmektedir. Vasküler kaynaklı vakalarda fizik muayenede arteriyel nabızlar azalmış olarak bulunurken nörolojik kayıplar gözlemlenmez (Szpalski ve ark., 2003, s.55).

Fiziksel incelemede lomber lordozun genellikle azaldığı ve lomber ekstansiyonun kısıtlandığı gözlemlenmektedir. Hasta geniş tabanlı bir yürüyüş sergilemektedir (de Schepper ve ark., 2013, s.81). Hastalığın yavaş ve kronik ilerlemesi nedeniyle Düz Bacak Kaldırma Testi genellikle negatif çıkmaktadır. Motor ve duysal defisitler nadiren görülmektedir. LSS hastaları üzerinde yapılan bir araştırmada hastaların yaklaşık %30'unda sensorimotor defisitler belirlenmiştir, en sık L5 kökü dağılımında bu durum saptanmıştır. Olguların %43'ünde plantar refleksin azaldığı veya kaybolduğu, %18'inde ise patellar refleksin azaldığı tespit edilmiştir. Düz Bacak Kaldırma Testi, hastaların yalnızca %10-23'ünde pozitif olarak bulunmuştur. Egzersiz sonrası yapılan

muayeneler, nörolojik bulguları daha net ortaya koymaktadır (Hall ve ark., 1985, s.271). Mesane ve barsak disfonksiyonları nadir görülmekte olup bu durumlar cauda equina sendromunun bir parçası olarak değerlendirilmekte ve cerrahi müdahale gerektirmektedir. 2017 yılında Japonya’da yapılan bir çalışmada LSS hastalarında mesane disfonksiyonunun %3,7 oranında görüldüğü belirlenmiştir. Aynı çalışmada hastaların %9,8’i istirahat halinde ayak tabanlarında uyuşukluk hissettiklerini ifade etmişlerdir. Araştırmada, istirahat semptomları yaşayan LSS vakalarının oranı %35,5 olarak kaydedilmiştir (Watanabe ve ark., 2017, s.647).

LSS tanısı, özellikle yürüme ve ayakta durma ile ağrıları artan, oturma ve öne eğilme ile ağrıları azalan yaşlı hastalarda düşünülmelidir. Yürümeyle ağrısı artmayan vakalarda stenoz ihtimali oldukça düşüktür (Kreiner ve ark., 2013, s.734).

LSS semptomları, hastaların mobilitesini, günlük yaşam aktivitelerindeki fiziksel performansını ve bu aktivitelerdeki bağımsızlığını dramatik şekilde etkilemektedir. Semptomatik hastaların önemli bir kısmı, kısıtlanmış yürüme mesafesi nedeniyle sedanter bir yaşam tarzına geçmek zorunda kalmaktadır (Conway ve ark., 2011, s.816; Tomkins-Lane ve ark., 2012, s.647). Sedanter yaşamın obezite, periferik arter hastalığı, kalp hastalıkları, diabetes mellitus ve kognitif bozulma ile ilişkili olduğu unutulmamalıdır (Schneider ve ark., 2014, s.22).

2.4.5. Doğal seyir

Kuzey Amerika Omurga Cemiyeti (NASS), yüksek kaliteli araştırmaların eksikliği nedeniyle semptomatik LSS vakalarının gidişatı üzerine bir durum bildirisi yayınlamıştır. Bildiriye göre hafif ve orta derecedeki semptomatik dejeneratif stenoz vakalarının yaklaşık %33-50’sinde basit veya minimal müdahalelerle iyileşme sağlanmaktadır ve bu tür vakalarda ani veya ağır nörolojik kayıplar nadiren ortaya çıkmaktadır. Ancak bildiri, klinik veya radyolojik olarak ciddi vakaların gelişimi hakkında güvenilir verilerin olmadığını belirtmektedir. Ayrıca mevcut medikal tedavilerin hastalığın semptomatik seyrini önemli derecede değiştirmede ifade

edilmektedir (Kreiner, ve ark., 2013, s.734). Tedavi arayışındaki hasta grupları dikkate alındığında tedavi görmeyen LSS vakalarının gidişatı hakkında yeterli bilgi bulunmamaktadır (Benoist, 2002, s.450).

Lomber Spinal Stenoz ile ilgili dikkate alınması gereken bir başka husus, klinik durumun devam eden dejeneratif değişikliklerin şiddetiyle doğrudan kötüleşmeyiştir. Son zamanlarda gerçekleştirilen bir Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) çalışması, anatomik ilerlemeye karşın, 10 yıllık izlem süresinde hastaların %60'ında klinik durumun kötüleşmediğini göstermiştir (Minamide ve ark., 2013, s.693).

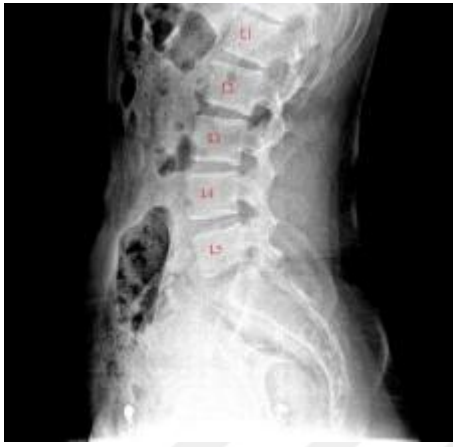
2.4.6. Patofizyoloji

LSS semptomlarının patofizyolojik hipotezinde nöral elemanlar ve vasküler yapılar üzerine olan baskının birleşimi ile dural kesede artmış olan basınç önemli faktörlerdir. Bu artış, nöral yapıların beslenmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca lumbodorsal ekstansiyon ve dik duruş gibi postürel pozisyonlar hem doğrudan hem de dolaylı olarak basıncı artırma potansiyeline sahiptir (Fritz ve ark., 2014, s.1611).

2.4.7. Fizik muayene

Lomber spinal stenozun tanısında evrensel olarak kabul görmüş standart bir yöntem bulunmamaktadır, ancak vertebral kolonun stenozunu ve spinal nöral dokunun bası altında olduğunu gösteren görüntülemelerin yapılması zorunludur (Lurie ve Tomkins-Lane, 2016, s.352). Spinal stenoz, basit bir anatomik veya radyolojik bulgu olmayıp klinik bir sendrom olarak tanımlanmaktadır. Tanısal süreç, hastanın öyküsünü almayı, fiziksel muayeneleri gerçekleştirmeyi ve radyolojik testler uygulamayı içermektedir. Hastalar genellikle ayakta ya da yürüyüş sırasında bel veya bacaklarında ağrı şikayetiyle başvururken bu ağrıların oturmak veya öne eğilmekle hafiflediği gözlemlenmektedir (Deer ve ark., 2019, s.32).

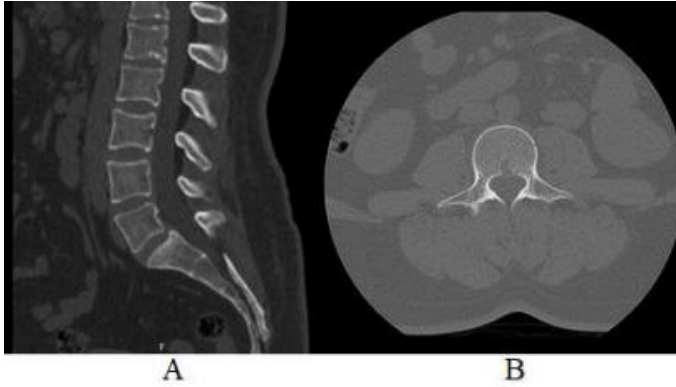
Bel ağrısının radyolojik incelemesi ilk olarak direkt grafilerle yapılmaktadır çünkü bu yöntem hem ekonomik hem de kolay erişilebilirdir (Şekil 5). Direkt grafiler, vertebra korpuslarının dizilimi ve yapısal bütünlüğü, disk yüksekliklerindeki değişimler, sagittal ve koronal denge, osteofit gelişimi, spondilolistezis ve vakum fenomeni gibi durumları değerlendirme olanağı sunmaktadır. Ancak bu yöntem yumuşak doku, disk yapısı ve nöral dokunun detaylı incelenmesinde yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle LSS tanısında sadece direkt grafilerin kullanılması tanısız faydalar açısından sınırlı kalmaktadır (Deer ve ark., 2019, s.32).



Şekil 5. LS direkt grafi kesiti

Osseöz yapıların anatomik olarak en detaylı şekilde ortaya koyan görüntüleme metodu bilgisayarlı tomografi (BT) olarak belirlenmektedir (Şekil 6). Bu yöntem, intervertebral disk herniasyonu ve spinal stenozun saptanmasında yardımcı olmakla birlikte spinal kanal içindeki nöral yapıların ve bu yapıların bası altında olma durumlarının yanı sıra olası nöral zararların güvenilir bir şekilde tespit edilmesinde yetersiz kalmaktadır. Ayrıca bu tetkik sırasında hastanın maruz kaldığı radyasyon, yan etkiler açısından önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu sebeple LSS tanısında BT, öncelikli bir seçenek olarak değerlendirilmemektedir. BT'nin bir diğer alternatif formu ise BT myelogramdır. Normal BT ile karşılaştırıldığında BT myelogram, subaraknoid boşluktaki kontrast madde sayesinde nöral dokuların daha iyi gözlemlenmesini sağlamaktadır. Ancak bu yöntemin dezavantajları arasında X-ışınına maruziyet, lomber

ponksiyon gibi invaziv bir işlemin yapılması ve kontrast maddeye karşı olası alerjik reaksiyonlar bulunmaktadır (Deer ve ark., 2019, s.34).



Şekil 6. A-Sagittal kesit, B-L2 vertebra pedikül hizasında aksiyel kesit MRG yöntemi, iyonize radyasyon içermeyen ve non-invaziv bir teknik olarak uygulanmaktadır (Şekil 7). Yumuşak doku görüntüleme kapasitesi oldukça yüksek olup LSS tanısında yüksek bir hassasiyet sunmaktadır. Omurilik, sinir kökleri ve kemik iliği gibi yapıların anormalliklerini etkin bir şekilde göstermektedir. Bu özellikleri ile MRG, spinal stenoz ve disk hernilerinin tanılanmasında oldukça değerli ve tercih edilmesi gereken bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Wassenaar ve çalışma arkadaşlarının gerçekleştirdiği bir sistematik derlemede MRG'nin LSS tanısındaki duyarlılık oranının %87 ile %96 arasında, özgüllük oranının ise %68 ile %75 arasında olduğu belirlenmiştir (Wassenaar ve ark., 2012, s.220).



Şekil 7. T-2 A-Sagittal kesit, B-L3-4 intervertebral disk mesafesinde aksiyel kesit

Steurer ve diğerlerinin yaptığı çalışmada, santral spinal kanalın anterior-posterior çapının bazı literatürlerde 10 mm, bazılarında ise 7 mm'nin altına inmesi ve en dar bölgesindeki kanal alanının 100 mm²'nin altında olması durumlarının radyolojik olarak santral spinal stenoz olarak tanımlanması belirtilmektedir (Steurer ve ark., 2011, s.175).

2.4.8. Tanı

LSS için genel kabul görmüş objektif bir tanı kriteri bulunmamaktadır (Goh ve ark., 2004, s.242; Haig ve ark., 2006, s.2950). Tanı sürecinde hastanın tıbbi geçmişi ve fiziksel muayene bulguları LSS ihtimalini güçlendirmekte, bu durumda tanının doğrulanması için radyolojik görüntüleme yöntemlerine başvurulmaktadır. Hastalığın belirgin bir belirtisi olan nörojenik kladikasyon nedeniyle tanıda yürüme testleri, özellikle yürüme bandı testleri ve yüklenmeli yürüme testleri giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Tomkins ve ark., 2009, s.647; Ammendolia ve ark., 2014, s.1282). LSS tanısında kullanılan radyolojik yöntemler arasında direkt radyografi, BT, MRG ve myelografi bulunmaktadır. Bu yöntemlerin her biri avantaj ve dezavantajları ile öne çıkmaktadır (Jenis ve ark., 2000, s.389).

Direkt radyografi, maliyetinin düşük olması ve uygulama kolaylığı sebebiyle sıklıkla ilk tercih edilen yöntem olmaktadır. Bu yöntem kemik yapıların detaylı incelenmesi için etkili olmakla birlikte ligamentler ve diğer yumuşak dokuların değerlendirilmesi için yeterli bulunmamaktadır (Crock, 1981, s.487; Tuna, 2006, s.5).

Myelografi, invaziv bir yöntem olup komplikasyon riskleri taşımaktadır. Bu yöntemle kemiksel veya yumuşak doku kaynaklı daralmaların kesin nedenleri belirlenememekte, özellikle dejeneratif stenoz vakalarında spinal kanalın ciddi daralması uygulamayı zorlaştırmakta ve nöral foramen ile lateral reses darlıklarını yeterince gösterememektedir. Bu nedenlerle günümüzde myelografi daha az tercih edilen bir yöntem haline gelmektedir (Benli ve ark., 2007, s.6).

BT hem yumuşak dokuları hem de kemiksel yapıları detaylı bir şekilde inceleyebilen non-invaziv bir görüntüleme yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntem santral kanal, lateral reses ve nöral foramenin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Ancak kontrastsız BT uygulamalarında spinal kordun yeterince görüntülenememesi ve konus lezyonlarının gözden kaçırılması gibi olumsuzluklar bulunmaktadır. Görüntüleme genellikle L3'ten S1'e kadar sınırlı kalmakta, L3 üstü patolojiler sıklıkla göz ardı edilmekte ve obez bireylerde görüntü kalitesi düşebilmektedir (Larson ve ark., 1999, s.63).

MRG, LSS'nin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu teknik, diğerlerine kıyasla üstün yumuşak doku kontrastı sunmaktadır ve çok yönlü görüntüleme kapasitesine sahiptir. Non-invaziv bir yöntem olup iyonize radyasyon içermemektedir. Ancak kemiksel yapıların değerlendirilmesinde BT kadar etkili olmayabilir, metal içerikli vücut implantları olan bireylerde kullanılamamakta ve uzun süreli bir işlem olması dezavantajları arasında yer almaktadır (Jayakumar ve ark., 2006, s.298; Watters ve ark., 2008, s.305).

2.4.9. Ayırıcı tanı

Bacaklarda yürüme esnasında artan ve oturma ile hafifleyen ağrılar, yaşlı bireylerde sıkça gözlemlense de diğer yaş gruplarında da rastlanmaktadır. Bu da LSS'nin ayırıcı tanısının yapılmasını güçleştirmektedir. Ayırıcı tanı sürecinde dikkate alınması gereken hastalıklar aşağıdaki gibi sıralanmıştır (Koç, 2005):

- Lomber spondilozis olmaksızın spinal stenoz,
- Aterosklerotik oklüsif periferik vasküler hastalık,
- Spinal tümörler,
- Huzursuz bacak sendromu,
- Anterior tibial kompartman sendromu,

- Kalça ve diz osteoartriti,
- Diğer nörolojik hastalıklar.

2.4.10. Radyoloji

Direkt radyografi, birinci basamakta uygulanabilen en basit ve maliyeti düşük bir yöntem olup günümüzde bel ağrısının değerlendirilmesinde en yaygın olarak tercih edilen görüntüleme tekniğidir (Nabiyev ve ark., 2015, s.243). Direkt radyografi, lateral ve oblik projeksiyonlar, doğuştan gelen vertebra anomalileri, vertebra sayımı, vertebra korpus yükseklikleri, osteofit oluşumları, intervertebral disk yükseklikleri, faset eklem yüzeyleri, faset açıları, klem mesafeleri, nöral foramen genişlikleri, postüral bozukluklar ve diğer dizilim hataları hakkında bilgiler sunmaktadır (Kitiş, 2011, s.4) (Şekil 8).

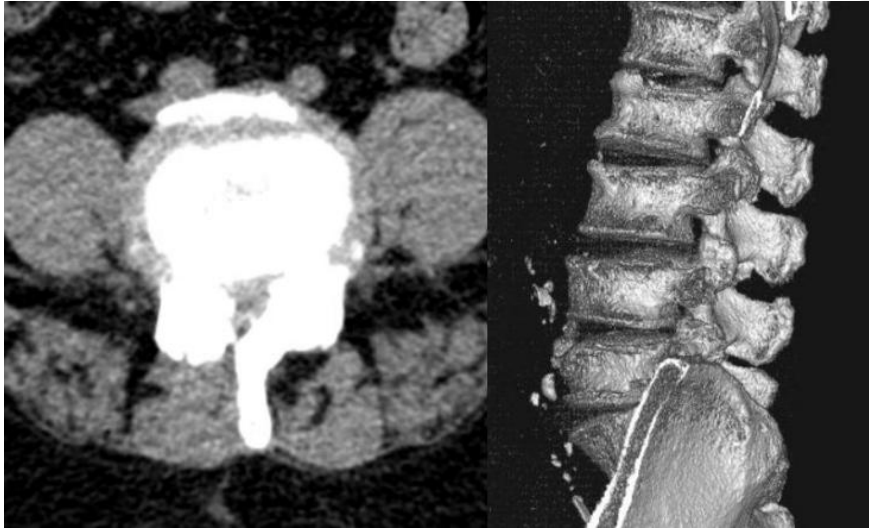


Şekil 8. LSS hastada lomber bölgenin sırasıyla ön-arka ve yan grafi görünümü

Direkt radyografi, disk dejenerasyonu belirtileri olan traksiyon osteofitleri, dejeneratif spondilolistezis, dejeneratif skolyozun ve faset hipertrofi tespitinde kullanılmaktadır. Fleksiyon ve ekstansiyon durumlarındaki yan grafi, sagittal planda instabiliteyi değerlendirmektedir. Dinamik grafi, L3–L4 ve L4–L5 aralıklarında 4 mm, L5–S1 aralığında ise 5 mm’den fazla kayma instabilite olarak değerlendirilmektedir (Hansraj ve ark., 2001, s.11). Ayrıca direkt grafi, tümör veya osteoporotik kırıkların ayırıcı tanısında yardımcı olmaktadır. Bununla

birlikte direkt grafilerin dezavantajı, nöral yapıları, ligamentum flavum ve lateral resesleri yetersiz ve yanıltıcı şekilde göstermesidir (Hansraj ve ark., 2001, s.12; Kitiş, 2011, s.6).

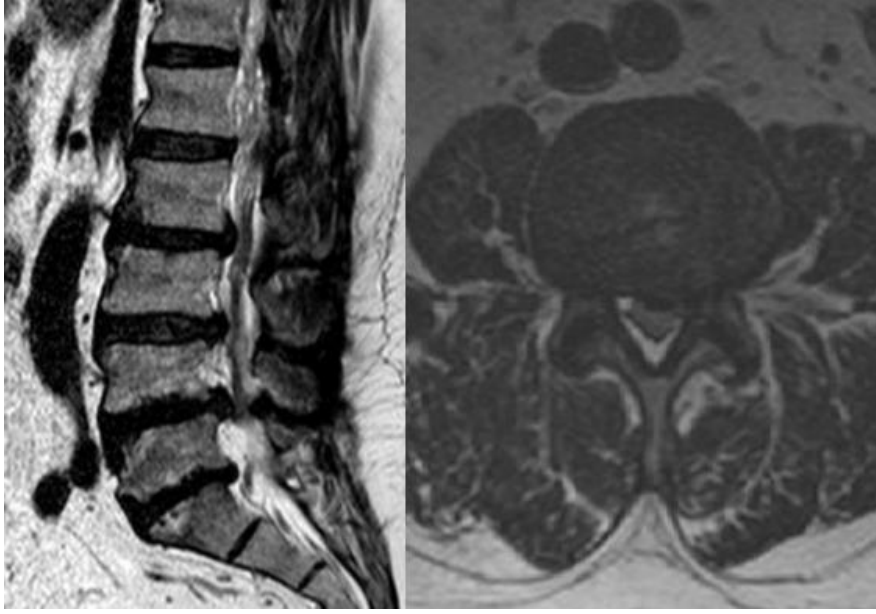
BT, kemik anatomisini ve kanal sınırlarını detaylı bir biçimde göstermektedir. Santral kanal, lateral reses ve nöral foramen, BT ile mükemmel şekilde incelenmektedir. Üç boyutlu rekonstrüksiyon ile kanal yapısı detaylı bir şekilde değerlendirilmekte hem kemik hem de yumuşak doku penceresi kullanılarak disk hernisi, genişlemiş fasetler, osteofitler, ligamentum flavum ve intraspinal sinovyal kistler gibi durumlar net bir şekilde ortaya konmaktadır. Ayrıca BT’de LSS tanısı için karakteristik olan epidural yağ kaybı etkili bir şekilde gözlemlenmektedir (Bülbül, 2012, s.34) (Şekil 9).



Şekil 9. LSS’li hastanın aksiyel ve üç boyutlu rekonstrüksiyonu yapılmış lomber vertebra BT görüntüsü

BT bazı sınırlamalara sahiptir. Kontrastsız yapılan BT taramalarında spinal kordun net bir şekilde görüntülenmesi güçleşebilmektedir. Konus medullaris lezyonları da sıklıkla ihmal edilebilmektedir. Genelde L3’ten S1’e kadar olan bölge rutin olarak tarama alanına dahil edilmekte bu nedenle L3’ün proksimalinde yer alan patolojiler göz ardı edilebilmektedir. Obez hastalarda yumuşak dokuların kalınlığı nedeniyle görüntüler artefakt içerebilmektedir (Bülbül, 2012, s.34). Ayrıca spondilolistezis ve subluksasyonların değerlendirilmesi için BT yeterince uygun bir yöntem değildir.

BT ve myelografi, kemik yapıları görüntülemek için uygun olmakla birlikte MRG yöntemi spinal anatomiye çok daha iyi bir şekilde göstermektedir. Spinal patolojilerin tanısında en yüksek diagnostik değere sahip olan görüntüleme yöntemidir (Spivak, 1998, s.66; Curlee, 2011, s.2273; Whiffen ve Neuwirth, 1997, s.1561). LSS durumunda T1 ağırlıklı görüntüler ile foramen ve konus medullaris mükemmel bir şekilde değerlendirilmekte, T2 ağırlıklı görüntüler ise santral kanalın ve çaplarının incelenmesine imkân tanımaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. LSS'li bir hastanın sırasıyla sagittal ve aksiyel Manyetik Rezonans görüntüsü

MRG, çeşitli avantajlara sahiptir. Bu yöntem noninvaziv olup hastanın iyonize radyasyona maruz kalmamasını sağlamaktadır. Myelografi gibi lomber omurganın tümünün görüntülenmesini mümkün kılmaktadır. Konus medullaris, cauda equina ve sinir kökleri, disk herniasyonları, ligamentum flavum ve intraspinal sinovyal kistler gibi yumuşak doku ile ilişkili patolojiler, diğer yöntemlere göre daha üstün bir şekilde incelenebilmektedir. Multiplanar bilgi sağlama özelliği özellikle nöral ve ligamentöz yapıların detaylı incelenmesi için önemlidir. Epidural yağlı doku kaybının tespitinde BT ve myelografiye göre daha etkilidir. MRG, spinal kanalın ön-arka ve transvers çaplarını sinir kökü kanallarını ve intervertebral foramenleri

ölçmekte ve sagittal görüntülemelerde foraminal stenozu iyi bir şekilde göstermekte, bu özellikler MR'yi BT'den üstün kılmaktadır (Bülbül, 2012).

MRG'nin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle BT'ye kıyasla daha maliyetli bir tetkiktir. LSS tanısında önem arz edebilen kortikal kemikler zayıf bir şekilde gösterilmektedir. Lomber omurgada non-titanyum metaller taşıyanlar, beyinde veya spinal kordda metal implantları olanlar, kalp pili bulunanlar ve aşırı klostrofobi yaşayanlar MRG için uygun adaylar olmamaktadır (Kitiş, 2011, s.5).

2.4.11. Elektromiyografi

Elektromiyografi (EMG), klinik belirtiler ile görüntüleme sonuçlarının uyuşmadığı durumlarda veya nörolojik belirtilerin yalnızca LSS ile açıklanamayacağı vakalarda farklı teşhisler için önerilmektedir. Ayrıca hastalığın süresi, şiddeti ve etki alanı hakkında değerli bilgiler sunmaktadır (Dumitru, 1995, s.78). Paraspinal haritalama ismi verilen kantitatif bir EMG uygulaması, LSS'nin ayırıcı tanısında yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Bu teknikle yapılan çalışmalarda klinik olarak stenoz tanısı almış hastalar, mekanik bel ağrısı çeken hastalar ve semptomsuz gönüllüler arasında istatistiksel olarak belirgin farklar gözlemlenmiştir (Haig ve ark., 2006, s.900). Yapılan bir araştırmada paraspinal haritalamanın radyolojik olarak doğrulanmış semptomatik LSS vakalarındaki duyarlılığı %93 olarak saptanmıştır. Ancak inflamatuvar radikülopati, miyopati, polinöropati, motor nöron hastalıkları gibi patolojilerin yanı sıra geçmişte yapılmış cerrahilerin de paraspinal haritalama skorlarını etkileyebileceği unutulmamalıdır (Yagci ve ark., 2009, s.843). NASS, hafif ila orta derecede semptom ve radyolojik bulgu gösteren hastalarda dejeneratif LSS tanısının doğrulanması amacıyla paraspinal haritalamayı önermektedir (Kreiner ve ark., 2013, s.734).

2.4.12. Tedavi yaklaşımları

Non-cerrahi tedavi yöntemleri arasında fizyoterapi, ilaçlar, spinal enjeksiyonlar ve multidisipliner rehabilitasyon yöntemleri bulunmaktadır. 2013 yılında yapılan bir Cochrane incelemesi, görüntüleme ile doğrulanmış LSS ve nörojenik kladikasyonu olan hastalarda belirli bir non-cerrahi tedaviyi önermek için yeterli kanıtın olmadığını ortaya koymaktadır (Ammendolia ve ark., 2013, s.107).

LSS'nin medikal tedavisi, nonsteroid anti-inflamatuar ilaçlar (NSAİİ), parasetamol, aspirin, pregabalin, gabapentin, limaprost ve düşük doz opioidler gibi ilaçların kullanımını içermektedir (Lafian ve Torralba, 2018, s.501). Yapılan bazı çalışmalar, düşük ve çok düşük kanıt düzeyinde prostaglandin, gabapentin ve B1 vitamininin ağrıyı azalttığını ve yürüme mesafesini artırdığını göstermektedir (Ammendolia ve ark., 2012, s.609). Gabapentinoidler arasında gabapentin üzerine daha fazla çalışma yapılmış olup 2016 yılında yapılan bir gözlemsel çalışmada, pregabalinin NSAİİ dirençli nöropatik bacak ağrısında 25-150 mg/gün dozunda etkili olduğu belirtilmektedir (Orita ve ark., 2016, s.10). NSAİİ'lerin parasetamole göre üstünlük sağlayamadığı çalışmalarda görülmekte olup opioidler ve miyorelaksanlar da NSAİİ'ler ve parasetamole göre daha etkili bulunmamaktadır (Atlas ve Delitto, 2006, s.198). Başka bir çalışmada kalsitoninin plasebo veya asetaminofene göre üstün olmadığı ifade edilmektedir (Peng ve ark., 2015, s.2536). PG E1'in vazodilatatör ve antiplatelet etkileriyle cauda equina ve sinir köklerine olan kan akımını artırdığı düşünülmektedir ancak 2015 yılında yayınlanan bir derlemede bu etkinin kısa takip sürelerinde gözlemlendiği vurgulanmaktadır (Yoshihara ve ark., 2016, s.245). Kortikosteroidler ve antidepresanların etkinliği, kontrollü çalışma eksikliği nedeniyle net değildir. LSS hasta popülasyonunun çoğunlukla 60 yaş üstü olduğu göz önünde bulundurularak bahsedilen ilaçların yan etki profilleri dikkatlice değerlendirilmektedir (Lafian ve Torralba, 2018, s.501).

LSS'nin konservatif tedavi yöntemlerinde fizyoterapi, başlangıç stratejisi olarak kabul edilmektedir. LSS tedavisinde kullanılan fizyoterapi teknikleri arasında, aerobik, leksibilite, bisiklete binme, postür düzeltme, vücut ağırlığını destekli yürüyüş bandı kullanımı, lomber yarı-rijit ortezler, denge ve koordinasyon egzersizleri, breys ve korse kullanımı, elektriksel stimülasyon, analjezik amaçlı sıcak-soğuk uygulamalar, masaj ve terapötik ultrason gibi yöntemler yer almaktadır. Fizyoterapinin temel amacı, postür düzeltilmesi ve stabilizasyonun sağlanması için kor kaslarının güçlendirilmesidir. Hastaların yaşam kalitesini artırmak ve egzersiz uyumunu sağlamak amacıyla ağrı yönetimi büyük önem taşımaktadır. Lomber fleksiyon ile spinal kanalın genişlemesi nedeniyle hastalar fleksiyon odaklı egzersiz programlarını daha kolay tolere etmektedirler. Bu tip programlar, kilo kaybı sağlayarak omurgadaki mekanik stresi azaltmaktadır (Patel ve ark., 2017, s.598).

Yapılan bir araştırmaya göre hastalara sıklıkla fleksibilite, stabilizasyon, güçlendirme egzersizleri, sıcak/soğuk uygulamalar, akupunktur ve eklem mobilizasyonu önerilmektedir ancak hastalar en çok masaj uygulamalarını tercih etmektedirler. Güçlendirme egzersizi yapan hasta oranı %23, fleksibilite egzersizi yapan oranı ise %18 olarak belirtilmiştir (Tomkins ve ark., 2010, s.31).

Fizyoterapi uygulamalarının LSS üzerindeki etkileri konusunda yeterli kanıt bulunmamaktadır. Bu durumda yürüyüş kapasitesi ve performans üzerinde anlamlı bir fayda sağladığını gösteren bir araştırma mevcut değildir (Ammendolia ve ark., 2012, s.610). 2013 yılındaki bir incelemede egzersizle kıyaslandığında fizyoterapi müdahalelerinin daha fazla etkinlik göstermediği belirtilmektedir. Cerrahi müdahalelerle karşılaştırıldığında ise iki yıllık izlem süresi sonunda cerrahi müdahalelerin ağrı ve fonksiyon kaybı açısından daha üstün olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca bu derlemede ele alınan veriler, egzersiz yapılmasını ve korse kullanılmasını desteklemektedir (Macedo ve ark., 2013, s.1646). Son NASS rehberinde ise korse kullanımının yürüme mesafesini artırdığı ve ağrıyı azalttığı ancak yeterli kanıt bulunmadığı için ilaç,

fizyoterapi ve egzersiz tedavilerinin önerilmediği belirtilmektedir (Kreiner ve ark., 2013, s.734).

2018 yılına ait bir meta-analiz, egzersizin dekompresif laminektomi cerrahisine eşdeğer bir etkinlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Egzersizin paravertebral kasları harekete geçirdiği, lomber lordozu iyileştirdiği ve lomber omurga üzerinde stabilite ile koordinasyonu artırdığı vurgulanmaktadır (Mo ve ark., 2018, s.879). Cerrahiyle kıyaslandığında cerrahi kısa sürede ağrıyı azaltabilmektedir ancak paravertebral kaslara zarar vererek kas gücünü düşürmekte ve lomber dizilimi olumsuz etkilemektedir.

Spine Patient Outcomes Research Trial çalışmasının analizi, fizyoterapinin ağrıyı azaltmadığını ancak hastaların kendileri tarafından bildirilen fiziksel fonksiyonlarda iyileşme sağladığını ve bir yıl içerisinde cerrahiye başvuran hastaların sayısını azalttığını belirtmektedir. Bu bulgular fizyoterapinin spinal seviyede terapötik bir etkinlik göstermemiş olmasına rağmen, LSS'li hastaların fonksiyonlarını geliştirme konusunda önemli bir rol üstlendiğini göstermektedir (Lurie ve Tomkins-Lane, 2016, s.34; Fritz ve ark., 2014, s.1611).

Lomber radikülopati ve nörojenik kladikasyo, sinir köklerinin inflamasyonu sonucu kötüleşen LSS vakalarında lokal anestetik içeren veya içermeyen epidural steroid enjeksiyonları, interlaminar ve transforaminal yöntemlerle uygulanmakta ve bu enjeksiyonlar ana tedavi yöntemleri arasında yer almaktadır. Ancak epidural enjeksiyonlara dair çalışmaların bulguları geniş bir çeşitlilik göstermektedir (Lurie ve Tomkins-Lane, 2016; Patel ve ark., 2017, s.598). Mevcut literatür, epidural enjeksiyonların uzun dönemde nörojenik kladikasyo üzerindeki etkinliğini desteklememektedir. Bu tedavinin radikülopati veya kladikasyolu hastalarda kısa vadeli semptomatik rahatlama sağlayabileceğini belirtmektedir (Lafian ve Torralba, 2018, s.500).

2014 yılında gerçekleştirilen ve 400 LSS hastasını kapsayan bir çalışmada epidural steroid ve epidural lidokain uygulamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Friedly ve ark., 2014, s.11). 2016 yılında yayımlanan bir meta-analizde ise lidokainin tek başına veya steroid ile kombinasyon halinde uygulanmasının üçüncü ve on ikinci ay kontrollerinde ağrı ve fonksiyon üzerinde olumlu etkileri olduğu rapor edilmiştir (Manchikanti ve ark., 2016, s.365). Aynı yıl içinde yapılan başka bir çalışmada kalsitonin epidural steroid ve lokal anestetik kombinasyonuna eklenmiş ve bu kombinasyon kontrol grubu ile karşılaştırıldığında bir yıla kadar süren ağrı ve fonksiyon iyileşmelerinde üstünlük sağlamıştır (Elsheikh ve Amr, 2016, s.139).

NASS tarafından 2013 yılında yayımlanan kılavuzda, nörojenik kladikasyo veya radikülopatili LSS olgularında kısa dönem semptomatik rahatlama için interlaminar steroid enjeksiyonları önerilmektedir. Uzun dönem etkinlik konusunda ise çelişkili kanıtlar bulunduğu vurgulanmaktadır. Orta vadede görüntüleme kılavuzluğunda yapılan transforaminal epidural steroid enjeksiyon rejimlerinin uygulanması tavsiye edilmektedir (Kreiner ve ark., 2013, s.736).

Faset eklem enjeksiyonları, LSS dışındaki nedenlere bağlı kronik ağrı durumlarının tedavisinde sıklıkla tercih edilmektedir. 2017 yılında yapılan bir araştırmada Shim ve diğerleri epidural steroid enjeksiyonlarından yarar görmeyen LSS vakalarına triamsinolon ve ropivakain içeren faset eklem enjeksiyonları uygulamış ve hastaların %68'inde istatistiksel olarak anlamlı semptomatik rahatlama sağlamıştır. Bu çalışma, LSS'nin çok faktörlü etiyojisine işaret etmesi açısından değerli bulunmuş olsa da retrospektif tasarımı, küçük örneklem büyüklüğü ve sonuçların standardizasyonunun eksikliği nedeniyle elde edilen verilerin ve kalitenin yetersiz olduğu değerlendirilmektedir (Patel ve ark., 2017, s.601; Shim ve ark., 2017, s.96).

Spinal Kord Stimülasyonu ile ilgili 2014 yılında Kamihara ve diğerleri tarafından yapılan bir çalışma, bacak semptomları bulunan LSS tanısı almış hastalarda bu yöntemin etkinliğini incelemiştir. Araştırmaya dahil edilen 91 hastadan deneme seansında ağrısı %50 ve üzerinde

azalan 59 hastadan 41'ine kalıcı cihaz yerleştirilmiştir. İlk yıl sonunda hastaların %95'i iyilik halinin sürdüğünü bildirmiştir. Araştırma sonucunda spinal kord stimülasyonunun konservatif ve cerrahi tedaviler arasında bir alternatif sunmakta olduğunu ve belirli durumlarda cerrahiye bir alternatif olabileceği ifade edilmiştir (Kamihara ve ark., 2014, s.340).

2.4.13. Lomber spinal stenozda cerrahi tedaviler

Omurga hastalıklarının tedavisi son yüz yıl içinde önemli bir gelişme göstermiştir. İlk zamanlarda traksiyon, yatak istirahati, atelleme ve destek ortezleri gibi immobilizasyon yöntemleri tercih edilmekteyken, antisepsi tekniklerinin, termokoterin bulunmaması ve etkili anestezi yöntemlerinin olmayışı nedeniyle cerrahi müdahaleler nadiren tercih edilmekteydi (Walker ve ark., 2019). Hipokrat tarafından M.Ö. 400 yıllarında keşfedilen traksiyon ve immobilizasyon yöntemleri, 20. yüzyıla kadar omurga tedavisinin temelini oluşturmuştur (Marketos ve ark., 1976). 19. yüzyılda Semmelweis ve Lister'in antisepsi uygulamalarını geliştirmeleri, omurga cerrahisine olan ilgiyi tekrar arttırmıştır. Bu gelişmelerin ardından Macewen tarafından 1886 yılında ilk laminektomi operasyonu gerçekleştirilmiştir. Pott hastalığı kaynaklı servikal kırıkların tedavisi amacıyla 1891 yılında Hadra tarafından geliştirilen ilk internal fiksasyon teknikleri arasında gümüş tellerle spinöz prosesler etrafında 8 şeklinde bir halka oluşturulmuştur (Hadra, 1981). Hibbs, bu tekniği 1911 yılında geliştirerek sonraki 50 yıl boyunca yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline getirmiştir (Hibbs, 2007, s.17 - 20). Harrington, 1950'lerin sonunda skolyozun tedavisi için deformiteyi düzeltmek amacıyla kancalarla tutturulmuş çelik çubuklar kullanılan bir sistem tasarlamıştır (Harrington, 1973). Boucher ise 1959 yılında pedikül vidasını geliştirdiğini raporlamıştır (Boucher, 1959).

Lomber spinal stenoz tedavisinde cerrahi yöntemler genellikle cerrahi dışı tedavilere başvurulduktan sonra tercih edilmektedir ve 65 yaş üstü hastalarda omurga operasyonlarının başlıca sebebi olarak belirlenmiştir (Deyo ve ark., 2010, s.1259). Ameliyatın asıl amacı

etkilenmiş nöral dokular üzerindeki baskıyı hafifletmek veya tamamen ortadan kaldırmak için vertebral kanalda stenozun bulunduğu seviyelerde enine kesit alanını genişletmektir. Lomber spinal stenozun tanı ve tedavisine yönelik kanıta dayalı bir kılavuz, cerrahi dışı tedavilerin başarısızlığı durumunda hastaların cerrahi müdahaleye yönlendirilmesi için yeterli kanıt sunulduğunu ifade etmektedir (Kreiner ve ark., 2013, s.734).

Eğer başka kompleks omurga patolojileri bulunmuyorsa LSS'li hastalar için füzyonsuz dekompresif laminektomi tercih edilen cerrahi müdahale olarak önerilmektedir (Overdevest ve ark., 2015, s.2244). Bu cerrahi işlem sırasında hastanın prone pozisyon alması sağlanmakta ve stenotik seviyelerde bulunan spinöz prosesler, faset eklemler, ligamentöz dokular ve laminalar gibi yumuşak dokuların kısmen veya tamamen çıkarılmasıyla nöral doku üzerindeki baskı azaltılmaktadır. Ayrıca her faset ekleminin ve pars interartikularisin en az yüzde elli oranında korunmasının cerrahi sonrası ortaya çıkabilecek iyatrojenik instabiliteyi minimize ettiği belirtilmektedir (Weng ve ark., 2012, s.5).

Dekompresif laminektomi, daha invaziv bir işlem olmasının yanı sıra uzun dönemde spinal instabilite riski taşıdığından tek taraflı veya iki taraflı hemilaminotomi gibi minimal invaziv laminektomi yöntemlerinin kullanılması denlenmektedir. Bu teknikler, küçük bir kesik ve mikroskop ya da endoskop desteğiyle omurganın anatomik yapısının korunmasını hedefleyen cerrahi prosedürler içermektedir. Sınırlı katılımcı sayısı ve kontrol grubunun olmaması nedeniyle düşük kanıt değeri taşıyan bir çalışmada, bu minimal invaziv girişimlerin klasik dekompresif laminektomiye kıyasla daha az kan kaybı, daha kısa operasyon süresi, daha hızlı mobilizasyon ve rehabilitasyon süreleri, postoperatif ağrı kontrolü için daha az farmakolojik müdahale ihtiyacı ve işlem sırasında daha az kas hasarı ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Deer ve ark., 2019, s.32). Ancak bu konuda daha kapsamlı ve randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

İnterspinöz ve interlaminar separatörler, LSS hastalarında daha az invaziv bir alternatif olarak ağrı kontrolü amacıyla kullanılmaktadır (Lurie ve Tomkins-Lane, 2016, s.352). Bu yöntem, stenozun bulunduğu seviyede spinöz proceslerin birbirinden uzaklaştırılması suretiyle bası altındaki nöral dokuya yönelik kompresif etkiyi azaltma prensibine dayanmaktadır. İmplantın yerleştirilmesinin ilk iki yılında spinöz proces fraktürleri ve implantın çökmesi gibi sorunlarla karşılaşıldığı bildirilmiştir. L5-S1 seviyesi için anatomik kısıtlamalar nedeniyle bu yöntem uygun değildir (Deer ve ark., 2019, s.32)).

Ligamentum flavumun kalınlığı 2,5 mm'den fazla olduğunda ve stenozun nedeni bu ligament olduğunda minimal invaziv lomber dekompresyon yöntemi uygulanabilirliği söz konusu olmaktadır (Deer ve ark., 2019, s.250). Spinal füzyonun temel amacı lokal aksiyel bel ağrısını azaltmak ve stabilite sağlamak olarak tespit edilmiştir (Diwan ve ark., 2019, s.23). Spinal füzyon genellikle spondilolistezis kaynaklı stenoz, önceki dekompresyon sonrası tekrarlanan stenoz, instabilite varlığında ya da skolyoz ameliyatlarında koruyucu bir önlem olarak kullanılmaktadır (Lurie ve Tomkins-Lane, 2016, s.352). Deformite ya da instabilite olmadığı durumlarda izole kanal darlığı olan hastalar için füzyon önerilmemektedir (Resnick ve ark., 2014, s.62). Ahmed ve diğerleri tarafından yapılan bir meta-analizde sadece dekompresyon ile füzyonlu dekompresyonun karşılaştırılması yapılmıştır. Bu analizin bulgularına göre füzyon uygulanmış dekompresyon sadece dekompresyona kıyasla daha iyi fonksiyonel sonuçlar sunmakta ve postoperatif sırt ve bacak ağrısını daha az seviyede göstermektedir (Ahmed ve ark., 2018, s.3).

2.4.14. Lomber spinal stenozla ilişkili besinler

Bazı gıda bileşenlerinin diyet programlarına dahil edilmesi ya da çıkarılması kronik ağrıları olan bireyler için faydalı bir destek sağlayabilmektedir (Tick, 2015, s.309). Kronik ağrı durumu yaşayan hastaların kan ve doku örneklerinde proinflamatuvar sitokinlerin yüksek düzeylerde

olduğu tespit edilmektedir (Zhang ve An, 2007, s.27). Ağrının kaynağı ne olursa olsun inflamasyon dokuların korunmasını sağlamak için görevli hücreleri aktive eden bir mekanizma olarak ön plana çıkmaktadır (Swieboda ve ark., 2013, s.3). Genellikle inflamasyon kısa süreli ve kendiliğinden sınırlıdır ancak kronik inflamasyon, çeşitli kronik ağrı bozukluklarına yol açabilmektedir (Pan ve ark., 2010, s.16). Ayrıca diyet bileşenlerinin kronik ağrıdaki inflamasyon ve oksidatif stresi yönetme yoluyla modüle edici bir rol oynayabileceği ve ağrının azalmasına katkıda bulunabileceği belirtilmektedir (Rondanelli ve ark., 2018, s.131).

Su tüketiminin yetersizliği, serebrovasküler yanıtı değiştirerek ağrı algısını artırmaktadır (Perry ve ark., 2016, s.135). Hipohidrasyon sonucu ağrı algısında meydana gelen artışın arkasındaki mekanizma belirsiz olmakla birlikte kan kortizol düzeylerindeki yükselme bu durumun olası nedeni olarak değerlendirilmektedir. Kortizol, bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde ve testosteron üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Testosteron ise talamus ve orta frontal lobdaki aktiviteyi baskılayarak ağrıyı azaltabilmektedir. Bu nedenle kortizolün testosteron seviyesini düşürmesi ağrı algısını yükseltebilmektedir (Bear ve ark., 2016, s.605).

Kırmızı ve beyaz etin aşırı tüketilmesi; bitkisel gıdaların alımının yetersiz kalmasıyla birleştiğinde kronik ve dejeneratif hastalıkların ortaya çıkmasına ve ağrı algısının yükselmesine sebep olmaktadır (Seaman, 2002, s.168). Özellikle kırmızı etin fazla tüketilmesi inflamasyon göstergesi olan biyobelirteçlerde (c-reaktif protein gibi) istenmeyen plazma düzeyleriyle ilişkilendirilmektedir. Sağlıklı inflamatuvar biyobelirteç düzeylerine ulaşılabilmesi için protein ihtiyacının kümes hayvanları ve deniz ürünleriyle karşılanması önerilmektedir. Dengeli bir diyet için haftada iki kez beyaz et, haftada bir kez kırmızı et ve haftada dört kez balık tüketilmesi tavsiye edilmektedir (Ozawa ve ark., 2017, s.507). Somon, lüfer, hamsi, uskumru ve ton balığı gibi balıklar içerdikleri yüksek düzeyde omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri sayesinde antiinflamatuvar özellikler göstermektedirler. Ağrılı hastalıklarda yapılan omega-3 esansiyel yağ asitleri takviyesi sonucunda ağrı şiddetinde azalma görülmüştür (Maroon ve Bost 2006, s.326;

Nakamoto ve ark., 2013, s.63). Yetersiz omega-3 alımının ağrı şiddetini artırdığına dair bulgular, omega-3 ve şiddetli baş ağrısı veya migren arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarca desteklenmektedir.

Yoğurt; insan vücudunda bakteriyel suşların yaşaması için ideal bir ortam sunmaktadır. Bu bakteriyel suşlar her zaman hastalık yapıcı olmayıp aslında önemli savunma ve güvenlik barajları oluşturmaktadırlar. Bağırsakta kolonize olan yerleşik bakteriler, farklı çeşit ve sayılarda mikrobiyota oluşturmaktadırlar. Uzun süreli antibiyotik kullanımı, yaşam tarzındaki değişiklikler ve çeşitli hastalıklar bağırsak mikrobiyotasının değişmesine neden olmaktadır (Stecher, 2015, s.299).

Sağlıklı yetişkinlerin bağırsak mikrobiyotası temelde Bacteroidetes, Firmicutes, Proteobacteria, Fusobacteria, Verrucomicrobia ve Actinobacteria gibi çeşitli bakteri cinslerinden oluşan farklı suşlardan meydana gelmektedir (Harmsen ve ark., 2002, s.2982). Morfin gibi opioidlerin ağrı kesme ve sedasyon sağlama mekanizmaları tam olarak anlaşılmamış olmasına rağmen bu ilaçlar hem ağrıyı dindirmekte hem de sedasyon sağlamakta etkilidirler (Chang ve ark., 2011, s.106). Hayvan modelleri üzerinde yapılan son çalışmalar, morfin kullanımının gram-pozitif patojen bakterilerin sayısında artışa ve dekonjuge safra suşlarında ise azalmaya neden olarak bağırsak mikrobiyotasının bileşiminde ciddi değişiklikler yarattığını ortaya koymuştur. Yoğurt, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin fermentasyonu sonucunda üretilen yüksek besin değeri ve sindirim kolaylığı sunan fermente bir süt ürünüdür. İçeriğindeki probiyotik bakteriler sayesinde immün sistemini güçlendirmekte, kan kolesterolünü düşürmekte ve anti-inflamatuar etkiler sergilemektedir. Günlük yoğurt tüketimi, opioid tedavisinin neden olduğu mikrobiyota değişikliklerini engellemekte ve kronik ağrısı olan hastalarda inflammatuar yanıtlara karşı koruyucu etki göstermektedir (Rondanelli ve ark., 2018, s.131).

Baklagiller, inflamasyon belirteçleri üzerinde olumlu etkileri nedeniyle Akdeniz diyetinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Düzenli baklagil tüketimi, CRP düzeylerinde önemli bir azalmaya neden olmaktadır (Salehi-Abargouei ve ark., 2015, s.632). Soya fasulyesi ile ilgili literatürde, soya zengin diyetlerin peroksizom proliferatör-aktive reseptörler (PPAR) aktivasyonu yoluyla anti-inflamatuar etki gösterdiği ve bu sürecin immün hücreler tarafından üretilen proinflamatuvar sitokinlerin üretimini baskıladığı belirtilmektedir. Bu nedenle soya içerikli diyetlerin kronik ağrının yönetilmesinde yararlı olabileceği ifade edilmektedir (Shir ve ark., 2001, s.1238).

Osteoartrit hastalarına üç ay süresince günlük 40 gram soya proteini verilmesinin ağrı seviyelerini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Bu etkinin özellikle erkeklerde kadınlara kıyasla daha fazla belirgin olduğu belirlenmiştir. Zira erkeklerde östrojen düzeyleri daha düşük olduğundan soya takviyesinin içerdiği izoflavonların etkisi daha ağırlıklı hale gelmektedir (Arjmandi ve ark., 2004, s.567). Soyada bulunan ana izoflavon genistein'dir ve in vitro çalışmalarda genistein'in östrojen reseptörlerine bağlanarak ve inflamatuvar genleri baskılayan PPAR'ı aktive ederek önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Kondrosit hücreler üzerinde yapılan kültür çalışmalarında genistein lipopolisakkaride maruz kalmış hücrelerde interlökin 1 (IL 1) ekspresyonunu, siklooksijenaz (COX) ve Nitrik Oksit (NO) düzeylerini düşürerek anti-inflamatuar etki sergilemektedir. Araştırmacılar COX-2 inhibisyonu sağlayan ve ciddi yan etkileri olmayan bir farmasötik ajanın henüz bulunamadığını ifade etmektedirler. Bu sebeple genistein kronik ağrılı hastalıkların tedavisi ya da önlenmesi için cazip ve alternatif bir çözüm olarak değerlendirilmektedir (Hooshmand ve ark., 2007, s.611). Baklagiller, opioid tedavisinin yan etkilerinden biri olan kabızlığı hafifletmekte etkili olan suda çözünmeyen lifler açısından zengindir. Dolayısıyla kronik ağrı çeken bireylere anti-inflamatuar etkileri ve yüksek lif içerikleri nedeniyle haftada dört kez kuru veya taze baklagil ve haftada bir kez soya fasulyesi tüketmeleri önerilmektedir (Rondanelli ve ark., 2018, s.132).

Sızma zeytinyağı, Akdeniz diyetinin başlıca lipid kaynağı olarak yer almaktadır. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) açısından zengin olan bu lipitler, anti-inflamatuar, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri sayesinde sağlıklı yaşam özelliklerine katkıda bulunan önemli unsurlar arasında değerlendirilmektedir (Tripoli ve ark., 2005, s.99). Zeytinyağı içinde yüksek oranda bulunan MUFA ve çeşitli biyoaktif bileşenler, diğer tohum yağlarına göre farklı olarak anti-inflamatuar özellikler sağlamaktadır. Örneğin keten tohumu yağının alfa-linolenik asit içeriği, kardiyovasküler hastalıkların riskini azaltmamakta (Harper ve ark., 2006, s.1846), ayçiçeği yağı ise zeytinyağı gibi koruma sağlamamaktadır (Aguilera ve ark., 2004, s.676). Zeytin ağacının meyvesi olan zeytin, fenolik bileşikler içermekte olup bu bileşikler önemli anti-inflamatuar ve antinosiseptif etkiler sergilemektedir (Sahranavard ve ark., 2014, s.120). Yapılan araştırmalar hidroksitirozolün ağrıyı azaltıcı etkisini ortaya koymaktadır (Takeda ve ark., 2013, s.862). Bu sebeplerle kronik ağrısı olan bireylere her gün zeytin ve zeytinyağı tüketmeleri tavsiye edilmektedir (Zhao ve ark., 2016, s.226).

Baharatların sağlık üzerine birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Günlük olarak tüketilen baharatlar, yemeklerin lezzetini artırmanın yanı sıra aşırı tuz kullanımını da engellemeye yardımcı olmaktadır (Lakhan ve ark., 2015, s.8).

Zingiberaceae familyasından elde edilen bitkisel özler, kronik ağrıların tedavisinde etkili olan güçlü analjezikler arasında yer almaktadır. Özellikle kurkumin, opioidlerin sebep olduğu ağrı duyarlılığının artışı olan hiperalejiyi azaltıcı etki göstermektedir (Lakhan ve ark., 2015, s.9). Kurkumin aynı zamanda antinosiseptif ve anti-inflamatuar özelliklere sahiptir. Zencefil dahil bitkisel tedaviler kronik eklem ağrılarının azalmasında yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak özellikle zerdeçal ve zencefilin günlük tüketimi, antinosiseptif ve antiinflamatuar özellikleri sayesinde kronik ağrı kontrolünde olumlu etkiler sergilemektedir (Rondanelli ve ark., 2018, s.142).

Düşük Glisemik İndeks/Yük ile Karbonhidratlar; yüksek glisemik indeksli gıdaların tüketimi hem akut hem de kronik ağrı durumlarında oksidatif stres ve düşük dereceli inflamasyona katkı sağlamaktadır. Yükselen postprandiyal glukoz seviyeleri, Nitrik Oksit (NO) üretimini tetiklemektedir. Üretilen NO, süperoksit ile reaksiyona girerek peroksinitrit adı verilen güçlü ve uzun ömürlü bir pro-oksidan molekül oluşturmaktadır. Peroksinitrit, radikal olmasa da oldukça toksik bir metabolittir (Ceriello, 2005, s.3). Düşük glisemik indeksli tam tahılların bileşenleri incelendiğinde bu gıdaların serbest radikalleri azaltıcı ve antioksidan enzimleri aktive edici yollarla anti-inflamatuar özelliklere sahip çeşitli biyoaktif bileşikler açısından zengin olduğu görülmektedir (Fardet, 2010, s.100). Düşük glisemik indeksli diyetin yüksek glisemik indeksli diyetlere göre CRP düzeylerini düşürdüğü belirlenmiştir. Bu sebeple inflamasyonu azaltıcı etkilerinden ötürü düşük glisemik indeksli beslenme kronik ağrı yaşayan bireylere önerilmektedir (Ebbeling ve ark., 2012, s.2629).

B12 vitamini, yani kobalamin, suda çözünür nitelikte olup bazı mikroorganizmalar ve algler tarafından üretilirken hayvansal ürünlerde de bulunmaktadır. B12 vitamininin antinosiseptif özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir (Defagó ve ark., 2014, s.910). Fareler üzerinde yapılan bir araştırmada B12 vitamininin morfinle kombine edildiğinde NO sentezini inhibe ederek morfin toleransının azalmasına yardımcı olduğu belirlenmiştir (Ghazanfari ve ark., 2014, s.115). Hayvanlar üzerinde yürütülen bir başka çalışmada, B12 vitamininin anti-inflamatuar özellikleri sayesinde akut ve kronik nöropatik ağrıyı azalttığı görülmüştür. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarda ise B12 vitamininin kas içi enjeksiyonunun omurga bölgesindeki lokalize ağrıların tedavisinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Chiu ve ark., 2011, s.869). Bel ağrısı çeken hastalarda intramüsküler B12 vitamini kullanımı hem etkili hem de güvenli bir tedavi yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Eğer kronik ağrı çeken bireylerin diyeti yeterli B12 vitamini sağlamıyorsa kandaki B12 düzeyleri ölçülmeli ve gerekli takviyeler yapılarak düzeltilmelidir (Chiu ve ark., 2011, s.870).

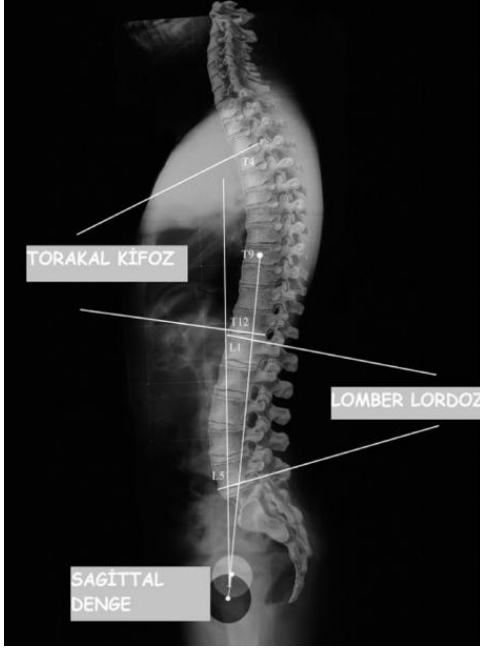
D vitamini, yağda çözünür bir vitamin olup deride güneş ışığına maruz kaldığında üretilmektedir. Alınan D vitamininin yalnızca %20'si özellikle hayvansal kaynaklı besinler olan yumurta, ringa balığı, somon ve karaciğer yoluyla sağlanmaktadır. Eğer diyet ile günlük tavsiye edilen D vitamini miktarı (DRI) karşılanamıyorsa takviye şarttır. Düşük D vitamini düzeyleri osteoporoz ve kas-iskelet sistemi hastalıkları gibi birçok sağlık sorununa neden olabilmektedir (McAlindon ve ark., 2013, s.156). Osteoporozu olan yaşlılarda günlük 125 µg vitamin D3 desteği, kemik sağlığını ve yaşam kalitesini artırarak ağrı hissini azaltmaktadır (Costan ve ark., 2014, s.630).

D vitamini yetersizliğinin yaygın kronik ağrı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (McCabe ve ark., 2016, s.32). Kronik ağrı ile D vitamini arasındaki ilişki, düşük D vitamini düzeylerinin artmış merkezi hassasiyet ile bağlantılı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, kronik ağrısı olan hastalarda mekanik ağrılara ve somatik semptomların şiddetine karşı duyarlılığın artmasına yol açmaktadır (Von-Känel ve ark., 2014, s.1610). LSS hastalığı olan bireylerde sıklıkla karşılaşılan yürüme zorlukları, hipertansiyon, depresyon ve kemik metabolizmasındaki dengesizlikler, D vitamini eksikliği ile ilişkili olabilir. LSS'li hastalarda D vitamini eksikliği oldukça yaygın olarak gözlemlenmektedir ancak bu durumun nedenleri üzerine detaylı bir çalışma henüz yapılmamıştır. Bu sebeple LSS hastalığında D vitamininin en önemli ilişkili besin ögesi olduğu düşünülmektedir (Lee ve ark., 2012, s.279).

2.5. Omurganın Sagittal Balansı

Torakal kifoz ve lomber lordoz, sagittal denge durumunda birbirleriyle uyum içindedir. Bu uyum, pelvis ile omurga arasındaki ilişki olarak tanımlanan spinopelvik dengeyi oluşturmaktadır. İlk zamanlarda spinopelvik denge, global sagittal dengenin önemli bir parçası olarak görülmemekteydi. Artık pelvik morfolojinin ve pelvik yapının global sagittal dengedeki rolünün bilinciyle spinopelvik parametreler giderek daha fazla kullanılmaktadır (Mehta ve ark.,

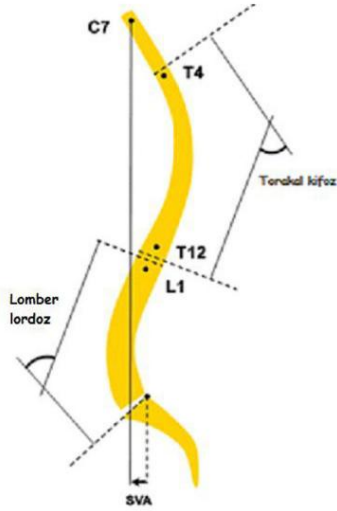
2012, s.707; Vialle ve ark., 2005, s.260). C7 seviyesinden başlayıp S1 vertebranının postero-süperior köşesinden geçen düşey çizgi, sagittal vertikal aks olarak tanımlanmaktadır. Bu aksın sakrumun postero-süperior köşesini 2 cm öne veya arkaya taşıyarak belirlendiği zaman, omurgada sagittal dengenin sağlandığı kabul edilmektedir (Errico, 2009, s.5). Şakül çizgisi, S1 vertebranının postero-süperior köşesinin önünden geçtiğinde pozitif sagittal imbalans, köşenin tam üstünden geçtiğinde nötral sagittal dengelenme, köşenin arkasından geçtiğinde ise negatif sagittal imbalans mevcut olmaktadır (Harding, 2009, s.571). Sagittal dengeyi etkileyen ana omurga açıları servikal ve lomber lordoz ile torakal kifoz açılarıdır (Şekil 11).



Şekil 11. Torakal kifoz, lomber lordozun uyum içinde olduğu sagittal denge hali (Jackson, 1998, s.1750).

Lomber Lordoz: L1'in üst son plak hizasından başlayıp sakrumun alt son plak hizasına kadar olan dik çizgiler arasındaki açı ile ifade edilmektedir. L3 ile L4 arasındaki bölge en yüksek nokta olarak kabul edildiğinde normal lomber lordozun açısı 40° ile 70° arasında değişmektedir (Şekil 12).

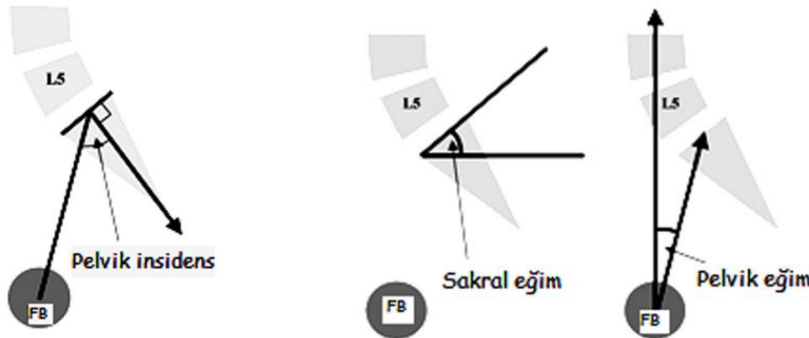
Torakal Kifoz: T4'ün üst son plak seviyesinden ve T12'nin alt son plak seviyesinden geçen dik çizgiler arası açı olarak ölçülmektedir. T7 seviyesi en yüksek nokta olarak belirlendiğinde torakal kifoz açısının ortalama 20° ile 50° arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Torakal kifoz ve lomber lordoz açıları (Le Huec, 2011, s.558)

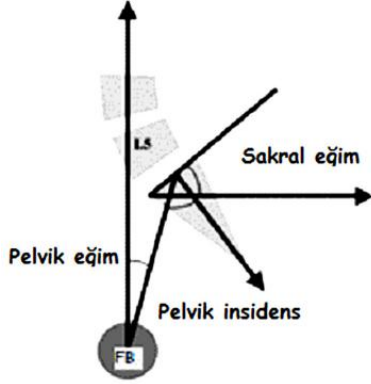
Servikal Lordoz: C4 vertebra tepe noktası olarak kabul edilmiş ve bu durumda servikal lordoz açısının 25° ile 50° arasında olduğu gözlemlenmiştir (Errico, 2009, s.8). Duval-Beaupère metodu, pelvisin sagittal plan üzerindeki dengesini değerlendiren önemli parametreleri içermektedir. Bunlar pelvik insidans, sakral eğim ve pelvik eğimdir.

Pelvik İnsidans: Sakrumun üst son plak orta noktasından geçen dik çizgi ile aynı noktada femur başına doğru çekilen çizgi arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır (Şekil 13).



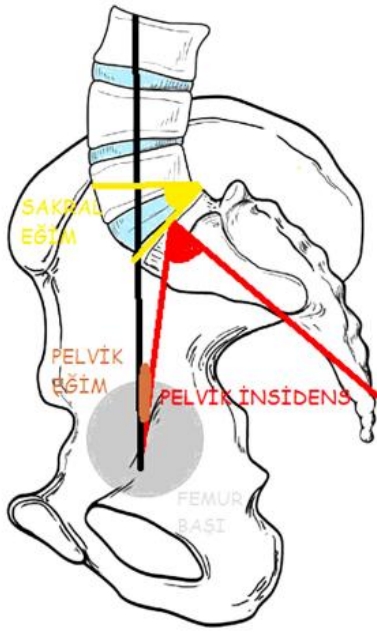
Şekil 13. Pelvik insidans, sakral eğim ve pelvik eğim açıları (Legaye ve ark., 1998, s.99)

Sakral Eğim (Sakral Slop): Üst sakral son plak üzerinden geçen bir çizgi ile aynı noktadan çizilen yatay çizgi arasındaki açı olarak ifade edilmektedir (Şekil 14).



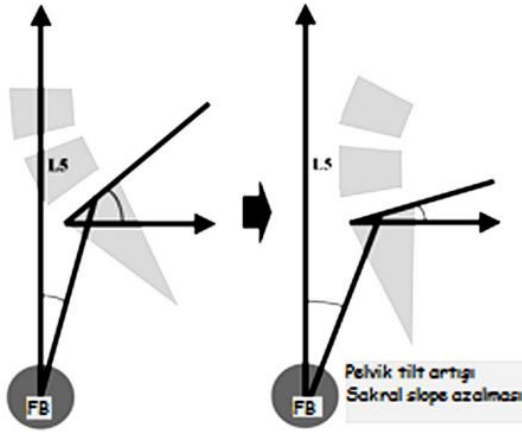
Şekil 14. Spinopelvik parametreler

Pelvik Eğim (Pelvik Tilt): Femur başı eksenine dik olan vertikal çizgi ile femur başı ekseninden üst sakral son plak orta noktasına uzanan çizgi arasındaki açı olarak tanımlanmaktadır (Harding, 2009, s.573). Pelvik insidans, pelvik parametreler içerisinde en kritik ölçüm olarak kabul edilmekte ve pelvisakral açı olarak da adlandırılmaktadır. Adölesan dönem sonrasında değişmeyen pelvik insidans, pelvisin kalıcı morfolojik özelliği olarak nitelendirilmektedir. Pelvik insidansın çocukluk döneminden itibaren artması, lomber lordozun gelişimine ve sakrumun daha yatay bir konum almasına neden olmaktadır. Sakral eğim ve pelvik eğim, pelvis pozisyonuna bağlı olarak değişen pozisyonel parametrelerdir. Pelvik insidans açısı, pelvik tilt ve sakral slop açılarının toplamı ile eşdeğerdir (Mehta ve ark., 2012, s.710) (Şekil 15).



Şekil 15. Pelvik insidans, Sakral eğim ve Pelvik eğim (Lamartina ve ark., 2012, s.28)

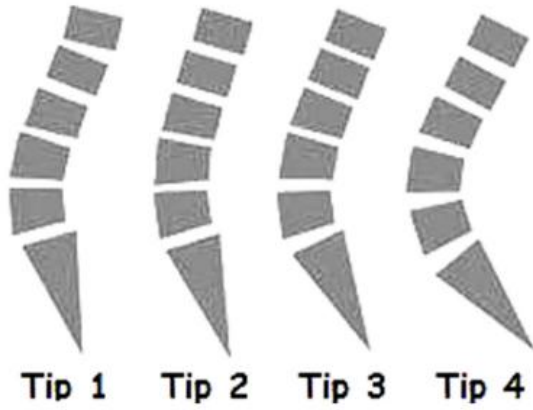
Pelvik insidans açısının sabit tutulması, pelvis pozisyonuna bağlı olarak sakral eğim ve pelvik eğim açılarında kompensatuar değişiklikler meydana gelmesiyle mümkün olmaktadır (Mehta ve ark., 2012, s.712). Yürütülen birçok araştırmada normal popülasyonda pelvik insidans ile lomber lordoz ve sakral slop arasında bir korelasyon bulunduğu belirlenmiştir (Lafage ve ark., 2011, s.185; Vaz ve ark., 2002, s.80). Pelvik insidans açısının düşük olması durumunda lomber lordozun azaldığı, yüksek olması durumunda ise lomber lordozun arttığı ve torakal kifozun azaldığı gözlemlenmiştir (Gottfried ve ark., 2009, s.640; Lamartina ve ark., 2012, s.29) (Şekil 16). Pelvik insidansın artışı halinde omurga ve pelvis sagittal dengeyi korumak adına kompensatuar bir yanıt vermektedir. Bu durum, pelvik tilt ve lomber lordozda artışla birlikte sakral slop açısında azalma yani pelvik retroversiyon ile gerçekleşmektedir (Gottfried ve ark., 2009, s.633).



Şekil 16. Pelvik insidanstaki artış pelvik tilt artışı ve sakral slop azalması

Mehta ve diğerlerinin gerçekleştirdiği çalışmada, asemptomatik yetişkinlerde ortalama pelvik insidans 48° ile 55° , sakral eğim 36° ile 42° , pelvik eğim 12° ile 18° arasında, lomber lordoz ise 43° ile 61° , torakal kifoz 41° ile 48° arasında ölçülmektedir (Mehta ve ark., 2012, s.716). Roussouly ve diğerlerinin yürüttüğü çalışmada ise 709 asemptomatik gönüllünün omurga şekilleri ve açıları incelenmiştir (Roussouly ve ark., 2006, s.2485). Roussouly sınıflandırması, insan omurgasının sagittal analizinde dört farklı tipi tanımlamaktadır. Bu tipler arasında lomber lordoz sakral eğime göre şekillenmektedir. Araştırmada Tip 1 omurga %5, Tip 2 %23, Tip 3 %47, Tip 4 ise %25 oranında bulunmuştur. Belirtilen çalışmaya dayanarak her omurga tipinde oluşabilecek rahatsızlıklar öngörülebilmektedir. Roussouly, Tip 1 omurgayı uyumsuz omurga olarak adlandırmıştır. Bu tip omurgada lomber bölgede posterior elemanlara yüksek basınç uygulanmakta ve spinöz süreçlerin teması gözlemlenmektedir. Bu durum, hiperekstansiyona bağlı spondilolistezis gelişme riskini artırmakta ve torakolomber diskopatilerin oluşma olasılığını yükseltmektedir. Tip 2 omurga, uyumlu bir dizilime sahip olup düz bel durumu göstermektedir. Bu tip omurgada diskler üzerine yüksek basınç uygulanmakta ve erken dejenerasyon ile disk herniasyonu riski artmaktadır. Tip 3 omurga en uyumlu dizilime sahip olup yaşlanma ile birlikte disk dokusunun çökmesi ve omurga şeklinde değişiklikler meydana gelmektedir. Tip 3 omurga zamanla Tip 1 veya 2'ye dönüşebilmektedir. Tip 4 omurga, aşırı lordotik bir dizilime sahip olup yük geçişi esas olarak faset eklemler üzerinden

gerçekleşmektedir. Bu nedenle Tip 4 omurgada erken faset artropatileri görülebilmekte ve lomber stenoz ile spondilolistezis gelişme riski diğer omurga tiplerine göre daha yüksektir (Özer ve Kaner, 2013, s.14; Roussouly ve ark., 2006, s.2487) (Şekil 17).



Şekil 17. Roussouly sınıflaması

2.5.1. Lomber omurgada sagittal denge ve spinopelvik parametreler

Omurganın sagittal düzlemde dengeli bir yapıda olması servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordozun birbiriyle uyumlu çalışması ile sağlanmaktadır. Ayakta duruş pozisyonunda sagittal vertikal aks olarak adlandırılan C7 vertebradan çizilen düşey çizgi, sakrumun posterosuperior kenarından geçmektedir. Ayrıca ayakta duran bir bireyin kütle merkezi torasik omurganın anterior bölümü ile lomber bölge arasında konumlanmaktadır. Bu dengeli yapı insanların yer çekimine karşı direnç göstererek düzgün bir şekilde ayakta durmasını mümkün kılmaktadır (Karademir ve ark., 2014, s.25).

Sagittal denge bozulduğunda vücut sagittal dengeyi yeniden kurma çabası içine girmektedir ancak bu uyum sağlanamazsa sagittal dengesizlik meydana gelmektedir (Özer ve Kaner, 2013, s.14). Omurganın bir fonksiyonel birimi zarar gördüğünde sagittal dengeyi tekrar sağlamak amacıyla çeşitli kompensatuar mekanizmalar devreye girmektedir. Omurga, pelvis üzerindeki konumunu değiştirdikçe sagittal dengeyi korumaya yönelik pelviste de kompensatuar değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Omurgada oluşan bu değişiklikler spinopelvik parametreler

aracılığıyla incelenmektedir (Özer ve Kaner, 2013, s.15; Le Huec ve ark., 2011, s.558). Lomber omurgadaki spinopelvik parametreler, lomber lordoz, pelvik insidans, sakral eğim ve pelvik eğim gibi açıları içermektedir.

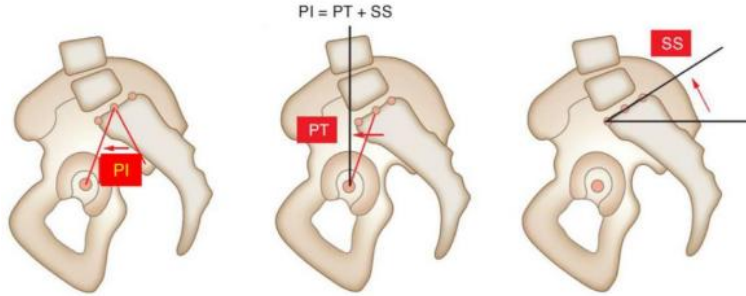
Lomber Lordoz (LL), L1'in üst son plak çizgisi ile sakral son plak çizgisi arasındaki dik açılardan oluşan Cobb Açısıdır. Bu açı olgun bir bireyde 20 ile 70 derece arasında değişmektedir (Celestre ve ark., 2018, s.323).

Pelvik İnsidans (Pİ), üst sakral son plak orta noktasından çıkan dik çizgi ile femur başı eksenine bağlanan çizginin oluşturduğu açıdır. Bu açı yetişkinlerde ortalama 48 ile 55 derece arasındadır ve sakral slop ile pelvik tilt açılarının toplamına eşittir. Pelvik Tilt (PT), femur başı ekseninden geçen vertikal çizgi ile aynı eksen üzerinden sakral son plak orta noktasına çekilen çizginin oluşturduğu açıdır. Bu açı yetişkin bireylerde genellikle 12 ile 18 derece arasında bulunmaktadır. Sakral Slop (SS) ise üst sakral son plağa paralel olarak çizilen çizgi ile aynı noktadan yatay olarak çizilen çizgi arasındaki açıyı ifade etmektedir. Yetişkinlerde bu açı ortalama olarak 36 ile 42 derece arasında değişmektedir (Karademir, Karavelioğlu ve Boyacı, 2014, s.29).

2.5.2. Pelvik parametrelerin analizi

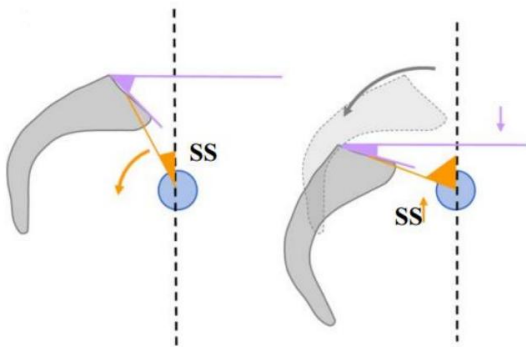
Pelvik insidans, Legaye ve Duval-Beaupère tarafından S1 vertebraşının üst son plağının merkezinden çizilen dikey bir çizgi ile aynı noktadan femur başlarına doğru çekilen çizginin oluşturduğu açı olarak tanımlanmaktadır (Legaye ve ark., 1998, s.100; Duval-Beaupère ve ark., 1992). Bu açı, pelvisin sagital, koronal ve aksiyel düzlemlerinden bağımsız olarak her birey için sabittir ve ilk üç sakral omur, iki sakroiliak eklem ile iliak kanatların asetabulumuna kadar olan arka kenarını kapsamaktadır. Sakroiliak eklemlerin doğum sonrası hareketliliği göz ardı edilebilir düzeyde olduğundan bireyin büyüme süreci tamamlandığında pelvik insidans değişmezlik göstermektedir. Küçük pelvik insidans dar bir pelvisle ilişkilendirilirken, büyük

pelvik insidans daha geniş bir pelvise işaret etmektedir (Cecchinato ve ark., 2017, s.426) (Şekil 18).



Şekil 18. Pelvik parametrelerin şematik görünümü (Le Huec ve ark., 2019, s.1889)

SS, S1 vertebraının üst son plağının yatay düzleme paralel olarak oluşturduğu düzlemle yatay düzlem arasındaki açı olarak ifade edilmektedir. Dikey bir pelvisin düşük sakral eğimle ilişkili olduğu, yatay bir pelvisin ise yüksek sakral eğimle ilişkilendirildiği gözlemlenmektedir. PT ise sakral son plağın merkezinden başlayarak femur başlarına doğru çizilen hattın dikey düzlemle oluşturduğu açı olarak tanımlanmaktadır. Bu iki açı, pelvisin konumuna göre değişkenlik göstermektedir ve pelvisin yönelimiyle ilgilidir. Pelvis, femur başlarının etrafında dönme hareketi yapabilmektedir. Bu dönüşler, pelvisin ileriye veya geriye doğru hareketi şeklinde olabilmektedir. Pelvik retroversiyon gerçekleştiğinde PT açısı artmaktadır (Şekil 19).



Şekil 19. Pelvisin retroversiyonu sırasında pelvik tilt (Le Huec, ve ark., 2019, s.1889)

Bu üç parametre arasındaki ilişki, pelvik insidansın, sakral eğim ve pelvik eğimin toplamına eşit olması şeklinde tanımlanmaktadır (Duval-Beaupère ve ark., 1992, s.63). Yüksek pelvik

insidans açısına sahip bir bireyin pelvik retroversiyon için daha fazla potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmaktadır.

2.5.3. Spinal parametrelerin analizi

Omurgada kraniyal bölgeden kaudal bölgeye doğru üç ardışık eğrilik mevcuttur;

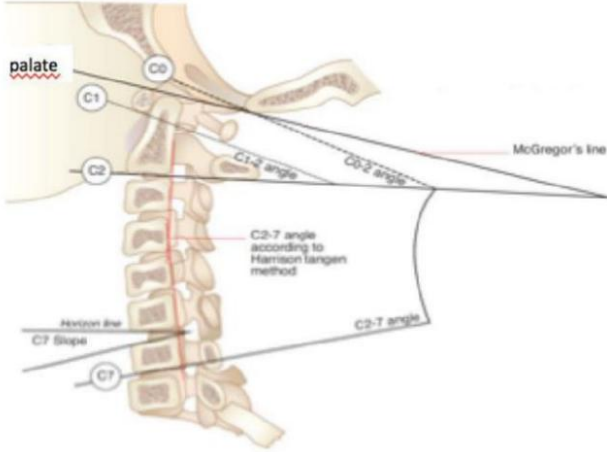
A. Servikal Parametreler; Alt servikal vertebraların sagittal düzlemdeki değerlendirilmesi, C2 vertebra alt son plakası ile C7 vertebra üst son plakası arasında yapılmaktadır. Servikal omurga C7 eğimine bağlı olarak hafif bir lordoz, kifoz gösterebilir veya nötr pozisyonda olabilmektedir (Le Huec ve ark., 2015, s.63).

- Üst Servikal Açıklık (C0-C2); Mc Gregor çizgisi ile alt C2 son plakası arasında ölçülen bir açıdır. Mc Gregor çizgisi, sert damak ile oksipital kemik arasındaki bir hattı tanımlamaktadır. Bu açının ortalama değeri 15.81° olarak belirlenmiştir ve genellikle lordotik bir yapıdadır (Le Huec, 2019, s.1890).
- Alt Servikal Açıklık (C2-C7); C2 ve C7 vertebraları arasındaki açı normal popülasyonda kifotik, lordotik veya düz olabilmektedir. C0-C2 ve C2-C7 açıları zıt yönde değişim göstermektedir. Bir açı büyürken diğeri azalmaktadır (İştmen, ve ark., 2020, s.563).
- C7 Eğimi; C7 vertebranın üst son plakasına paralel çizilen çizgi ile yatay düzlem arasındaki açıyı ifade etmektedir. Servikal omurganın statik analizi için bu açı esas alınmaktadır (Le Huec, 2015, s.64). Ortalama değeri 20° olarak hesaplanmıştır. C7 eğimi 20° 'yi aşan hastalarda C2 ile C7 arasında lordotik bir servikal omurga bulunmaktadır. C7 eğimi 20° 'den düşük olan hastalar ise nötral veya kifotik bir servikal omurgaya sahiptir.

- Spino Kranial Açısı (SCA); C7'nin üst son plakasına paralel çizilen çizgi ile sella turcica merkezine bağlanan çizgi arasındaki açıyı tanımlar. Asemptomatik kişilerde SCA değeri ortalama olarak 83° olarak rapor edilmiştir (Le Huec, 2019, s.1891).
- Servikal Dikey Eksen (SVA); C2 ağırlık merkezinden yere dik olarak inen çizginin C7'nin üst kenarına olan mesafesidir. Bu ölçüm başın pozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.
- Çene Alın Dikey Açısı (CBVA); Yan görüntüde alnın en çıkıntılı noktası ile çenenin en çıkıntılı noktasını birleştiren çizgi ile alnın en çıkıntılı noktasından yere dik çekilen çizgi arasında kalan açıdır.
- Torakal Giriş Açısı (TI); Ayakta çekilen yan omurga grafisinde T1 üst uç plağının orta noktasından sternuma uzanan çizgi ile T1 üst uç plağının orta noktasına dik çizilen çizgi arasındaki açı, torakal giriş açısını belirlemektedir. Geniş bir torakal giriş açısına sahip hastalarda geniş bir servikal lordoz gözlemlenirken dar bir torakal giriş açısına sahip hastalarda dar bir servikal lordoz görülmektedir (Le Huec, 2019).



Şekil 20. Spino kranial açının düz grafide ölçümünün görüntüsü (Le Huec, 2019)



Şekil 21. C0-C2, C1-C2, C2-C7, C7 slope açılarının görünümü (Le Huec, 2019)

B. Torakal Parametreler; Torakal kifoz, T1 üst uç plağı ile T12 alt uç plağı arasında ölçülmektedir. Torakal kifozun teorik değeri, global lomber lordoz açısının 0.75 katı olarak belirlenmiştir (Le Huec, 2019, s.1893). Ancak humerus başlarının üst üste gelmesi ve radyografilerin kalitesiz olması sebebiyle birçok çalışmada torakal kifozun T4 ile T12 arasında ölçüldüğü belirtilmektedir. EOS görüntüleme teknolojisini kullanarak yapılan çalışmalar, asemptomatik bireylerde T1-T4 arasındaki kifozun torakal kifozun %8 ile %10 arasında bir değer temsil ettiğini göstermektedir (Le Huec ve Hasegawa, 2016, s.3630; Dubousset ve ark., 2008, s.665). Bu bulgunun klinik olarak önemi birçok torakolomber posterior füzyon operasyonunun T4 seviyesinde sonlandırılması ve T4 üzerinde kalan vücut bölümünün kaldırıcı işlevinin ihmal edilmesidir.

C. Lomber Parametreler; Lomber lordoz, L1 üst uç plağı ile S1 üst uç plağı arasında ölçülen bir açı olarak tanımlanmaktadır. Bu nokta, lomber lordozun torasik kifoza dönüştüğü geometrik bir noktadır. Jackson ve Roussouly tarafından yapılan çalışmalar, lomber lordozun üçte ikisinin son iki lomber seviyede yer aldığını ortaya koymuştur (Roussouly, 2011, s.578). L4-S1 ve L1-S1 arasındaki ilişki, L4-S1'in L1-S1'in %66'sı olarak ifade edilmektedir. Yapılan retrospektif çalışmalarda proksimal lordoz değerinin pelvik insidans

ile olan ilişkisi, distal lordoz değerine göre daha belirgindir. Yüksek pelvik insidans, daha fazla proksimal lordoz anlamına gelmektedir.

2.5.4. Pelvik ve spinal parametreler arasındaki ilişki

Sakral eğim ile lomber lordoz arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki, pelvik insidans ile lomber lordoz arasındaki bağlantıyı açıklamaktadır. Pelvik insidans ve lomber lordoz arasındaki matematiksel ilişkiyi ortaya koymayı amaçlayan birkaç araştırma yapılmıştır. Legaye, skolyozlu hastalar üzerinde gerçekleştirdiği ve vertebral rotasyonun gözlemlendiği kısıtlı bir hasta popülasyonunda pelvik parametreler ile lomber lordoz arasındaki ilişkiyi matematiksel olarak ifade eden bir çalışma yayınlamıştır (Legaye, 1998, s.101).

Schwab, $PI = LL \pm 9^\circ$ şeklinde bir formül önermiştir. Ancak bu çalışma az sayıda hasta üzerinde yapıldığı için özellikle düşük ve yüksek değerlerin doğruluğu konusunda zayıf olarak değerlendirilmektedir (Schwab ve ark., 2009, s.1828).

Roussouly ve Le Huec ise EOS görüntüleme tekniklerini kullanarak 268 sağlıklı ve farklı etnik kökenlerden hastalar üzerinde yapılan çalışmalarda VAS, SF36 ve SR22 sınıflamalarını da kullanarak, yeni bir matematiksel formül geliştirmişlerdir (Le Huec ve ark., 2016, s.3631; Roussouly ve ark., 2005, s.347).

$$LL (L1_S1) = 0.54 \times PI + 27.6$$

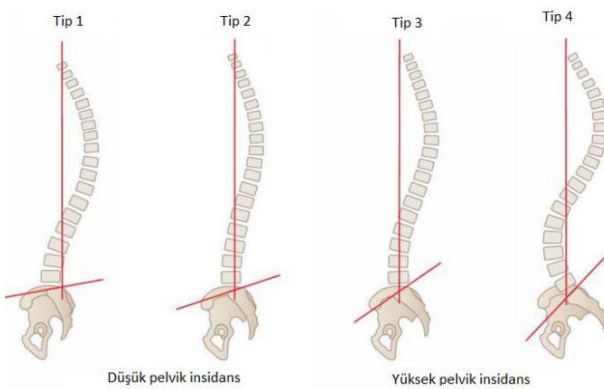
Pelvik insidans ile pelvik eğim arasındaki ilişkiyi açıklayan başka bir matematiksel formül de aynı çalışmada sunulmuştur.

$$PT = 0.44 \times PI - 11.4$$

Bu matematiksel teorik değerler asemptomatik sağlıklı bireyler üzerinde hesaplanmıştır. Pelvik insidans değeri belirlenmiş patolojik vakalarda kompensatuar pelvik retroversiyonun tahmin edilmesi amacıyla kullanılabilir.

Roussouly, normal asemptomatik hastalar üzerinde gerçekleştirdiği prospektif bir çalışmada dört farklı omurga tipini tanımlamıştır. Bu çalışma, omurga tipini saptayarak omurga patolojilerinin anlaşılmasını kolaylaştıran ilk çalışma olarak kabul edilmektedir (Roussouly ve ark., 2005, s.349). Tip 1 ve Tip 2, 35°'den düşük sakral eğime sahip olarak kategorize edilmektedir;

- Tip 1, distal lordozun az olduğu bir yapıya sahiptir ve lordozun zirvesi daha alt seviyelerde bulunmaktadır. Minimal lordoz ile karakterize edilir ve kifoz, torakolomber bölgede yoğunlaşmaktadır.
- Tip 2, oldukça düz bir yapıdadır ve minimal bir lordoza sahiptir.
- Tip 3, ortalama bir sakral eğime sahiptir, lordozun zirvesi L4 vertebra hizasında yer almaktadır ve lordoz eşit olarak dağılmıştır. Bu tip en dengeli omurga yapısını temsil etmektedir.
- Tip 4, dik bir sakral eğime sahiptir, lordozun zirvesi L3 vertebra hizasında bulunur ve global lordoz açısı daha büyüktür. Bu tip diğerlerine göre daha az torasik kifoza sahiptir (Şekil 22).



Şekil 22. Roussouly'nin tanımladığı 4 omurga tipi (Le Huec ve ark., 2009)

Asemptomatik popülasyonlardaki normal değerler, patolojik durumların daha etkin bir şekilde analiz edilmesi için önem taşımaktadır. Barrey ve diğerleri, 154 asemptomatik gönüllü üzerinde yürüttükleri çalışmada pelvik insidans açısını altı gruba ayırarak bu parametrenin spino pelvik özellikler üzerindeki etkisini incelemiştir. Ancak çalışmada uç gruptaki hasta sayısının yetersiz olması sebebiyle istatistiksel olarak yeterli sonuçlara ulaşılamamıştır (Barrey ve ark., 2007, s.1460). Bu eksiklik üzerine Le Huec ve Hasegawa, Barrey ve diğerlerinin çalışmasını daha geniş bir örneklemle tekrar ele almışlardır. Bu iki araştırmanın genel bir değerlendirmesi olarak; Pelvik insidans ortalama değerlerin altında olduğunda lordoz açısında bir artış eğilimi gözlenmektedir. Pelvik insidans açısı ortalama değerlere ulaştığında lomber lordoz açısı pelvik insidans açısına denk gelme eğilimi göstermektedir. Ancak pelvik insidans 65°'yi aştığında, lomber lordoz açısı pelvik insidans değerinden daha düşük olmaktadır.

$$PI = LL \pm 9^\circ$$

2.5.5. Sagital dengenin yaşa bağlı varyasyonları

Omurga dengesinin dinamik bir fenomen olması, yaşla birlikte ortaya çıkan değişikliklerin analiz edilmesini önemli kılmaktadır. Lomber lordozdaki azalmanın başlangıcı, disklerde dejenerasyon ve yükseklik kaybıyla ilişkilendirilmekte olup bu durum pelvik denge üzerinde etkiler yaratmaktadır. Battie ve diğerleri tarafından yapılan araştırma, disk dejenerasyonunun %74'ünün genetik faktörlere bağlı olduğunu ve lomber omurganın yaşlanma ile birlikte çeşitli değişikliklere uğradığını ortaya koymuştur (Battié ve ark., 2004, s.2680). Bu çalışmada disklerin mekanik yetersizliği, hipertrofik faset eklem yüzeyleri, kemik yeniden şekillenmesi ve ekstensör kas gruplarının atrofisi lomber hipolordoza veya lomber kifoza yol açabilmekte, bu durum anterior sagital dengesizliğe sebep olabilmektedir (Barrey ve ark., 2007, s.1462; Battié ve ark., 2004, s. 2685).

Lomber lordozdaki modifikasyonlar doğrudan dejeneratif fenomenlerle ilişkili olmakta, spino pelvik parametrelerdeki modifikasyonlar ise başın pelvis içinde dik pozisyonu minimum kas gücü ile koruyabilecek şekilde vertikal bir görüş sağlayacak bir omurga oluşturulabilmesi için geliştirilen kompensasyon mekanizmalarıdır. Roussouly tarafından tanımlanan dört spino pelvik tipin her biri farklı biyomekanik özelliklere sahip olup bu nedenle tüm tipler aynı dejeneratif kalıpları göstermemektedir.

Dejeneratif süreçler sonucunda görülen patolojiler şu şekilde sıralanmaktadır:

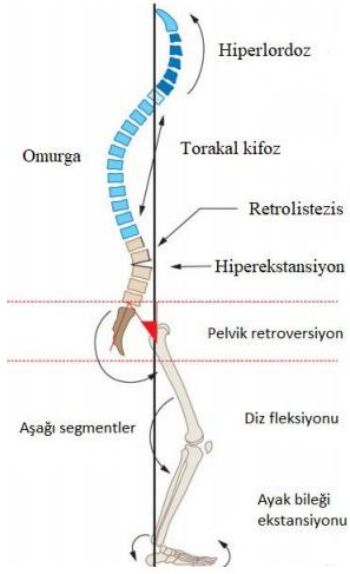
- Tip 1 omurga, artmış torakolomber stres ve distal lomber hiperekstansiyon sonrasında düşük pelvik insidans varlığında pelvik retroversiyon ile kompanse edilemeyen isthmik spondilolistezis, torakolomber bileşke diskopatileri ve dejeneratif listezis gibi patolojilere maruz kalmaktadır.
- Tip 2 omurga, L4-L5 ve L5-S1 disklerine dağılan stresin artması nedeniyle bu bölgelerde erken dejenerasyon görülmekte, potansiyel kompensatuar pelvik retroversiyon zayıf olmakta ve iatrojenik hipolordoza tolerans çok azalmaktadır.
- Tip 3 omurga, uyumlu yapısıyla predispozan mekanik faktörlere en iyi kompensasyonu sağlayan omurga tipi olarak değerlendirilmektedir.
- Tip 4 omurga ise stresin posterior elementler üzerinde yoğunlaşması nedeniyle isthmik spondilolistezis ve faset eklem hipertrofisine bağlı lomber stenoz riski taşımaktadır.

2.5.6. Sagittal dengesizlikte kompensatuar mekanizmalar

Omurga, şekil değişikliklerine uyum sağlamak için kompensatuar mekanizmaları segmental, bölgesel ve global düzeylerde uygulamaktadır. Bu mekanizmalar, farklı kapsamlarda bir arada çalışmamaktadır ancak birbiriyle ilişkilendirilmektedir. Spinal kompensasyonun temel amacı, gravite hattının önüne geçmeyi engellemek için bitişik omurga segmentlerinin uzamasıdır.

- A. Segmental Düzeyde; Genellikle komşu vertebral segmentlerde görülen hiperekstansiyon, tek veya çok segmentli ve 15° 'nin üzerinde olan tek bir segmental lordoz ile karakterize edilmektedir. Bu hiperekstansiyon, posterior yapıların üzerindeki stresi artırmakta ve faset ekleminin hipertrofisine yol açmaktadır. Aynı zamanda intervertebral foramen ve merkezi kanalın çapını azaltmakta, aynı seviyede anterolistezise neden olmaktadır.
- B. Bölgesel Düzeyde; Pelvik düzeydeki tek kompensatuar mekanizma retroversiyondur. Pelvisin çevresindeki posterior rotasyon bu durumu ifade etmektedir. Femur başları, pelvik eğimdeki artışla birlikte döndürülmekte ve sakral eğim azalmaktadır. Pelvik retroversiyon, kalça eklemlerinin ekstansiyonu olarak görülmektedir. Yapılan bazı çalışmalar kronik bel ağrısı çeken hastaların genellikle retroverted pelvise sahip olduğunu belirtmektedir (Jackson ve McManus, 1994, s.1611). Normal popülasyonda, ayakta durma sırasında kalça eklemlerinin hiperekstansiyona geçmiş durumu ile normal durumları arasındaki fark, “ekstansiyon rezervi” olarak adlandırılmakta ve iyi işleyen bir omurganın sagittal dengesizlikleri telafi etmesine yardımcı olan kompensatuar bir yanıt olmaktadır (Hovorka ve ark., 2008, s.772; Lazennec ve ark., 2015, s.1062). Pelvik retroversiyonun maksimum düzeye ulaşması sonrasında ortaya çıkan diz fleksiyonu ise başka bir bölgesel kompensasyon mekanizmasıdır.
- C. Servikal ve Torakal Düzeyde; Torakal bölgede torakal kifoz açısının azalması, başka bir kompensatuar mekanizma olarak gözlemlenmektedir. Bu mekanizma özellikle sağlam ve etkili erektör kaslara sahip nispeten genç bir popülasyonda daha sık rastlanmaktadır. Servikal hiperlordozun gelişimi, erektör kasların kasılmasıyla tetiklenen bir başka kompensatuar süreçtir. Ancak bu durum faset eklemlerinde yüklenmenin artmasına ve sonuç olarak foraminal ya da santral stenoza neden olabilmektedir.
- D. C0-C2 hiperlordozunun oluşumu, servikal hiperlordozu sınırlayarak yatay bakışı koruyan bir başka kompensatuar mekanizmadır. Bu mekanizmalar, bireyden bireye değişiklik

göstermektedir. Özellikle kas yapısı zayıflamış ve artritlik eklemlere sahip yaşlı bireylerde bu kompensatuar mekanizmalar sınırlı etkililik göstermektedir (Şekil 23).



Şekil 23. Omurganın kompensatuar mekanizmaları (Le Huec ve ark., 2019)

3. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Delen'in (2023) yaptığı Trakya Üniversitesi'nde tamamladığı doktora tezi, lomber spinal stenoz hastalarında propiosepsiyon, postür ve yürüme analizi üzerine odaklanmıştır. Bu çalışma, LSS belirtilerini ve bu hastalığın yürüme kabiliyeti üzerindeki etkilerini incelemektedir. Yürüme eyleminin sinirsel ve kas iskelet sistemi ile olan karmaşık ilişkisi ele alınmış, yürüme eylemi sırasında kasların ve sinir sisteminin nasıl bir koordinasyon içinde çalıştığı açıklanmıştır. Yürüme döngüsü, basma ve salınım fazları ile bu fazlara ait aşamalar detaylı bir şekilde irdelenmiştir. Özellikle yürüme sırasında vücut postürünün ve propiosepsiyonun, yürüme kalitesi üzerindeki etkileri vurgulanmıştır. LSS hastalarında yürüme analizi yapılarak bu hastaların yürüme paternlerindeki değişikliklerin, hastalığın tanı ve tedavi süreçlerine nasıl entegre edilebileceği tartışılmıştır. Aynı zamanda yürümenin sinir sistemi üzerindeki organizasyonu da ele alınarak, özellikle spinal düzeyde yürümenin kontrolünün nasıl gerçekleştiği, beyin sapı ve talamusun yürüme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yürümenin kortikal kontrolü ve bazal ganglionların yürüme eylemindeki rolleri üzerine de değerli bilgiler sunulmuştur. Propriosepsiyonun, yürüme ve postür düzenlenmesindeki rolüne dair kapsamlı bir literatür taraması yapılmış, kas içcikleri, golgi tendon organları, Ruffini sonlanmaları ve Pacini korpüskülleri gibi propioseptif reseptörlerin işlevleri ve yürüme mekanizmaları üzerindeki etkileri tartışılmıştır. Ayrıca propiosepsiyon duyusunun nasıl işlendiği, taşındığı ve beyin sapı ile serebellum tarafından nasıl algılandığı üzerinde durulmuştur.

Güneş (2021) tarafından yapılan çalışmasında, LSS hastalarında vasküler kladikasyo (İVK) ile ilişkili ağrı, denge, özürülük, düşme korkusu ve kinezyofobi sonuçlarını karşılaştırılması ele alınmıştır. Araştırma, 72 LSS hastasını kapsamış olup bu hastaların bir kısmında İVK semptomları gözlemlenmiştir. LSS hastaları arasında İVK'nın varlığının denge fonksiyonlarını nasıl etkilediği incelemiştir. Elde edilen bulgular, İVK'ya sahip hastaların denge sürelerinin anlamlı derecede kısa olduğunu ve bu durumun düşme riskini artırabileceğini göstermiştir.

Ayrıca bu hastaların aktivite ve istirahat sırasında daha yüksek ağrı puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir ve bu da günlük aktiviteler üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır. Özürlülük düzeyleri üzerinde yapılan değerlendirmeler, IVK'ya sahip LSS hastalarının LSS hastalarına göre daha yüksek özürlülük indekslerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Vasküler kladikasyonun hastaların yaşam kalitesi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu ve bu durumun özürlülüğün derecesini artırabileceğini göstermektedir. Düşme korkusu ve kinezyofobi, LSS ve IVK'nın psikososyal yönlerini etkileyen önemli faktörlerdir. Güneş'in çalışması, IVK'ya sahip hastaların, düşme korkusu ve hareket etmeme korkusu puanlarının daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Çalışma, klinik uygulamalarda bu hastalar için özelleştirilmiş müdahalelerin geliştirilmesi gerektiğini ve hem fiziksel hem de psikolojik destek sağlanmasının önemini ortaya koymuştur.

Tipi'nin (2021) yaptığı çalışması, kronik bel ağrısı ve hareket kısıtlılığı olan yaşlı popülasyonda spinal stenoz ve spondilozun etkilerini incelemektedir. Çalışma, LSS ve lomber spondilozun (LS) yaşam kalitesi, denge ve yürüme kapasitesi üzerine etkilerini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Spinal stenozun sıklıkla alt ekstremité ağrısı, yürüme ve denge problemleri gibi klinik semptomlarla kendini gösterdiği bilinmekte, bu durumun yaşam kalitesi üzerinde önemli etkileri olduğu vurgulanmaktadır. Araştırmaya, klinik ve radyolojik olarak LSS ve LS tanısı almış 70 hasta dahil edilmiştir. Katılımcılar demografik özellikler, yürüme testleri, denge ölçekleri ve yaşam kalitesi anketleri ile değerlendirilmiştir. Bulgulara göre LSS hastalarının yürüme mesafesinin kısalığı, denge skorlarının düşüklüğü ve yaşam kalitesinin LS hastalarına göre anlamlı derecede daha düşük olduğunu ortaya konmuştur. Ayrıca denge cihazı kullanılarak yapılan testlerde LSS grubunun daha düşük performans gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma, LSS'nin, LS'ye kıyasla bireylerin fonksiyonel ve yaşam kalitesi üzerinde daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu durum klinik pratikte bu iki hastalığın ayırıcı tanısının

önemini ve hastalara yönelik bireyselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

Potoglu'nun (2021) gerçekleştirdiği doktora tezinde, LSS olgularının cerrahi tedavilerinde kullanılan rijid pedikül-rod sistemleri ile dinamik Polyetheretherketone (PEEK) rod sistemlerinin postoperatif komşu segment dejenerasyon süreçleri üzerindeki etkileri retrospektif olarak karşılaştırılmıştır. Çalışma, komşu segmentlerde morфометrik değişimleri değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Potoglu, cerrahi sonrası gelişen dejeneratif değişiklikleri belirlemek için morфометrik analizler kullanmıştır. PEEK rod sistemlerinin rijid sistemlere kıyasla komşu segmentlerde daha az dejeneratif değişiklik yarattığını ortaya konmuştur. Bu sonuçlar, spinal füzyon cerrahilerinde kullanılan materyallerin seçiminde önemli bir kriter olabilmektedir. Potoglu'nun çalışması, spinal cerrahi tekniklerinin ve kullanılan materyallerin gelecekteki seçimlerine ışık tutmakta olup cerrahi sonrası hasta morbiditesini azaltma potansiyeline sahiptir.

Özcan'ın (2013) gerçekleştirdiği çalışmada, lomber spinal stenozda denge bozukluğu ve paraspinal kas denervasyonunun denge üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda yürütülmüş ve LSS'in bel ve bacaklarda ağrıya yol açan bir klinik durum olduğunu ve bu durumun genellikle lomber omurganın sinir ve damar dokularını saran yapıların daralmasından kaynaklandığını belirtmektedir. LSS tanılı hastalarda paraspinal kas denervasyonunun denge üzerine olan etkileri detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu çalışma, paraspinal kas denervasyonunun denge üzerindeki etkilerini ve LSS tanılı hastalarda denge parametrelerinin hangisinin daha fazla etkilendiğini belirlemek üzere yapılmış ve hastaların demografik verileri, klinik veriler, radyolojik ve elektrofizyolojik değerlendirmeler ile denge test sonuçları analiz edilmiş ve bir dizi istatistiksel test uygulanmıştır. Sonuç olarak çalışma paraspinal kas denervasyonunun denge üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu ve paraspinal haritalama skorlarının

artmasıyla Berg Denge Ölçeği ve denge cihazı ile yapılan değerlendirmelerin olumsuz yönde etkilendiğini göstermiştir. Özcan, bu sonuçların klinik pratikte denge değerlendirilmesi için Berg Denge Ölçeğinin uygun ve güvenilir bir yöntem olduğunu önermektedir.

Bozok Arat'ın (2009) yaptığı uzmanlık tezinde, LSS hastalarında nöropatik ağrı skalalarının değerlendirilmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, nöropatik ağrının prevalansını ve niteliğini objektif olarak değerlendirmek amacıyla çeşitli nöropatik ağrı değerlendirme araçları kullanılmıştır. Bu amaçla, Leeds Assessment of Neuropathic Symptoms and Signs ağrı skalası, Douleur Neuropathique 4 Questions ve PainDETECT gibi ölçeklerden faydalanılmıştır. Araştırma, detaylı klinik değerlendirmeler ve radyolojik incelemelerle desteklenmiştir. Hastalarda nöropatik ağrı komponentinin önemli bir faktör olduğu görülmüş ve klinik uygulamada nöropatik ağrıyı değerlendirmek için kullanılan ölçeklerin yararlılığı vurgulanmıştır. Sonuç olarak Bozok Arat bu çalışmasıyla LSS tanılı hastalarda nöropatik ağrının daha iyi anlaşılması ve yönetilmesi için önemli bilgiler sağlamıştır.

Yararoğlu'nun (2008) gerçekleştirdiği çalışmada, LSS hastalarında fizik tedavinin etkinliği incelenmiştir. Çalışma, LSS etiyojisi, patoanatomisi ve klinik prezentasyonları ve fiziksel tedavi yöntemlerinin ağrı, fonksiyonel kapasite ve kas gücü üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır. Belirlenen hastalar üzerinde yapılan klinik ve radyolojik değerlendirmeler, izokinetik testler ve fizik tedavi uygulamalarını içermektedir. Ayrıca çalışmanın sonuçları hastaların ağrı seviyelerinde ve fonksiyonel kapasitelerinde belirgin iyileşmeler olduğunu göstermektedir. Kas gücü ölçümleri ve radyolojik bulgular da tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Yararoğlu'nun çalışması, LSS tedavisinde fizik tedavinin potansiyel yararlarını detaylı bir şekilde ortaya koyarken bu tedavi yöntemlerinin klinik uygulamada nasıl entegre edilebileceği konusunda da önerilerde bulunmaktadır. Fizik tedavi modalitelerinin düzenli uygulandığında LSS hastalarının yaşam kalitesini artırabileceği ve daha aktif bir yaşam sürmelerine olanak tanıyabileceği vurgulanmaktadır.

Yekeler'in (2022) yapmış olduğu çalışmada lomber dar kanal cerrahisinde unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon yapılan olgularda erken dönem sagittal balans parametrelerinin değerlendirilmesi üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Çalışma, öncelikle LSS tanısı konulmuş hastaların cerrahi öncesi ve sonrası sagittal balans parametrelerinin nasıl değiştiğini incelemeyi amaçlamıştır. Bu hastalığın şiddetli ağrı ve fonksiyonel kısıtlılık yaratması durumunda cerrahi müdahalenin gerekli olduğunu ve bu müdahalenin de esas olarak dekompresyon üzerine kurulu olduğunu belirtmektedir. Ayrıca minimal invaziv tekniklerin bu alandaki yararlarını ve etkinlikleri sorgulanmaktadır. Araştırma Mart 2020 ile Mart 2022 arasında unilateral yaklaşımla bilateral lomber dekompresyon uygulanan 41 hastayı kapsamaktadır. Bu hastaların sagittal balans parametreleri, cerrahi sonrası erken dönemde detaylı şekilde incelenmiştir. Sagittal balans parametrelerinde belirgin iyileşmeler olduğunu gösterilmiş, SVA değerlerinin önemli ölçüde düzeldiği ve lomber lordoz açısının arttığını rapor edilmiştir. Yekeler'in çalışması lomber dar kanal hastalarında kullanılan unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon tekniğinin sagittal balans parametrelerinde iyileşmelere yol açtığını ve bu iyileşmelerin hastaların klinik durumlarına pozitif yansıdığını ortaya koymuştur. Çalışma ayrıca bu cerrahi müdahalenin minimal invaziv bir yaklaşım olarak lomber dejeneratif dar kanal hastalarının tedavisinde etkili olduğunu ve klinik iyileşmeler sağladığını vurgulamaktadır.

4. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın modeline, evren ve örneklemine, veri toplama araçlarına ve verilerin analizine dair genel bilgilere yer verilmiştir.

4.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, lomber dejeneratif spinal stenoz hastalarında preoperatif (erken dönem) ve postoperatif (geç dönem) sagittal balansın önemini üzerine retrospektif bir çalışması olarak tasarlanmıştır. Bu doğrultuda Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde 2015-2024 tarihleri arasında dejeneratif lomber spinal stenoz şüphesi ile omurga polikliniğimize başvuran hastalar retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Yapılan araştırma Abant İzzet Baysal Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 15.03.2024 tarihinde onaylanmıştır. Araştırma, Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi esaslarına bağlı kalınarak yapılmıştır. Araştırma kapsamına dahil edilen hastaların retrospektif olarak değerlendirilmesi nedeniyle mali destek alınmamıştır.

4.2. Evren ve Örneklemi

Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde 2015-2024 tarihleri arasında dejeneratif lomber spinal stenoz şüphesi ile omurga polikliniğimize başvuran toplam 46 hasta araştırmaya dahil edilmiştir. Preoperatif ve postoperatif revizyon cerrahisi uygulanan hastalar, skolyoz grafisi veya BT, MRI çalışılan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların demografik verileri (yaş, cinsiyet vb.) kaydedilmiştir.

Araştırmaya Dahil Olma Kriterleri

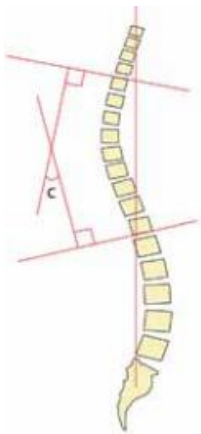
- Skolyoz grafisi veya BT, MRI çekilen hastalar

Araştırma Dışında Tutulma Kriterleri

- Enflamatuvar bel ağrısı tanısı almış hastalar

4.3. Veri Toplama Süreci

Hastaların omurga eğrilik dereceleri radyografik olarak antero- posterior lateral yönde tüm omurgayı görmeyi sağlayan çekilmiş skolyoz grafisi ve BT’de; proksimal torasik, torakal, lomber bölgedeki üst ve alt son vertebraları, apikal, nötral ve stabil vertebraları, kifoz – lordoz açıları belirlenip ve Cobb yöntemi ile eğriliklerin büyüklüğü ölçülmüştür. Omurgada radyografik değerlendirmede: Omurga deformitelerinin değerlendirilmesinde 90x35 cm büyüklüğündeki film kasetleri kullanılmıştır. Hastaların iki metre mesafeden ayakta, ön-arka ve yan radyografileri çekilmiştir. Omurga bütünlüğü açısından büyük kaset kullanılmıştır. Ön-arka grafide eğrilik tipi, omurga ve gövdenin dengesi iskelet gelişimi ve alt ekstremité uzunluk farkları araştırılmıştır. Yan grafilerde ise torakal ve lomber omurgadaki sagittal plan deformitelerinden hipokifoz, spondilolizis veya spondilolistesiz olup olmadığı değerlendirilmiştir. Radyografik değerlendirmede sagittal planda kifoz açısı ölçümü Şekil 24’de gösterilmiştir.



Şekil 24. Sagittal planda kifoz açısı ölçüm yöntemi

4.4. Veri Analizi

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için Statistics Package for Social Sciences (IBM SPSS 27 statistics version 23, IBM Corporation, USA) ve Power Analysis and Sample Size (PASS 2008 Statistical Software, Utah, USA) istatistiksel paket programları kullanılmıştır. Araştırmada demografik ve laboratuvar bilgilerine yönelik kategorik değişkenler için yüzde ve frekans, sürekli değişkenler için Mean±SD ve Median (min-max) değerleri hesaplanarak tablolar halinde sunulmuştur. Normal dağılımın belirlenmesi için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Verilerin birbiri arasında karşılaştırılmasında non-parametrik verilerin analizinde iki grup arasındaki değerleri karşılaştırmak için Mann Whitney U testi ve ikiden fazla grup arasındaki değerleri karşılaştırmak için Kruskal-Wallis testi; parametrik verilerin analizinde bağımsız gruplar t testi ve tek yönlü varyans testi, niteliksel verilerin analizinde ise Chi-square veya Fisher Exact testi kullanılmıştır. Analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak alınmıştır.

Tablo 2. Normallik analizi

	N	Min.	Max.	Ortalama	SS	Çarpıklık	Basıklık
Sakral Slop Preop	46	16,40	54,00	34,12	7,39	-,415	1,146
Sakral Slop Postop	46	21,19	47,97	36,31	4,91	-,277	1,091
Pelvik Tilt Preop	46	11,00	36,83	19,95	6,87	,548	-,719
Pelvik Tilt Postop	46	8,00	26,33	15,80	3,91	,433	,709
Pelvik İnsidans Preop	46	40,98	67,20	53,70	5,71	,294	,001
Pelvik İnsidans Postop	46	41,00	60,13	51,74	4,09	-,327	1,122
Lomber Lordoz Preop	46	15,82	67,26	38,57	11,45	,234	,028
Lomber Lordoz Postop	46	30,00	57,43	45,47	6,36	-,405	-,528
Torakal Kifoza Preop	46	17,26	55,60	34,54	9,07	,062	-,439
Torakal Kifoza Postop	46	19,20	46,10	33,85	6,56	-,454	-,418
Sagittal Balans Preop Değer	32	,30	41,15	3,90	6,96	5,241	28,760
Sagittal Balans Postop Değer	2	,30	1,03	,67	,52	.	.
Sekonder Skolyoz Cobb Açısı	46	,00	33,00	8,67	9,66	,559	-,997

5. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde araştırmadan elde edilen bulgulara ve bu bulguların değerlendirmelerine yer verilmiştir.

Tablo 3. Hastaların demografik ve klinik bilgilerine ait veriler (n=46).

		N	%
Yaş	Mean±SD	63,20± 9,26	
	Median (min-max)	64,50 (35-77)	
Cinsiyet	Kadın	39	84,8
	Erkek	7	15,2
Sagittal Balans Preop Yön	Önde	22	47,8
	Arkada	10	21,7
	Nötr	14	30,4
Sagittal Balans Postop Yön	Önde	2	4,3
	Nötr	44	95,7

Tablo 3’de görüldüğü üzere çalışmaya dahil edilen hastaların %84,8’i (39 kişi) kadın ve %15,2’si (7 kişi) erkektir. Hastaların yaş ortalaması 63,20± 9,26 olup, minimum hasta yaşı 35 ve maksimum hasta yaşı 77’dir. Sagittal balans preop yönü önde olan 22 kişi, arkada olan 10 kişi ve nötr olan 14 kişi bulunmaktadır. Sagittal balans postop yönü önde olan 2 kişi ve nötr olan 44 kişi bulunurken, sagittal balansı arkada olan hasta görülmemiştir. Cerrahi işlem sonrasında sagittal balansı önde olan hastaların sayısı azalırken, nötr hasta sayısı artmış ve sagittal balansı arkada olan hasta ise kalmamıştır.

Tablo 4. Hastaların klinik verilerine ilişkin istatistiksel veriler

	N	Min.	Max.	Ortalama	SS
Sakral Slop Preop	46	16,40	54,00	34,12	7,39
Sakral Slop Postop	46	21,19	47,97	36,31	4,91
Pelvik Tilt Preop	46	11,00	36,83	19,95	6,87
Pelvik Tilt Postop	46	8,00	26,33	15,80	3,91
Pelvik İnsidans Preop	46	40,98	67,20	53,70	5,71
Pelvik İnsidans Postop	46	41,00	60,13	51,74	4,09
Lomber Lordoz Preop	46	15,82	67,26	38,57	11,45
Lomber Lordoz Postop	46	30,00	57,43	45,47	6,36
Torakal Kifoza Preop	46	17,26	55,60	34,54	9,07
Torakal Kifoza Postop	46	19,20	46,10	33,85	6,56

Sagittal Balans Preop Değer	32	,30	41,15	3,90	6,96
Sagittal Balans Postop Değer	2	,30	1,03	,67	,52
Sekonder Skolyoz Cobb Açısı	46	,00	33,00	8,67	9,66

Tablo 4’de görüldüğü üzere çalışmaya dahil edilen hastaların sakral slop preop ortalaması $34,12 \pm 7,39$ değerinde, sakral slop postop ortalaması $36,31 \pm 4,91$ değerinde, pelvik tilt preop ortalaması $19,95 \pm 6,87$ değerinde, pelvik tilt postop ortalaması $15,80 \pm 3,91$ değerinde, pelvik insidans preop ortalaması $53,70 \pm 5,71$ değerinde, pelvik insidans postop ortalaması $51,74 \pm 4,09$ değerinde, lomber lordoz preop ortalaması $38,57 \pm 11,45$ değerinde, lomber lordoz postop ortalaması $45,47 \pm 6,36$ değerinde, torakal kifoz preop ortalaması $34,54 \pm 9,07$ değerinde, torakal kifoz postop ortalaması $33,85 \pm 6,56$ değerinde, sagittal balans preop değeri ortalaması $3,90 \pm 6,96$ değerinde, sagittal balans postop değeri ortalaması $,67 \pm ,52$ değerinde ve sekonder skolyoz cobb açısı ortalama $8,67 \pm 9,66$ olarak hesaplanmıştır. İncelenen değerler sonucunda, yapılan cerrahi tedavinin ardından sakral slop ve lomber lordoz ortalamaları yükselirken, pelvik tilt, pelvik insidans, torakal kifoz ve sagittal balans ortalamaları ise düşmüştür. Ayrıca sekonder skolyoz cobb açısının ise ortalama $8,67 \pm 9,66$ değerinde olduğu görülmüştür.

Tablo 5. Cinsiyete göre klinik bulguların karşılaştırılması

	Cinsiyet	N	Ortalama	SS	U	p
Sakral Slop Preop	Kadın	39	23,67	7,91646	130,000	,842
	Erkek	7	22,57	3,51101		
Sakral Slop Postop	Kadın	39	23,58	5,24515	133,500	,927
	Erkek	7	23,07	2,51597		
Pelvik Tilt Preop	Kadın	39	24,62	7,01835	93,000	,183
	Erkek	7	17,29	5,56796		
Pelvik Tilt Postop	Kadın	39	23,73	4,07803	127,500	,783
	Erkek	7	22,21	3,07977		
Pelvik insidans Preop	Kadın	39	23,94	5,96797	119,500	,603
	Erkek	7	21,07	4,16050		
Pelvik İnsidans Postop	Kadın	39	23,36	4,36821	131,000	,866
	Erkek	7	24,29	2,13026		
Lomber Lordoz Preop	Kadın	39	24,23	11,60737	108,000	,383
	Erkek	7	19,43	10,46397		
Lomber Lordoz Postop	Kadın	39	22,55	6,43590	99,500	,258
	Erkek	7	28,79	5,75786		
Torakal Kifoz Preop	Kadın	39	24,17	9,11047	110,500	,426

	Erkek	7	19,79	8,78936		
Torakal Kifoz Postop	Kadın	39	24,69	6,53718	90,000	,155
	Erkek	7	16,86	5,87266		
Sagittal Balans Preop Değer	Kadın	28	16,00	7,43501	42,000	,425
	Erkek	4	20,00	1,75656		
Sagittal Balans Postop Değer	Kadın	1	2,00	.	,000	,317
	Erkek	1	1,00	.		
Sekonder Skolyoz Cobb Açısı	Kadın	39	24,22	10,00911	108,500	,360
	Erkek	7	19,50	7,25390		

Tablo 5'te görüldüğü üzere, hastaların cinsiyetine göre klinik bulgular karşılaştırılmıştır. Cinsiyete göre sakral slop preop, sakral slop postop, pelvik tilt preop, pelvik tilt postop, pelvik insidans preop, pelvik insidans postop, lomber lordoz preop, lomber lordoz postop, torakal kifoz preop, torakal kifoz postop, sagittal balans postop değer ve sekonder skolyoz cobb açısının karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Cinsiyete göre hastaların klinik bulguları karşılaştırıldığında sakral slop preop, sakral slop postop, pelvik tilt preop, pelvik tilt postop, pelvik insidans preop, pelvik insidans postop, lomber lordoz preop, lomber lordoz postop, torakal kifoz preop, torakal kifoz postop, sagittal balans preop değer, sagittal balans postop değer ve sekonder skolyoz cobb açısında cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). Buna göre kadın ve erkek hastaların klinik bulguları benzerlik göstermektedir.

Tablo 6. Cinsiyete göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin karşılaştırılması

		Önde	Arkada	Nötr	p
Sagittal Balans Preop Yön (n/%)	Kadın	20 (51,3)	8 (20,5)	11 (28,2)	,539
	Erkek	2 (28,6)	2 (28,6)	3 (42,9)	
Sagittal Balans Postop Yön (n/%)	Kadın	1 (2,6)	-	38 (97,4)	,161
	Erkek	1 (14,3)	-	6 (85,7)	

Tablo 6'da görüldüğü üzere, cinsiyete göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin karşılaştırılmasına yönelik Chi-square analizi yapılmıştır. Kadın hastalarda sagittal balans preop önde olan 20 kişi, arkada olan 8 kişi ve nötr olan 11 kişi vardır. Erkek hastalarda sagittal

balans preop önde olan 2 kişi, arkada olan 2 kişi ve nötr olan 3 kişi vardır. Kadın hastalarda sagittal balans postop önde olan 1 kişi ve nötr olan 38 kişi bulunmaktadır. Erkek hastalarda sagittal balans postop önde olan 1 kişi ve nötr olan 6 kişi bulunmaktadır. Cinsiyete göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin istatistiksel olarak farklılaşmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Ancak buna rağmen sagittal balans preop yönünün cerrahi tedavi sonrasında nötr hale geldiği ve postopta arka yönün hiçbir hastada bulunmaması dikkat çekmiştir.

Tablo 7. Yaşa göre klinik bulguların karşılaştırılması

	Yaş	N	Ortalama	SS	X ²	p
Sakral Slop Preop	50 yaş ve altı	5	35,60	5,46039	8,681	,034
	50-60 yaş	9	22,78	5,65193		
	61-70 yaş	22	25,05	6,66956		
	71 yaş ve üstü	10	14,70	8,55935		
Sakral Slop Postop	50 yaş ve altı	5	36,50	4,15343	6,994	,072
	50-60 yaş	9	21,72	3,97493		
	61-70 yaş	22	24,07	4,33743		
	71 yaş ve üstü	10	17,35	5,64082		
Pelvik Tilt Preop	50 yaş ve altı	5	17,80	1,68913	2,906	,406
	50-60 yaş	9	19,67	6,39139		
	61-70 yaş	22	24,25	7,40161		
	71 yaş ve üstü	10	28,15	7,14495		
Pelvik Tilt Postop	50 yaş ve altı	5	20,00	3,04577	2,694	,441
	50-60 yaş	9	17,94	3,41199		
	61-70 yaş	22	25,84	3,64571		
	71 yaş ve üstü	10	25,10	4,93728		
Pelvik İnsidans Preop	50 yaş ve altı	5	21,10	3,06577	1,037	,792
	50-60 yaş	9	21,06	4,94624		
	61-70 yaş	22	25,55	5,86444		
	71 yaş ve üstü	10	22,40	7,18949		
Pelvik İnsidans Postop	50 yaş ve altı	5	30,40	2,38390	9,448	,024
	50-60 yaş	9	18,44	5,37227		
	61-70 yaş	22	28,02	3,05191		
	71 yaş ve üstü	10	14,65	3,96750		
Lomber Lordoz Preop	50 yaş ve altı	5	29,00	11,79192	1,752	,625
	50-60 yaş	9	20,44	9,35662		
	61-70 yaş	22	24,57	12,89342		
	71 yaş ve üstü	10	21,15	9,86740		
Lomber Lordoz Postop	50 yaş ve altı	5	33,50	5,20854	3,822	,281
	50-60 yaş	9	24,28	5,14690		
	61-70 yaş	22	22,80	7,01813		
	71 yaş ve üstü	10	19,35	5,75664		
Torakal Kifoz Preop	50 yaş ve altı	5	21,50	3,75872	1,454	,693
	50-60 yaş	9	24,33	8,16205		

	61-70 yaş	22	21,75	8,99182		
	71 yaş ve üstü	10	27,60	12,06463		
Torakal Kifoz Postop	50 yaş ve altı	5	23,30	2,84799	,370	,946
	50-60 yaş	9	22,11	5,47619		
	61-70 yaş	22	23,14	6,99608		
	71 yaş ve üstü	10	25,65	8,30191		
	50 yaş ve altı	2	9,50	,57276		
Sagittal Balans Preop Değer	50-60 yaş	7	19,71	14,50749	2,368	,500
	61-70 yaş	14	15,14	1,65083		
	71 yaş ve üstü	9	17,67	1,43009		
	50 yaş ve altı	0	1,00	.		
Sagittal Balans Postop Değer	50-60 yaş	1	2,00	.	1,000	,317
	61-70 yaş	1	.	.		
	71 yaş ve üstü	0	32,30	.		
	50 yaş ve altı	5	24,32	9,78264		
Sekonder Skolyoz Cobb Açısı	50-60 yaş	9	23,15	7,72082	4,973	,174
	61-70 yaş	22	35,60	9,28342		
	71 yaş ve üstü	10	22,78	11,22497		
	50 yaş ve altı	5	24,32	9,78264		

Tablo 7’de görüldüğü üzere, hastaların yaşlarına göre klinik bulgular karşılaştırılmıştır. Yaşa göre sakral slop preop, sakral slop postop, pelvik tilt preop, pelvik tilt postop, pelvik insidans preop, pelvik insidans postop, lomber lordoz preop, lomber lordoz postop, torakal kifoz preop, torakal kifoz postop, sagittal balans postop değer ve sekonder skolyoz cobb açısının karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis H testi kullanılmıştır.

Yaşa göre hastaların klinik bulguları karşılaştırıldığında yalnızca sakral slop preop ve pelvik insidans postop değerlerinde yaşıya göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). Buna göre 50 yaş ve altı olan hastaların sakral slop preop ve pelvik insidans postop ortalamaları diğer yaş gruplarındaki hastalara kıyasla daha yüksektir.

Yaşa göre sakral slop postop, pelvik tilt preop, pelvik tilt postop, pelvik insidans preop, lomber lordoz preop, lomber lordoz postop, torakal kifoz preop, torakal kifoz postop, sagittal balans preop değer, sagittal balans postop değer ve sekonder skolyoz cobb açısında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 8. Yaşa göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin karşılaştırılması

		Önde	Arkada	Nötr	p
Sagittal Balans Preop Yön (n/%)	50 yaş ve altı	1 (20,0)	1 (20,0)	3 (60,0)	,329
	50-60 yaş	6 (66,7)	1 (11,1)	2 (22,2)	
	61-70 yaş	10 (45,5)	4 (18,2)	8 (36,4)	
	71 yaş ve üstü	5 (50,0)	4 (40,0)	1 (10,0)	
Sagittal Balans Postop Yön (n/%)	50 yaş ve altı	0 (0,0)	-	5 (100,0)	,643
	50-60 yaş	1 (11,1)	-	8 (88,9)	
	61-70 yaş	1 (4,5)	-	21 (95,5)	
	71 yaş ve üstü	0 (0,0)	-	10 (100,0)	

Tablo 8’de görüldüğü üzere, yaşa göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin karşılaştırılmasına yönelik Chi-square analizi yapılmıştır. 50 yaş ve altı hastalarda sagittal balans preop önde olan 1 kişi, arkada olan 1 kişi ve nötr olan 3 kişi vardır. 50-60 yaş hastalarda sagittal balans preop önde olan 6 kişi, arkada olan 1 kişi ve nötr olan 2 kişi vardır. 61-70 yaş hastalarda sagittal balans preop önde olan 10 kişi, arkada olan 4 kişi ve nötr olan 8 kişi vardır. 71 yaş ve üstü hastalarda sagittal balans preop önde olan 5 kişi, arkada olan 4 kişi ve nötr olan 1 kişi vardır.

50 yaş ve altı hastalarda sagittal balans postop önde ve arkada olan yokken, nötr olan 5 kişi vardır. 50-60 yaş hastalarda sagittal balans postop önde olan 1 kişi ve nötr olan 8 kişi varken, arkada olan hasta yoktur. 61-70 yaş hastalarda sagittal balans postop önde olan 1 kişi ve nötr olan 21 kişi varken, arkada olan hasta yoktur. 71 yaş ve üstü hastalarda sagittal balans önde ve arkada olan yokken, nötr olan 10 kişi vardır.

Yaşa göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin istatistiksel olarak farklılaşmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Ancak buna rağmen sagittal balans preop yönünün cerrahi tedavi sonrasında nötr hale geldiği ve postopta arka yönün hiçbir hastada bulunmaması dikkat çekmiştir.

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma, LSS cerrahi müdahale sonrası erken ve geç dönem sagittal dengesi üzerine odaklanmaktadır. Cerrahi müdahalenin sagittal dengesizliği önemli ölçüde düzeltebildiği görülmektedir. Erken dönem sonuçlar, minimal invazif cerrahi tekniklerinin hastaların iyileşme süreçlerini hızlandırdığını ve post-operatif komplikasyon risklerini azalttığı, geç dönemde ise sagittal dengenin korunmasının özellikle yaşlı hastalarda yaşam kalitesini artırdığı ve uzun vadeli fonksiyonel kapasitenin sürdürülmesine katkı sağladığı belirlenmiştir.

Özellikle, spinopelvik parametreler ve pelvik tilt gibi ölçümler, sagittal dengenin objektif değerlendirilmesinde önemli etkenler olmaktadır. Sagittal dengenin bozulmasının hastaların günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki etkilerini azaltmak için önleyici stratejilerin ve erken müdahalelerin önemini vurgulamaktadır. Çalışma, LSS tedavisinde sagittal dengenin düzeltilmesinin hastaların genel sağlık durumları ve fonksiyonel iyileşmeleri üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermiştir. Böylece gelecekteki cerrahi protokollerin ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesine ışık tutulmakta ve sagittal dengenin, spinal cerrahi sonuçları üzerindeki etkisinin derinlemesine anlaşılmasına olanak tanımaktadır.

Hastaların yaş ortalaması $63,20 \pm 9,26$ olup, minimum hasta yaşı 35 ve maksimum hasta yaşı 77'dir. Sagittal balans preop yönü önde olan 22 kişi, arkada olan 10 kişi ve nötr olan 14 kişi bulunmaktadır. Sagittal balans postop yönü önde olan 2 kişi ve nötr olan 44 kişi bulunurken, sagittal balansı arkada olan hasta görülmemiştir. Cerrahi işlem sonrasında sagittal balansı önde olan hastaların sayısı azalırken, nötr hasta sayısı artmış ve sagittal balansı arkada olan hasta ise kalmamıştır.

hastaların sakral slop preop ortalaması $34,12 \pm 7,39$ değerinde, sakral slop postop ortalaması $36,31 \pm 4,91$ değerinde, pelvik tilt preop ortalaması $19,95 \pm 6,87$ değerinde, pelvik tilt postop ortalaması $15,80 \pm 3,91$ değerinde, pelvik insidans preop ortalaması $53,70 \pm 5,71$ değerinde,

pelvik insidans postop ortalaması $51,74 \pm 4,09$ değerinde, lomber lordoz preop ortalaması $38,57 \pm 11,45$ değerinde, lomber lordoz postop ortalaması $45,47 \pm 6,36$ değerinde, torakal kifoz preop ortalaması $34,54 \pm 9,07$ değerinde, torakal kifoz postop ortalaması $33,85 \pm 6,56$ değerinde, sagittal balans preop değeri ortalaması $3,90 \pm 6,96$ değerinde, sagittal balans postop değeri ortalaması $,67 \pm ,52$ değerinde ve sekonder skolyoz cobb açısı ortalama $8,67 \pm 9,66$ olarak hesaplanmıştır. İncelenen değerler sonucunda, yapılan cerrahi tedavinin ardından sakral slop ve lomber lordoz ortalamaları yükselirken, pelvik tilt, pelvik insidans, torakal kifoz ve sagittal balans ortalamaları ise düşmüştür. Ayrıca sekonder skolyoz cobb açısının ise ortalama $8,67 \pm 9,66$ değerinde olduğu görülmüştür. Elde ettiğimiz değerlere yaklaşık olarak benzer sonuçlar ortaya koyan Le Huec, Faundez, Dominguez, Hoffmeyer ve Aunoble (2015) tarafından yapılan araştırmada pelvik insidans $48-55^\circ$, pelvik tilt $12-18^\circ$, sakral slop $36-42^\circ$ ve lomber lordoz $43-61^\circ$ olarak bulunmuştur. Tribus ve diğerleri (1999) tarafından yapılan araştırmada ise lomber lordoz ameliyat öncesi ve sonrası değerlerin değişmediği (51° 'den 50° 'ye), sakral slope değerinin ise L4-S1 spinal füzyon geçiren hastalarda önemli ölçüde azaldığı (49° 'den 45° 'ye, $p= 0,039$) ortaya konulmuştur. Toplam lomber lordoz ortalaması korunmasına rağmen, lordoz lomber omurgada proksimale doğru kaymış, L1-L4'te artmış (19° 'den 24° 'ye) ve L4-S1'de ise azalmıştır (32° 'den 26° 'ye). Sonuçta cerrahi tedavi sonrası sagittal hizalamanın ve telafi edici mekanizmaların cerrahi yöntemlere ve füzyon seviyesine bağlı olduğu bildirilmiştir.

İncelenen literatür ışığında, Kumar ve diğerleri (2001) tarafından ameliyat sonrası hemen sagittal parametrelerde (sakral slop) anormallikler olan hastalarda takip sırasında (5 yıl) bitişik segment dejenerasyonunun daha yüksek insidansın olduğu tespit edilmiştir. Ameliyat öncesi sagittal dengesizlik ve yüksek pelvik insidans sagittal dekompanseasyon için risk faktörleri oluşturmaktadır (Cho ve ark., 2010). Füzyon sonrası postoperatif pelvik tiltte iyileşme görülen hastalarda klinik sonuçları da iyi olarak bulunmuştur (VAS ağrı ve Oswestry Engellilik

İndeksi). Yapılan araştırmalar sonucunda klinik sonuçların (VAS, Oswestry Engellilik Endeksi, SF-36) ve skolyozun iyileştirildiği, ancak cerrahi tedavinin sakral slop ve pelvik tilti değiştirmedeği bildirilmiştir (Johnson ve ark., 2013). Ancak, Le Huec ve diğerlerinin (2015) çalışmasında ise frontal plandaki skolyozun tamamen düzeltilmediği saptanmıştır (sadece Cobb açısında %50 azalma meydana gelmiştir).

Sonuç olarak, fonksiyonel sakatlığın önlenbilmesi için sagittal dengenin radyografik spinopelvik parametrelerin ölçülmesi dejeneratif spinal hastalıklar için sıklıkla gerçekleştirilen rutin bir işlemdir. Burada önemli olan nokta, müdahaleden önce uygun lomber lordoz değerinin, pelvik insidans değeri için teorik pelvik tilt ve sakral slop değerlerinin bilinmesidir.

Cinsiyete göre hastaların klinik bulguları karşılaştırıldığında sakral slop preop, sakral slop postop, pelvik tilt preop, pelvik tilt postop, pelvik insidans preop, pelvik insidans postop, lomber lordoz preop, lomber lordoz postop, torakal kifoz preop, torakal kifoz postop, sagittal balans preop değer, sagittal balans postop değer ve sekonder skolyoz cobb istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Buna göre kadın ve erkek hastaların klinik bulguları benzerlik göstermektedir. Jang ve diğerleri (2009) çalışmasında dejeneratif lomber lordoz kaybı olan hastalarda torakal kifozun azalması ve pelvik tilt değerinin artmasının başarılı bir ameliyat sonrasında kendiliğinden tersine dönebileceğini bildirmiştir. İncelenen çalışmada, dejeneratif spinal hastalıklar nedeniyle torasik-kompanse sagittal dengesizliği olan çoğunlukla yaşlı kadınlardan oluşan 53 hasta düzeltici lomber cerrahiye tabi tutulmuş ve lomber lordozun cerrahi olarak düzeltilmesi, torakal kifozun iyileşmesiyle ilişkilendirilmiştir.

Kadın hastalarda sagittal balans preop önde olan 20 kişi, arkada olan 8 kişi ve nötr olan 11 kişi vardır. Erkek hastalarda sagittal balans preop önde olan 2 kişi, arkada olan 2 kişi ve nötr olan 3 kişi vardır. Kadın hastalarda sagittal balans postop önde olan 1 kişi ve nötr olan 38 kişi bulunmaktadır. Erkek hastalarda sagittal balans postop önde olan 1 kişi ve nötr olan 6 kişi bulunmaktadır. Cinsiyete göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin istatistiksel olarak

farklılaşmadığı tespit edilmiştir. Ancak buna rağmen sagittal balans preop yönünün cerrahi tedavi sonrasında nötr hale geldiği ve postopta arka yönün hiçbir hastada bulunmaması dikkat çekmiştir.

Yaşa göre hastaların klinik bulguları karşılaştırıldığında yalnızca sakral slop preop ve pelvik insidans postop değerlerinde yaşa göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Buna göre 50 yaş ve altı olan hastaların sakral slop preop ve pelvik insidans postop ortalamaları diğer yaş gruplarındaki hastalara kıyasla daha yüksektir. Yaşa göre sakral slop postop, pelvik tilt preop, pelvik tilt postop, pelvik insidans preop, lomber lordoz preop, lomber lordoz postop, torakal kifoz preop, torakal kifoz postop, sagittal balans preop değer, sagittal balans postop değer ve sekonder skolyoz cobb açısında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Johnson ve diğerleri (2013) tarafından yapılan prospektif çalışmada, sırt ağrısı ve/veya siyatik ağrısı olan ve ortalama 56 yaşında olan 30 hasta değerlendirilmiş, lomber spondilozu olan 15 hasta ve dejeneratif skolyozu olan 15 hastaya minimal invaziv teknikler ile füzyon uygulanmıştır. Ameliyattan sonra hastaların yaşam kalitesinin önemli ölçüde iyileştirildiği, ancak sakral slop ve pelvik tilt değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yaşa göre sagittal balans preop ve postop yönleri karşılaştırıldığında 50 yaş ve altı hastalarda sagittal balans preop önde olan 1 kişi, arkada olan 1 kişi ve nötr olan 3 kişi vardır. 50-60 yaş hastalarda sagittal balans preop önde olan 6 kişi, arkada olan 1 kişi ve nötr olan 2 kişi vardır. 61-70 yaş hastalarda sagittal balans preop önde olan 10 kişi, arkada olan 4 kişi ve nötr olan 8 kişi vardır. 71 yaş ve üstü hastalarda sagittal balans preop önde olan 5 kişi, arkada olan 4 kişi ve nötr olan 1 kişi vardır. 50 yaş ve altı hastalarda sagittal balans postop önde ve arkada olan yokken, nötr olan 5 kişi vardır. 50-60 yaş hastalarda sagittal balans postop önde olan 1 kişi ve nötr olan 8 kişi varken, arkada olan hasta yoktur. 61-70 yaş hastalarda sagittal balans postop önde olan 1 kişi ve nötr olan 21 kişi varken, arkada olan hasta yoktur. 71 yaş ve üstü hastalarda

sagittal balans önde ve arkada olan yokken, nötr olan 10 kişi vardır. Yaşa göre sagittal balans preop ve postop yönlerinin istatistiksel olarak farklılaşmadığı tespit edilmiştir. Ancak buna rağmen sagittal balans preop yönünün cerrahi tedavi sonrasında nötr hale geldiği ve postopta arka yönün hiçbir hastada bulunmaması dikkat çekmiştir.



KAYNAKLAR

- Adams MA, Hutton WC, Stott JR. (1980). The resistance to flexion of the lumbar intervertebral joint. *Spine*;5 (3):245-53.
- Aguilera, C. M., Mesa, M. D., Ramirez-Tortosa, M. C., Nestares, M. T., Ros, E., & Gil, A. (2004). Sunflowerseed oil does not protect against LDL oxidation as virgin olive oil does in patients with peripheral vascular disease. *Clinical Nutrition*, 23(4), 673-681.
- Ahmed, S. I., Javed, G., Bareeqa, S. B., Shah, A., Zubair, M., Avedia, R. F., et al. (2018). Comparison of decompression alone versus decompression with fusion for stenotic lumbar spine: A systematic review and meta-analysis. *Cureus*, 10(8), 1–7.
- Ammendolia, C., Stuber, K. J., Rok, E., Rampersaud, R., Kennedy, C. A., Pennick, V., et al. (2013). Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (8), Cd010712.
- Ammendolia, C., Stuber, K., de Bruin, L. K., Furlan, A. D., Kennedy, C. A., Rampersaud, Y. R., et al. (2012). Nonoperative treatment of lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication: A systematic review. *Spine*, 37(10), E609-E616.
- Ammendolia, C., Stuber, K., Tomkins-Lane, C., Schneider, M., Rampersaud, Y. R., Furlan, A. D., et al. (2014). What interventions improve walking ability in neurogenic claudication with lumbar spinal stenosis? A systematic review. *European Spine Journal*, 23(6), 1282-1301.
- Arbit, E., & Pannullo, S. (2001). Lumbar stenosis: A clinical review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (384), 137-143.
- Arjmandi, B. H., Khalil, D. A., Lucas, E. A., Smith, B. J., Sinichi, N., Hodges, S. B., Jume, S., Munson, M. E., Payton, M. E., Tivis, R. D., & Svanborg, A. (2004). Soy protein may alleviate osteoarthritis symptoms. *Phytomedicine*, 11(7-8), 567-575.

- Atlas, S. J., & Delitto, A. (2006). Spinal stenosis: Surgical versus nonsurgical treatment. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 443, 198-207.
- Barr K, Concannon, LG, Harrast, MA. Low Back Pain. (2016). In: Cifu D, editor. Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation. Fifth ed. Philadelphia: Elsevier. p. 711-45.
- Barrey, C., Jund, J., Nosedá, O., & Roussouly, P. (2007). Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *European Spine Journal*, 16, 1459–1467.
- Battié, M. C., Videman, T., & Parent, E. (2004). Lumbar disc degeneration: Epidemiology and genetic influences. *Spine*, 29, 2679–2690.
- Bear, T., Philipp, M., Hill, S., & Mündel, T. (2016). A preliminary study on how hypohydration affects pain perception. *Psychophysiology*, 53(5), 605-610.
- Benli, İ. T., Kaya, A., Güçlü, B., & Karagüven, D. (2007). Posterior dekompresyon, posterolateral füzyon ve 3. Jenerasyon posterior enstramüntasyon uygulanan spinal stenoz hastalarında semptomların süresi ve sagittal konturların koreksiyonunun klinik sonuçlar üzerine etkisi. *J Turk Spinal Surg*, 18(2), 5-13.
- Benoist, M. (2002). The natural history of lumbar degenerative spinal stenosis. *Joint, Bone, Spine: Revue du Rhumatisme*, 69(5), 450-457.
- Bergmark A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta orthopaedica Scandinavica Supplementum*.
- Binder, D. K., Schmidt, M. H., & Weinstein, P. R. (2002). Lumbar spinal stenosis. *Seminars in Neurology*, 22(2), 157-166.
- Bogduk N, Tworney LT. (1991). *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine*. Melbourne, PA: Churchill, Livingstone.

- Boucher, H. H. (1959). A method of spinal fusion. *Journal of Bone and Joint Surgery, British* Volume. 41-B(2), 248–259. Available from: <http://online.boneandjoint.org.uk/doi/10.1302/0301-620X.41B2.248>
- Bozok Arat, N. (2009). Lomber spinal stenozlu hastalarda nöropatik ağrı skalalarının değerlendirilmesi Uzmanlık tezi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi. İstanbul Üniversitesi Akademik Arşiv Sistemi.
- Buckwalter, J. A. (1995). Aging and degeneration of the human intervertebral disc. *Spine*, 20(11), 1307-1314.
- Bülbül, Ö. (2012). Lomber Spinal Stenoz Hastalarında Posterior Dekompresyon ve Posterior Enstrümantasyonun Klinik, Oswestry Maluliyet Skalası, Elektrofizyolojik ve Radyolojik Sonuçlarının Değerlendirilmesi (tez). Ankara: Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi.
- Cecchinato, R., Redaelli, A., Martini, C., Morselli, C., Villafane Jorge, H., & Lamartina, C., et al. (2017). Long fusions to S1 with or without pelvic fixation can induce relevant acute variations in pelvic incidence: a retrospective cohort study of adult spine deformity surgery. *European Spine Journal*, 26, 436–441.
- Ceriello, A. (2005). Postprandial hyperglycemia and diabetes complications: is it time to treat?. *Diabetes*, 54(1), 1-7.
- Chad, D. A. (2007). Lumbar spinal stenosis. *Neurologic Clinics*, 25(2), 407-418.
- Chang, M. C., Fan, S. Z., Hsiao, P. N., Cheng, W. F., & Sun, W. Z. (2011). Influence of morphine on host immunity. *Acta Anaesthesiologica Taiwanica*, 49(3), 105-108.
- Chiu, C. K., Low, T. H., Tey, Y. S., Singh, V. A., & Shong, H. K. (2011). The efficacy and safety of intramuscular injections of methylcobalamin in patients with chronic nonspecific low back pain: A randomised controlled trial. *Singapore Medical Journal*, 52(12), 868-873.

- Cho KJ, Suk SI, Park SR, et al (2010). Risk factors of sagittal decompensation after long posterior instrumentation and fusion for degenerative lumbar scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*;35:1595–1601.
- Ciric I, Mikhael MA, Tarkington JA, Vick NA. (1980). The lateral recess syndrome. A variant of spinal stenosis. *Journal of neurosurgery*;53 (4):433-43
- Ciricillo, S. F., & Weinstein, P. R. (1993). Lumbar spinal stenosis. *The Western Journal of Medicine*, 158(2), 171-177.
- Conway, J., Tomkins, C. C., & Haig, A. J. (2011). Walking assessment in people with lumbar spinal stenosis: Capacity, performance, and self-report measures. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 11(9), 816-823.
- Costan, A. R., Vulpoi, C., & Mocanu, V. (2014). Vitamin D fortified bread improves pain and physical function domains of quality of life in nursing home residents. *Journal of Medicinal Food*, 17(5), 625-631.
- Cowley, P. (2016). Neuroimaging of spinal canal stenosis. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*, 24(3), 523-539.
- Crock, H. V. (1981). Normal and pathological anatomy of the lumbar spinal nerve root canals. *Journal of Bone and Joint Surgery, British Volume*, 63(4), 487-490.
- Curlee, P. M. (2011). Spinal stenoz. In S. T. Canale & J. H. Beaty (Eds.), *Campbell's Operative Orthopaedics* (pp. 2273-2294). Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri.
- Çaylı, S.R., (2010). Omurilik ve Omurga Anatomisi, *Temel Nöroşirurji*, Cilt 1, Türk Nöroşirurji Derneği Yayınları p. 81-90.
- de Schepper, E. I., Overvest, G. M., Suri, P., Peul, W. C., Oei, E. H., Koes, B. W., et al. (2013). Diagnosis of lumbar spinal stenosis: An updated systematic review of the accuracy of diagnostic tests. *Spine*, 38(8), E469-E481.

- Deer, T. R., Grider, J. S., Pope, J. E., Falowski, S., Lamer, T. J., & Calodney, A., et al. (2019). The MIST guidelines: The lumbar spinal stenosis consensus group guidelines for minimally invasive spine treatment. *Pain Practice*, 19(3), 250–274.
- Deer, T., Sayed, D., Michels, J., Josephson, Y., Li, S., & Calodney, A. K. (2019). A review of lumbar spinal stenosis with intermittent neurogenic claudication: Disease and diagnosis. *Pain Medicine*, 20(Supplement_2), S32–S44.
- Defagó, M. D., Elorriaga, N., Irazola, V. E., & Rubinstein, A. L. (2014). Influence of food patterns on endothelial biomarkers: A systematic review. *Journal of Clinical Hypertension*, 16(12), 907-913.
- Delen, E. (2023). Lomber spinal stenoz hastalarında propriosepsiyon, postür ve yürüme analizi Doktora tezi, Trakya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Edirne: Trakya Üniversitesi.
- Deyo, R. A., Gray, D. T., Kreuter, W., Mirza, S., & Martin, B. I. (2005). United States trends in lumbar fusion surgery for degenerative conditions. *Spine*, 30(12), 1441-1445.
- Deyo, R. A., Mirza, S. K., Martin, B. I., Kreuter, W., Goodman, D. C., & Jarvik, J. G. (2010). Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults. *Journal of the American Medical Association*, 303(13), 1259-1265.
- Diwan, S., Sayed, D., Deer, T. R., Salomons, A., & Liang, K. (2019). An algorithmic approach to treating lumbar spinal stenosis: An evidenced-based approach. *Pain Medicine*, 20(Supplement_2), S23–S31.
- Doualla-Bija, M., Takang, M. A., Mankaa, E., Moutchia, J., Ongolo-Zogo, P., & Luma-Namme, H. (2017). Characteristics and determinants of clinical symptoms in radiographic lumbar spinal stenosis in a tertiary health care centre in sub-Saharan Africa. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1), 494.

- Drake RL VW, Mitchell AW. M Y (2007). (ed), Sirt, Gray's Anatomi, İstanbul: Güneş Kitabevi.
- Dubousset, J., Charpak, G., & Skalli, W. (2008). Skeletal and spinal imaging with EOS system. *Archives de Pédiatrie: Organe Officiel de la Societe Francaise de Pédiatrie*, 15, 665-666.
- Dumitru, D. (1995). *Electrodiagnostic Medicine*. Philadelphia: Hanley & Belfus, Inc.
- Duval-Beaupère, G., Schmidt, C., & Cosson, P. (1992). A barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: The conditions required for an economic standing position. *Annals of Biomedical Engineering*.
- Ebbeling, C. B., Swain, J. F., Feldman, H. A., Wong, W. W., Hachey, D. L., Garcia-Lago, E., & Ludwig, D. S. (2012). Effects of dietary composition on energy expenditure during weight-loss maintenance. *Journal of the American Medical Association*, 307(24), 2627-2634.
- Elsheikh, N. A., & Amr, Y. M. (2016). Effect of adding calcitonin to translaminar epidural steroid in degenerative lumbar spinal canal stenosis. *Pain Physician*, 19(3), 139-146.
- Epstein, N. E., Maldonado, V. C., & Cusick, J. F. (1998). Symptomatic lumbar spinal stenosis. *Surgical Neurology*, 50(1), 3-10.
- Errico, T. J., Lonner, B. S., & Moulton, A. W. (2009). *Surgical Management of Spinal Deformities* (1st ed., pp. 4-12).
- Ertekin, C., & Seçil, Y. (2010). Lomber spinal dar kanal ve intermittan nörojenik klodikasyon. *Türk Nöroloji Dergisi*, 16, 59-71.
- Fardet, A. (2010). New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: What is beyond fibre? *Nutrition Research Reviews*, 23(1), 65-134.
- Felis M, Mombaur K. (2013). Modeling and optimization of human walking, In Mombaur K, Berns K (Eds). 4th ed Berlin : Spring. p.31-43.

- Foley KT, G.S., (2002). Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine: preliminary clinical results. *J Neurosurgery*: p. 7-12
- Friedly, J. L., Comstock, B. A., Turner, J. A., Heagerty, P. J., Deyo, R. A., Sullivan, S. D., et al. (2014). A randomized trial of epidural glucocorticoid injections for spinal stenosis. *New England Journal of Medicine*, 371(1), 11-21.
- Fritz, J. M., Delitto, A., Welch, W. C., & Erhard, R. E. (1998). Lumbar spinal stenosis: A review of current concepts in evaluation, management, and outcome measurements. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(6), 700-708.
- Fritz, J. M., Lurie, J. D., Zhao, W., Whitman, J. M., Delitto, A., Brennan, G. P., et al. (2014). Associations between physical therapy and long-term outcomes for individuals with lumbar spinal stenosis in the SPORT study. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 14(8), 1611-1621.
- Genevay, S., & Atlas, S. J. (2010). Lumbar spinal stenosis. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 24, 253-265.
- Ghazanfari, S., Imenshahidi, M., Etemad, L., Moshiri, M., & Hosseinzadeh, H. (2014). Effect of cyanocobalamin (vitamin B12) in the induction and expression of morphine tolerance and dependence in mice. *Drug Research*, 64(03), 113-117.
- Goh, K. J., Khalifa, W., Anslow, P., Cadoux-Hudson, T., & Donaghy, M. (2004). The clinical syndrome associated with lumbar spinal stenosis. *European Neurology*, 52(4), 242-249.
- Gottfried, O. N., Daubs, M. D., Patel, A. A., Dailey, A. T., & Brodke, D. S. (2009). Spinopelvic parameters in postfusion flatback deformity patients. *Spine Journal*, 9(8), 639-647.
- Grobler, L. J., Robertson, P. A., Novotny, J. E., & Pope, M. H. (1993). Etiology of spondylolisthesis. Assessment of the role played by lumbar facet joint morphology. *Spine*, 18(1), 80-91.

- Group EHTA. (2001). Treatment of degenerative lumbar spinal stenosis: Summary. Rockville: Agency for Healthcare Research and Quality (US).
- Güneş, M. (2021). Vasküler kladikasyonu olan ve olmayan lumbal spinal stenoz hastalarında denge, düşme ve özürllülüğün karşılaştırılması Master's thesis, Karabük Üniversitesi. Karabük Üniversitesi.
- H., O., (2004). Bel ağrıları, Tıbbi Rehabilitasyon, D.E. Oğuz H, Dursun N, Editor.
- Hadra, B. E. (1891). Wiring the spinous processes in Pott's disease. JBJS . s1-4(1). Available from:
https://journals.lww.com/jbjsjournal/Fulltext/1891/04010/WIRING_THE_SPINOUS_PROCESSES_IN_POTT_S_DISEASE.30.aspx
- Haig, A. J., Tong, H. C., Yamakawa, K. S., Parres, C., Quint, D. J., Chiodo, A., Miner, J. A., Phalke, V. C., Hoff, J. T., & Geisser, M. E. (2006). Predictors of pain and function in persons with spinal stenosis, low back pain, and no back pain. Spine, 31(25), 2950-2957.
- Haig, A. J., Tong, H. C., Yamakawa, K. S., Quint, D. J., Hoff, J. T., Chiodo, A., et al. (2006). Spinal stenosis, back pain, or no symptoms at all? A masked study comparing radiologic and electrodiagnostic diagnoses to the clinical impression. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 87(7), 897-903.
- Hall, S., Bartleson, J. D., Onofrio, B. M., Baker, H. L., Jr., Okazaki, H., & O'Duffy, J. D. (1985). Lumbar spinal stenosis. Clinical features, diagnostic procedures, and results of surgical treatment in 68 patients. Annals of Internal Medicine, 103(2), 271-275.
- Hansraj, K. K., Cammisa, F. P., Jr., O'Leary, P. F., Crockett, H. C., Fras, C. I., Cohen, M. S., et al. (2001). Decompressive surgery for typical lumbar stenosis. Clinical Orthopaedics and Related Research, 384, 10-17.

- Harding, I. J. (2009). Understanding sagittal balance with a clinical perspective. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 45, 571-582.
- Harmsen, H. J., Raangs, G. C., He, T., Degener, J. E., Welling, G. W. (2002). Extensive set of 16S rRNA-based probes for detection of bacteria in human feces. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(6), 2982-2990.
- Harper, C. R., Edwards, M. C., & Jacobson, T. A. (2006). Flaxseed oil supplementation does not affect plasma lipoprotein concentration or particle size in human subjects. *Journal of Nutrition*, 136(11), 2844-2848.
- Harrington, P. R. (1973). 1973 Nicoals Andry Award Contribution: The History and Development of Harrington Instrumentation. *Clinical Orthopaedics and Related Research* . 93. Available from: https://journals.lww.com/corr/Fulltext/1973/06000/1973_Nicoals_Andry_Award_Contribution__The_History.13.aspx
- Hasegawa T, An HS, Haughton VM, Nowicki BH. (1995). Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina. A cryomicrotome study in cadavera. *The Journal of bone and joint surgery American volume*;77 (1):32-8
- Hibbs, R. A. (2007). THE CLASSIC: An operation for progressive spinal deformities. *Clinical Orthopaedics and Related Research* . 460, 17–20. Available from: <https://journals.lww.com/00003086-200707000-00006>
- Hooshmand, S., Soung, D. Y., Lucas, E. A., Madihally, S. V., Levenson, C. W., & Arjmandi, B. H. (2007). Genistein reduces the production of proinflammatory molecules in human chondrocytes. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 18(9), 609-614.
- Hovorka, I., Rousseau, P., Bronsard, N., Chalali, M., Julia, M., & Carles, M., et al. (2008). Extension reserve of the hip in relation to the spine: Comparative study of two

- radiographic methods. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*, 94, 771–776.
- Ishimoto, Y., Yoshimura, N., Muraki, S., Yamada, H., Nagata, K., Hashizume, H., et al. (2012). Prevalence of symptomatic lumbar spinal stenosis and its association with physical performance in a population-based cohort in Japan: The Wakayama Spine Study. *Osteoarthritis and Cartilage*, 20(10), 1103-1108.
- Iversen, M. D., & Katz, J. N. (2001). Examination findings and self-reported walking capacity in patients with lumbar spinal stenosis. *Physical Therapy*, 81(7), 1296-1306.
- İştemen, İ., Arslan, A., Olguner Semih, K., Gezercan, Y., Ökten, Ali İ., & Afşer, Kemal A. (2020). The effect of straight or lordotic rods on cervical subaxial alignment while fusing C1-C2. *World Neurosurgery*, 133, e563-e657.
- Jackson, R. P., & McManus, A. C. (1994). Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size: A prospective controlled clinical study. *Spine*, 19, 1611-1618.
- Jackson, R. P., Peterson, M. D., Mcmanus, A. D., & Hales, C. (1998). Compensatory spinopelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients. *Spine*, 23(16), 1750-1767.
- Jang JS, Lee SH, Min JH, Maeng DH. 2009 Influence of lumbar lordosis restoration on thoracic curve and sagittal position in lumbar degenerative kyphosis patients. *Spine (Phila Pa 1976)*.;34:280–284.
- Jayakumar, P., Nnadi, C., Saifuddin, A., Macsweeney, E., & Casey, A. (2006). Dynamic degenerative lumbar spondylolisthesis: Diagnosis with axial loaded magnetic resonance imaging. *Spine (Phila Pa 1976)*, 31(10), 298-301.
- Jenis, L. G., & An, H. S. (2000). Lumbar foraminal stenosis. *Spine*, 25(3), 389-394.

- Johnson RD, Valore A, Villaminar A, Comisso M, Balsano M (2013). Pelvic parameters of sagittal balance in extreme lateral interbody fusion for degenerative lumbar disc disease. *J Clin Neurosci* 20:576–581
- Kalichman, L., Cole, R., Kim, D. H., Li, L., Suri, P., Guermazi, A., et al. (2009). Spinal stenosis prevalence and association with symptoms: The Framingham Study. *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 9(7), 545-550.
- Kalkan, E., & Keskin, F. (2015). Dejeneratif Lomber Spinal Stenoz. *Türkiye Klinikleri J Neurosurg-Special Topics*, 5(3), 120-124.
- Kalkan, E., et al., (1995). İnsan İntervertebral Diskinin Yapı ve Fonksiyonları. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, p. 2 (3):1-9
- Kamihara, M., Nakano, S., Fukunaga, T., Ikeda, K., Tsunetoh, T., Tanada, D., et al. (2014). Spinal cord stimulation for treatment of leg pain associated with lumbar spinal stenosis. *Neuromodulation: Journal of the International Neuromodulation Society*, 17(4), 340-344.
- Karataş M. (2016). Lomber omurganın fiziksel özellikleri ve fonksiyonel biyomekaniği. In: Gökçe-Kutsal Y, Beyazova, M, editor. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 3. ed. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri. p. 161-76. 90
- Katz, J. N., Dalgas, M., Stucki, G., Katz, N. P., Bayley, J., Fossel, A. H., et al. (1995). Degenerative lumbar spinal stenosis. Diagnostic value of the history and physical examination. *Arthritis and Rheumatism*, 38(9), 1236-1241.
- Kharb A, Saini V, Jain Y, Dhiman S. (2011). A review of gait cycle and its parameters. *IJCEM Int J Comput Eng Manag*.
- Kirkaldy-Willis, W. H., Wedge, J. H., Yong-Hing, K., & Reilly, J. (1978). Pathology and pathogenesis of lumbar spondylosis and stenosis. *Spine*, 3(4), 319-328.

- Kirtley C, Whittle MW, Jefferson RJ. (1985). Influence of walking speed on gait parameters. *J Biomed Eng*;7(4).
- Kitiş, S. (2011). Lomber Spinal Stenoz Cerrahisinde Klasik Laminektomi ve Transspinöz Split Laminektomi Yöntemlerinin Klinik Sonuçlarının Karşılaştırılması. Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Tıpta Uzmanlık Tezi, 4-6.
- Knutsson, B., Sandén, B., Sjöden, G., Järvholm, B., & Michaelsson, K. (2015). Body mass index and risk for clinical lumbar spinal stenosis: A cohort study. *Spine*, 40(18), 1451-1456.
- Koç, Ö. N. (2005). İnstabilitesi Olmayan Dejeneratif Lomber Spinal Stenoz Olgularında Tek Taraflı Yaklaşımla Bilateral Mikrodekompresyonun Klinik Sonuçları. İstanbul: Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi; Tez.
- Kreiner, D. S., Shaffer, W. O., Baisden, J. L., Gilbert, T. J., Summers, J. T., Toton, J. F., et al. (2013). An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update). *The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society*, 13(7), 734-743.
- Kumar M, Baklanov A, Chopin D (2001) Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *European Spine Journal* 10:314–319
- Lafage, V., Schwab, F., Vira, S., Hart, R., Burton, D., Smith, J. S., et al. (2011). Does vertebral level of pedicle subtraction osteotomy correlate with degree of spinopelvic parameter correction? *J Neurosurg Spine*, 14, 184-191.
- Lafian, A. M., & Torralba, K. D. (2018). Lumbar spinal stenosis in older adults. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 44(3), 501-512.
- Lakhan, S. E., Ford, C. T., & Tepper, D. (2015). Zingiberaceae extracts for pain: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition Journal*, 14, 1-10.

- Lamartina, C., Berjano, P., Petruzzi, M., Sinigaglia, A., Casero, G., Cecchinato, R., Damilano, M., & Bassani, R. (2012). Criteria to restore the sagittal balance in deformity and degenerative spondylolisthesis. *European Spine Journal*, 21(Suppl. 1), 27–31.
- Larson, S. J., & Maiman, D. J. (1999). *Surgery of the lumbar spine*. New York.
- Lazennec, J. Y., Brusson, A., Folinais, D., Zhang, A., Pour, A. E., & Rousseau, M. A. (2015). Measuring extension of the lumbar-pelvic-femoral complex with the EOS® system. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology: Orthopaedics and Traumatology*, 25, 1061-1068.
- Le Huec, J. C., Domezon, H., & Aunoble, S. (2015). Sagittal parameters of global cervical balance using EOS imaging: Normative values from a prospective cohort of asymptomatic volunteers. *European Spine Journal of the European Spine Society, European Spinal Deformity Society, and European Section of the Cervical Spine Research Society*, 24, 63-71.
- Le Huec, J. C., Faundez, A., Dominguez, D., Hoffmeyer, P., & Aunoble, S. (2015). Evidence showing the relationship between sagittal balance and clinical outcomes in surgical treatment of degenerative spinal diseases: a literature review. *International orthopaedics*, 39, 87-95.
- Le Huec, J. C., Hasegawa, K. (2016). Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *European Spine Journal of the European Spine Society, European Spinal Deformity Society, and European Section of the Cervical Spine Research Society*, 25, 3630-3637.
- Le Huec, J. C., Saddiki, R., Franke, J., Rigal, J., & Aunoble, S. (2011). Equilibrium of the human body and the gravity line the basics. *European Spine Journal*, 20(Suppl. 5), 558-563.

- Le Huec, J. C., Thompson, W., Mohsinaly, Y., Barrey, C., & Faundez, A. (2019). Sagittal balance of the spine. *European Spine Journal*, 28(9), 1889-1905.
- Lee, B. H., Moon, S. H., Kim, H. J., Lee, H. M., & Kim, T. H. (2012). Osteoporotic profiles in elderly patients with symptomatic lumbar spinal canal stenosis. *Indian Journal of Orthopaedics*, 46(3), 279.
- Lee, C. K., Rauschning, W., & Glenn, W. (1988). Lateral lumbar spinal canal stenosis: Classification, pathologic anatomy and surgical decompression. *Spine*, 13(3), 313-320.
- Legaye, J., Duval-Beaupère, G., Hecquet, J., & Marty, C. (1998). Pelvic incidence: A fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *European Spine Journal*, 7, 99-103.
- Lurie, J., & Tomkins-Lane, C. (2016). Management of lumbar spinal stenosis. *BMJ*, 352.
- M. Karademir, E. Karavelioglu, & M. G. Boyaci. (2014). Importance of sagittal balance and spinopelvic parameters in spinal surgery. *The Journal of Turkish Spinal Surgery*.
- Macedo, L. G., Hum, A., Kuleba, L., Mo, J., Truong, L., Yeung, M., et al. (2013). Physical therapy interventions for degenerative lumbar spinal stenosis: A systematic review. *Physical Therapy*, 93(12), 1646-1660.
- Manchikanti, L., Knezevic, N. N., Boswell, M. V., Kaye, A. D., & Hirsch, J. A. (2016). Epidural injections for lumbar radiculopathy and spinal stenosis: A comparative systematic review and meta-analysis. *Pain Physician*, 19(3), E365-410.
- Marketos, S. G., & Skiadas, P. (1999). Hippocrates: The father of spine surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. Available from: https://journals.lww.com/spinejournal/Fulltext/1999/07010/Hippocrates__The_Father_of_Spine_Surgery.18.aspx

- Maroon, J. C., & Bost, J. W. (2006). Omega-3 fatty acids (fish oil) as an anti-inflammatory: An alternative to nonsteroidal anti-inflammatory drugs for discogenic pain. *Surgical Neurology*, 65(4), 326-331.
- McAlindon, T., LaValley, M., Schneider, E., Nuite, M., Lee, J. Y., Price, L. L., Lo, G., Dawson-Hughes, B. (2013). Effect of vitamin D supplementation on progression of knee pain and cartilage volume loss in patients with symptomatic osteoarthritis: A randomized controlled trial. *JAMA*, 309(2), 155-162.
- McCabe, P. S., Pye, S. R., McBeth, J., Lee, D. M., Tajar, A., Bartfai, G., Boonen, S., Bouillon, R., Casanueva, F., Finn, J. D., Forti, G., Giwercman, A., Huhtaniemi, I. T., Kula, K., Pendleton, N., Punab, M., Vanderschueren, D., Wu, F. C., O'Neill, T. W., & for the EMAS Study Group. (2016). Low vitamin D and the risk of developing chronic widespread pain: Results from the European male ageing study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 17(1), 32.
- Mehta, V. A., Amin, A., Omeis, I., Gökaslan, Z. L., & Gottfried, O. N. (2012). Implications of spinopelvic alignment for the spine surgeon. *Neurosurgery*, 70, 707–721.
- Melancia, J. L., Francisco, A. F., & Antunes, J. L. (2014). Spinal stenosis. *Handbook of Clinical Neurology*, 119, 541-549.
- Minamide, A., Yoshida, M., & Maio, K. (2013). The natural clinical course of lumbar spinal stenosis: A longitudinal cohort study over a minimum of 10 years. *Journal of Orthopaedic Science*, 18(5), 693-698.
- Mo, Z., Zhang, R., Chang, M., Tang, S. (2018). Exercise therapy versus surgery for lumbar spinal stenosis: A systematic review and meta-analysis. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 34(4), 879-885.
- Moon, M.-S., Kim, S.-S., & Sihm, J.-C. (2014). Lumbar spinal stenosis – A current view. *Orthopaedics and Trauma*, 28(6), 396-408.

- Moore K, Dalley, AF, Agur, AMR. (2018). Clinically Oriented Anatomy. Eighth ed. Moore K, Dalley, AF, Agur, AMR, editor. Philadelphia: Wolters Kluwer.
- Nabiyev, V., Ayhan, S., & Acaroğlu, E. (2015). Diagnosis and treatment algorithm in back pain. TOTBİD Journal, 14, 242-251.
- Nakamoto, K., Nishinaka, T., Sato, N., Mankura, M., Koyama, Y., Kasuya, F., & Tokuyama, S. (2013). Hypothalamic GPR40 signaling activated by free long chain fatty acids suppresses CFA-induced inflammatory chronic pain. PLoS One, 8(12), e81563.
- Orita, S., Yamashita, M., Eguchi, Y., Suzuki, M., Inoue, G., Miyagi, M., et al. (2016). Pregabalin for refractory radicular leg pain due to lumbar spinal stenosis: A preliminary prospective study. Pain Research and Management, 2016, 10.
- Otis JC, Burstein AH. (1981). Evaluation of the VA-Rancho Gait Analyzer, Mark I. Bull Prosthet Res;10-35:21-5.
- Overdevest, G., Vleggeert-Lankamp, C., Jacobs, W., Thomé, C., Gunzburg, R., & Peul, W. (2015). Effectiveness of posterior decompression techniques compared with conventional laminectomy for lumbar stenosis. European Spine Journal, 24(10), 2244-2263.
- Ozawa, M., Shipley, M., Kivimaki, M., Singh-Manoux, A., & Brunner, E. J. (2017). Dietary pattern, inflammation and cognitive decline: The Whitehall II prospective cohort study. Clinical Nutrition, 36(2), 506-512.
- Özcan E, Ketenci, A, (2002). editor. Bel Ağrısı Tanı ve Tedavi. İstanbul: Nobel Kitabevi. p. 9-19
- Özcan E.E., (2013). Lomber Spinal Stenozda Denge Bozukluğu ve Paraspinal Kas Denervasyonunun Denge Üzerine Etkileri, Tıpta Uzmanlık Tezi, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, İstanbul.

- Özcan, E. E. (2013). Balance disorder and effects of paraspinal muscle denervation on balance in lumbar spinal stenosis Specialist thesis, Marmara University. Marmara University Faculty of Medicine.
- Özer, A. F., & Kaner, T. (2013). Sagittal balance in the spine. *Journal of Turkish Neurosurgery*, 23(Suppl. 2), 13-18.
- P. C. Celestre, J. R. Dimar, & S. D. Glassman. (2018). Spinopelvic parameters: Lumbar lordosis, pelvic incidence, pelvic tilt, and sacral slope: What does a spine surgeon need to know to plan a lumbar deformity correction? *Neurosurgery Clinics of North America*, 29(3), 323-329.
- Pan, M. H., Lai, C. S., & Ho, C. T. (2010). Anti-inflammatory activity of natural dietary flavonoids. *Food & Function*, 1(1), 15-31.
- Patel, J., Osburn, I., Wanaselja, A., & Nobles, R. (2017). Optimal treatment for lumbar spinal stenosis: An update. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 30(5), 598-603.
- Peng, K., Chen, L., Peng, J., Xing, F., & Xiang, Z. (2015). Effects of calcitonin on lumbar spinal stenosis: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 8(2), 2536-2544.
- Perry J, Burnfield JM. (2010). Gait analysis, normal and pathological Function. *J Sports Sci Med*;9(2):353.
- Perry, B. G., Bear, T. L., Lucas, S. J., & Mündel, T. (2016). Mild dehydration modifies the cerebrovascular response to the cold pressor test. *Experimental Physiology*, 101(1), 135-142.
- Porter, R. W. (1996). Spinal stenosis and neurogenic claudication. *Spine*, 21(17), 2046-2052.
- Postacchini, F. (1996). Management of lumbar spinal stenosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 78(1), 154-164.

- Potoglu, B. (2021). Lomber spinal stenoz olgularının cerrahi tedavisinde uygulanan rijid pedikül-rod sistemleri ve dinamik Polyetheretherketone (PEEK) rod sistemlerinin postoperatif komşu segment dejenerasyon süreçleri üzerine etkilerinin retrospektif olarak değerlendirilerek karşılaştırılması Doctoral thesis, Tekirdağ Namık Kemal University.
- R, Cailliet, (1994). Fonksiyonel anatomi, Bel ağrısı sendromları, T. N., Editor, Nobel Tıp Kitabevleri Ankara. p. 1-22.
- Resnick, D. K., Watters, W. C., Mummaneni, P. V., Dailey, A. T., Choudhri, T. F., Eck, J. C., et al. (2014). Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 10: Lumbar fusion for stenosis without spondylolisthesis. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 21(1), 62–66.
- Rondanelli, M., Faliva, M. A., Miccono, A., Naso, M., Nichetti, M., Riva, A., De Gregori, M., Guerriero, F., Peroni, G., & Perna, S. (2018). Food pyramid for subjects with chronic pain: foods and dietary constituents as anti-inflammatory and antioxidant agents. *Nutrition Research Reviews*, 31(1), 131-151.
- Roussouly, P., & Pinheiro-Franco, J. L. (2011). Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach. *European Spine Journal*, 20(Suppl 5), 578–585.
- Roussouly, P., Gollogly, S., Berthonnaud, E., & Dimnet, J. (2005). Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 30, 346–353.
- Roussouly, P., Gollogly, S., Berthonnaud, E., Labelle, H., & Weidenbaum, M. (2006). Sagittal alignment of the spine and pelvis in the presence of L5-S1 isthmic lysis and low-grade spondylolisthesis. *Spine*, 31(21), 2484-2490.

- Sahranavard, S., Kamalinejad, M., & Faizi, M. (2014). Evaluation of anti-inflammatory and antinociceptive effects of defatted fruit extract of *Olea europaea*. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 13, 119-123.
- Salehi-Abargouei, A., Saraf-Bank, S., Bellissimo, N., & Azadbakht, L. (2015). Effects of non-soy legume consumption on C-reactive protein: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition*, 31(5), 631-639.
- Sarıca Y, (2014). Yürümenin fizyolojik temelleri ve üst düzey kontrolü, Sarıca Y, Beyazova M. (Editörler), Yürüme bozuklukları ve düşme. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri. s. 3-18.
- Sarpyener, M. A. (1945). Congenital structure of the spinal canal. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 27(1), 70-79.
- Schneider, M., Ammendolia, C., Murphy, D., Glick, R., Piva, S., Hile, E., et al. (2014). Comparison of non-surgical treatment methods for patients with lumbar spinal stenosis: protocol for a randomized controlled trial. *Chiropractic & Manual Therapies*, 22, 19.
- Schönström, N., Lindahl, S., Willén, J., & Hansson, T. (1989). Dynamic changes in the dimensions of the lumbar spinal canal: an experimental study in vitro. *Journal of Orthopaedic Research*, 7(1), 115-21.
- Schroeder, G. D., Kurd, M. F., & Vaccaro, A. R. (2016). Lumbar spinal stenosis: How is it classified? *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 24(12), 843-852.
- Schwab F, P.A., Ungar B et al. (2010). Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery. . *Spine (Phila Pa 1976)*. 35(25).
- Schwab, F., Lafage, V., Patel, A., & Farcy, J.-P. (2009). Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine*, 34, 1828–1833.

- Seaman, D. R. (2002). The diet-induced proinflammatory state: A cause of chronic pain and other degenerative diseases? *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 25(3), 168-179.
- Sharma M, Langrana NA, Rodriguez J. (1995). Role of ligaments and facets in lumbar spinal stability. *Spine*;20 (8):887-900.
- Shim, E., Lee, J. W., Lee, E., Im, T., Kang, Y., Ahn, J. M., et al. (2017). Facet joint injection versus epidural steroid injection for lumbar spinal stenosis: intra-individual study. *Clinical Radiology*, 72(1), 96.e7-96.e14.
- Shir, Y., Raja, S. N., Weissman, C. S., Campbell, J. N., & Seltzer, Z. E. (2001). Consumption of soy diet before nerve injury preempts the development of neuropathic pain in rats. *Anesthesiology*, 95(5), 1238-1244.
- Sigmundsson, F. G., Kang, X. P., Jönsson, B., et al. (2011). Correlation between disability and MRI findings in lumbar spinal stenosis: a prospective study of 109 patients operated on by decompression. *Acta Orthopaedica*, 82, 204-210.
- Spivak, J. M. (1998). Degenerative lumbar spinal stenosis. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 80-A, 1053-1066.
- Stecher, B. (2015). The roles of inflammation, nutrient availability, and the commensal microbiota in enteric pathogen infection. *Microbiology Spectrum*, 3(3), 297-320.
- Steurer, J., Roner, S., Gnannt, R., & Hodler, J. (2011). Quantitative radiologic criteria for the diagnosis of lumbar spinal stenosis: A systematic literature review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 12(1), 175.
- Strongman C, Morrison A. (2020). A scoping review of non-linear analysis approaches measuring variability in gait due to lower body injury or dysfunction. *Hum Mov Sci*, 69:102562.

- Suri, P., Rainville, J., Kalichman, L., & Katz, J. N. (2010). Does this older adult with lower extremity pain have the clinical syndrome of lumbar spinal stenosis? *JAMA*, 304(23), 2628-2636.
- Świeboda, P., Filip, R., Prystupa, A., & Drozd, M. (2013). Assessment of pain: types, mechanism and treatment. *Pain*, 1, 2-7.
- Szpalski, M., & Gunzburg, R. (2003). Lumbar spinal stenosis in the elderly: An overview. *European Spine Journal*, 12(Suppl 2), S170-S175.
- Şeker A, Talmaç MA, Sarıkaya İ. (2014). Yürüme biyomekaniği. *TOTBİD Derg.*;13(4):314–24.
- Takahashi, N., Kikuchi, S.-I., Yabuki, S., Otani, K., & Konno, S.-I. (2014). Diagnostic value of the lumbar extension-loading test in patients with lumbar spinal stenosis: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15, 259.
- Takeda, R., Koike, T., Taniguchi, I., & Tanaka, K. (2013). Double-blind placebo-controlled trial of hydroxytyrosol of *Olea europaea* on pain in gonarthrosis. *Phytomedicine*, 20(10), 861-864.
- Tick, H. (2015). Nutrition and pain. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 26(2), 309-320.
- Tipi, E. (2021). Lomber spinal stenoz ve lomber spondilozun denge, yürüme ve yaşam kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması Doktora tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi. Zonguldak.
- Tomkins, C. C., Battie, M. C., Rogers, T., Jiang, H., & Petersen, S. (2009). A criterion measure of walking capacity in lumbar spinal stenosis and its comparison with a treadmill protocol. *Spine*, 34(22), 2444-2449.

- Tomkins, C. C., Dimoff, K. H., Forman, H. S., Gordon, E. S., McPhail, J., & Wong, J. R., et al. (2010). Physical therapy treatment options for lumbar spinal stenosis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 23(1), 31-37.
- Tomkins-Lane, C., Holz, S. C., Yamakawa, K. S., Phalke, V. V., Quint, D. J., Miner, J., & Haig, A. J. (2012). Predictors of walking performance and walking capacity in people with lumbar spinal stenosis, low back pain, and asymptomatic controls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(4), 647-653.
- Tribus CB, Belanger TA, Zdeblick TA.1999 The effect of operative position and short-segment fusion on maintenance of sagittal alignment of the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*.; 24:58–61.
- Tripoli, E., Giammanco, M., Tabacchi, G., Di Majo, D., Giammanco, S., & La Guardia, M. (2005). The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects on human health. *Nutrition Research Reviews*, 18(1), 98-112.
- Tuna, S. (2006). Dejeneratif lumbar kombine spinal stenozda radikal dekompresyon, enstrümantasyon füzyonla kısa- orta dönem sonuçlarımız Uzmanlık tezi, Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı. Konya, 5-17.
- Tüzün Ş, Tangürek S. (2000). Kemik ve Eklem Dekadında Lomber Spinal Stenoz. İstanbul: Akal Ofset Matbaacılık.
- Ullrich CG, Binet EF, Sanecki MG, Kieffer SA. (1980). Quantitative assessment of the lumbar spinal canal by computed tomography. *Radiology*.134 (1):137-43
- Vaz, G., Roussouly, P., Berthonnaud, E., & Dimnet, J. (2002). Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *European Spine Journal*, 11, 80–87.

- Verbiest, H. (1954). A radicular syndrome from developmental narrowing of the lumbar vertebral canal. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 36-b(2), 230-237.
- Vialle, R., Levassor, N., Rillardon, L., Templier, A., Skalli, W., & Guigui, P. (2005). Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 87-A, 260-267.
- Von Känel, R., Müller-Hartmannsgruber, V., Kokinogenis, G., & Egloff, N. (2014). Vitamin D and central hypersensitivity in patients with chronic pain. *Pain Medicine*, 15(9), 1609-1618.
- Walker, C. T., Kakarla, U. K., Chang, S. W., & Sonntag, V. K. H. (2019). History and advances in spinal neurosurgery. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 31(6), 775-785. Available from: <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg-spine/31/6/article-p775.xml>
- Ward SR, Kim CW, Eng CM, Gottschalk LJt, Tomiya A, Garfin SR, et al. (2009). Architectural analysis and intraoperative measurements demonstrate the unique design of the multifidus muscle for lumbar spine stability. *The Journal of bone and joint surgery American volume*;91 (1).
- Wassenaar, M., Van Rijn, R. M., Van Tulder, M. W., Verhagen, A. P., Van Der Windt, D. A. W. M., Koes, B. W., et al. (2012). Magnetic resonance imaging for diagnosing lumbar spinal pathology in adult patients with low back pain or sciatica: A diagnostic systematic review. *European Spine Journal*, 21(2), 220-227.
- Watanabe, K., Sekiguchi, M., Yonemoto, K., Nikaido, T., Kato, K., & Otani, K., et al. (2017). Bowel/bladder dysfunction and numbness in the sole of both feet in lumbar spinal stenosis - A multicenter cross-sectional study. *Journal of Orthopaedic Science*, 22(4), 647-651.

- Watters III, W. C., Baisden, J., Gilbert, T. J., Kreiner, S., Resnick, D. K., Bono, C. M., Ghiselli, G., Heggeness, M. H., Mazanec, D. J., O'Neill, C., Reitman, C. A., Shaffer, W. O., Summers, J. T., & Toton, J. F. (2008). Degenerative lumbar spinal stenosis: an evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis. *Spine Journal*, 8(2), 305-310.
- Weng, D. H. (2012). Post-Laminectomy Spondylolisthesis - A review of the posterior elements and their contribution to the stability of the lumbar spine. *Open Spine Journal*, 4(1), 5–9.
- Whiffen, J. R., & Neuwirth, M. G. (1997). Spinal stenosis. In K. H. Bridwell & R. L. DeWald (Eds.), *The Textbook of Spinal Surgery* (2nd ed., pp. 1561-1580). Philadelphia: Lippincott Raven Publishers.
- Williams, A. and R. Newell, (2005). Back and Macroscopic Anatomy of the Spinal Cord, in *Gray's Anatomy*, S. Standring, Editor. p. 727-800.
- Yabuki, S., Fukumori, N., Takegami, M., Onishi, Y., Otani, K., Sekiguchi, M., et al. (2013). Prevalence of lumbar spinal stenosis, using the diagnostic support tool, and correlated factors in Japan: A population-based study. *Journal of Orthopaedic Science*, 18(6), 893-900.
- Yagci, I., Gunduz, O. H., Ekinici, G., Diracoglu, D., Us, O., & Akyuz, G. (2009). The utility of lumbar paraspinal mapping in the diagnosis of lumbar spinal stenosis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 88(10), 843-851.
- Yararoğlu, N. (2008). Lomber spinal stenozda fizik tedavinin etkinliği Uzmanlık tezi, Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi. Selçuk Üniversitesi Akademik Arşiv Sistemi.
- Yekeler, B. (2022). Lomber dar kanal cerrahisinde unilateral yaklaşımla bilateral dekompresyon yapılan olgularda erken dönem sagittal balans parametrelerinin

değerlendirilmesi Uzmanlık tezi, Erciyes Üniversitesi. Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi.

Yoshihara, H. (2016). Prostaglandin E1 treatment for lumbar spinal canal stenosis: Review of the literature. *Pain Practice: The Official Journal of World Institute of Pain*, 16(2), 245-256.

Zhang, J. M., & An, J. (2007). Cytokines, inflammation, and pain. *International Anesthesiology Clinics*, 45(2), 27.

Zhao, J., Suyama, A., Chung, H., Fukuda, T., Tanaka, M., & Matsui, T. (2016). Ferulic acid enhances nitric oxide production through up-regulation of argininosuccinate synthase in inflammatory human endothelial cells. *BMC Molecular and Cell Biology*, 145, 224-232.