

TC  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

Kırıkkale Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Kütüphanesi

LUMBAL DİSK PATOLOJİLERİNDE  
MANYETİK REZONANS MYELOGRAFİNİN  
2 VE 3 BOYUTLU SEKANSLARLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Serkan SEYHAN

UZMANLIK TEZİ

Kırıkkale Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Kütüphanesi  
Demirbaş/Kayıt no: T87

Tasnif no: TUC/2/R/587

KIRIKKALE  
2008

TC  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

LUMBAL DİSK PATOLOJİLERİNDE  
MANYETİK REZONANS MYELOGRAFİNİN  
2 VE 3 BOYUTLU SEKANSLARLA DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Serkan SEYHAN

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Yrd.Doç.Dr. Sevda YILMAZ

KIRIKKALE

2008

**KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

Radyoloji Anabilim Dalı uzmanlık programı çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından **UZMANLIK TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 13.11.2008

Prof.Dr. Simay Altan KARA  
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Radyoyoloji Anabilim Dalı  
Jüri Başkanı

Yrd.Doç.Dr. Sevda YILMAZ  
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Radyoyoloji Anabilim Dalı  
Üye

Yrd. Doç.Dr. Barış Cömert  
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Radyoyoloji Anabilim Dalı  
Üye

## TEŞEKKÜR

Asistanlık eğitimim süresince her konuda bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, sadece akademik açıdan değil sosyal açıdanda bizlere örnek olan çok sevgili hocalarım Prof. Dr. Simay KARA, Yrd. Doç. Dr. Sevda YILMAZ, Doç. Dr. Birsen ÜNAL, Yrd. Doç. Dr. Banu YAĞMURLU, Yrd. Doç. Dr. Barış CÖMERT ve Doç. Dr. Yasemin BİLGİLİ'ye,

Beş yıl boyunca bütün zorluklara beraber göğüs gerdiğimiz çok sevdiğim asistan arkadaşlarıma ve radyoloji teknisyen ve sekreterlerine,

Benim için her türlü fedakarlığa katlanan ve hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan anne, babam diğer yarım olan kardeşime,

Çok sevdiğim ve hayatımın anlamı olan biricik eşim ve sevgili oğluma  
Çok teşekkür ediyorum...

## ÖZET

**Seyhan S., “Lumbal Disk Patolojilerinde Manyetik Rezonans Myelografinin 2 Ve 3 Boyutlu Sekanslarla Değerlendirilmesi” Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Kırıkkale, 2008**

İntervertebral disk hernisi, diskte meydana gelen dejenerasyon veya travma sonucu disk materyalinin yer değiştirmesini ifade eden bir terimdir. Disk hernilerinin değerlendirilmesinde bir çok görüntüleme yöntemi kullanılmakla birlikte manyetik rezonans görüntüleme (MRG), ilk ve çoğunlukla tek görüntüleme yöntemi olarak kullanılmaktadır. MRG'ye ek olarak alınabilen manyetik rezonans myelografi (MRM) tekniklerinin, olguların bir kısmında tanıya yardımcı olabildiği daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Çalışmamızda, lumbal disk hernilerinin saptanmasında MRG'ye yardımcı olmak için, 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE teknikleri ile elde edilen MRM görüntülerinin etkinliğini, konvansiyonel MRG ile karşılaştırmalı olarak değerlendirdik. Çalışmaya yaşları 13 ile 72 arasında değişen, konvansiyonel MRG'de disk hernisi saptanan, 30'u erkek 70'i kadın toplam 100 olgu dahil edildi. Bu olgularda rutin MRG çekiminden sonra MRM için TSE tekniği olan 2D/Myelo ve 3D/Myelo ile gradien eko tekniği olan B-TFE çekimleri yapılarak sekanslarda izlenen disk patolojisi değerlendirildi. Veriler üzerinden konvansiyonel MRG altın standart kabul edilerek her üç sekansın performans analizleri ve Kappa uyum testleri yapıldı ve sekanslar karşılaştırıldı. 2D/Myelo'nun duyarlılığı %39.8, seçiciliği %98.7, 3D/Myelo'nun duyarlılığı %45.9, seçiciliği %98.8, B-TFE'nin duyarlılığı %54.4, seçiciliği %98.8 olarak bulundu. Bu sonuçlara göre 2 boyutlu olan 2D/Myelo ile 3 boyutlu olan 3D/Myelo ve B-TFE sekansları disk hernilerinin varlığı ve lokalizasyonu açısından değerlendirildiğinde 3 boyutlu sekansların duyarlılık ve seçiciliği 2 boyutlu sekanstan daha yüksek çıkmaktadır. 3D/Myelo ve B-TFE kendi içinde değerlendirildiğinde ise disk hernisinin tespitinde B-TFE, 3D/Myelo'dan tanı değeri açısından azda olsa daha yüksek bulundu.

Sonuç olarak disk hernilerinin tespitinde Konvansiyonel MRG tetkikine yardımcı olmak için MRM planlanan hastalarda hem duyarlılık ve seçiciliğinin yüksek olması

## ABSTRACT

**Seyhan S., "Evaluation Of Magnetic Resonance Myelography With 2 And 3 Dimentional Sequences At Lumbar Disc Pathologies" University Of Kırıkkale, Faculty Of Medicine, Department Of Radiology Thesis, Kırıkkale, 2008**

Intervertebral disc herniation is a term implying the disc degeneration and relocation of disc material as a result of trauma. Though many methods exist for evaluation of disc herniations, magnetic resonance imaging (MRI) is mainly used as the first and solitary imaging technique. When used in conjunct to MRI, magnetic resonance myelography (MRM) is reported to be contributory in some cases. In our study, we assessed the efficiency of MRM images obtained with 2D/Myelo, 3D/Myelo and B-TFE sequences to assist MRI on diagnosis of lumbar disc herniations, by comparing them with conventional MRI. 100 cases with ages ranging between 13 and 72 (30 male, 70 female), who had disc herniations on their conventional MRI were included in the study. After the routine MRI scan, images with 2D/Myelo and 3D/Myelo sequences that are turbo spin echo techniques, and B-TFE sequence which is a gradient technique, were obtained and disc pathologies seen on these exams were evaluated. Performance analysis and Kappa agreement tests were done on all three sequences with MRI being accepted as the gold standard. Sensitivity and specificity values for 2D/Myelo, 3D/Myelo and B-TFE were 39.8%-98.7%, 45.9%-98.8% and 54.4% and 98.8%, respectively. As a result of these findings, when 2 dimensional technique 2D/Myelo and 3 dimensional techniques 3D/Myelo and B-TFE were compared in terms of herniation presence and localization, specificity and sensitivity of 3D sequences were higher than that of 2D sequences. When B-TFE and 3D/Myelo techniques were compared with each other, B-TFE was found to have a slightly higher diagnostic value.

In conclusion, for patients who are planned to undergo MRM to compliment conventional MRI scans for diagnosis of lumbar disc herniations, 3 dimensional B-TFE sequence should be preferred for both its high spesifity ,sensitivity and shorter scan duration.

## İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
2.1. LUMBAL SPİNAL KOLON	3
2.1.1. Tarihçe	3
2.1.2. Embryoloji	3
2.1.3. Anatomi	6
2.1.3.1. Veretebral kolonun anatomisi	8
2.1.3.2. İntervertebral Diskin Anatomisi	11
2.1.4. Lumbal Disk Hernileri	16
2.1.4.1. Lumbal disk hernilerinin patofizyolojisi	16
2.1.4.2. Disk hernilerinin sınıflanması	18
2.1.4.3. Disk hernilerinin kemik üzerine etkisi	19
2.2. KLİNİK BELİRTİ VE BULGULAR	21
2.3. TANI YÖNTEMLERİ	22
2.2.1. Direkt radyografi	22
2.2.2. Konvansiyonel myelografi	23
2.2.3. Diskografi	24
2.2.4. Ultrasonografi	24
2.2.5. Bilgisayarlı Tomografi	25
2.2.6. BT-Myelografi	26
2.2.7. Manyetik Rezonans Görüntüleme	26
2.2.8. MR-Myelografi	28

## KISALTMALAR

MRG	:	Manyetik Rezonans Görüntüleme
BT	:	Bilgisayarlı Tomografi
BOS	:	Beyin Omurilik Sıvısı
MRM	:	Manyetik Rezonans Myelografi
B-TFE	:	Balanced Turbo Field Eko
TSE	:	Turbo Spin Eko
SNR	:	Sinyal Gürültü Oranı
GRE	:	Gradient Eko
stGRE	:	Steady State Gradient Eko
SpGRE	:	Spoiled Gradient Eko
TR	:	Time of Repetition
TE	:	Time of Echo
RF	:	Radyofrekans
FOV	:	Field of View
SPIR	:	Spectral Presaturation Inversion Recovery
MIP	:	Maximum Intensity Projection
DPB	:	Diffüz Periferel Bulging
PS	:	Posterior Santral
SGPS	:	Sağ Parasantal
SLPS	:	Sol Parasantal
SGF	:	Sağ Foraminal

**TABLULAR**

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
3.1. Konvansiyonel MRG' de kullanılan sekansların parametreleri	29
4.1. Seviyelere göre disk hernilerinin sayısı	32
4.2. 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının duyarlılık, seçicilik ve Kappa değerleri	32
4.3. 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının seviyelere göre duyarlılık ve seçicilik değerleri	33
4.4. 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının seviyelere göre Kappa değerleri	33
4.5. 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının disk hernisi lokalizasyonuna göre duyarlılık ve seçicilik değerleri.	34
4.6. 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının disk hernisi lokalizasyonuna göre Kappa değerleri.	34

## GİRİŞ VE AMAÇ

Bel ağrısı, sosyal aktivite ve iş gücü kaybı yönünden ilk sırayı alan hastalıklar içinde yer alır (1). Tüm dünya nüfusunun %80'inin, hayatlarının herhangi bir döneminde, bel ağrısından yakındıkları bildirilmiştir (2). Genellikle 40-50 yaş arasında görülmekle birlikte, çocuk ve adolesanlarda ki bel ağrılarının da bu yönden göz ardı edilmemesi gerektiği vurgulanmaktadır (3).

Bel ağrısının en önemli sebebi intervertebral disk hastalıklarıdır. İntervertebral disk hastalıkları, omurlar arası disklerden kaynaklanan, direk ya da indirek tüm semptomların oluşturduğu sendromlar grubu olupen sık görüleni ise disk hernileridir. Toplumda disk hernilerinin görülme insidansı sırasıyla lumbalde %61.94, servikalde %36.1, torakalde %1.96'dır (4). Bu hastalarda bel ağrısı, bacak ağrısı, kuvvet kaybıyla semptom veren, toplumda iş gücü kaybına yol açarak sosyoekonomik sorunlarında kaynağı olan önemli bir hastalıktır (5). Bu nedenle disk hernilerinin tanınması ve tanımlanması hastalığın hem tedavisi hemde sosyoekonomik açıdan oldukça önemlidir.

Disk hernisi, nukleus pulpozusta su kaybı ve anulus fibroziste parsiyel veya tam yırtığa bağlı olarak disk materyalinin yer değiştirmesini ifade eden bir terim olup yer değiştiren disk materyalinin şekline ve miktarına göre, bulging (disk kabarıklığı), protrüzyon, ekstrüzyon ve sekestre disk (serbest fragman) alt başlıkları ile sınıflandırılabilir(6). Bu seyirde, yas ve eslik eden dejenerasyonun yanı sıra (7), tek büyük ya da sürekli küçük stresler şeklindeki travmalar (mesleki zorunluluklar gibi) ya direk olarak herniasyona yol açar ya da daha ilerde olabilecek herniasyonun gelişimini hızlandırır(5).

Disk hernilerinin değerlendirilmesinde konvansiyonel radyografi, diskografi, konvansiyonel myelografi, Bilgisayarlı Tomografi (BT), BT myelografi ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) gibi birçok radyolojik yöntem kullanılmakla birlikte günümüzde bir çok merkezde kabul gören tek görüntüleme yöntemi konvansiyonel MRG'dir ve altın standart olarak kabul edilmektedir (8).

MRG; iyonizan olmayan, yumuşak dokuda kontrast doku çözümüleme gücü en yüksek olan radyolojik tanı yöntemidir. Hem yumuşak dokuyu, hem kemik yapıyı her üç planda da gösterir. Farklı sekanslar kullanılarak elde edilen T1 ve T2 ağırlıklı MRG görüntülerindeki sinyal intensite değişiklikleri, herniasyon, tümör, hematoma ve

enfeksiyon gibi anomalilerin tespiti ve ayırıcı tanının yapılmasını sağlar.

Günümüzde konvansiyonel myelografi ve BT myelografi; MRG'nin kontrendike olduğu durumlarda, dar spinal kanalı olan hastalarda, herniye disklerde kök basısının doğrulanması gereken durumlarda ve konvansiyonel MRG'de çok seviyede disk herniasyonlu hastalarda basının en şiddetli olduğu disk düzeyini belirlemek için uygulanmaktadır (9). Ancak konvansiyonel ve BT myelografinin enfeksiyon ve kanamaya neden olabilecek invaziv inceleme yöntemleri olması, radyasyon maruziyeti ve kullanılan intratekal kontrast maddelerin bulantı, baş-boyun ağrısı gibi bazı yan etkilere yol açması dezavantajlarını oluşturur. Konvansiyonel ve BT myelografinin diğer bir dezavantajı da, spinal blok varlığında, kontrast maddenin bloğun distalinde izlenememesidir (10).

Son yıllarda MRG teknolojisindeki gelişmeler ile non-invaziv olarak manyetik rezonans myelografi (MRM) yapmak mümkün olmuştur. MRM, beyin omirilik sıvısını (BOS) görüntüleyerek endojen kontrast madde kullanmaksızın nöral yapılar ve anatomi hakkında bilgi verir. Önceki yıllarda kullanılan MRM yöntemlerinde düşük uzaysal çözünürlük ve saseptibilite artefaktları nedeniyle, elde edilen görüntüler tanısal açıdan yetersiz kabul edilmekteydi. Ancak teknik gelişmelerle birlikte günümüzde bu yöntemle daha düşük artefark ve daha yüksek uzaysal çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilebilmekte ve konvansiyonel myelografiye benzer şekilde, sinir kökü ve tekal kesede bası varlığını gösterebilmektedir. Ayrıca MRM'de kontrast, BOS'un kendisi tarafından oluşturulduğu için, tekal kese ve sinir kökü, spinal bloğun hem distal ve hem proksimalinde görüntülenebilmektedir. Bu özellik MRM'nin konvansiyonel myelografiye önemli bir üstünlüğüdür (11)

Çalışmanın amacı; Lumbal disk hernilerinin teşhisi için MRG planlanan hastalarda, disk hernilerinin saptanmasına yardımcı olmak ve etkinliğini arttırmak için MRM' de kullanılan 2D/Myelo, 3D/Myelo ve balanced turbo field echo (B-TFE) sekanslarının etkinliğini konvansiyonel MRG ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

## GENEL BİLGİLER

### 2.1. LUMBAL SPİNAL KOLON

#### 2.1.1. Tarihçe

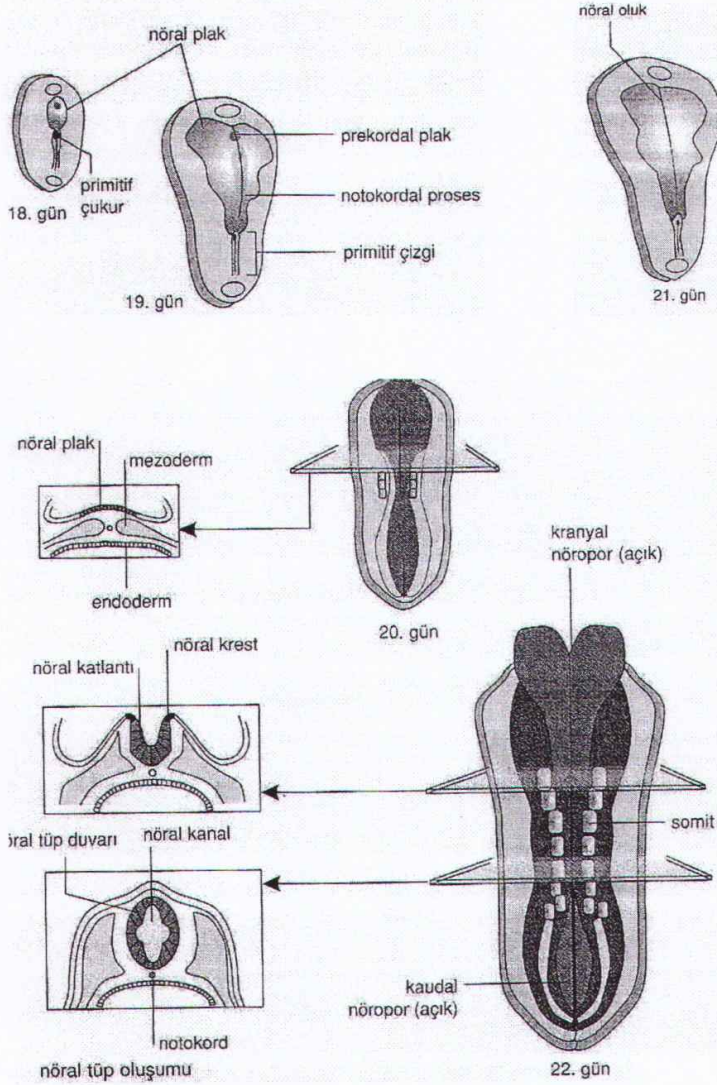
MÖ 3000-2500 yıllarında Mısırlılar vertebral yaralanmalardan bahsetmiş olsa da, bel ağrısı ve siyatik sinir tutulumu, Hipokrat (M.Ö. 460 -379 ) tarafından, ilk kez "Hipokrat'ın Bedeni" adlı kitabında tarif edildi (15). İntervertebral diskin ilk anatomik tanımını 1555 yılında Vesalius yaptı (12). 1838 yılında Key bazı olgularda servikal disk mesafesinden spinal kord üzerine doğru sert kemik yapıların varlığına işaret ederek, bunların spinal kord basısı yarattığını bildirip spondilotik değişimi ilk defa vurguladı. Daha sonra, 1850'li yıllarda Wirchow ve Von Luschka, intervertebral disk ve patolojilerini tanımlayarak, diskin posterior protrüzyonunun kliniğini açıkladılar(12). 1911 yılında, Goldtweight, kauda ekuina basısını, Middieton ve Teacher, kauda ekuina basısına neden olan santral disk hernisini açıkladılar (13). 1927'de, Schmorl, otopsi çalışmalarında %15 oranında intervertebral disk protrüzyonları buldu. 1929 yılında, Dandy, kauda ekuina basısı olan iki hastayı ameliyat etmiş, intervertebral diskten travma sonucu kopan bir disk parçasının kliniğe neden olduğunu bulmuştur (12,13).

1934 yılında Mixter ve Barr'ın sinir kökü basısı semptomlarının lumbal intervertebral disk protrüzyonu ile olan ilişkisini göstermelerinden kısa bir süre sonra servikal intervertebral disklerdeki hasarın üst ekstremitelerde radiküler semptomlara yol açtığı anlaşıldı (14).

#### 2.1.2. Embriyoloji

Gelisinin 18. gününde primitif çukurun önündeki ektodermden nöral plak oluşur. Ektodermin bazı bölgelerinde ki hücreler, kalın ve yalancı çok katlı kolumnar bir nöroepitel tabakasına farklılaşmaya baslar. Nöral oluk ve nöral katlantılar bu tabakadan oluşmaktadır. Nöral plak ilk olarak kranial uçta belirir ve kraniokaudal doğrultuda gelişir. Üçüncü haftada nöral katlantılar nörolasyon sürecine başlarlar. 22. günde nöral katlantılar yükselir, kenarları orta hatta doğru ilerler ve birlikte nöral

tüpü oluşturacak şekilde birleşirler (Sekil 2.1) . Katlantıların birleşmesi kranial olarak baslar ve daha sonra hem kranial hem de kaudal doğrultuda devam eder (16).



Sekil 2.1: Nöral tüp oluşumu

Embriyoda ikinci haftadan sonra mezoderm ortaya çıkar. İskelet sistemi mezodermın paraaksiyel ve lateral plaklarından (somatik tabaka) ve krista nöralis'den gelişir (17). Notokord ve nöral tüpün her iki yanında bulunan mezoderm iki longitudinal sütun halinde kalınlaşarak paraksiyel mezodermi oluşturur. 20-35. günde paraksiyel mezodermden somit çiftleri gelişir. Kolumna vertebralis bu somit çiftlerinden oluşmaktadır. 20. günde sayıları dört çift olan somitler, besinci haftanın

sonunda 42-44 çiftte ulaşırlar. Her bir somit çiftinin dorsal bölgesinden dermatom plakları, bunun medial bölgesinden miyotom, ventral ve medial hücrelerden de sklerotom farklılaşır. Miyotomlardan segmentli sırt kasları ve posterolateral vücut duvarı, dermatom plaklarından derma ve hipoderma, sklerotomdan da omurga ve kostalar gelişmektedir (18).

Gelişimin dördüncü haftasında, sklerotom hücrelerinin pozisyonu hem spinal kolonu hem de notokordu çevreleyecek şekilde değişir (17). Her sklerotom kranyalde hücreden fakir, kaudalde hücreden zengin bir yapı göstermektedir (18). Her sklerotom segmentinin kaudal kısmı yoğun olarak bölünür ve toplanır. Bu bölünme o kadar yoğundur ki, çevre intersegmental dokuya doğru ilerler ve böylece bir sklerotomun kaudal kısmı diğer sklerotomun sefalik kısmına bağlanır. Böylece, intersegmental dokunun preartilajinöz vertebra cismiyle birleşmesi ile vertebra cismi intersegmental bir hal alır (19).

Her bir vertebra ardı ardına gelen iki sklerotom plağı yarımından bütünleştiği için segmentler arası arterler vertebra gövdelerinin yanlarında yer alırlar. Sırt bölgesindeki segmentler arası arterler daha sonra interkostal arterlere dönüşürler.

Korda dorsalis, gelişen vertebra gövdeleriyle sarıldıkça dejenere olmaya gider ve disklerin ortalarında nükleus pulposus olarak birikirler. Nükleus pulposus etrafı kollajen lif demetleriyle (annulus fibrosus) çevrenir ve intervertebral diskleri oluştururlar.

Embriyonik dönemin 6. haftasında omurgada kıkırdaklaşma merkezleri gelişir. Her bir vertebra taslağının ikisi cisimde, ikisi kaviste, ikisi de kostal çıkıntılarda olmak üzere altı kıkırdaklaşma merkezi ortaya çıkmakta ve bu merkezlerden de omurganın kıkırdak modeli oluşmaktadır.

Sekizinci ve dokuzuncu haftalarda biri cisimde, ikisi kaviste olmak üzere üç primer ossifikasyon merkezi ortaya çıkar ve vertebralar encondral olarak kemiklemeye basarlar. Embriyonik dönemin sonunda vertebra cismiyle kavsin iki yanındaki kemiklesmeler belirgin olur (18). Sklerotomların vertebraların son haline dönüşümü miyotomların intervertebral disklerin üzerini örtmesine yol açar ve bu onlara vertebral kolonu hareket ettirebilme imkanı sağlar. Aynı nedenle, başlangıçta sklerotomların aralarında yer alan intersegmental arterler de artık vertebraların ortalarına kadar uzanırlar. Spinal sinirler ise, intervertebral disklerin civarına gelirler ve intervertebral foramenlerden spinal kolonu terk ederler.

Vertebral kolonun ossifikasyonu doğumdan sonra da devam eder. Anuler epifiz, 4-7 yaş civarında ortaya çıkıp ayrı olarak ossifiye olur ve 17-20 yaşlarında vertebra korpusu ile birleşir. Kartilaj plak ise encondral olarak ossifiye olup vertebranın yüksekliğinde rol oynar. Spinöz ve transvers proseslerin epifizleri pubertede ortaya çıkıp üçüncü dekada kaynaşırlar (20,21 ).

Vertebranın enine büyümesi ve nöral arkusların kalınlığının artması subperiostal ossifikasyonla olur. Vertebranın enine büyümesi genetik, horizontal düzlemde genişlemesi ise ağırlıklı olarak taşıma faktörüne bağlıdır (22).

### **2.1.3. Anatomi**

#### **2.1.3.1. Vertebral kolon anatomisi:**

Vertebral kolon ve spinal kord birçok bölüm tarafından değerlendirilen karmaşık bir yapıdır. Vertebral kolon tarafıyla ortopedi ve fizik tedaviyi, spinal kord tarafıyla nöroloji ve beyin cerrahisini ilgilendirir ve hareket sistemi radyolojisi ile nöroradyolojinin örtüştüğü bir alandır. Bu nedenle spinal anatominin bilinmesi, patolojisi olan hastaların kapsamlı olarak değerlendirilmesi için önemlidir.

Vertebral kolon 7 servikal, 12 torakal, 5 lumbal, 5 sakral ve 4 koksigeal olmak üzere toplam 33 vertebradan meydana gelir (Şekil 2.2). Erişkinde sakral ve koksigeal vertebra sakrum ve koksiksi oluşturmak üzere birleşmişlerdir.

Vertebral kolon temel fonksiyonu stabiliteyi sağlamak, nöral elementleri korumak, yük aktarımı gerçekleştirmek ve hareket kabiliyeti oluşturmaktır (23). Bu fonksiyonlar ise, vertebraın yanı sıra intervertebral diskler, anterior longitudinal ligaman (ALL), posterior longitudinal ligaman (PLL), ligamentum flavum, faset eklemler, omurga kanalı ve intervertebral foramenler ile aynı seviyede bulunan, spinöz ve transvers çıkıntılar arasında yer alan bütün yumuşak dokular aracılığı ile yapılır (24,25).



**Şekil 2.2:** vertebral kolonun lateral görünümü

Vertebral kemik anatomisi;

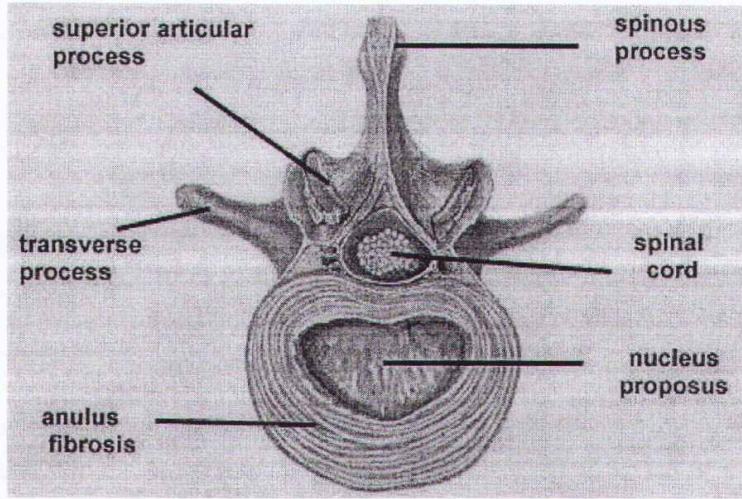
Her bir vertebra, anteriorda korpus (vertebra cismi) ve posteriorda arkustan (vertebra kavsinden) oluşur. Vertebra korpusu kısa bir silindir şeklindedir. Korpusun üst ve alt bölümlerinde bulunan hafif konkav yüzeylere son plak(end-plate) adı verilir. Vertebra arkusunda iki pedikül, iki lamina, iki transvers çıkıntı, dört artiküler çıkıntı ve bir spinal çıkıntı vardır (26,27). Korpustan arkaya doğru uzanan kollara pedikül adı verilir ve superior ve inferior fasetler, transvers çıkıntı ve vertebral korpusların birleşim yerleridir. Oval sekilli olup en dar yeri transvers çapıdır. Bunların alt ve üst kısımlarında birer çentik vardır. Komşu iki vertebraanın birleşmesi ile her iki pedikül çentiğinin oluşturduğu boşluğa, intervertebral foramen denir ve içinden spinal sinirler geçer (26,27).

Pediküller arkaya doğru ilerledikçe yassılaşır ve lamina adını alırlar (28). Korpus, pedikül ve lamina birlikte bir forameni çevreler. Buna foramen vertebrale adı verilmektedir. Eklem yapmış kolumna vertebraliste, foramen vertebralelerin üst üste binmesiyle oluşan kanala, kanalis vertebrale adı verilmektedir. Canlıda bu kanal içerisinde medulla spinalis, zarlar ve spinal sinir kökleri yer alır.

Artiküler çıkıntılar iki adet süperior ve iki adet inferior olmak üzere 4 tane olup laminalar ile pediküllerin birleştiği yerde bulunurlar. Bir vertebranın inferior artiküler çıkıntıları ile alt vertebranın süperior artiküler çıkıntıları faset eklemleri yapar (26,27). Spinöz ve transvers çıkıntı, ligament ve kasların tutundukları yerlerdir

### *Lumbal vertebra*

Lumbal vertebraları diğer vertebralardan ayıran en önemli özellikleri, büyüklükleri, gövdelerinin yan taraflarında eklem yapacak yüzeyleri bulunmayışı ve transvers foramenlerinin olmayışdır (24,29). Lumbal vertebra, büyük bir ağırlığı taşıdığından diğer spinal bölge vertebralarına göre daha kalın ve güçlüdür. Pedikülleri de diğer vertebralara göre daha kısa ve genistir (Şekil 2.3). Lumbal fasetler diğer bölgelere göre daha sagittal pozisyonundadır. Bu nedenle aksiyal rotasyonları kısıtlıdır (30,31).



Şekil 2.3: Lumbal vertebra

Vertebral kolon ligamentleri;

*Anterior longitudinal ligaman(ALL)*: Lumbal bölge stabilizasyonunda rol oynayan en önemli ligamandır. Oksiput tabanından başlayıp vertebra korpus ön yüzünden sakruma kadar uzanır (24,25). Yüzeysel lifleri birkaç vertebra boyunca uzanırken, derin lifleri ardışık vertebra gövdeleri ile intervertebral diskleri birbirine bağlar. Asağı indikçe genisler ve kalınlaşır. ALL'nin fonksiyonu hiperekstansiyonu önlemek ve annulus fibrosusu anteriordan desteklemektir (32).

*Posterior longitudinal ligaman(PLL):* Vertebra korpuslarının arkasında, kanalis vertebralisin içinde, oksiput tabanından sakruma kadar uzanır. PLL üst seviyelerde geniş olup aşağıya inildikçe daralır. İntervertebral disklere, komsu vertebra korpuslarının alt ve üst kenarına sıkıca, korpus orta kısımlarına ise gevsek olarak tutunur. PLL iki tabakadan oluşur. Yüzeysel tabaka dura ile yakın ilişkiindedir ve üç-dört vertebra arasında uzanır. Derin tabaka ise komsu iki vertebra arasında uzanıp, santralde annulus fibrosus ile ve lateralde intervertebral foramene karışır. PLL hiperfleksiyonu önler ve vertebral kolonun anterior kısmını posteriordan destekler (32,33).

*Ligamentum flavum:* İki komşu vertebranın laminalarını birleştirir (24,34). Üstteki laminanın anteroinferior yüzünden alttaki laminanın posterosüperior yüzü arasında uzanır. Servikalden lumbal bölgeye doğru inildikçe kalınlığı artar (35). Vücudun dik pozisyonda tutulması temel fonksiyonudur (36). Ayrıca lumbal hiperfleksiyon üzerine frenleyici etkisi mevcut olup, elastik yapısından dolayı (%80 elastiniçerir) tekrar normal postüre dönmede yardımcı olur (24,34). Bununla birlikte yaş ilerledikçe, elastikliği azalır.

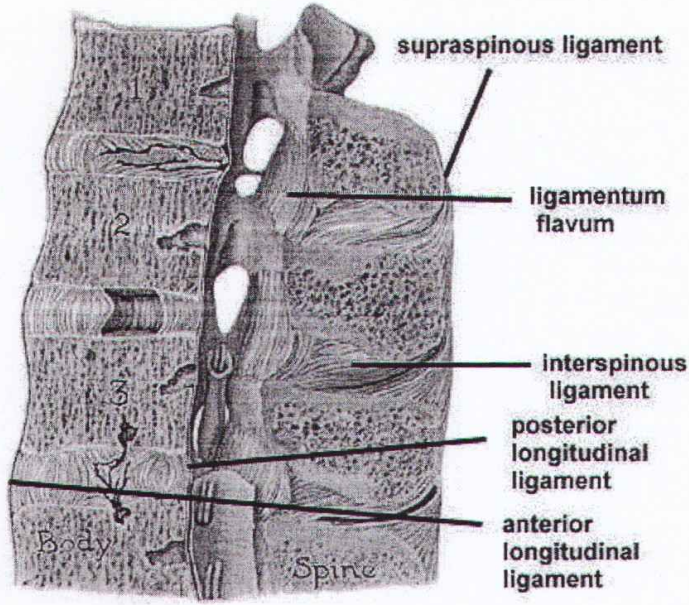
*Diğer spinal ligamentler:*

Supraspinöz Ligament, spinöz çıkıntı posterior yüzleri arasında yer alır. Yüzeysel lifleri üç ile dört vertebrayı, derin lifleri ise komsu vertebraları birbirine bağlar. Supraspinöz ligamentin asıl fonksiyonu hiperfleksiyonu önlemek ve rotasyonu kısıtlamaktır.

İnterspinöz ligamentler spinöz çıkıntılar arasında bağlantı görevi görür. Ayrıca hiperfleksiyonu önler.

İntertransvers ligamentler transvers çıkıntılar arasında bağlantı sağlar. Ayrıca vücudun laterale eğilme hareketini kısıtlarlar (Şekil 2.4).

Dentikülat ligamentler, omuriliği duraya bağlarlar (36).



Şekil 2.4: Lumbal vertebral kolondaki ligamanlar

#### Vertebral kolonun eklemleri

Vertebradaki herhangi bir hareketi anlayabilmek için “üç eklem kompleksi” akılda tutulmalıdır. Anteriordan bir intervertebral disk ve posteriordan 2 faset eklem bir araya gelerek bu üç eklem kompleksini oluşturur (37).

C2 ve S1 vertebralarının korpusları arasındaki intervertebral disk kartilajinöz eklem, fasetler arasındaki eklem sinovyal eklemdir.

Faset eklemi; Vertebranın superior artiküler çıkıntısı, komşu üst vertebranın inferior artiküler çıkıntısı ile eklem yapar ve faset eklemi adını alır. Eklem yerleri düz ve parlak hiyalin kıkırdak ile kaplıdır. Faset eklemi ince bir eklem kapsülü ile sarıdır. Bu kapsül lumbal bölgede daha kısa ve sıkıdır. Bu nedenle lumbal bölgenin hareket kapasitesi sınırlıdır (23).

Faset eklemleri eklem boşluğuna uzanan eklem kapsülünün rudimenter invajinasyonları olan menisküslere sahiptir. Menisküsün fonksiyonu yükleri daha büyük eklem yüzeyleri boyunca dağıtmak ve stabiliteye katkıda bulunmaktır. Menisküs nadiren eklem kıkırdağı arasında tuzaklanabilir (38).

Faset eklemleri en çok vertebra makaslama kuvvetlerine direnir. Bu şekilde vertebranın hareketlerini düzenleme ve stabilitede kritik role sahiptir (39).

## Vertebral Kolon kasları

### *Posterior kaslar*

Ekstresek grubu posterior kaslar, latissimus dorsi, serratus posterior superior ve inferiorudur.

İntrensek grubu posterior kaslar üç grupta incelenirler. Orta tabakada yer alan posterior grup kaslar erektör spina kasları olarak bilinir. Bu tabakada iliokostalis servisis, torasikus, lumbalis, longissimus capitis, , torasikus, spinalis capitis, servisis ve torasikus. Derin tabakada yer alan grup kaslar transversospinalis kaslar olarak bilinir. Bu grupta Semispinalis capitis, torasikus, multifidus, rotatorius, interspinalis ve intertransversarius kasları yer alır.

### *Anterior kaslar*

Posterior kaslara göre omurganın fleksiyon, laterale eğilme ve rotasyon hareketlerine daha çok katkıda bulunur.

Torakolumbalde abdominal, psoas ve quadratus lumborum kasları bu grupta yer alır (32).

## Vertebral Kanal İçi Oluşumlar

Yetişkinde medulla spinalis C1 vertebra üstünden başlayıp L1-2 vertebralari düzeyinde konus medullaris adı altında sonlanır. Vertebral kanal içten dışa doğru pia, araknoid ve dura ile sarılıdır. Araknoid ve dura medulla ucunda sonlanmayıp birkese oluşturacak şekilde 2. sakral vertebraya kadar uzanırlar. Bu boşlukta (cul de sac) alt medulla segmentlerinden çıkan ve kauda ekina adı verilen sensitif ve motor kökler bulunur. Dural kese içinde, serbest ve birbirine paralel seyreden sinir kökleri her segmentte sağlı ve sollu bir çift olarak intervertebral foramenden durayı terk ederler. Sinir köklerinin çıkış bölgesinde, dura genişleyerek, sinir kökü kılıfını oluşturur. Sinir kökleri ilgili foramene girmeden önce kök bir üst seviyedeki disk çaprazlayarak ilerler. Böylece köklerin vertebral kolonu terkettiği foramenin bir üst seviyedeki disk tarafından sıkıştırılması, spinal kökün spinal kanalda izlediği bu yol ile ilgilidir (24,25,29).

### **2.1.3.2. İntervertebral Disk Anatomisi:**

İntervertebral diskler, aksisten sakruma dek tüm vertebra korpusları arasında bulunmaktadır (40). Sağlıklı erişkinde intervertebral diskler vertebral

kolonun uzunluğunun yaklaşık %25'ini oluştururlar (35). Disklerin alt ve üst yüzleri vertebra korpusu ile ilişkidir. Kalınlıkları, buldukları yere ve aynı diskin değişik yerlerine göre farklılıklar gösterir. Lumbal disklerin anterior bölümü posterioruna göre daha kalındır. Böylece lumbal lordozun oluşumunu sağlarlar. Torakal bölgede ise diskler, hemen hemen uniformdur ve vertebra korpuslarına bağlı bir anterior konkavite vardır. Diskler üst torakal bölgede en ince, lumbal bölgede ise en kalındır. Disk torakal bölgede 5mm, lumbal bölgede 9mm kalınlığa ulaşır (41,42).

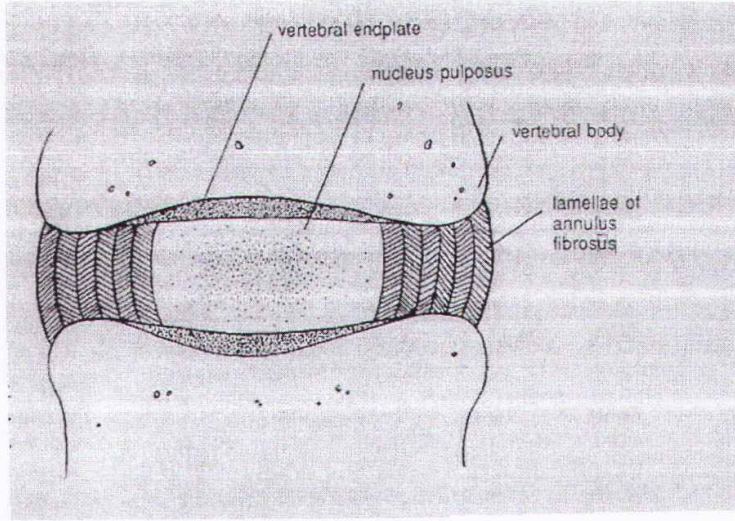
Vertebral yüzeylerin üst ve alt kısımlarında, vertebra korpusu epifizlerinin kalıntıları olan ince bir hiyalin kırık tabakası vardır. Diskin santral kesimi, bu hiyalin kırık tabakalara yapışarak intervertebral simfizisi oluşturur (42). Diskin çevre kısımları ise bu simfize katılmayarak vertebralara Sharpey lifleri ile sıkıca bağlanırlar.

İntervertebral disklerin beslenmesi, erişkin yaşa kadar kartilojenöz plaklardaki vasküler yapılar ile gerçekleşir. 20-30 yaşlarından sonra bu damarlar atrofiye olur. Erişkinde disk avaskülerdir. Diskin periferik kısımları, komşu damarlardan beslenirken, santral kısmı spongiyöz kemik dokusundan, hiyalen kırıktağıdaki porlar aracılığıyla difüzyon yolu ile olur (40,42).

İntervertebral diskler posteriorda güçlü bir şekilde posterior longitudinal ligamentle desteklenirken, anteriorda gevsek olarak anterior longitudinal ligamentle desteklenir(32). Disklerin boyu, bulunduğu bölgeye göre değişir. Disk yüksekliğinin vertebra yüksekliğine oranı, lumbal bölgede en fazla, torakal bölgede en azdır. Torakal bölgede oran 1/5, lumbal bölgede 1/3'tür. Böylece lumbal bölgelerde yüksek hareket kabiliyeti sağlanır (41,42).

İntervertebral disk, spinal sinirin rekürren sinovertebral sinir (Luschka siniri) olarak adlandırılan bir dalı tarafından inerve edilir. Bu sinir, dorsal kök ganglionundan çıkar ve foramene girer. Daha sonra majör inen ve çıkan dallara ayrılarak (43) posterior longitudinal ligamantı, İntervertebral diskin dış anüler kısmını, periostu, laminaları, faset eklem kapsülünü ve damarları inerve eder. Hem insanlar hem de hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda dış anüler bölgelerin innerve olduğu, ancak iç anüler kısmın ve nükleus pulpozusun innerve olmadığı görülmüştür (44). Bu sinir ağrı duyusunu taşıdığından, disk herniasyonunda siyataljiden önce çıkan bel ağrıları, anulus fibrozusun ve posterior longitudinal ligamanın gerilmesine ve yırtılmasına bağlıdır (26).

Bir intervertebral disk üç bölümden oluşur; Nucleus pulposus, anulus fibrozus ve kartilaginöz end-plate'ler (son plak) (Şekil 2.5).

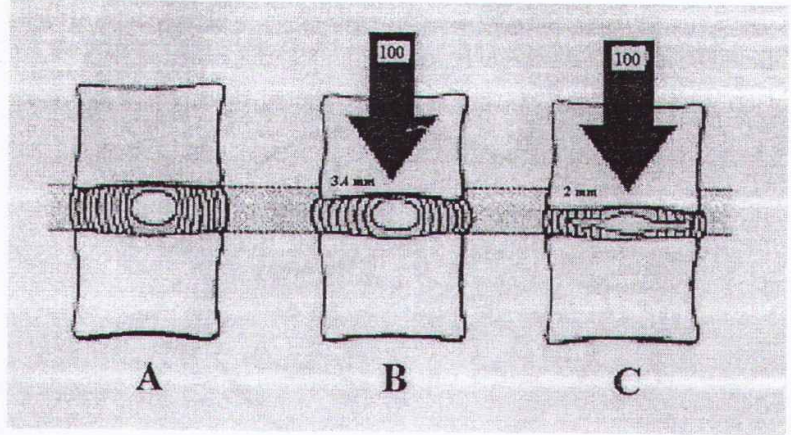


Şekil 2.5 İntervertebral diskin komponentleri

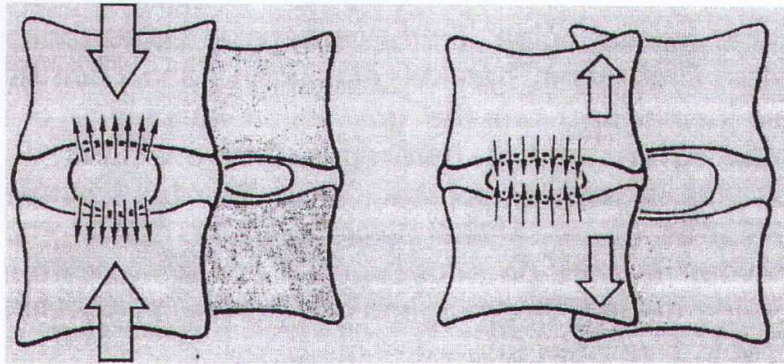
**Nucleus pulposus:** İntervertebral diskin fibrojelinöz merkezi olup diskin %40'ını oluşturur. Lumbal bölgelerde daha iyi gelişmiştir. Diskin posterioruna daha yakın yerleşir. Önemli bir kısmı su olan nucleus pulposus konnektif doku, mukopolisakkaritler ( kondroitin-6-sülfat, keratan sülfat, hyaluronik asit, kondroitin-4-sülfat ) ve kollajen liflerinden oluşur (42,45). Kollajenin gerilim gücü diskin vertebra korpuslarına sıkıca tutunmasına ve makaslayıcı güçlere dayanmasına olanak verir. Ama kollajenin kompresif güçlere dayanma özelliği yoktur. İntervertebral diskler bu kompresif güçlere matrikslerinin osmotik özellikleri sayesinde dayanırlar. Bu osmotik özellikleri mukopolisakkaritlerin yapıları sağlar (46). Nucleus pulposus, dikey etkileyen kuvvetleri, yatay kuvvetlere dönüştürerek, anulus fibrozusun her tarafına eşit olarak yayar. Böylece her üç düzlemde de harekete izin verir. Nucleus pulposusun arasında bulunduğu vertebra gövdelerinin yüzeyleri, mikroporoz bir kıkırdak ile kaplıdır. Bu özelliği sayesinde, suya geçirgen olan bu kıkırdaka, ayakta durma sırasında uygulanan basınç ile nucleus jelatinöz matriksinden su geçer. Gün boyunca, nucleus belirgin şekilde küçülür (sağlıklı erişkinde toplam 2 cm kısalma olur). Gece yatma durumunda ise nucleusun su emme özelliği sayesinde disk şişer (Şekil 2.6). Diske uygulanan kompresif güçlerin şiddetine bağlı olarak suyun

devamlı olarak diskin içine ve dışına hareketiyle, bu iki zıt güç arasında bir denge oluşur (46).

İleri yaşlarda nükleus pulposus su oranının azalması ile iç basınçları azalır ve küçülürler. Bu da fleksibilite azalmasını ve boy kısalmasını açıklar (41).



Şekil 2.6 basınç altındaki fleksibilitesi



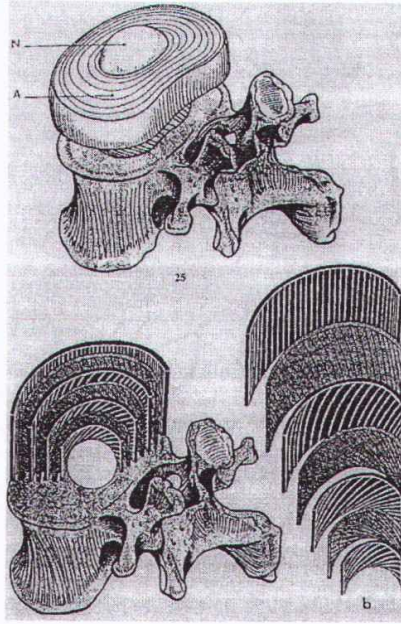
Şekil 2.7 Nükleusun su içeriğini arttırarak basınca verdiği tepki

**Anulus Fibrozus:** Diskin periferinde, nükleus pulposusu oblik olarak saran, tabakalardan oluşan ince kollajenöz bir yapıdır. Anulus fibrozusta %65-70 oranında su bulunur. Kuru ağırlığının %50-55'ini kollajen lifler, kalanını ise proteoglikanlar ve glikoproteinler oluşturur (24,25).

Annulus fibrozus, diskin şeklini ve bütünlüğünü vererek (Şekil 2.8) diskin en kuvvetli ve sağlam bölümünü teşkil eder. Lameller şeklinde dizilim gösteren iki

tabakadan oluşmuştur. İç tabaka tip 2 kollojenden zengin olup direkt olarak kartilajinöz end-platelere bağlıdır. Dış tabaka ise tip 1 kollojenden zengin olup vertebralara Sharpey lifleri ile bağlanır (40,41).

Anulus fibrozusun ön liflerinin tamamı omurganın ayrılmaz bir parçasıdır ve ALL ile iç içe geçmiştir. Anulus fibrozusun arka kısmında bu ilişki zayıflar. Anulusun arka liflerinin esnekliği ön liflere oranla daha fazladır ve PLL'a daha gevşek bir şekilde bağlanmaktadır. Anulusun ana fonksiyonlarından birisi de nükleusun yer değiştirmesine karşı koymaktır. Nükleus pulpozus vücut ağırlığından dolayı yüklenmeye maruz kalarak vertikal çapını azaltmaya eğilim göstermektedir. Bu duruma anulus fibrozus elastikiyetiyle karşı koyar. Fleksiyonda nükleus posteriora, ekstansiyonda anteriora doğru yer değiştirir. Anulus fibrozus ise nükleus pulpozusun bu hareketlerini sınırlar (47,48).



Şekil 2.8 Anulus fibrozusun lameller yapısı

Kartilajinöz end plateler: Vertebral yüzeylerin üst ve alt kısımlarında, nükleus pulpozus ile birleşerek intervertebral simfizi oluşturulan bir hiyalin kıkırdak tabakasıdır. Üzerindeki porlar aracılığı ile nükleus pulpozusu besleyerek su giriş çıkışını sağlar.

#### 2.1.4. Lumbal Disk Hernileri

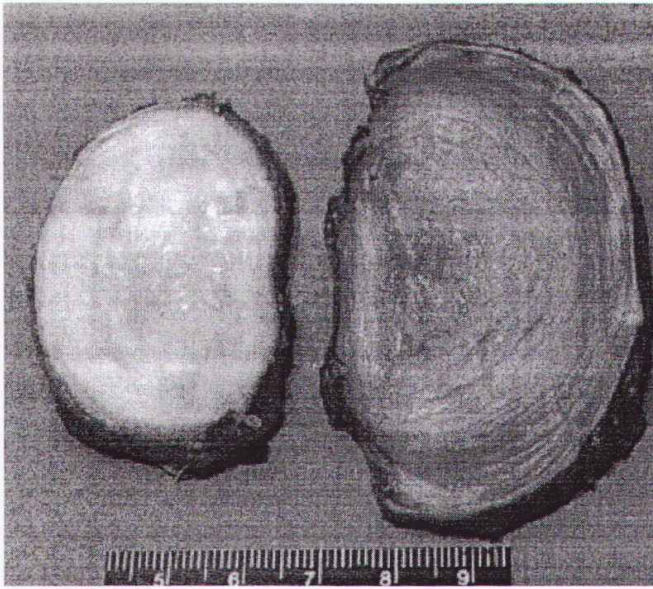
Disk materyalinin yapısal bütünlüğünün bozulması ve yırtılması sonucu (49) intervertebral diskin bir veya daha fazla komponentinin posterior veya posterolateral yönde yer değiştirmesine disk hernisi denir. Herniye disk materyali, direkt mekanik etkiyle ya da oluşturduğu inflamatuvar yanıt sonucu gelişen ödem nedeniyle (50) nöral dokulara bası yapar. Bunun sonucunda, bu bölgede vertebranın mekanik ve nörolojik fonksiyonlarının bozulması ile bel ağrısı gibi semptomlarla sonuçlanan klinik bir tablo ortaya çıkar. Bu klinik tablonun ortaya çıkmasındaki en önemli etiyolojik faktör diskin dejenerasyona uğramasıdır. Yaşlanma, yanlış duruş, paravertebral kasların zayıflığı, tekrarlayan mikrotravma, kollajen bozuklukları, yeni vasküler oluşumlar, disk üzerine binen yükler ve anormal proteoglikan gibi birçok neden disk dejenerasyonu sürecine katkıda bulunur (51).

##### 2.1.4.1. Lumbal disk hernilerinin patofizyolojisi :

Diskteki dejeneratif işlemler erken çocukluk döneminde başlar. İnfantların disklerinde kan damarları vardır ama yaşamın ikinci yılından itibaren bu damarlar regresyona uğrarlar. Nasıl böyle olduğu tam olarak bilinmemekle birlikte, infantın yürümeye başlama zamanına denk geldiği için dik postürle ilgili olabileceği düşünülmüştür. 4 yaşına gelindiğinde diskin santral kısmının beslenmesi end-platelerden diffüzyon yoluyla gelen substratlar sayesinde olmaktadır. Zamanla end-platelerdeki kıkırdak yapısı bozulmaya başlar ve üzerinde küçük fissürler oluşur. Bunun yanı sıra lamina kribrozadaki porların çapları da giderek küçülür. Vertebral end-platedeki bozulma diskin beslenmesinin bozulmasına neden olur. Küçülmüş por çapı ile dejeneratif disk değişiklikleri arasında ilişki olduğu gösterilmiştir. Yetersiz beslenme ve dış faktörlerinin de etkisiyle 3. dekattan itibaren nükleus pulposusun içeriği değişmeye başlar. Glikoproteinlerin moleküler ağırlıkları düşer. Bunun sonucunda da diskin ozmotik özelliklerinde değişiklikler ortaya çıkar. Daha az protein, daha az negatif yük sonucu disk içerisine sıvı akışında azalma meydana gelir. Diskin su içeriği % 90'dan % 70'e iner. Böylece disk yükseklik kaybına uğrar ve diskin genişleme yeteneği 4. dekattan sonra hızla düşer (52,46). Osmotik değişiklikler nedeniyle nükleus, kuvvet vektörlerini eşit dağıtamaz ve anulus fizyolojik olmayan büyük miktarda strese maruz kalır. Yaşlanma, kronik travmalar ve zorlanma ile oluşan dejeneratif olaylar anulusun fibrillerinde yapısını bozarak elastikiyetini ve uzayabilirliğini azaltır veya yok eder. Anulusta kollajen liflerinin

fokal zayıflaması da söz konusu olduğundan önce küçük çatlaklar oluşur, daha sonra anulus yırtılır (Şekil 2.9) (53). Yu ve ark. ları dejenere disklerde yaptıkları bir çalışmada üç tip anüler yırtık tanımlamışlardır. Konsentrik yırtıklar (Tip I) lamelleri anulusa bağlayan kısa transvers liflerin rüptürü sonucu oluşur ve ay şeklinde ya da oval, sıvı ya da mukoid materyal ile dolu boşluklar halinde görülür. Radial yırtıklarda (Tip II) anulustan nükleusa kadar anulusun tüm katmanlarında longitudinal lifler yırtıktır. Transvers yırtıklar (Tip III) Sharpey liflerinin bağlantı yerlerine yakın olarak yırtılması ile oluşur ve anulusun periferinde düzensiz sıvı dolu boşluklar olarak görülür. Anulustaki bu yırtıklardan nükleus pulpozusun bir kısmı önce anulus içine sonra dışarıya herniye olur (54). Nükleus içeriği spinal kanal içerisine herniye olduğunda sıvı çeker ve genişleyerek sinir köklerini mekanik olarak irrite eder. Bunun yanı sıra epidural boşluktaki vasküler yatakta iltihabi bir yanıt da ortaya çıkar ve salgılanan lökosit enzimleri nükleus içeriğini hidrolize etmeye başlar. Mukopolisakkaritlerin katabolizması ile çevreye yıkım ürünleri salınır, bunlar da sinir köklerini irrite ederek, mekanik irritasyonla beraber ağrının ortaya çıkmasına neden olurlar. En sonunda ekstrüde disk matriksinin major kimyasal ve mekanik komponentleri temizlenir ve iltihabi yanıt yatıştır. Bu durum yatak istirahati ve antienflamatuvar ilaçlar ile radiküler ağrının geçmesini açıklar (55,46,52).

İntervertebral disk vücuttaki en büyük avasküler yapıdır. Bu özelliği onun yapısal bozukluklarının iyileşme potansiyelinin olmadığı anlamına gelir. Bir fissür veya fragmentasyonun iyileşme olasılığı yoktur. Kan dolaşımı olmadığı için bu yapısal bozukluklar düzelemez ve disk orijinal eski haline geri dönemez (55).



Şekil 2.9 Normal ve dejenere disk

#### 2.1.4.2. Disk hernilerinin sınıflanması:

Disk hernilerinin patofizyolojisi anlaşıldıktan sonra tanı ve tedavinin yapılabilmesi için sınıflandırılmasının yapılması gereklidir. Disk herniyasyonları farklı tip ve derecelerde gelişebilir de yaygın kabul gören anatomik sınıflama şu şekildedir;

*Bulging (disk kabarıklığı):* Diskin çepeçevre ve simetrik olarak komşu vertebra korpus sınırlarını 2 mm'den fazla geçmesidir. Bu tanı aksiyel ve sagittal MR görüntülerinde diskin boyutu ile komşu vertebra korpusunun boyutunun karşılaştırılması ve santral kanal ve nöral foramenlerin disk tarafından daralması esasına dayanır. Beraberinde disk yüksekliğinde ve sinyalinde azalma mevcuttur. Vertebra korpus sınırını aşan ancak diskin tüm çevresini kapsamayan uzun segment disk dokusu fokal bulging veya geniş tabanlı protrüzyon olarak adlandırılabilir.

*Disk protrüzyonu:* Diskin vertebra korpus sınırını aşarak spinal kanal ya da nöral foramene asimetrik fokal uzanım göstermesidir. Tabanı (diskin posterior kenarı boyunca mediolateral çap) ön-arka çapından daha geniştir. Bazı dış anüler fibriller intakt kalır. Protrüde disk komşu vertebra süperior ve inferior end-plateolarını aşmaz.

*Disk ekstrüzyonu:* Aksiyel düzlemde boynu dar, ekstrüde olan segmenti geniş, anteroposterior çapı mediolateral çapından büyük olan disk hernileridir. Anulusun dış fibrillerinde yıkılma, hasar mevcuttur. Ekstrüde disk komşu vertebra korpusunun

ardından aşağı yada yukarı doğru migrasyon gösterebilir ancak ana disk ile bağlantısını korur.

*Serbest disk fragmanı (sekestre disk):* Ekstrüde disk materyali ana disk ile ilişkisini kaybettiğinde sekestre fragman adını alır. Genellikle ana diskten 5 mm uzaklıkta bir mesafe içinde kalırlar. Posterior longitudinal ligamentle osseöz omurga arasında kalabilirler veya PLL yi geçerek anterior epidural aralığa uzanırlar. Nadiren de olsa posterior epidural boşluğa veya dural kese içerisine girebilir(50).

Cerrahi yaklaşımın uygun bir şekilde planlanabilmesi ve semptomlarla MR bilgilerinin korelasyonu için fokal disk bozuklukları boyutu, konturu, yerleşimi ve sınırları ve diğer önemli yapılarla olan ilişkisine göre tanımlanmalıdır. Ana disk seviyesinde kalanlar santral, sağ veya sol parasantral, sağ veya sol foraminal, sağ veya sol lateral veya farlateral şeklinde belirtilmelidir. Disk herniasyonun ağırlığını belirtmek için ise disk patolojisi ile anterior epidural yağ doku, tekal kese, sinir kökleri ve spinal kord arasındaki ilişki değerlendirilir. Anterior epidural yağ oblitere değilse hafif, epidural yağ oblitere ve tekal kese deplase ise orta, spinal kord etkilenmiş ve/veya sinir kökü basısı gelişmiş ise ağır disk patolojisinden bahsedilebilir.

#### **2.1.4.3. Disk hernilerinin kemik üzerine etkileri:**

Omurga hareket segmenti, bir intervertebral disk ve iki faset eklemden oluşan üçlü eklem kompleksidir. Böyle bir üç-eklemlerli intervertebral hareket segmentinde, bu komponentlerden birisinde oluşan bir hastalık diğerini de etkileyecektir. Genellikle ilk önce diskte başlayan bir değişiklik, anormal biomekanik stres oluşturarak diğer segmental ünitelerde de ilerleyici değişikliklere neden olur.(56) İntervertebral diskteki dejeneratif değişikliklere vertebra korpusu iki şekilde cevap verir; Osteofit formasyonu, end platolardaki kemik iliği değişiklikleri.

Osteofitler kemik ile benzer çıkıntılar olup vertebra korpusunun üst ve alt marjinlerinde görülür. İntervertebral diskin yüksekliği dejenerasyona bağlı olarak azalır (7). Yüksekliğin azalması anulusun bombeleşmesine neden olur, bu da sharpey liflerinin komşu vertebral korpuslara yapıştığı bölgeden periostun elevasyonuna neden olur. Kemikle periost arasında oluşmuş bu boşluk yeni kemik formasyonu dolar, böylelikle osteofitler meydana gelir (55,52). Artmış mekanik streslerin posteriora yansımaları ile faset eklemlere binen yük artar ve faset eklemleri dejenerasyona uğrar (7). Faset eklem dejenerasyonu eklemde ki kemik yapıların

hipertrofisi ile sonuçlanan osteofit formasyonu şeklinde gelişir. Bununla beraber eklem kıkırdağı inceler, kapsül gevşekleşir. Kapsüldeki gevşekliğe bağlı hareket artar. Gelişen instabilite ve artmış hareket tüm ligamentöz yapılara yansıyan stresi ve osteofit oluşumunu artırır (7). Bu değişikliklere faset hipertrofisinin tetiklediği ligament kıvrılması ve hipertrofisi eşlik eder. Sonuçta myelopati, radikülopati ve spinal stenoz gelişebilir.

Osteofitler lumbal bölgede anterior yerleşimlidir.

End-platolarda ki kemik iliği değişiklikleri Modic tip 1,2, ve 3 değişiklikler olarak adlandırılırlar. Bu kemik iliği değişiklikleri end plato boyunca fokal ya da diffüz olabilir ama lineer olma eğilimindedir ve end platolara daima paraleldir.

Tip 1 değişiklikler en erken kemik iliği değişiklikleri olup inflamatuvar ve granümatöz doku içerirler. Kemik iliğindeki ödemi temsil ederler.

Tip 2 değişiklikler fokal yağlı kemik iliği değişiklikleridir. En sık görülen bu tiptir.

Tip 3 değişiklikler end platolardaki skleroz sonucu ortaya çıkar (57).

## 2.2. KLİNİK BELİRTİ VE BULGULAR

Klinik olarak hastaların en önemli yakınımı bel ağrısıdır. Yavaş yavaş gelişen, yaygın, batıcı, hareketle artan istirahatle azalan, etkilenen sinir kökünün anatomik dağılımına uygun olarak yayılan bir ağrıdır. Sinovertebral sinir uçları, herniye nükleus pulpozusun mekanik etkisi, anulus fibrozusun ve posterior longitudinal ligamanın gerilmesi ve hasarlanması ile uyarıldığında, derin lokal ağrı ve kaslarda refleks olarak spazm ortaya çıkar. Ağrı öne eğilme veya arkaya dönme gibi ters bir hareket sonrası ani olarak başlayıp kilitlenme veya bel tutulmasına yol açabilir (59,58).

Lumbal hernilerde, eğer sinir uçları aşırı uyarılırsa, ağrı sakroiliak eklem bölgesine derin ve diffüz olarak yayılır. Hastanın iyi lokalize edemediği bu ağrıya diskojenik ya da non-radiküler ağrı denir. Öksürme, ıkınma gibi intratekal basıncı artıran olaylar, bazı pozisyonlar ve hareketler ağrıyı şiddetlendirir. İntervertebral disk hernisinin sinir köküne yaptığı bası sonucu ortaya çıkan ağrıya göre omurgada, bir koruma pozisyonu olarak duruş bozuklukları ortaya çıkar. Sinir köküne lateralden bası olursa karşı tarafa, medialden (aksilladan) bası olursa aynı tarafa skolyoz gelişerek sinir kökü rahatlatılmaya çalışılır. Orta hat basılarında ise hasta öne eğik postürdedir. Disk hernisi ekstrüde olduğunda, bel ağrısı azalır veya kaybolur, fakat radiküler semptomlar daha belirgin hale gelir. Radiküler ağrı, ilgili sinir kökü dermatomuna uyan, keskin ve batıcı nitelikte, iyi lokalize edilebilen yüzeysel bir ağrıdır. Bu ağrı uyluğun arka yan tarafından bacağa doğru yayılır. İntratekal basıncın artması ağrıyı artırırken, dinlenmek genellikle ağrıyı azaltır (12,60,61).

Hastaların büyük çoğunluğu etkilenen sinire bağlı olarak yerini tarif ettikleri uyuşukluktan yakınır (62). Ayrıca sinir kökündeki motor fibrillerin basıya uğraması sonucu ilgili kaslarda kuvvetsizlik, atrofi ve tonus azalması görülür. Güçsüzlük ileri derecede olmadıkça hasta farkına varmayabilir.

Derin tendon refleksleri, refleks arkının bozulmasına bağlı olarak azalır ya da kaybolurlar

Otonom bozukluklarda azalmış mesane duyusu en erken bulgudur. Miksiyon sonrası artmış rezidü mevcuttur. Pollaküri, noktüri enürezis ve damlama şeklinde inkontinans görülebilir. Defekasyon ve seksüel potansla ilgili bozukluklar, diğer otonomik bozukluklardır (60,61).

### 2.3. TANI YÖNTEMLERİ

Detaylı anamnez ve fiziksel incelemenin önemi büyüktür, fakat tanı koymak için sadece bunlar yeterli değildir. Görüntüleme teknikleri ile disk herniasyonunun varlığını teyid etmek ve özellikle lokalizasyonunu saptamak gereklidir.

Aşağıdaki radyolojik incelemeler tanı ve ayırıcı tanıya yardımcıdır.

- Direk grafi
- Konvansiyonel Myelografi
- Diskografi
- Ultrasonografi (US)
- Bilgisayarlı Tomografi (BT)
- BT-Myelografi
- Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)
- Manyetik Rezonans Myelografi (MRM)

**2.3.1. Direk Radyografiler:** Direkt radyografiler, ucuz, uygulanması ve ulaşılması kolay olmaları nedeniyle bel ağrısında sıklıkla ilk başvuru yöntemlerdir. Öncelikle ilgili bölgenin ön-arka ve yan grafi çekilir. İltihabi, neoplastik, yapısal ve dejeneratif omurga değişikliklerinin, fraktürlerin, dislokasyonların, dejeneratif eklem hastalıklarının, spondilolistezisin ve bazı kemik hastalıkları ile vertebra tümörlerinin saptanmasında yardımcıdır (59,58).

Herniye diski gösterebilmek direkt radyografilerle mümkün değildir. Ancak disk hernisi lehine bulgular saptanabilir ki bunlar;

- a) Postür Bozuklukları: Koruma pozisyonu olarak skolyoz ve fizyolojik lordozun düzleşmesi gözlemlenebilir.
- b) Disk Yüksekliğinin Azalması: Akut disk hernilerinden çok dejenere disklerde görülür. Disk aralığının daralması bel ağrılı olguların yaklaşık 1/3'ünde ve siyatikalji hastaların yaklaşık yarısında saptanır.
- c) Schmorl Nodülü: Nükleus pulpozusun kartilaj plaklardaki defektten, korpusun spongioz kısmına herniye olması ile gelişir. Etrafında reaktif skleroz gelişerek görünür hale gelir (12,60,61).
- d) Vakum Fenomeni (Knutson Bulgusu): Dejenere disk içinde beslenme bozukluğuna bağlı azot gazının birikmesi izlenebilir.

e) Subkondral Skleroz: İntervertebral disk hernisine komşu vertebra korpuslarında, dejenerasyona bağlı subkondral skleroz görülebilir.

f) Osteofit Oluşumu: Dejenerasyon ve osteoartritis sonucu, vertebra korpus kenarlarında traksiyon osteofitleri görülür. Beraberinde faset eklemlerde hipertrofiye mevcuttur.

g) Kalsifikasyon: Anulus fibrozus, posterior longitudinal ligaman ve nükleus pulpozusun kalsifikasyonu izlenir (33,37,38,60).

Bunların dışında, nöral foramenlerin görüntülenmesinde oblik grafilere faydalanılmakta ve ayrıca fleksiyon-ekstansiyonda yapılan dinamik grafilere de subluksasyon ve stabilite çalışmalarında yardımcı olmaktadır (59,58). Dinamik grafilere L3-L4 ve L4-L5 mesafelerinde 4 mm'den, L5-S1 mesafesinde 5mm'den fazla öne ya da arkaya kayma instabilite olarak kabul edilir (63).

**2.3.2. Konvansiyonel Myelografi:** Gelişmiş non-invaziv görüntüleme yöntemlerinin ortaya çıkmasından önce çok kullanılmış olan ve halen az da olsa kullanılan bir tanı yöntemidir. Spinal subaraknoid aralığa kontrast madde enjeksiyonu ile spinal kanalın sınırlarını görüntüleyen invaziv ve indirekt bir tanı yöntemidir. Kullanılan kontrast madde düşük osmolariteli non-iyonik iyot bileşikleridir. Teknik olarak kontrast madde L2 vertebra'nın daha distalinden verilir. İleri derecede dejeneratif değişiklikler nedeniyle bu bölgeden verilemezse veya kanalda tam blok varsa suboksipital yol kullanılır. Opak maddenin enjeksiyonundan sonra, floroskopik kontrol altında, masaya eğim verilerek kontrast maddenin akışı izlenir ve lezyonu en iyi gösteren görüntülerin spot röntgenogramları alınır. Ön-arka, her iki oblik ve supin veya pron pozisyonunda dekubitus röntgenogramlar temeldir.

Subaraknoid mesafeye homojen olarak yayılan kontrast madde, spinal kanalı ve bütün sinir kökü kılıflarını doldurur, ancak kök kılıfı distalini, foraminal ve ekstraforaminal kompartmanı ve yumuşak dokuyu direkt olarak gösteremez. Disk hernileri myelografide dolum defekti, sinir kökünde itilme, amputasyon. komplet ya da inkomplet blok şeklinde gözlemlenebilir. L5-S1 mesafesinde anterior epidural mesafe fazla olduğundan ve lateral disk hernileri dural kesede bası oluşturmadığından Konvansiyonel Myelografide görülmeyebilirler (60). Spinal bloğu görüntülemeye başarılı olduğu gibi spondilolistezis, spinal stenoz veya postural anomalilerin varlığında da fonksiyonel incelemelerin yapılmasına olanak sağlar. Çeşitli araştırmalarda Konvansiyonel Myelografinin doğruluk oranı %60-90 arasında

bulunmuştur. Superior artiküler faset hipertrofisi, osteoartrit ve dejeneratif değişiklikler, yanlış pozitif tanıya yol açabilir (64,65).

Konvansiyonel Myelografinin yüksek uzaysal rezolüsyonu ve hareket artefaktlarından daha az etkilenmesi gibi avantajları olsa da çeşitli komplikasyonlarının ve dezavantajlarının olması ve günümüzde MRG'nin son derece başarılı myelografik etkisinin varlığı, bel ağrılı hasta grubunda Konvansiyonel Myelografinin endikasyonlarını belirgin biçimde azaltmıştır. Konvansiyonel Myelografi invaziv bir tetkik olduğundan infeksiyon, kanama, BOS fistülü, nöral doku hasarı ve spinal başağrısı yanında kontrast maddeye bağlı allerjik komplikasyonlar gelişebilir. Foraminal ve ekstraforaminal kompartmanı ve yumuşak dokuyu direkt olarak gösteremez. Bunun yanında total bloğa yol açan ağır stenoz veya bası durumlarında tanıya yardımı olamadığı gibi klinik eksestasyona da yol açabilir.

**2.3.3. Diskografi:** Anulus fibrozusun içine ince bir ponksiyon iğnesi ile girilip kontrast madde enjekte edilir. Diskografik görüntüler basit direk grafilerden ve/veya BT'den ibarettir. Herniye diskte intradiskal basıncın azalmış olduğu, enjeksiyonun radiküler ağrıya yol açtığı, kontrast maddenin düzensiz olarak dağıldığı ve vertebral kanala yayıldığı görülür (66).

Bu tetkikte amaç BT ve MRG'de şüpheli kalınan olgularda intervertebral diskteki kontrast akümülyasyonunun morfolojisini (herniasyon veya annüler yırtıklarının varlığını) ve hastanın subjektif ağrı cevabını değerlendirmektir. Ayrıca bel cerrahisi sonrası nüks disk hernisi-epidural skar ayırımında, spinal füzyon öncesi füzyon aralığının üst ve alt sınırındaki disklerin durumunun değerlendirilmesi, kemonükleoliz öncesi değerlendirmede de kullanılabilir.

Günümüzde bu yönteme, MRG'nin disk dejenerasyonunun süreci konusunda erken ve güvenilir bilgiler vermesi sayesinde, pek az başvurulmaktadır.

**2.3.4. Ultrasonografi(US):** Erişkinde tamamen ossifiye bir kemik kanalın varlığı spinal US uygulamalarını kısıtlamaktadır. Meningosel içeriğini araştırmak, spinal kanal çapını ölçmek, laminektomiden sonra intramedüller kistleri saptamak, cerrahi sırasında intramedüller tümörlerin sınırlarını belirlemek, bebek ve küçük çocuklarda konjenital spinal anomalileri değerlendirmek için US kullanılabilir. Ayrıca bel ağrılı

hastada renal kolik, intraabdominal organlar veya pelvik infeksiyonlardan kaynaklanan yansıyan ağrılarda primer etyolojinin saptanmasında da etkilidir(59,58).

**2.3.5. Bilgisayarlı Tomografi (BT):** BT, dokuların, x ışınlarını absorbe etme özelliğinin birbirinden farklı olmasından yararlanarak, bilgisayar ortamında kesitsel görüntü oluşturan, hızlı, non-invaziv bir tanı yöntemidir (67). Kesit anatomisi üstünlüğünün yanı sıra, postüral anomalilerde ve instabilitede multiplanar ve üç boyutlu rekonstrüksiyon özelliklerinden yararlanılabilir. Sonuç olarak, BT'nin hız, rezolüsyon ve imaj rekonstrüksiyon avantajları, hem kemik hemde yumuşak dokuyu görüntüleyebilme yeteneği, bu tetkiki spinal patolojilerin ve disk hernisinin incelenmesinde ön sıralara yerleştirmektedir (59,58).

Disk hernisinin tanısında, standart aksiyel kesitler disk seviyesinin üstündeki pedikülden, altındaki pediküle kadar yapılır. Üst kesitlerde sinir kökünün nöral forameniden ayrılışı, nöral foramenin üst kısmı, disk seviyesinden geçen kesitlerde apofizer eklemler, alt kesitlerde ise artiküler proçesler ve pedikül görülür. Üst ve alt kesitlerde spinal stenoz, spondilolizis ve serbest parçalar en iyi şekilde izlenirken, diğer kesitlerde spinal kanaldaki patolojik değişiklikler ve çıkan sinirlerin nöral foramen seviyesindeki olası basıları görülebilir (60).

BT kesitlerinde disk hernisi bulguları:

1. Diskin posterior konturunun bozulması: Bulging, protrüzyon, ekstrüzyon
2. Epidural yağ dokusunun posterior disk konturu tarafından itilmesi
3. Dural keseye indentasyon
4. Diskin posterior konturunun kalsifikasyonu
5. Epidural yağ dokusu içinde yumuşak doku kitlesi
6. Dural kesenin displase olması
7. Sinir köklerinin kompresyonu ve displase olması

Çok şişman hastalarda disk konturları net olarak izlenemez. Santral stenoz, dejeneratif hastalıklar, geçirilmiş operasyonlar, epidural yağ dokusu kaybına ve fibrotik değişikliklere yol açıp, yumuşak doku kontrastını ortadan kaldırarak, disk hernisi tanısını güçleştirir. Postoperatif fibröz dokusu, genişlemiş epidural venler, vasküler malformasyonlar, tümörler, diskitis, epidural abse gibi enfeksiyonlar, spinal distrafizm, sinir kökü anomalileri (bileşik sinir kökü, sinir kökü kalınlaşması), ligaman kalsifikasyonları, posterior Schmorl nodülü ve epidural gaz BT'de yanlış

disk hernisi tanısına yol açan lezyonlar olup, ayırıcı tanıya girerler. Skolyoz ya da diğer nedenlerle, vertebral kartilajenöz plakaya paralel aksiyel kesit alınamaması da, yanlış pozitif disk hernisi tanısına sebep olur. Herniye olmuş disklerde BT'nin duyarlılığı %80-95, özgüllüğü %68-88 arasında bulunmuştur. Bir çalışmada, BT'nin, disk hernisi tanısında %40 yanlış negatif, %13,8 yanlış pozitif sonuçlara yol açtığı belirtilmiştir (68). Sonuç olarak BT, ülkemizde de dünyada olduğu gibi spondiloz ve intervertebral disk hastalığı sürecinde önemli yere sahiptir. Yumuşak doku kaynaklı bel ağrılarında, infeksiyon ve neoplazi sürecinde de intravenöz kontrastlı uygulamaları ile özellikle MRG'ye ulaşılamayan durumlarda etkinlikle kullanılabilir.

**2.3.6. BT-Myelografi:** BT-Myelografi ilk olarak 1976 yılında DiChiro ve Schellinger tarafında tanımlanmıştır. Kontrast madde tekal aralığa enjekte edildikten sonra aksiyel planda yumuşak doku ve kemik pencerede yapılan BT incelemesi, myelografi ve kesit anatomisinin avantajlarını birleştirerek özellikle MRG'nin uygulanmadığı durumlarda başvuru ve birçok seride MRG ve BT'ye eş tanı değerine sahip bir yöntemdir. Myelografik BT özellikle postoperatif olgularda epidural skar ve kök basısının incelenmesinde ve spinal stenozda gerçekçi kanal çap ölçümlerinin yapılmasında başarılıdır. Foraminal ve ekstraforaminal disk hernilerini, MRG'ye eş tanı keskinliği ile ortaya koyabilir. Ayrıca uygun pencerelerle yumuşak dokular da değerlendirilebilmekte ve kök kılıfının distali de görüntülenebilmektedir. Fakat invaziv bir tetkik olması, radyasyon içermesi ve kullanılan kontrast madde nedeniyle oluşabilecek komplikasyonlar kullanım alanını kısıtlamaktadır.

**2.3.7. Manyetik Rezonans Görüntüleme(MRG):** Büyük mıknatıslarla oluşturulan güçlü manyetik alan içinde radyo dalgaları kullanılarak belirli anatomik yapıları, diğer yapılardan net olarak ayırt etmek, sağlıklı ve hastalıklı dokular arasındaki farklılıkları saptamak ve tanımlamak için kullanılan non-invaziv, kesitsel görüntüleme yöntemidir. MRG radyolojinin birçok disiplininde olduğu gibi mekanik bel ağrılarında da en üstün yumuşak doku, kontrast ve uzaysal rezolüsyona sahip modalitedir. Günümüzde, omurgayı inceleyen en iyi teknik olup omurga hastalıklarını çok yüksek duyarlılıkla tespit eder (69,70,71) Ligamanları, intervertebral disk nukleus ve annulus kompartmanlarını ve paravertebral kasları olduğu kadar medüllertrabeküler kompartmandaki değişiklikleri ve kemik iliğini de

görüntüleyebilme yeteneğine sahiptir. Spinal kanalın MRG ile incelenmesinde sıklıkla kullanılan puls sekansları; sagittal T1 ve sagittal ve aksiyel T2 ağırlıklı spin echo (SE) sekanslar, gradient echo (GE) sekanslardır. SE, diğer sekanslarla karşılaştırıldığında standart puls sekans özelliği taşımaktadır. SE görüntüler yüksek sinyal/gürültü, kontrast/gürültü oranlarına sahiptir. Ancak GE ve fast spin eko (FSE) teknikleriyle kıyaslandığında göreceli uzun uygulama süresi gerektirmektedir. GE sekanslar ise manyetik hassasiyet artefaktlarına daha duyarlıdır (6).

T1 ağırlıklı sekanslarda spinal kanal ve dural kese içeriği yanında kas ve yumuşak doku hakkında üstün anatomik detay elde edilir. Yağın bu sekansta parlak olması nedeniyle epidural yağın kontrastı sayesinde disk patolojilerinin sınırı net olarak değerlendirilebilir. T2 ağırlıklı sekans, sıvı içeriğine duyarlı olması nedeniyle intervertebral diskteki dehidratasyon, annüler yırtık ve inflamasyonu erken olarak saptayabilir (69,70,71). Normal intervertebral disk T1'de izointens, T2'de hiperintens görülür. T2'de nükleus ve anulusun iç tabakası, su içeriğinin farklı olması nedeniyle anulusun dış tabakasından ayırt edilebilir. 30 yaşın üzerinde nükleus pulpozusun ortasında fibröz doku gelişimine bağlı olarak, T2'de hipointens yarık görülebilir. Dejenere intervertebral disk, T2'de hipointens izlenir. Kalsifikasyon ve vakum fenomeni de MRG'de hipointens olup birbirinden ayrılamaz. Herniye disk T1'de izo ya da hipointens, T2'de izo ya da hiperintensdir. Hiperintens olmasının nedeni serbest hidrojen iyonu artmasına ve sekestre diskte gelişen granülasyona bağlanmaktadır.

Modic, dejenere diske bitişik vertebra korpusunda, subkondral kemik iliği dejenerasyonuna bağlı sinyal intensitesi değişikliklerini, üç gruba ayırmıştır. Tip1: Kartilaj plakada çatlaklar oluşması ve kemik iliğinin yerini vaskülarize fibröz dokunun alması sonucu, subkondral vertebra korpusu T1'de hipointens, T2'de hiperintens görülmesi, Tip2: Subkondral kemik iliğinde yağlı dejenerasyon sonucu T1'de hiperintens, T2'de izo ya da hiperintens görünüm olması. Tip3: Yaygın kartilajenöz plak sklerozu sonucu T1 ve T2'de hipointensite görülmesidir. Bu dejenerasyonların sırayla birbirini izlediği ve disk dejenerasyonu ile paralel olduğu gösterilmiştir.

### 2.3.8. Manyetik Rezonans Myelografi (MRM)

Son yıllarda MRG teknolojisindeki gelişmeler ile non-invaziv olarak myelografi yapmak mümkün olmuştur. Manyetik Rezonans Myelografi (MRM), sıvıdan yüksek sinyal alarak, ağır T2 sekansları ile görüntü elde eden özel bir MRG tekniğidir. BOS'u endojen kontrast madde olarak kullanarak bazı tekniklerde direkt olarak, bazı tekniklerde ise maksimum intensite projeksiyon yöntemleri uygulayarak konvansiyonel myelografi görüntülerine benzer görüntüler elde edilir.

Bu görüntüleme tekniği ilk kez 1992'de Krudy tarafından tanımlanmış olup bu çalışmada MRM görüntülerinin elde edilmesinde yağ baskılı geleneksel turbo-spin-eko(TSE) sekansları kullanılmıştır (76).

MRM için kullanılan tekniklerde ilk şart BOS'dan spinal korda ve çevre yapılara göre yüksek sinyal elde etmektir. Bu amaçla kullanılan iki teknik TSE ve GE'dur. MRM için yağ baskılı kullanılan TSE teknikleri, single-shot ve segmentli multi-shot TSE'dur. GE sekansları için yaygın kullanım görenler ise spoiled-gradient-eko (spGE) ve steady-state gradient eko (stGE) teknikleridir. Single-shot veya multi-shot TSE teknikleri ile alınan tekniklerin en büyük avantajları çekim sürelerinin kısa olmasıdır. Ayrıca bu teknikle alınan görüntüler diğer tekniklere nispeten daha az artefakt olduğunu bildiren yayınlar da mevcuttur. GRE tekniklerinde ise 2 boyutlu ya da 3 boyutlu çekim yapmak mümkündür.

Bu yöntemler ile konvansiyonel myelografinin çeşitli dezavantajlarını ortadan kaldırarak, hastaya kontrast madde vermeden konvansiyonel myelografiye benzer görüntüler elde edilir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

### 3.1. HASTA POPÜLASYONU

Bu çalışmada Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesinde, Haziran-Eylül 2008 tarihleri arasında, farklı polikliniklerden bel ağrısı nedeniyle lumbal MRG görüntüleme tetkiki istenen toplam 113 olguya, rutin MRG'de kullanılan T1 ve T2 ağırlıklı sagittal, T2 ağırlıklı aksiyel sekanslarına ilaveten ile MRM için koronal planda T2 ağırlıklı 2D/Myelo, 3D/Myelo, Balanced Turbo Field Eko (B-TFE) sekansları uygulandı.

Toplam 113 olguda disk hernisi nedeniyle opere edilen, spondilolistezis ve spondilolizisi olan hastalar, belirgin skolyozu bulunan hastalar ile malign ya da benign spinal kitlesi olan ve herhangi bir nedenle MRG tetkiki tam olarak gerçekleştirilememiş 13 olgu çalışmaya dahil edilmedi. Geriye kalan yaşları 13 ile 72(ortalama) arasında değişen, 30 (%30) erkek, 70 (%70) kadın olmak üzere toplam 100 hasta çalışmaya dahil edildi.

### 3.2. MR VE MR-MYELOGRAFİ GÖRÜNTÜLEME

MRG incelemeleri, 1.5 Tesla MR cihazı (Intera Master, Philips Medikal Sistemleri, Cleveland, ABD ) ile beş kanallı spinal koil kullanılarak lumbal bölgede yapıldı.

Konvansiyonel MRG incelemede, sagittal planda T1 ağırlıklı sekans, T2 ağırlıklı sekans, L1-S1 arası toplam 5 intervertebral disk aralığına yönelik transvers planda T2 ağırlıklı sekans alınarak disk hernisi olan vakalar çalışmaya dahil edildi. (Tablo 1)

sekans	TR	TE	Turbo	FOV	Kesit sayısı	Kesit Kalınlığı	NSA	Matrix	Süre	Faz Kodlama
<b>T1</b>	472	11	5	325	12	4	3	240/512	2:20	AP
<b>Sagittal</b>										
<b>T2</b>	2973	120	17	325	12	4	3	240/512	2:08	AP
<b>Sagittal</b>										
<b>T2</b>	2500	120	128	225	25		3	179/512	2:30	AP
<b>Aksiyel</b>										

Tablo 3.1: Konvansiyonel MRG'de kullanılan sekansların parametreleri

MR Myelografi için; koronal planda T2 ağırlıklı 2D/Myelo, 3D/Myelo, B-TFE sekansları kullanıldı. 2D ve 3D/Myelo için Turbo Spin Eko (TSE) tekniği kullanılırken B-TFE’de gradient eko (GE) tekniğinden yararlanıldı. Her üç sekansa Saturation Pulse İnversion Recovery (SPIR) tekniği kullanılarak yağın T2 ağırlıklı görüntülerdeki hiperintens etkisi baskılandı. Böylece yine hiperintens olan BOS intensitesi ile yağ intensitesinin karışması engellenerek tanısal kalite artırıldı.

2D/Myelo için; Koronal planda, *TR/TE 8000msn/1000msn, Turbo faktör 256, FOV 250, Kesit kalınlığı 40mm, NSA 4, Matriks 256/512, Faz kodlama yönü LR* parametreleri kullanılarak 20 derece sapma açısıyla 2:24 sn’de 9 kesit elde edildi.

3D/Myelo için; Koronal planda, *TR/TE 8000msn/1000msn, Turbo faktör 256, FOV 250, Kesit kalınlığı 3/-1.5mm, NSA 2, Matriks 128/512, Faz kodlama yönü RL* parametreleri kullanılarak 3:44 sn’de 30 kesit alındı. Oluşan görüntülerden 9 derece açıyla 20 adet maximum intensite projeksiyonu (MIP) görüntüsü oluşturuldu.

B-TFE için ; Koronal planda, *TR/TE 6.9msn/3.4msn, Turbo faktör 256, FOV 205, Kesit kalınlığı 3/-1.5mm, NSA 2, Matriks 246/512, Faz kodlama yönü FH* parametreleri kullanılarak 45 derece sapma açısıyla 2:05 sn’de 35 kesit alındı. Elde edilen görüntülerden 9 derece açıyla 20 adet MIP görüntüsü oluşturuldu.

Elde edilen konvansiyonel MRG görüntüleri, 2D/Myelo görüntüleri, 3D/Myelo ve B-TFE kesitlerinden oluşturulan MIP görüntülerinden, tüm hastalarda, L1-2, L2-3, L3-4, L4-5, L5-S1 seviyelerinde disk patolojisi değerlendirildi. Tüm sekanslarda, ilgili intervertebral diskte diffüz periferik bulging (dpb), posterior santral, her iki parasantral ve her iki foraminal disk patolojisi olup olmadığı değerlendirilerek olgu rapor formunda belirtildiği gibi “disk hernisi var” veya “disk hernisi yok” şeklinde kaydedildi.

### 3.3. İSTATİKSEL ANALİZ

Verilerin analizi SPSS 13 programında yapıldı.

Konvansiyonel MRG tetkikinde elde edilen veriler standart alınarak 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarından elde edilen verilerin duyarlılık, seçicilik, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değeri, seviye ve herniasyon lokalizasyonu gözetilmeksizin performans analizi ile hesaplandı. 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekansların konvansiyonel MRG tetkiki ile olan uyumlulukları Kappa uyumluluk testi ile bulundu. Ayrıca aynı testler her seviye ve herniasyon lokalizasyonu için ayrı ayrı hesaplandı.

## BULGULAR

Bu çalışmaya yaşları 13 ile 72(ortalama) arasında değişen, 30 (%30) erkek, 70 (%70) kadın olmak üzere toplam 100 hasta alındı.

Çalışmaya katılan hasta gurubunda Konvansiyonel MRG, 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarında tüm disk seviyeleri değerlendirilerek disk hernisi saptanan hasta sayıları seviyelere göre ayrı ayrı belirlendi (Tablo 4.1).

	MRG	2D/Myelo	3D/Myelo	B-TFE
L1-2	9	10	10	8
L2-3	24	27	29	26
L3-4	49	36	39	40
L4-5	87	54	61	65
L5-S1	56	11	13	19
<b>Toplam</b>	<b>225</b>	<b>138</b>	<b>158</b>	<b>152</b>

Tablo 4.1: Seviyelere göre disk hernilerinin sayısı

Konvansiyonel MRG ile 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekansları karşılaştırılarak bu sekansların duyarlılık, seçicilik ve Kappa değerleri hesaplandı (Tablo 4.2).

Kappa değeri 0.8'in üstü ise ilgili sekans konvansiyonel MRG yerine kullanılabilir. 0.6-0.8 arası ise yüksek değerdir fakat birbiri yerine kullanılamaz. 0.4-0.6 arası orta, 0.4 altı zayıf değer olarak tanımlanmaktadır.

	Duyarlılık	Seçicilik	Kappa
2D/Myelo	39.8	98.7	0.49
3D/Myelo	45.9	98.8	0.55
B-TFE	54.4	98.8	0.63

Tablo 4.2: 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının duyarlılık, seçicilik ve Kappa değerleri

Bu sonuçlara göre her üç tetkikinde seçicilikleri yüksek bulundu. Duyarlılıkları düşük olmakla birlikte en yüksek duyarlılık B-TFE sekansında saptandı. Kappa değerlerine göre karşılaştırıldığında B-TFE sekansı yüksek, 2D/Myelo ve 3D/Myelo

orta değerde bulundu. Hiçbir sekansda Kappa değeri konvansiyonel MRG yerine kullanılma sınırı olan 0.8'in üzerinde değildi.

2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının seviyelere göre duyarlılık, seçicilik ve Kappa değerleri hesaplandı (Tablo 4.3, Tablo 4.4).

Seviye	2D/Myelo		3D/Myelo		B-TFE	
	Duyarlılık	Seęicilik	Duyarlılık	Seęicilik	Duyarlılık	Seęicilik
L1-2	60	99.3	60	99.3	70	99.7
L2-3	59.5	98.6	64.9	99.4	81.7	98.9
L3-4	48.7	98.9	52.6	98.5	60.5	98.5
L4-5	43.8	97.1	51.4	97.6	58.3	96.9
L5-S1	10.7	99.4	17.3	99.8	25.3	99.8

Tablo 4.3: 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının seviyelere göre duyarlılık ve seçicilik değerleri

Seviye	2D/Myelo	3D/Myelo	B-TFE
L1-2	0.59	0.59	0.73
L2-3	0.63	0.66	0.79
L3-4	0.58	0.60	0.67
L4-5	0.48	0.57	0.62
L5-S1	0.15	0.26	0.36

Tablo 4.4: 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının seviyelere göre Kappa değerleri

2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekansları disk hernisi lokalizasyonuna göre duyarlılık, seçicilik ve Kappa değerleri hesaplandı (Tablo 4.5, Tablo 4.6)

sekans lokalisasyon	2D/Myelo		3D/Myelo		B-TFE	
	Duyarlılık	Seçicilik	Duyarlılık	Seçicilik	Duyarlılık	Seçicilik
Dpb	60.8	94	66.9	94.3	72.3	96.3
Ps	19.7	100	26.2	100	34.4	100
Sgps	58.3	99.2	70.8	99.2	87.5	98.9
Slps	54.5	98.3	59.1	98.1	63.6	98.1
Sgf	4.3	100	10.6	100	23.4	99.6
Slf	15	99.8	17.5	100	30	99.6

Tablo 4.5: 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının disk hernisi lokalizasyonuna göre duyarlılık ve seçicilik değerleri. Dpb: diffüz periferik bulging, Ps: posterior santral, Sgps: sağ parasantral, Slps: sol parasantral, Sgf: Sağ foraminal, Slf: Sol foraminal

Sekans Lokalisasyon	2D/Myelo	3D/Myelo	B-TFE
Dpb	0.59	0.64	0.72
Ps	0.30	0.38	0.48
Sgps	0.65	0.74	0.79
Slps	0.55	0.57	0.61
sgf	0.07	0.17	0.34
slf	0.23	0.28	0.42

Tablo 4.6: 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının disk hernisi lokalizasyonuna göre Kappa değerleri. Dpb: diffüz periferik bulging, Ps: posterior santral, Sgps: sağ parasantral, Slps: sol parasantral, Sgf: Sağ foraminal, Slf: Sol foraminal

## TARTIŞMA

Genel popülasyonun yaklaşık % 60-80'inin yaşamları boyunca en az bir kez bel ağrısı çektiği bildirilmektedir (72). Bel ağrısına neden olan birçok hastalık bulunmakla birlikte bunların arasında en fazla görülen patoloji disk hernileridir. İş gücü kaybına yol açarak sosyoekonomik sorunlarında kaynağı olan disk hernilerinin lumbal, servikal, torakal seviyede görülme sıklığı sırasıyla %61.94, %36.1 ve %1.96'dır (4). Kendi içinde ise literatüre göre lumbal disk hernileri en sık L4-5 seviyesinde izlenmekte olup bizim çalışmamızda da tespit ettiğimiz 225 disk hernisinin 87'si (%40) yine L4-5 seviyesinde bulunmuştur. Cinsiyet göz önüne alındığında lumbal seviyede görülen disk hernisi sıklığının erkeklerde daha fazla olduğu (% 65-80) bildirilmiştir (73). Fakat bizim çalışmamızda bu oran % 30 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda bu sıklığın kadında %70 gibi daha yüksek oranda bulunmasının nedeninin yaşam şartlarına bağlı olabileceğini düşündük.

Disk hernilerinin tespitinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunların başlıcaları direk grafi, konvansiyonel myelografi, BT, BT myelografi ve MRG'dir. Birçok merkezde kabul gören tek görüntüleme yöntemi konvansiyonel MRG olup altın standart olarak kabul edilmektedir (9). MRG ile disk patolojilerinin seviyesi ve lokalizasyonu büyük oranda tespit edilebilmektedir. Margaret ve ark. larının yaptığı çalışmada bu oran %90-95 arasında bulunmuştur (74).

Bununla birlikte, konvansiyonel MRG'de çok seviyede disk herniasyonlu hastalarda basının en şiddetli olduğu disk düzeyini belirlemede, dar spinal kanal saptanan hastalarda, kök basısı konfirme edilemeyen disk herniasyonu saptanan hastalarda Konvansiyonel Myelografi ve BT myelografi tetkikleri uygulanabilmektedir. Bu iki tetkikin radyasyon riski taşıması, invaziv girişim olmaları, kullanılan kontrast maddeye bağlı yan etkilerinin olması, enfeksiyon ve kanama riski taşımaları gibi dezavantajları vardır. Ayrıca spinal blok varlığında, kontrast maddenin bloğun distalinde izlenememesi de önemli bir handikaptır (10,11).

Son yıllarda MRG'de meydana gelen gelişmelerle invaziv olmayan, kontrast madde gerektirmeyen, radyasyon riski taşımayan MRM yöntemi uygulanabilmektedir. MRM, BOS'u endojen kontrast madde olarak kullanarak spinal kanalı ve proksimal

sinir köklerini konvansiyonel myelografiye benzer şekilde görüntüleyebilmektedir. Tanısal bir yöntem olarak bakıldığında, MRM'nin konvansiyonel MRG'ye bir üstünlüğü yoktur. Ancak yardımcı tetkik olarak konvansiyonel myelografinin yerine MRG ile birlikte kullanılması önerilebilir (75).

Literatür bilgilerimize göre MRM incelemesi için yağ baskılamanın eklendiği ağır T2A fast spin eko (FSE), T2A gradient eko ve "single-shot" TSE sekansları kullanılmıştır. Yapılan ilk çalışmalarda yağ baskılamasız MRM incelemesi uygulanmıştır. Bu yöntemle, tekal kese konturlarının net olarak seçilebilmesine rağmen yağ dokusundan kaynaklanan hiperintensite nedeniyle proksimal sinir konturlarının net olarak seçilemediği dolayısıyla lateral ve oblik görüntülerde disk herniasyonlarının belirlenmesinde zorluk olduğu bildirilmiştir. Son yıllarda MRM'ye yağ baskılamanın eklenmesiyle hiperintens olan BOS intensitesi ile yağ intensitesinin karışması engellenerek tanısal kalite artırılmış ve konvansiyonel myelografi ile karşılaştırılabilir nitelikte MRM görüntüleri elde edilmiştir. Çalışmamızda 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE için BOS intensitesi ile yağ intensitesinin karışmasını engellemek için yağ baskılama tekniğini kullandık.

Yine literatür bilgilerimize göre 2D/Myelo ile yapılan iki adet MRM çalışması mevcuttur(76.77) Krudy tarafından yapılan çalışmada (76) lumbal ve servikal bölgeye yönelik yağ baskılamalı, ağır T2A TSE sekansı kullanılmış olup lumbal bölge için tanısal kalite yeterli bulunmuş servikal bölge için ise yeterli bulunmamıştır. Thornton ve ark. (77), 2D/Myelo görüntüleri için FSE (TR: 9000 ms, TE: 272 ms matrix 256 x 256, nex: 3) tekniğini kullandılar. Lumbal dejeneratif disk hastalığı olan 100 hasta üzerinden yaptıkları bu çalışmada duyarlılık ve seçiciliği sırası ile %72 ve %93 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda toplam 100 hastaya ait 500 disk seviyesi değerlendirildiğinde, MRG ile saptanan 225 disk hernisinden 138 tanesi 2D/Myelo ile tespit edilebildi. Bu sonuçlara göre; 2D/Myelo'nun duyarlılığı %39.8, seçiciliği %98.7 olarak bulunmuştur. İntervertebral disk seviyelerine göre değerlendirildiğinde en yüksek duyarlılık L1-2'de (%60), en düşük duyarlılık ise L5-S1'de (%10.7); en yüksek seçicilik L1-2 ve L5-S1'de (%99.3, %99.4), en düşük seçicilik L4-5'de (%97.1) tespit edildi.

Lumbal düzeyde L1'den S1'e doğru gidildikçe tekal kese genişliği ve anterior epidural yağ doku artış göstermekle birlikte bu durum özellikle L4-5 ve L5-S1 düzeyinde daha belirgindir. Özellikle L4-5 ve L5-S1 seviyelerindeki disk hernileri anterior epidural yağ dokusunun fazla olması nedeniyle, belli bir boyuta gelinceye

kadar tekal keseye bası yapmamasına karşılık epidural yağda yer değişikliği oluşturur. Bu nedenle minimal boyutta izlenen disk protrüzyonları 2D/Myelo'da değerlendirilemeyebilir. Çalışmamızda MRG'de L4-5 düzeyinde 15, L5-S1 düzeyinde ki 17 adet olarak izlenen minimal disk hernilerinin 2D/Myelo'da belirlenememesi, 2D/Myelo'nun duyarlılığının düşük bulunmasında önemli rol oynadığı düşünülmüştür.

Oktay Erdem ve ark. ları (8) 3D/Myelo görüntüleri için T2A TSE (TR: 8000 ms, TE: 1000 ms, kesit kalınlığı: 2mm, gap: 0mm, yağ baskılama, çekim süresi:3.44 dk) tekniğini kullandılar. Kaynak görüntüler üzerinden MIP tekniği ile sekiz kesit oluşturdular. 50 hasta üzerinden yaptıkları bu çalışmada 3B-MRM'nin disk herniasyonu saptamadaki duyarlılığı %90 ve seçiciliği %100 olarak bildirmişlerdir M. J. O'connell ve ark. ları (9) T2A half-Fourier single shot fast spin echo (HASTE) (TR: 8000 ms, TE: 1000 ms, kesit kalınlığı 20mm, yağ baskılama, çeki süresi 3.20dk) tekniğini kullandılar. 207 hasta üzerinden yaptıkları çalışmada MRM'nin tanının elde edilmesindeki yeteneği değerlendirdiler. 151 hastada (%73) MR myelografinin ek bilgi vermediğini bildirdiler. Hiçbir hastada MR myelografi tanı için gerekli görülmediğini bildirmişlerdir.

Klaus Hergan ve ark. ları (78) 1996 yılında 0.5 Tesla MR ile T2A TSE (TR:1000 ms, TE:100ms) tekniğini kullandılar. 20 hasta üzerinden yaptıkları çalışmada MRM ile Konvansiyonel Myelografiyi karşılaştırdılar. Karşılaştırma sonucuna göre görüntü kalitesinin, dural kesenin, sinir kökü kılıflarının ve sinir köklerinin subjektif değerlendirilmesinde Konvansiyonel Myelografi'nin MRM'ye göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Ancak çalışmada yağ baskılama tekniğinin kullanılmaması nedeniyle yağ dokulara ait arka fon intensitelerinin tanıda güçlüğüne yol açmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Margaret H Pui ve ark. ları (74) single-shot FSE (TR:10 000ms, TE:250 ms, kesit kalınlığı: 1mm, gap: 0mm, yağ baskılama, çekim süresi: 5dk) tekniğini kullandılar. 72 hasta üzerinden yaptıkları çalışmada MRM'nin duyarlılık ve seçiciliğini %82 olarak bildirmişlerdir.

Çalışmamızda 3 boyutlu değerlendirme için 3D/Myelo ve B-TFE olmak üzere iki sekans değerlendirmeye alınmıştır. 3D/Myelo'da 3.44sn süren T2A TSE tekniği kullanılırken B-TFE'de 2.05sn süren T2A GE tekniği kullanılmıştır. Çalışmamızda MRG'de izlenen 225 disk hernisinden 3D/Myelo'da 152 tanesi, B-TFE'de 158 tanesi tespit edildi. Buna göre 3D/Myelo'nun duyarlılığı %45.9, seçiciliği %98.8, B-

TFE'nin duyarlılığı %54.4, seçiciliği %98.8 olarak bulunmuştur. İntervertebral disk seviyelerine göre değerlendirildiğinde 3D/Myelo'da en yüksek duyarlılık L2-3'de (%64.9), en düşük duyarlılık ise L5-S1'de (%17.3); en yüksek seçicilik L2-3 ve L5-S1'de (%99.4, %99.8), en düşük seçicilik L4-5'de (%97.6) tespit edildi. B-TFE'de en yüksek duyarlılık L2-3'de (%81,7), en düşük duyarlılık ise L5-S1'de (%25,3); en yüksek seçicilik L1-2 ve L5-S1'de (%99,7, %99,8), en düşük seçicilik L4-5'de (%96,9) bulunmuştur.

Bu sonuçlar Klaus Hergan ve ark. ları ile M. J. O'connell ve ark. larının bildirdiğine göre daha yüksekti. Margaret H Pui ve ark.larının elde ettikleri sonuçlarda ise duyarlılık çalışmamızdaki sonuçlara göre daha yüksek, seçicilik ise daha düşüktü. Oktay Erdem ve ark. ları ise bizim çalışmamıza göre daha yüksek oranda sonuç elde ettiler. Oktay Erdem ve ark. larının yaptığı çalışmada hasta sayısının az olması ve kesit kalınlığının 2mm olması duyarlılık ve seçiciliğin çalışmamızdan yüksek çıkmasında rol oynayabilir. Ayrıca L4-5 ve L5-S1 düzeyinde tekal sakın genişliği, epidural yağ dokusunun fazlalığı ve tekal keseye bası yapmayacak seviyede olan minimal disk hernileri 2D/Myelo'da olduğu gibi 3D/myelo ve B-TFE görüntülerinde de duyarlılık ve seçiciliği düşürmektedir.

Çalışmamızda 2D/Myelo, 3D/Myelo ve B-TFE sekanslarının herniasyon lokalizasyonu açısından duyarlılık ve seçicilikleri değerlendirildi. Bütün lokalizasyonlarda B-TFE sekansının duyarlılığı 2D/Myelo ve 3D/Myelo'dan üstün bulundu. B-TFE sekansında en yüksek duyarlılık diffüz periferik bulging'de (%72) ve parasantrallerde (sağ %87.5, sol %63.6) izlenirken, en düşük duyarlılık foraminal disk hernilerinde (sağ %23.4, sol %30) saptandı. Sinir kılıfının proksimal kesiminde, sinir kökü etrafındaki BOS belli bir miktarda izlenirken distal kesimde çok daha azdır. MRM, BOS'u endojen kontrast madde olarak kullandığı için sinir kılıfı proksimal kesimi izlenirken, distal kesiminden her zaman görüntü alınamayabilir. Ayrıca sinir kılıfı etrafındaki yağ dokusunda, foraminal disk hernisinin kılıfa baskı yapmasını engellemektedir. Sonuç olarak foraminal disk hernisi belli bir düzeye gelmeden proksimal sinir kılıfına baskı yapmayacağı için MRM'de patoloji tespit edilemeyebilir. Bu etkenlerden dolayı foraminal disk hernisini MRM'de tespit etmek zorlaşmaktadır.

2 boyutlu olan 2D/Myelo ile 3 boyutlu olan 3D/myelo ve B-TFE sekansları disk hernilerinin varlığı ve lokalizasyonu açısından değerlendirildiğinde 3 boyutlu sekansların duyarlılık ve seçiciliği 2 boyutlu sekanstan daha yüksek çıkmaktadır.

2D/Myeloda tek planda tek görüntü elde edilebilmesi, buna karşın 3 boyutlu sekanslarda MIP yapabilme imkanının olması ve kesit sayısının fazla olmasının da avantajıyla görüntülerin depolanarak farklı açılarda ve planda tekrar değerlendirilebilmesi aradaki farkın oluşmasında rol oynayabilir.

3D/Myelo ve B-TFE kendi içinde değerlendirildiğinde disk hernisinin varlığı ve lokalizasyonun tespitinde B-TFE, 3D/Myelo'dan azda olsa daha iyidir. Üstelik B-TFE'nin süresi 2.05 olup zaman açısından da 3.44sn süren 3D/Myelo'dan daha avantajlıdır.

Sonuç olarak disk hernilerinin tespitinde Konvansiyonel MRG tetkikine yardımcı olmak için MRM planlanan hastalarda hem duyarlılık ve seçiciliğinin yüksek olması ve hemde süresinin daha kısa olması nedeniyle 3 boyutlu B-TFE sekansının, 2 boyutlu 2D/Myelo yerine kullanılabileceği düşünülmüştür.

## KAYNAKLAR

1. Long DM, Filtzer DL, Ben Debba M, Hendler NH, Clinical Features Of The d-Back Syndrome. J. Neurosurg 1988;69:61-67.
2. Lucas PR: Low back pain. Surg Clin North Am.;63:1983;515-28.
3. Battie MC and Bigos SJ: industrial back pain complaints: a broader perspective. Orthopedic Clinics of North America; 1991;22;2:273-282.
4. Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon. Ülkü Akarımak, Kenan Akgül.
5. Güven MB. Lomber Disk Hernilerinde Retrospektif Bir Çalışma. Van Tıp Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 1, Ocak/1999
6. Kraniosinal Manyetik Resonans. Haziran 2003 Ankara, Türkiye
7. Karaeminogulları O. Aydınlı U. Dejeneratif Lomber Spinal Stenoz Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi 2004 • Cilt: 3 Sayı: 3-4
8. Erdem O, Erdem Z., Gündoğdu S. Lomber disk hastalarında üç boyutlu MR myelografinin yeri *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji* (2004) 10:189-195
9. O'Connell MJ, Ryan M, Powell T, Eustace S. The value of routine MR myelography at MRI of the lumbar spine. Acta Radiol 2003; 44(6):665-672.
10. Eysel P, Rompe JD, Schaub T, Meurer A. Value of imaging techniques in the diagnosis of lumbar intervertebral disc prolapse. Z Orthop Ihre Grenzgeb 1994; 132:371-376
11. Figueroa RE, Stone JA. MR imaging of degenerative spine disease: MR myelography and imaging of the posterior spinal elements. In: Castillo M, ed. Spinal Imaging, State of Art. Philadelphia: Hanley and Belfus. 2001; 105-122.
12. Davis Jr CH: Extradural Spinal cord and nerve root compression lesions of the lumbar area. Neurological Surgery 1973; II; 63; WB Saunders Comp. London.
13. Shapiro R: Myelography. Year book Medical Publishers Inc. 1968; Chicago.
14. Hlavín ML, Hardy RW: Lumbar disc disease. Neurosurgery Quarterly 1991; 1: 29-53.
15. Howort MB, Petrie JG: Injuries of the Spine. The Willams and Wilkins Comp. 1964; Baltimore.
16. Bozbuğa, M : Nörobilim Renkli atlası Nöroanatomi ve Nörofizyoloji, 2004, 58-59

17. Gasser RF. Evidence that sclerotomal cells do not migrate medially during normal embryonic development of the rat. *Am J Anat* 1979; 154:509-24.
18. Zileli M., Özer F : Omurilik ve Omurga Cerrahisi, Cilt I Meta Basım Matbaacılık hizmetleri, İzmir, 2002, 739-746
19. Sensenig EC. The early development of the human vertebral column. Carnegie Institute of Washington Publication. *Contrib Embryol* 1949; 33: 21-42.
20. Carty H. Imaging children. Elsevier 2005, 2nd edition, Vol II, Section 12: Neuroradiology., 12.1: Congenital malformations of the spine and spinal cord. p1405.
21. Kuhn JP, Slovis T, Haller . Caffey's pediatric X-ray diagnosis. Elsevier 2004, Vol I, Section III, Part V: The vertebrae. p116.
22. Taylor JR. Growth of human intervertebral disc and vertebral bodies. *J Anat* 1975; 120: 49-68.
23. Naderi S: Omurga biomekaniği-klinik kavramlar: Zileli M, Özer F (editörler), Omurilik ve omurga cerrahisi, ikinci baskı, cilt 1, İzmir: Meta: 2002, 125-137
24. Akı S: Lomber Vertebral Kolonun Fonksiyonel Anatomisi. Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehab. Derg., Mayıs Özel Sayı, 1998: 12-20
25. Şar C: Lomber Omurganın Anatomik Özellikleri. In: Özcan E (ed), Ketenci A, Bel Ağrısı Tanı ve Tedavi, Nobel Kitabevi, İstanbul, 2002, 9-20
26. Tunçbay E: Nöroşirürji. Ege Üniv. Tıp. Fak. Yayınları 1977; Bornova-İzmir.
27. Lindlrom K: Diagnostic puncture of intervertebral discs in sciatica *Acta Orthop Scand* 1948; 17: 231 -239.
28. Castro WH, Halm H, Jerosch J, Malms J, Steinberk J, Blasius S: Accuracy of pedicle screw placement in lumbar vertebrae. *Spine* 11: 1996, 1320-1324
29. Cailliet R: Bel Ağrısı Sendromları. Çeviri Ed. Tuna N, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 1994: 41-56
30. Öktenoğlu T, Özer F: Lomber omurganın cerrahi anatomisi, Zileli M, Özer F (editörler), Omurilik ve omurga cerrahisi, ikinci baskı, cilt 1, İzmir: Meta: 2002, 69-76
31. Panjabi MM, Goel V, Oxland T: Human Lomber vertebra: A three-dimensional anatomy. *Spine*, 17(3): 2002, 299-306
32. Fisticaro MD, Shafi B, Beiner JM, Grauer JN, Kwon BK, Vaccaro AR : Basic Anatomy of the Cervical, Thoracic, Lumbar, and Sacral Spine. *Spine Core Knowledge In Orthopaedics*. Philadelphia, 2005, 1-13

33. Goel VK, Njus GO: Stres-strain characteristic of spinal ligaments.32nd Trans Orthop Res Soc, New Orleans, 1986, 1-2
34. Kapandji IA: The lumbar vertebral column. In: The physiology of the joints, Vol 3, Second Edition, Ed. Kapandji IA, 1974: 72-127
35. Netter FH. The CIBA Collection of Medical Illustrations. 1st edition, 1983. Publishedby CIBA. Vol I, Part I: Nervous System.: Anatomy. Physiology., pp 17-18.
36. Myklebust JB, Pintar FA, Yoganandan N, et al.: Tensile strength of spinal ligaments.Spine 13: 1988, 526-531
37. Kahanovitz Neil Diagnosis and Treatmeant Low Back Pain Sf 5-23
38. Anatomy biomechanics epidemiology and sources of spinal pain. Low back and neck pain:Comprehensive diagnosis and management. 2004
39. Frank HN. The Netter Collection of Medical Illustrations. Volume I, Nervous System-Part I, Anatomy and Physiology; 2000, 17-18
40. Odar Veli, Anatomi ders kitabı, Sistem ofset, Ankara, 1;1986: 67-70.
41. Zileli M, Özer F; Omurilik ve omurga cerrahisi, Saray medikal yayıncılık, İzmir 1997;1:33-35, 54-61, 431-433, 2: 713-722.
42. Williams PL, The anatomical basis of medicine and surgery, in Gray's anatomy, 38111 edition, Churchill Livingstone. London. 1995; 512-514.
43. Bogduk N. The anatomy of the lumbar inervertebral disc syndrome. Med J Aust 1976;1: 878-881.
44. Kojima Y, Maeda T, Arai R, et al. Nerve supply to the posterior longitudinal ligament and the intervertebral disc of the rat vertebral column as studied by acetylcholinesterase histochemistry.I. Distrubution in the lumbar region. J Anat 1990;169: 237-246.
45. Gökalp HZ, Erongun U. Nöroşirurji ders kitabı, Mars Matbaası, Ankara 1988; 185-186.
46. O'laoire SA, Thomas DGT: Spinal cord compression due to prolapse of cervical intervertebral disc Treatment in 26 cases by discectomy without bone graft. J Neurosurg 59:847-853, 1983.
47. Andersson, G.D.J.: Back Scholls Chp. 15 The Lumbar Spine and Back Pain (1987)
48. Nefter, F.H.MD. The Ciba Collection of Medical illustrations Volume I Nervous System Part I. Anatomy and Physiology. Donelly and Sons Company Printed in USA

49. Cox JM. Biomechanics of the lumbar spine. *Low Back Pain Mechanism, Diagnosis and Treatment* (Editor Cox JM). Williams&Wilkins. 1991, ss:85  
Orthop1977; 129; 46.
50. Tuncel E. Klinik Radyoloji. 2008 Nobel Güneş Tıp Kitabevi
51. Michael DM, Christopher MB, David GM. Pathophysiology of lumbar disc degeneration. *Nerosurg Focus* 2002; 13 (2).
52. Dowd GC, Wirth FP: Anterior discectomy: is fusion necessary? *J Neurosurg (Spine 1)* 90:8-12, 1999.
53. Donahue D, Whetsell W ,Pathological considerations of the herniated nucleus pulposus. In : Camins and P . Oleary Lumbar Spine. New York : Raven Press , 1987 ; 427-437,
54. Yu S, Haughton VM, Sether LA, Wager M. Anulus fibrosus in bulging intervertebraldiscs. *Radiology* 1988; 169: 761-763.
55. Hayashi N, Lee H, Weinstein JN: The source of pain in the spine. In Bridwell KH, De Wald RL ed *The Textbook of Spinal Surgery*, second edition, Vol:2, Philadelphia, Lipincott Raven Publishers:1503-1514,1997.
56. Doç.Dr.Cem Açıkbaş Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı
57. Roos A, Kressel H, Spritzer C, et al: MR imaging of marrow changes adjacent to end plates in dejenervative lumbar disc disease. *AJR* 1987; 149: 531-534.
58. Kırış T, Turantan İ: Lomber disk hastalığı ve cerrahi tedavisi. *Türkiye Fiziksel Yıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, Özel Sayı, Mayıs, 1998, 85-90
59. Sinaki M, Mokri B: Low Back Pain and Disorders of the Lumbar Spine. In: Braddom RL(ed),*Physical Medicine & Rehabilitation*, WB. Saunders Company, Philedelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, 1996, 813-850
60. Rothman RH, Simeone FA: Lumbar disk disease. *The Spine* 1975; II; 9; WB Saunders Comp. London.
61. Armstrong JR: Lumbar Disk Lesions 1967; E. S. Livingstone Ltd. Edinburg.
62. Zileli M, Özer AF ( ed ). Omurilik ve Omurga Cerrahisi. META Basım Matbaacılık 2002, pp 639-640.
63. Spratt KF, Weinstein JN, Lehmann TR, Woody J, Sayre H. Efficacy of flexion and extension treatments incorporating braces for low-back pain patients with retrodisplacement, spondylolisthesis, or normal sagittal translation. *Spine* 1993, 18(13): 1839-49.

64. Knuttson B: Comparative value of electromyography, myelography and clinico-neurological examination in diagnosis of lumbar root compression syndrome. *Acta Orthop Scand* 1961; 49.
65. Gurdjian ES, Ostrowski AZ, Hardy WG, et al: Results of operative treatment of protruded and ruptured lumbar discs. *J. Neurosurg.* 1961; 6: 783-791.
66. Buirski G: Magnetic resonance signal patterns of lumbar discs in patients with low back pain: A prospective study with discographic correlation. *Spine* 1992; 17; 10: 1199-1204.
67. Hansen EB, Praestholm J: A clinical trial of amipaque in lumbar myelography. *Br. J. Radiol* 1976; 49; 577: 34-38.
68. Taylor S: CT of the normal and abnormal spine. *Computed Tomography of the Head, Neck and Spine* 1985; Chicago.
69. Resnick D., Niwayama G., Basic sciences of metabolic and endocrine diseases. *Diagnosis of Bone and Joint Disorders* (ed: Resnick D), W.B. Saunders Company, 1988, pp: 1940-1948.
- 70 Kendall B.E., *Neuroradiology of the spine*. Textbook of Radiology and Medical Imaging (ed: Sutton D.), c. Livingston, 1993, pp: 1407-1444.
- 71 Ross J.S., Robertson J.T., Frederickson R.c., et al: Association between peridural scar and recurrent radicular pain after lumbar discectomy: Magnetic Resonance Evaluation. *Neurosurgery* 38(4): 855-861, 1996.
72. Yorimitsu E, Chiba K, Toyama Y, Hirabayashi K. Long term outcomes of Standard discectomy for lumbar disc herniation. A follow-up study of more than 10 years. *Spine* 2001; 26 (6): 652-657.
73. Kудay C: Bel ağrıları. Tanı ve tedavisi: Logo Yayıncılık A.Ş.İstanbul 1-28, 1993.
74. Margaret H Pui and Yousuf A Husen. Value of magnetic resonance myelography in the diagnosis of disc herniation and spinal stenosis. *Australasian Radiology* (2000) 44, 281-284
75. P. Ferrer. MR-myelography as an adjunct to the MR examination of the degenerative spine. *MAGMA* (2004) 16: 203-210
76. Krudy AG. MR myelography using heavily t2-weighted fast spin-echo pulse sequences with fat suppression. *AJR* 1992; 159:1315-1320
77. Thornton MJ, Lee MJ, Pender S, Mc Grath EP, Brennan RP, Varghese JC. Evaluation of the role of magnetic resonance myelography in lumbar spine imaging. *Eur Radiol* 1999; 9:924-929.