

YAŞLANAN OMURGA BİYOMEKANİĞİ

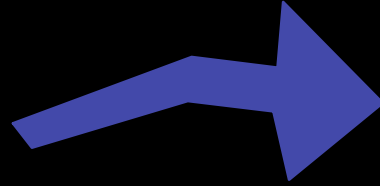
Dr.Hakan BOZKUŞ



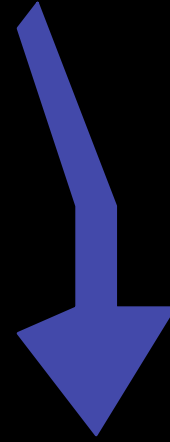
VKV Amerikan Hastanesi

YAŞLANMA

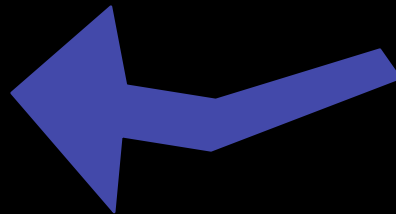
Doku
Adaptasyonu



Dejeneratif
Değişiklikler



Değişen Materyel
Özellikleri



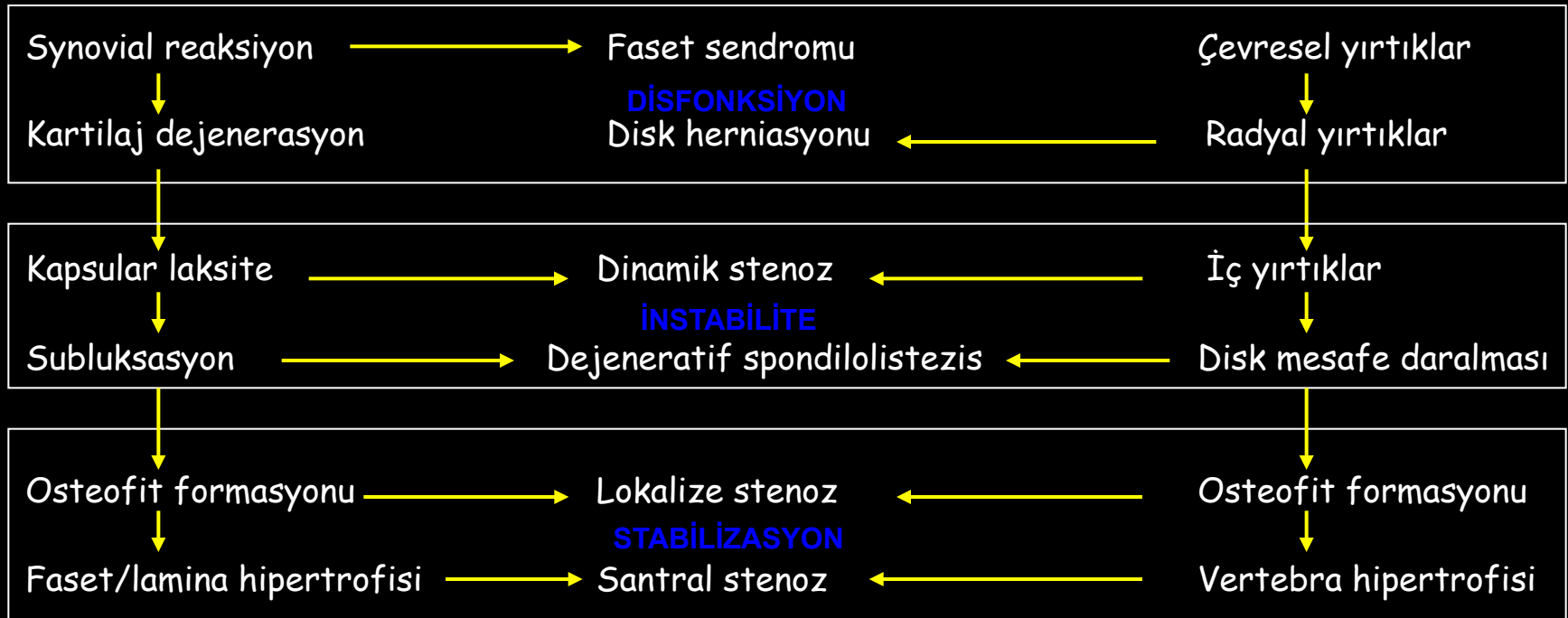
Değişen
Mekanik
Çevre



Dejeneratif Kaskad

Faset

Disk/Annulus



SPONDILOZİS

Dejeneratif Kaskadda Kim Ne Kadar Zaman Harcıyor ?
Herkes Kaskadı Tamamlayabiliyor Mu ?

DISFONKSIYON

Ağrı

İNSTABİLİTE

Ağrı, Nörolojik Defisit

STABİLİZASYON

Kronik Ağrı, Kalıcı Nörolojik Defisit

Omurga Yaşlanması

- Omur cismi
 - Korteks
 - Trabeküller
 - Endplate
- Faset eklemleri
- İntervertebral disk
- Ligamanlar
- Paravertebral adale

Elastisite Modülü

Gerilmenin birim şekil değişikliğine oranıdır.

Elastisite modülü yüksekse cisim daha fazla dayanımlıdır.

$$E = \sigma / \varepsilon$$

= GERİLME / BİRİM ŞEKİL DEĞİŞİKLİĞİ

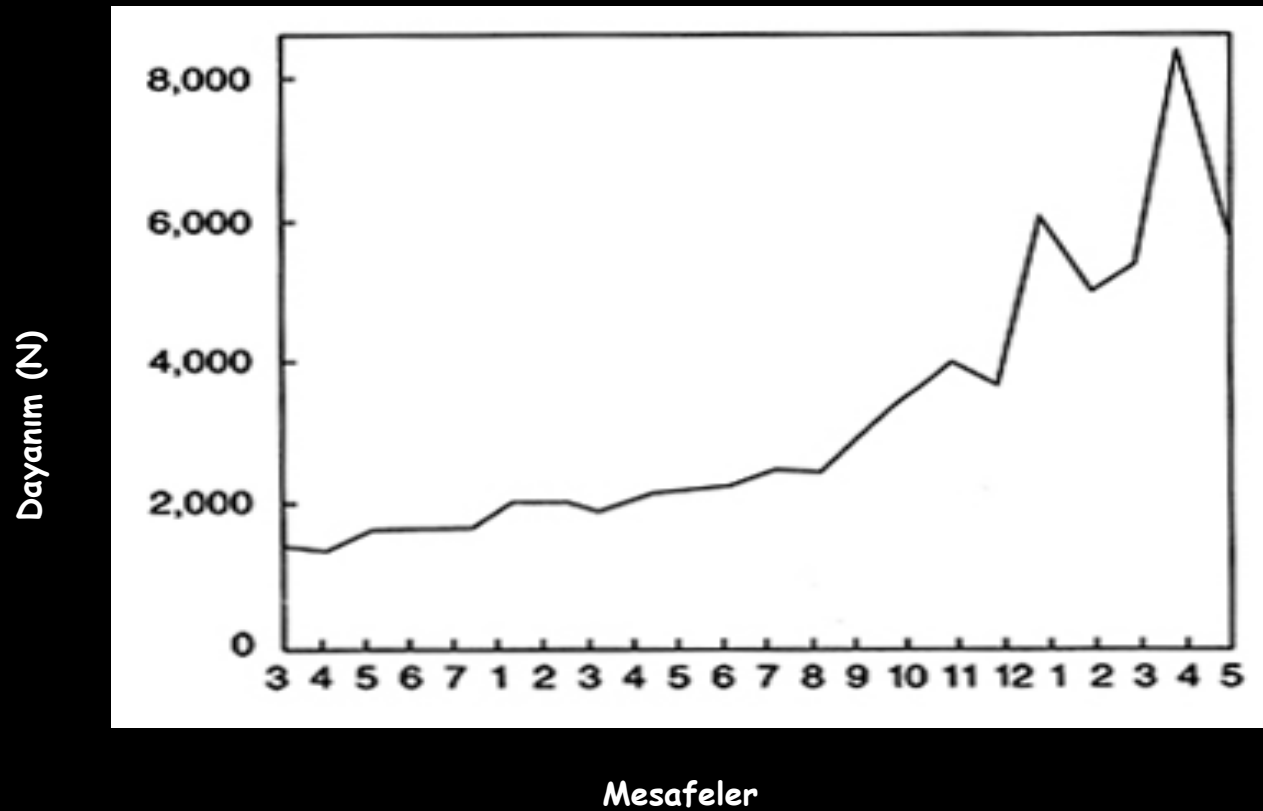
Elastisite Modülü

Kısım	Elastisite Modülü (Young's Modülü) (MPa)
Spongioz kemik	100
Kortikal kemik	10000
Posterior elemanlar (pedikül, lamina, spinoz proses)	3500
End plate	50, 500, 1500
İntervertebral annulus	1.7, 3.4, 6.8
İntervertebral nukleus	3.4

(MPa= Mega Paskal= 10^6 N/m²)

Korteks Dayanımı

Basma yüklemesi



Korteksden Yük Geçişi

Rockoff (1969)

%45-75

McBroom (1985)

%10

Yoganandan (1988)

%40

Faulkner (1991)

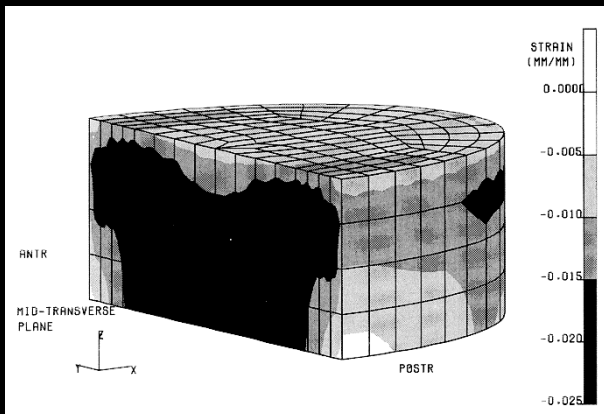
%12 (osteoporozda %56)

Burr (1994)

%50 (osteoporozda %90)

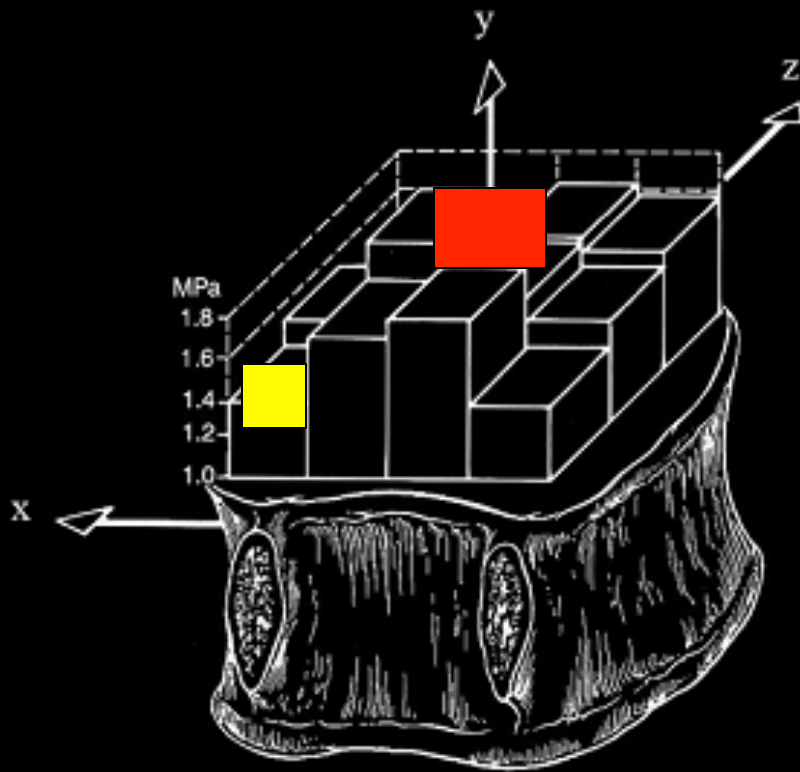
Matthew (1997)

%10 (her yaş grubunda)



Trabeküler Dayanımı

Basma yüklemesi



Basma yüklemesine dayanım;

En fazla → ORTA

En az → ARKA YAN

1 MPa= 10 kg/cm²

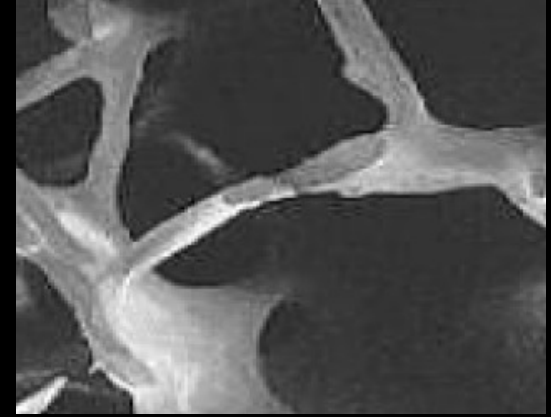
Kazarian, 1977

Omur Cismi Dayanımı

- Kemik mineral dansitesi ile vertebranın aksiyal basma kuvvetine dayanımı direk ilişkili
- 1 MPa - 5 MPa vertebranın kırıldığı aksiyal yük

$$1 \text{ MPa} = 10 \text{ kg/cm}^2$$

Osteoporoz

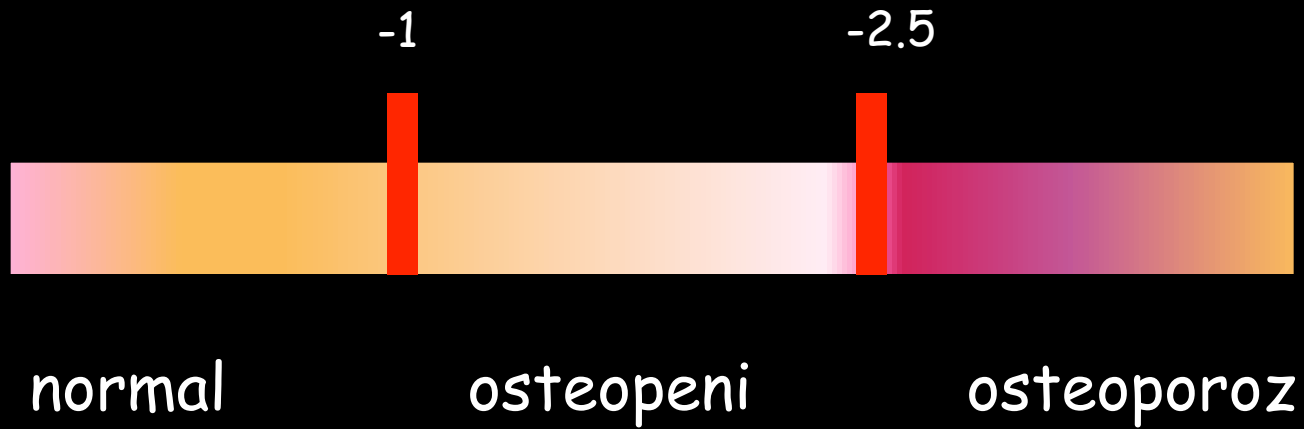


DEXA

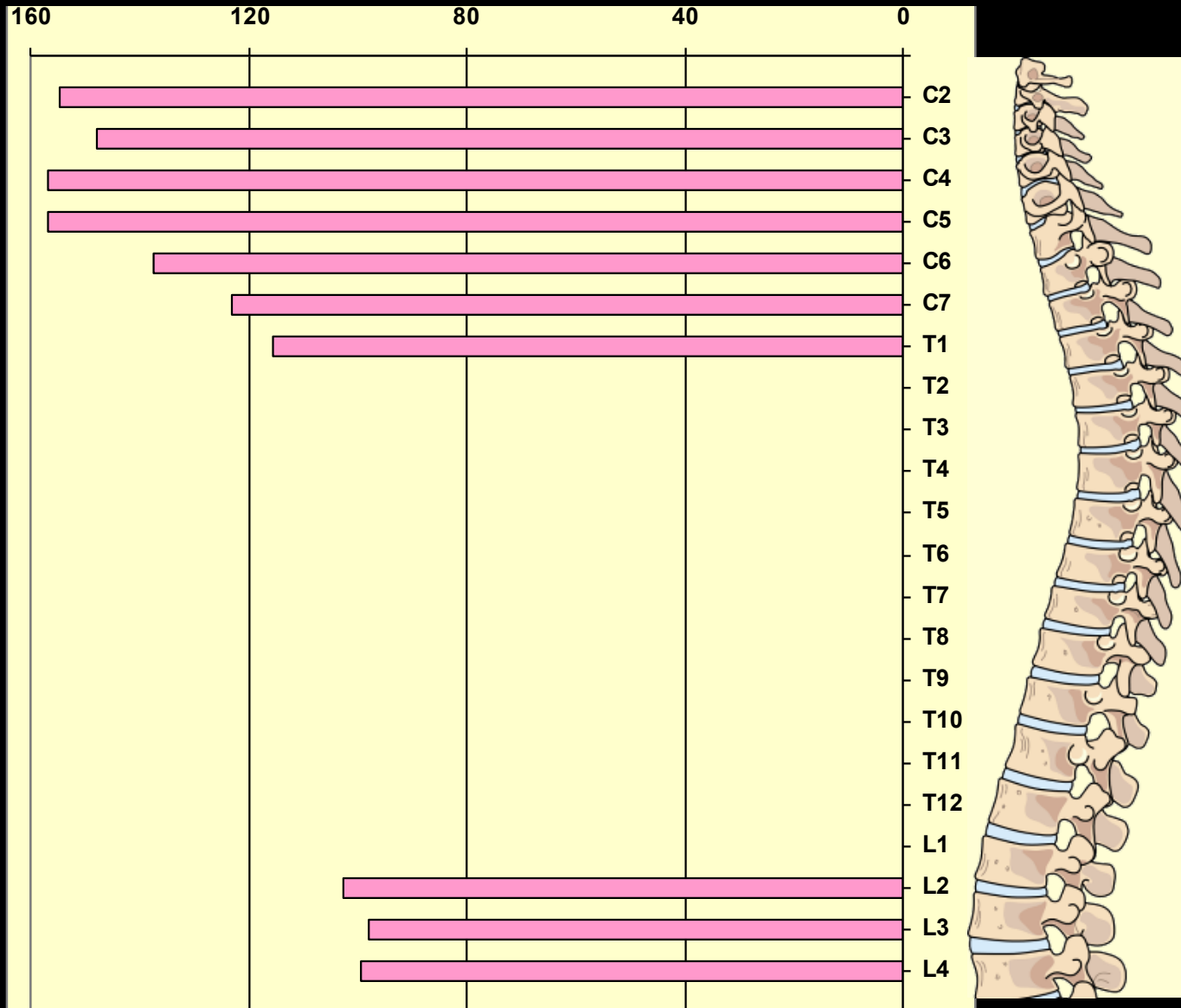
- **T skoru:** Hastanın kemik mineral dansitesi değerinin genç erişkin ortalama ile karşılaştırılması
- **Z skoru:** Hastanın kemik mineral dansitesi değerinin aynı yaş, cins ve boydaki kişiler ile karşılaştırılması

Osteoporoz

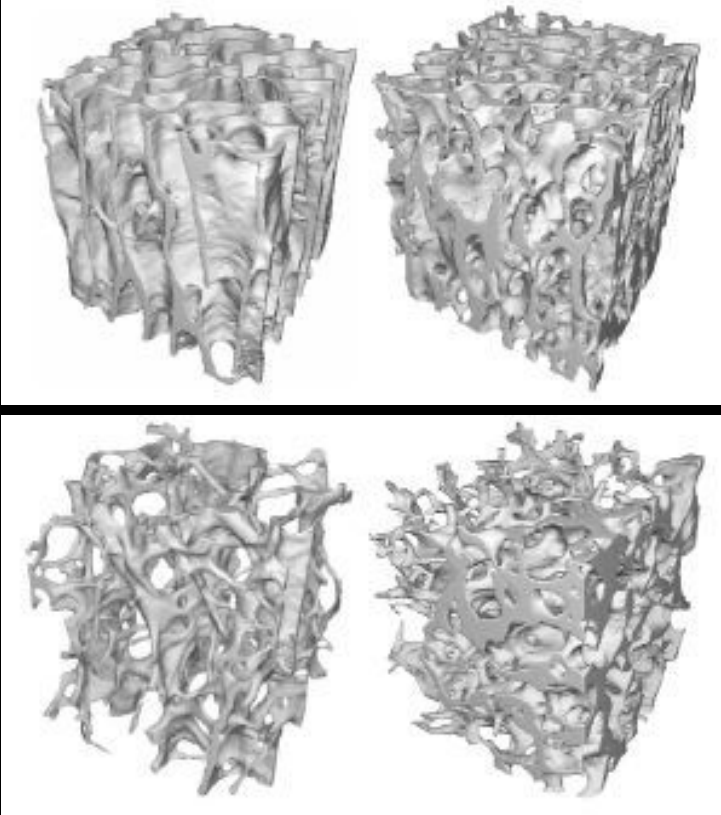
T Skoru



Kemik mineral dansitesi ?

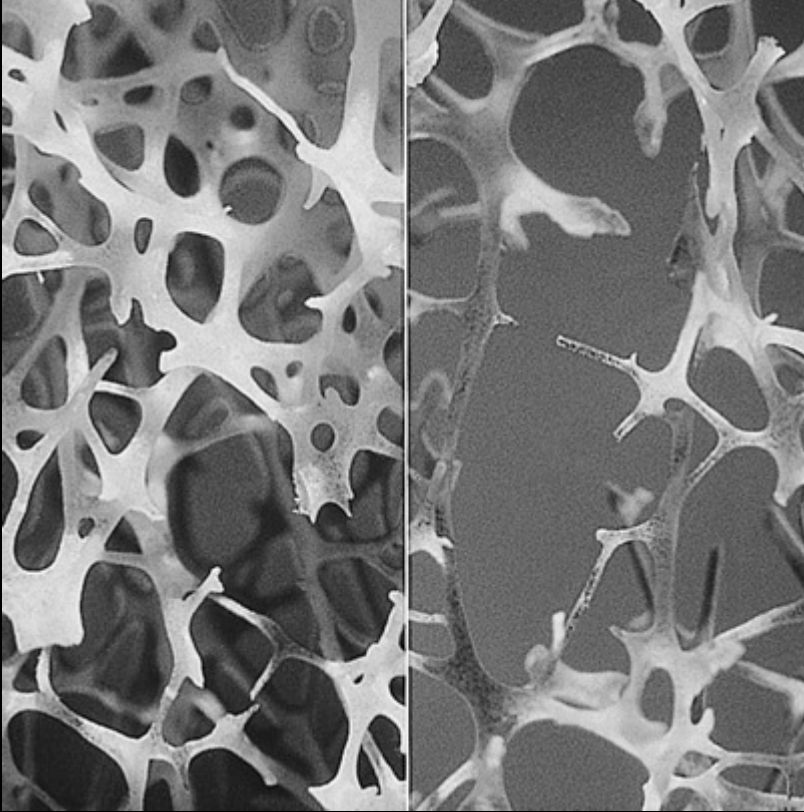


Trabeküler Kemik



- Aynı kemikte farklı morfolojik yapıda
- Basma kuvvetlerine çekme kuvvetlerinden daha fazla dayanımlı

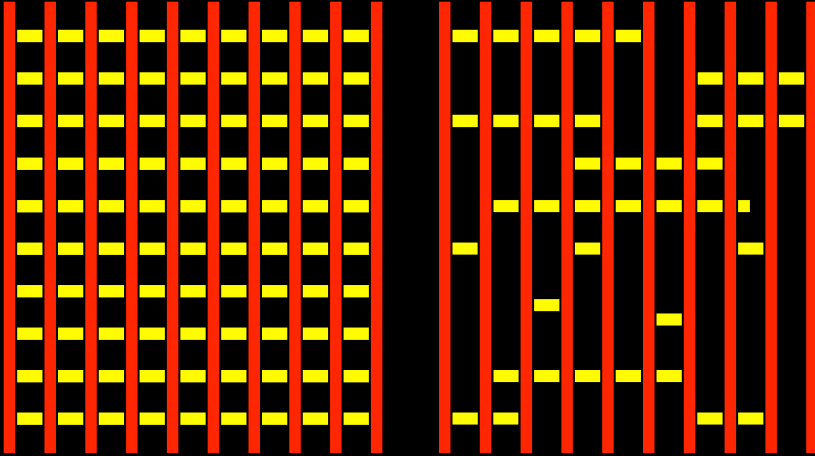
Trabeküler Kemik



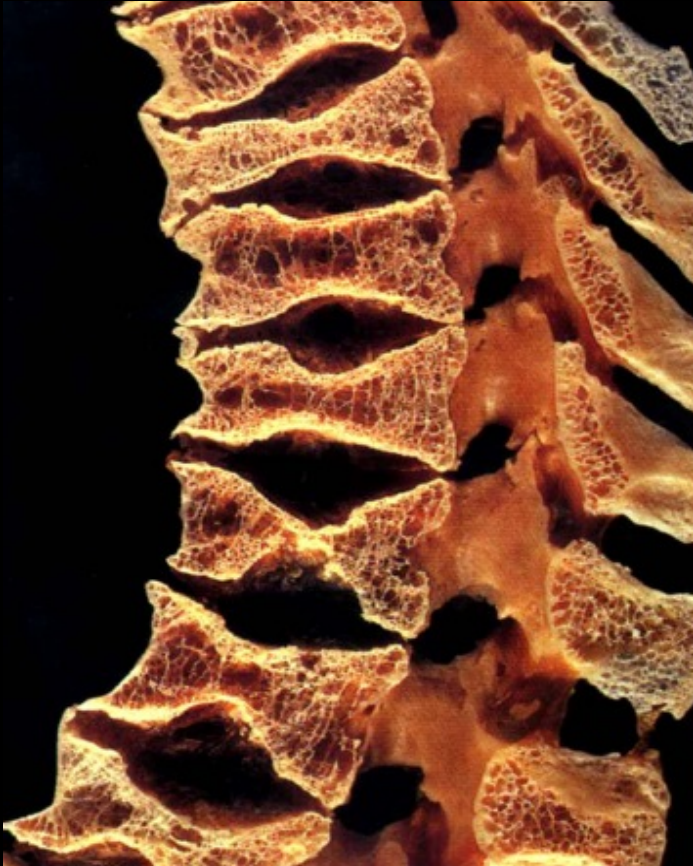
- Yaşa bağılı ilk değişiklikler trabeküler kemikte başlıyor
- İlk kaybedilen kısım yatay trabeküller
- Vertebra endplatelerine yakın yerlerde ortaya göre daha yoğun trabeküler yapı

Trabeküler Kemik

Osteoporozda ana yük taşıyıcı dikey trabeküler kemik



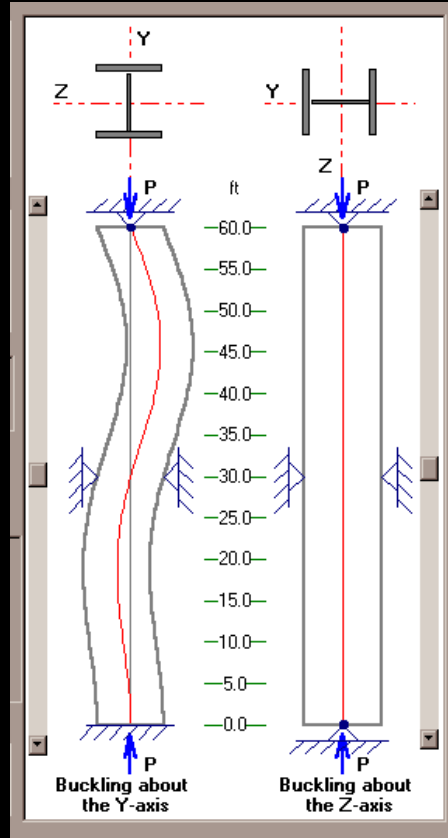
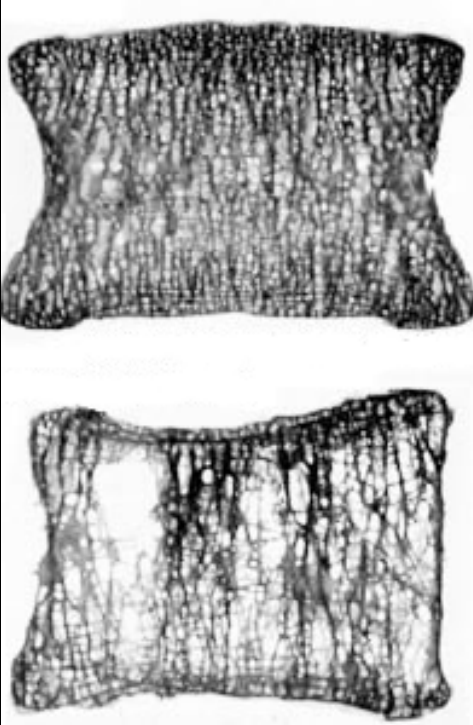
Osteoporozda Vertebra Kırığı Olasılığı



- Yıllık vertebra kırığı
%3.6
- 1 vertebra kırığından sonra
%19.2
- 2 vertebra kırığından sonra
%24

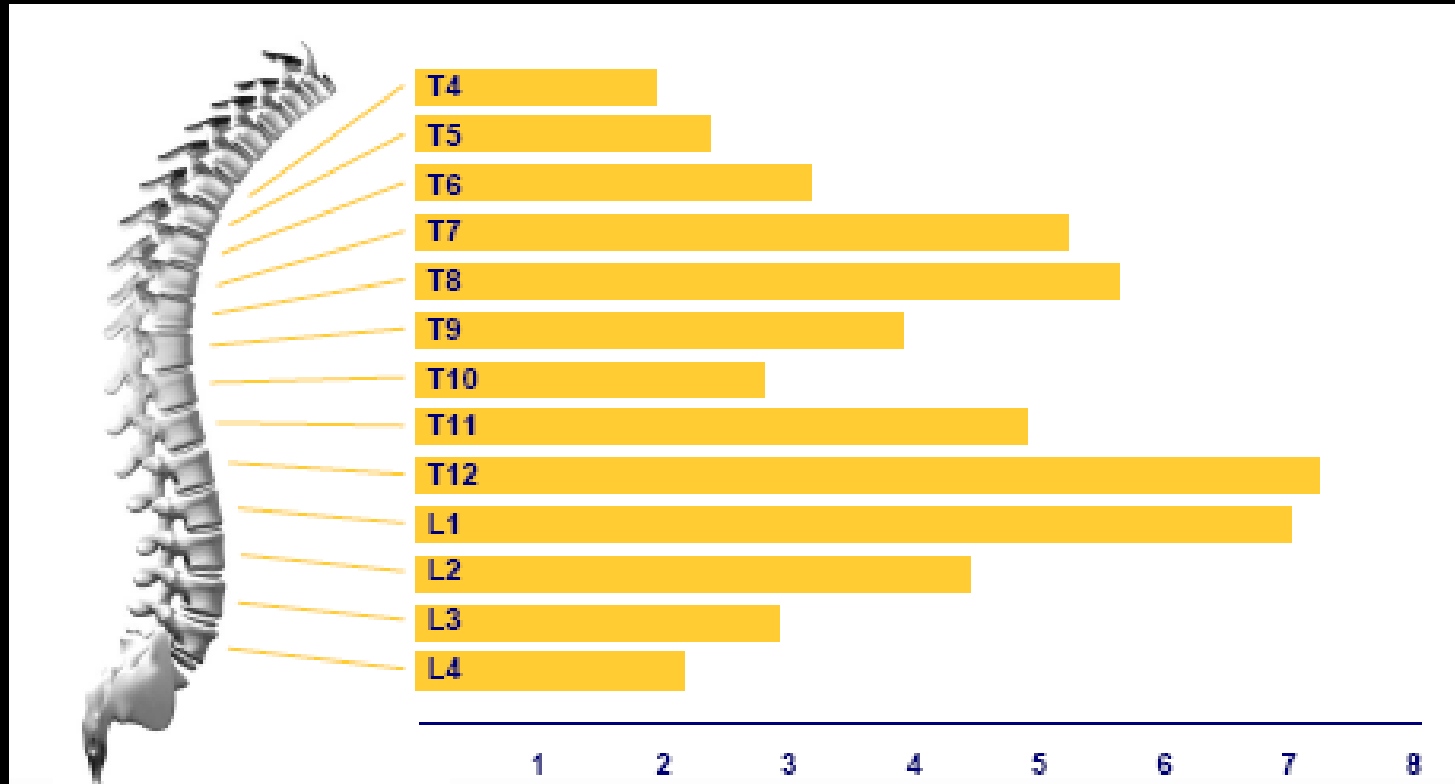
Euler Eğilme Teoremi

- Bir silindirin eğilmeye dayanımı, silindirin;
 - Çapı, uzunluğu, ara bağlantıları ile
 - Elastisik modululusu ile doğru orantılıdır

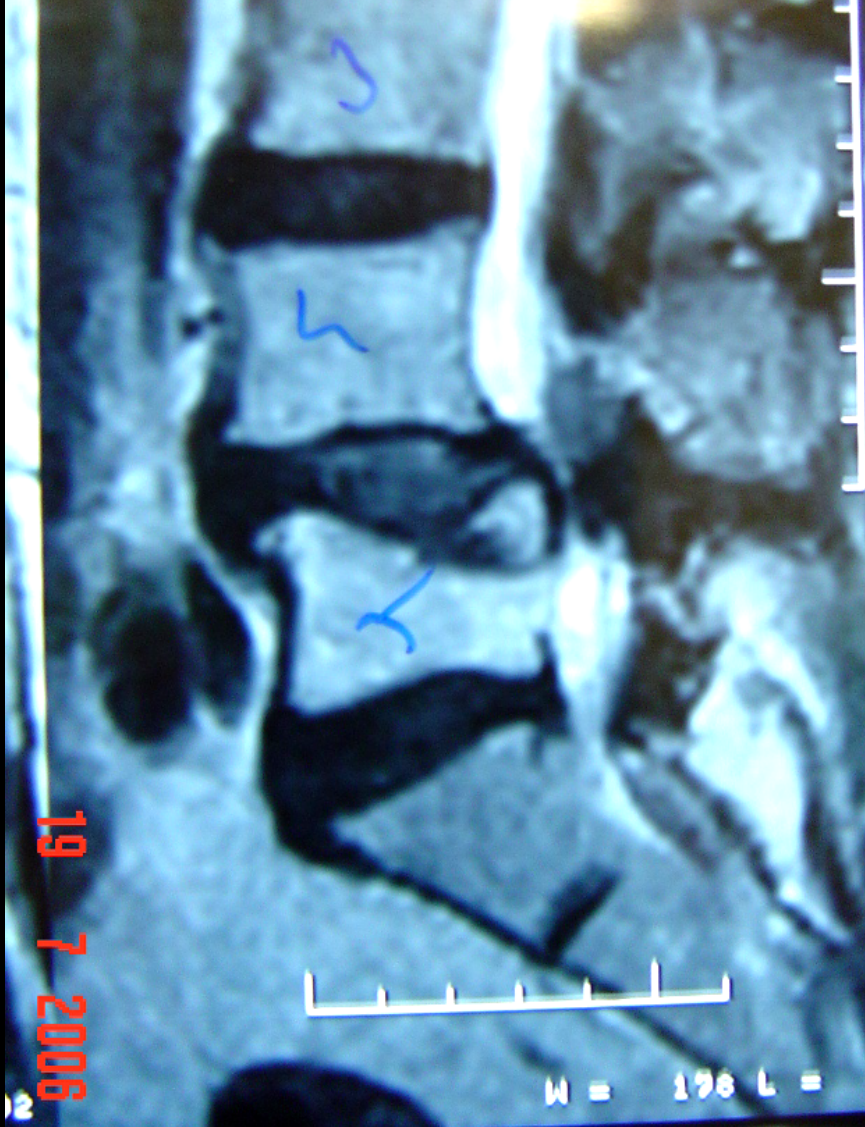


Crisco JJ, Panjabi MM, Clin Biomech 1992
Bozkuş H ve ark., Turkish Neurosurg 2003

Osteoporotik Kırık



Endplate



- En sağlam yer posterolateral endplate
- En zayıf yer ortası
- Üst endplate, alt endplateden daha zayıf

Endplate

- Tekrarlayan yükleme ile yorulma testi
- İlk kırılan yer endplate ve komşu trabeküler yapı
- Disk dejenerasyonu ile direk korelasyonu yok



Schmorl' s Nod

Degenerative Disk Disease: Assessment of Changes in Vertebral Body Marrow with MR Imaging¹

- 474 olgunun MR değerlendirmesi

	<u>T1</u>	<u>T2</u>
• Tip 1:	hipo	hiper
• Tip 2:	hiper	hiper
• Tip 3:	hipo	hipo
• %4 olguda T1, %16 olguda T2 değişiklik saptanmış		
• Bu olgularda dejeneratif disk mevcut		
• Tip 1 Tip2' ye dönebiliyor (14 ay-3 yıl)		
• Tip 2 aynı kalabiliyor (2-3 yıl)		

Modic 1



Subkondral kemik iliğinde artmış vaskularite

Modic 2



Subkondral kemik iliğinde yağ dejenerasyonu

Modic 3

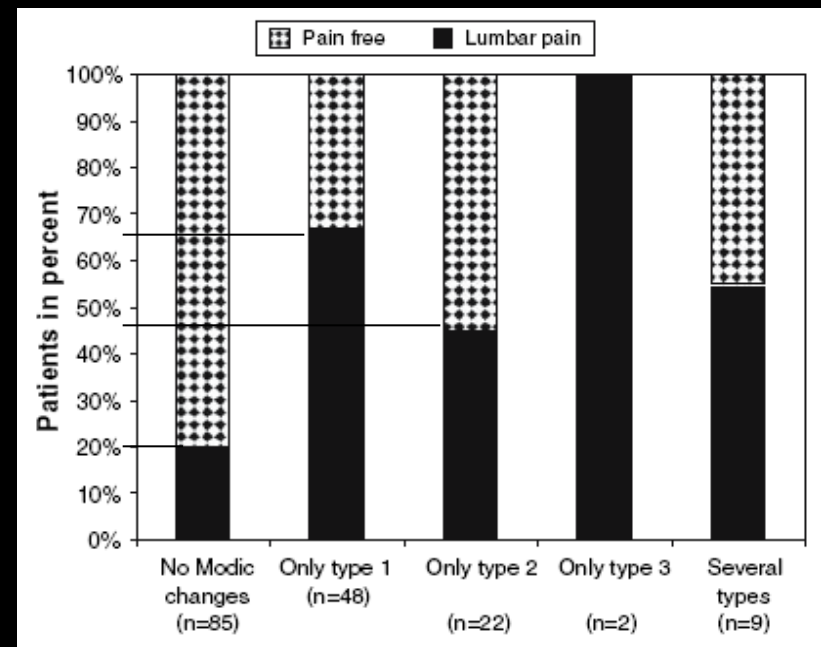


Subkondral kemik iliğinde skleroz

Modic changes following lumbar disc herniation

Hanne B. Albert · Claus Manniche

- 166 radikular ağrısı olan hasta
- 14 aylık MR izlenmesi
- Lomber disk hernisi ile Modic Tip1 değişikliği arasında sıkı ilişki var



■ Modic Changes in Endplates of Lumbar Vertebral Bodies

Prevalence and Association With Low Back and Sciatic Pain Among Middle-Aged Male Workers

Mari Kuisma, MD,* Jaro Karppinen, MD, DMSc,†‡§ Jaakko Niinimäki, MD,*
Risto Ojala, MD, DMSc,* Marianne Haapea, MSc,* Markku Heliövaara, MD, DMSc,||
Raija Korpelainen, PhD,¶ Simo Taimela, MD, DMSc,# Antero Natri, MD, DMSc,**
and Osmo Tervonen, MD, DMSc*

- 228 erkek hasta, ort. yaş 47
 - 150 tren yolu işçisi, 69 kontrol grup
- L5-S1 mesafesi ve Modic Tip 1 değişiklikleri bel ağrısı ve syatalji ile direk ilişkili

Reverse transformation of Modic Type 2 changes to Modic Type 1 changes during sustained chronic low-back pain severity

Report of two cases and review of the literature

**LAURENCE A. G. MARSHMAN, M.D., F.R.C.S.(SN), MATTHEW TREWHELLA, F.R.C.R.,
TAI FRIESEM, M.D., CHANDRA K. BHATIA, M.Ch.(ORTH), AND MANOJ KRISHNA, F.R.C.S.**

Department of Spinal Surgery, University Hospital of North Tees, United Kingdom

SPINE Volume 31, Number 15, pp 1714–1718
©2006, Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

A Three-Year Follow-up of Lumbar Spine Endplate (Modic) Changes

Mari Kuisma, MD,* Jaro Karppinen, MD, DMSc,†‡§ Jaakko Niinimäki, MD,*
Mauno Kurunlahti, MD, DMSc,* Marianne Haapea, MSc,* Heikki Vanharanta, MD, DMSc,||
and Osmo Tervonen, MD, DMSc*

- Modic değişiklikleri zamana bağlı olarak değişebilir

Editorial

Modic Type 1 and Type 2 changes

MICHAEL T. MODIC, M.D.

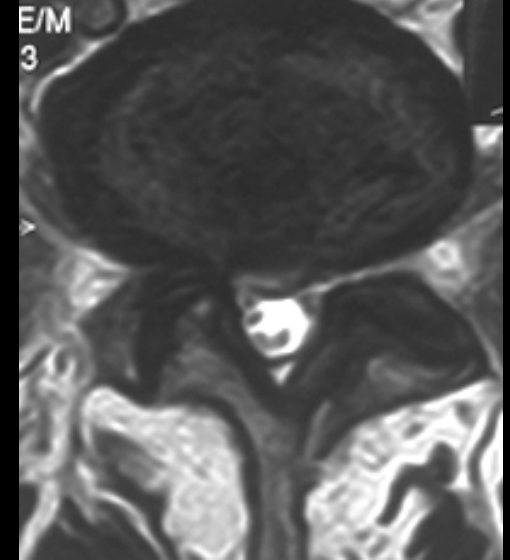
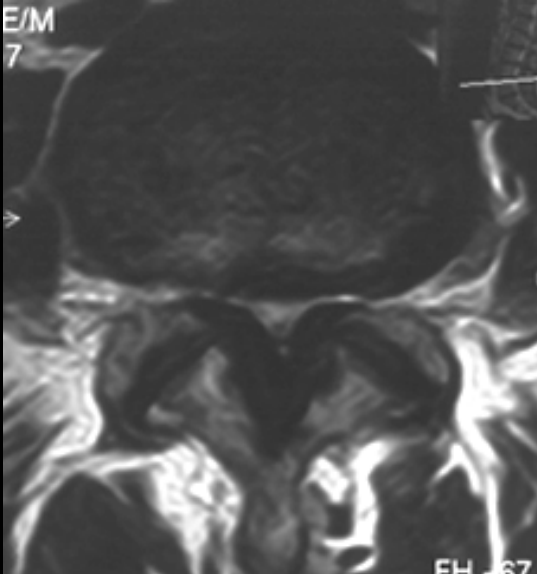
Division of Radiology, Cleveland Clinic Lerner College of Medicine, Cleveland, Ohio

- Tip 1 değişiklikleri
 - dejeneratif disk hastalıklarının %4-15' inde
 - diskektomi sonrası %8
 - kemonukleozis sonrası %40
- Tip 1 değişiklikleri değişken
- Tip 2 değişiklikleri daha stabil
- Tip2 değişikliği Tip 1' e dönüşorsa dejenerasyon artıyor veya osteomyelit gelişiyor diye düşünmek gerekir, hastaların semptomlu olmaları şart değil

Hangi Yapı Önce Dejenere Oluyor ?

Disk dejenerasyonu genellikle faset eklem osteoartritinden önce oluşmaktadır.

FASET EKLEMİ ve PEDİKÜL



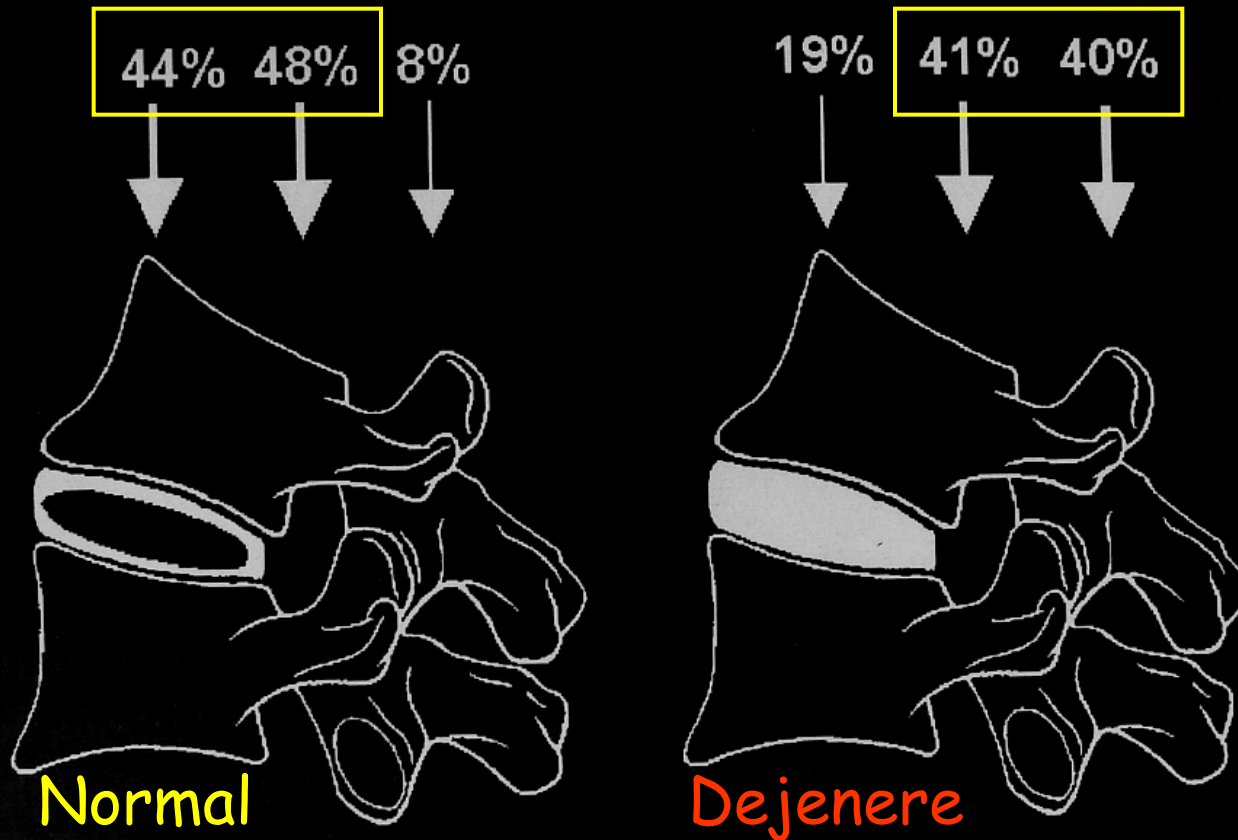
Yük Dağılımı

Journal of Biomechanics 38 (2005) 1972–1983

Perspective

Spine biomechanics ☆

Michael A. Adams*, Patricia Dolan



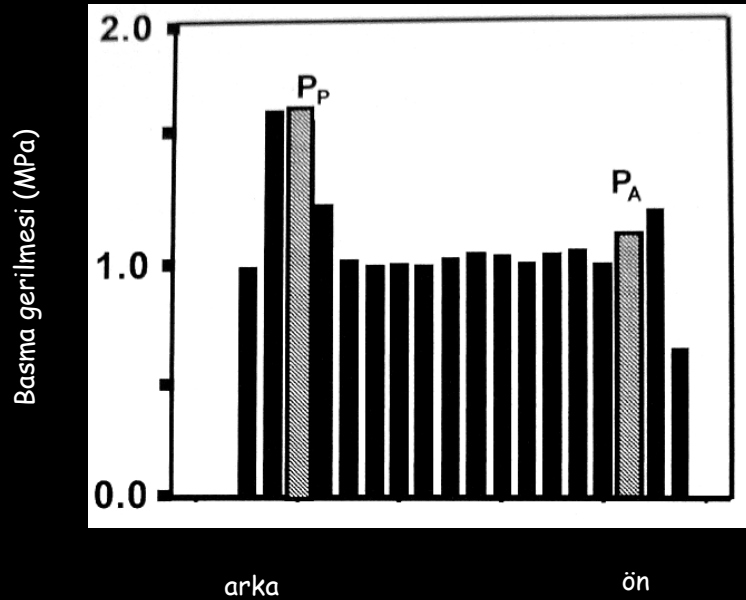
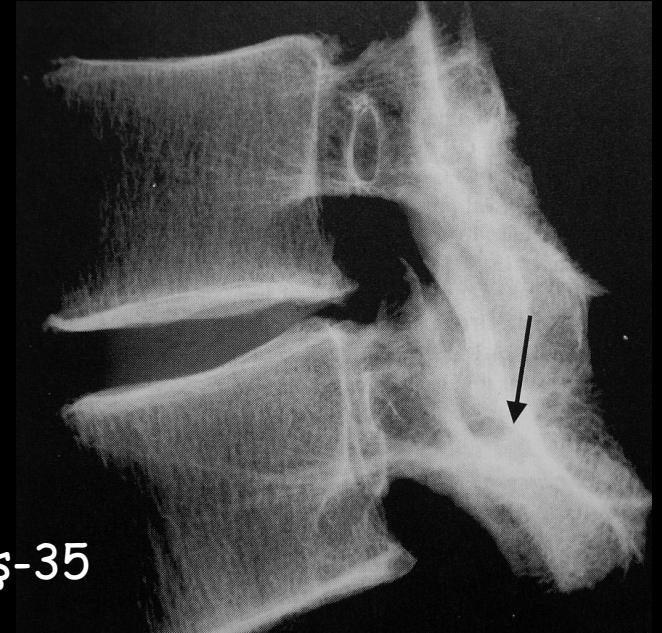
Neural arch load-bearing in old and degenerated spines

P. Pollintine, A.S. Przybyla, P. Dolan, M.A. Adams*

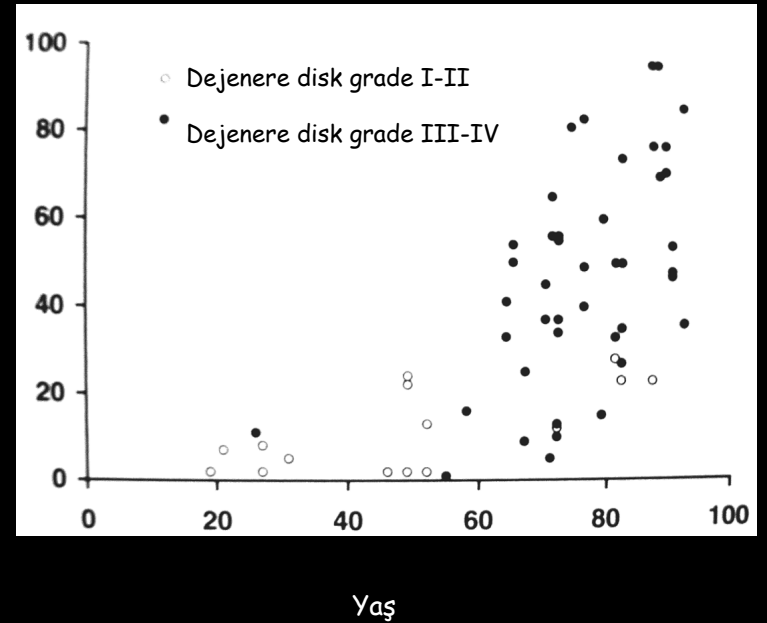
Comparative Orthopaedic Res Unit, Department of Anatomy, University of Bristol, Bristol BS2 8EJ, UK

70 yaş sonrası nöral ark %50 yük taşıyor

(%)=14.4 x disk dejenerasyon derecesi+0.46 x yaş-35



Nöral ark tarafından taşınan
basma yükü (%)



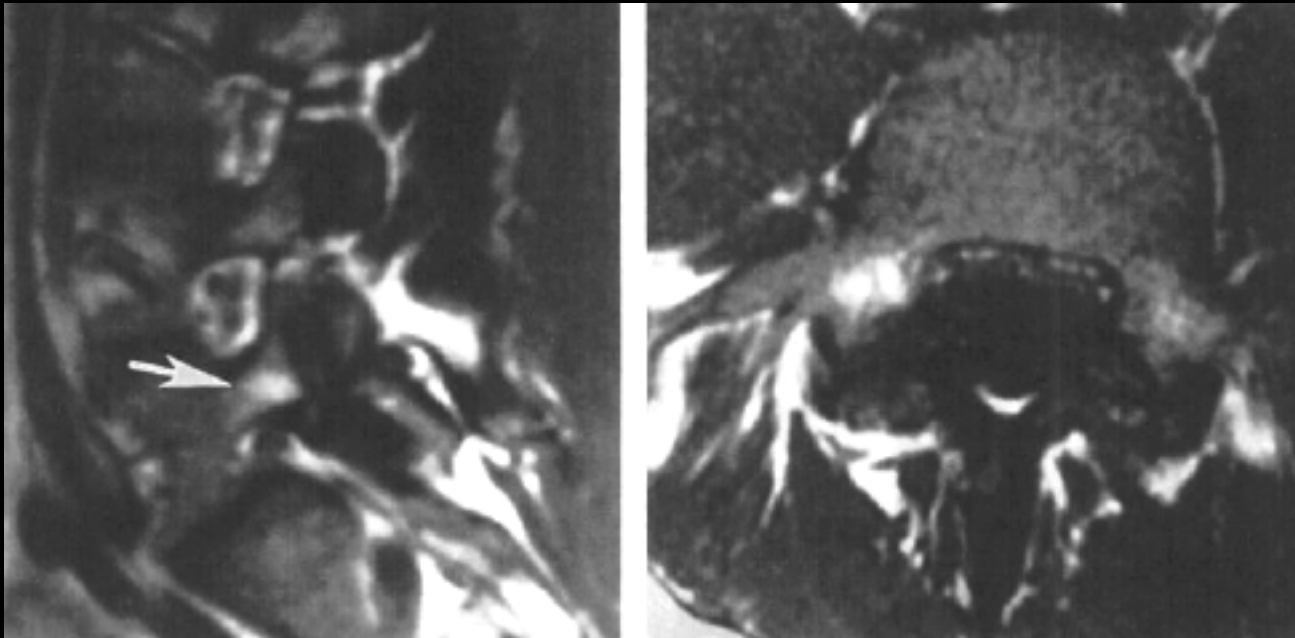
Lumbar Spondylolysis: Reactive Marrow Changes Seen in Adjacent Pedicles on MR Images

AJR 1995;164:429-433

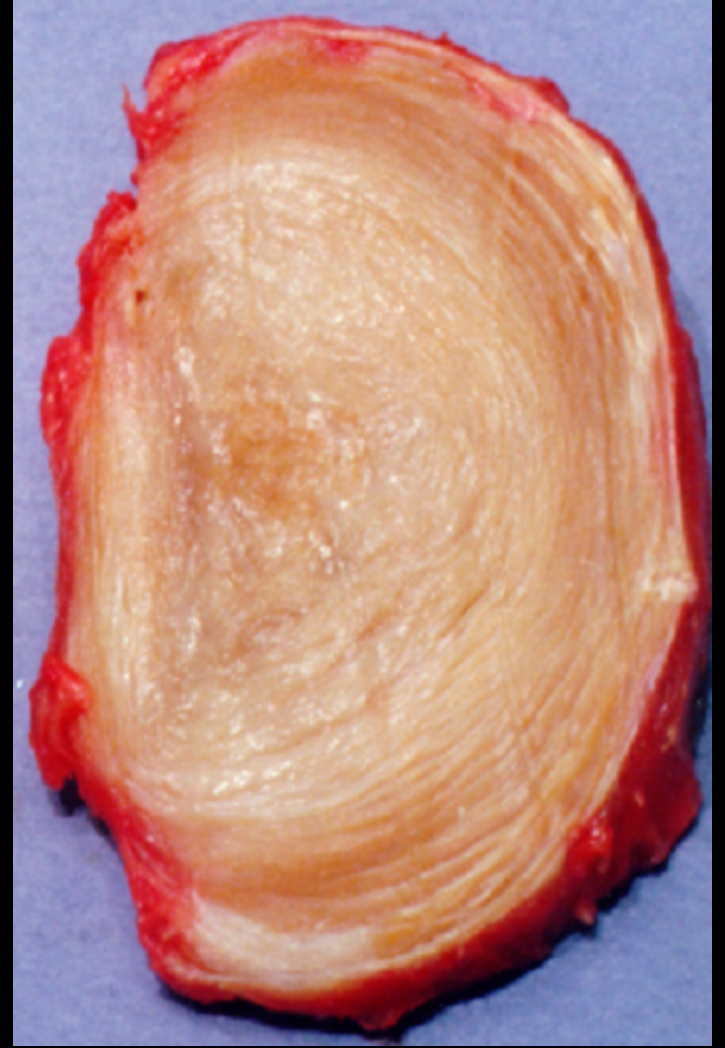
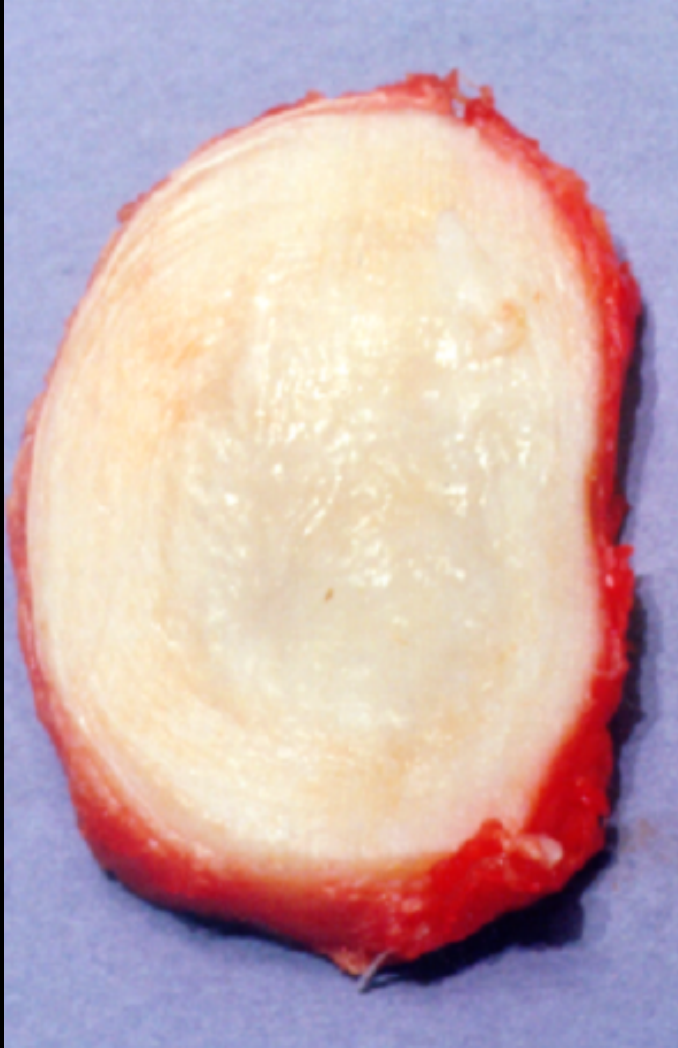
John L. Ulmer¹
Allen D. Elster¹
Vincent P. Mathews¹
Anton M. Allen^{1,2}

OBJECTIVE. In a search for ancillary MR findings for the diagnosis of spondylolysis, we performed a retrospective study to characterize changes in MR signal intensity of marrow within lumbar pedicles at the level of a spondylolytic defect. These reactive marrow changes were classified according to the anatomic-pathologic scheme developed for degenerative disk disease by Modic et al.

Lomber spondilozda pedikül Modic değişiklikleri %40 hastada görülüyor

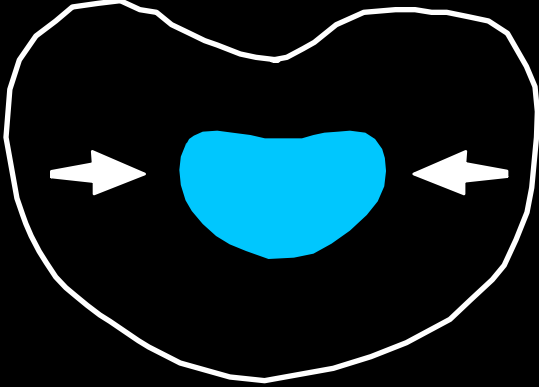


Disk Dejenerasyonu



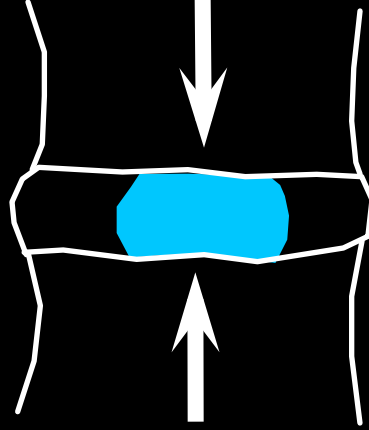
Sıvının Yönü

Normal
Yüksek PG içeriği

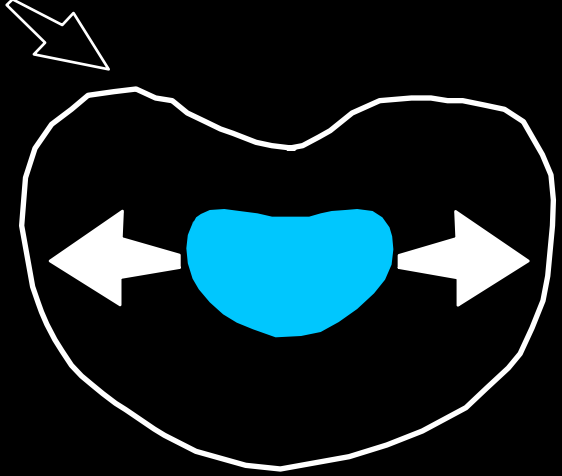


Hidrostatik basınç

Sıvı Disk İÇİNE



Dejenerasyon
Düşük PG içeriği

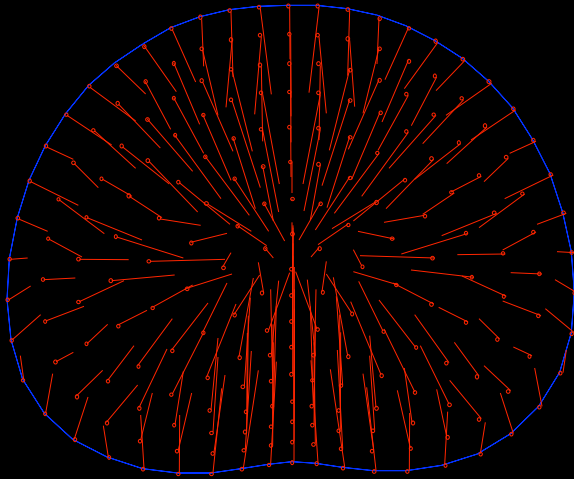


Osmotik basınç

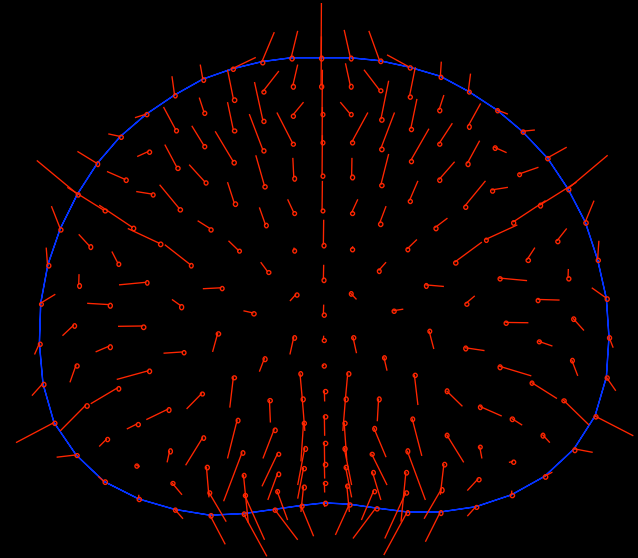
Sıvı Disk DIŞINA

Sıvı Vektör Yönü

Normal

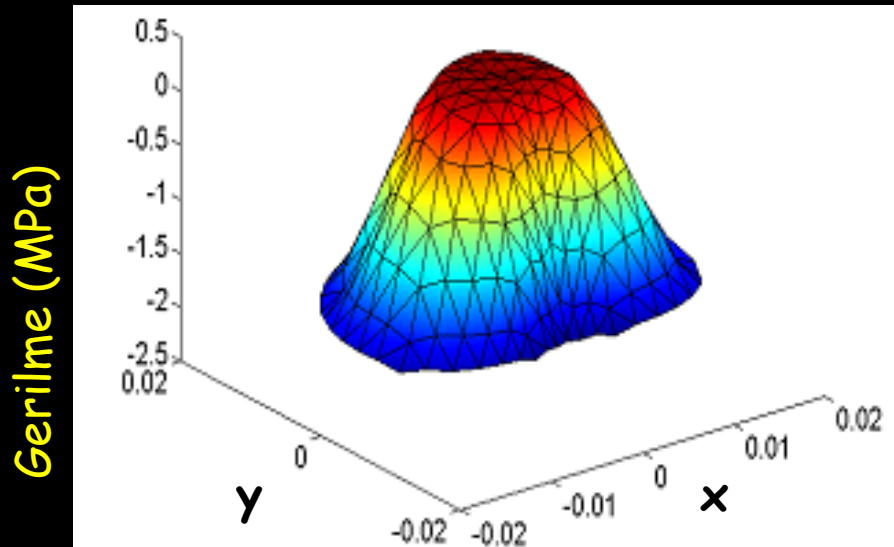


Dejenere

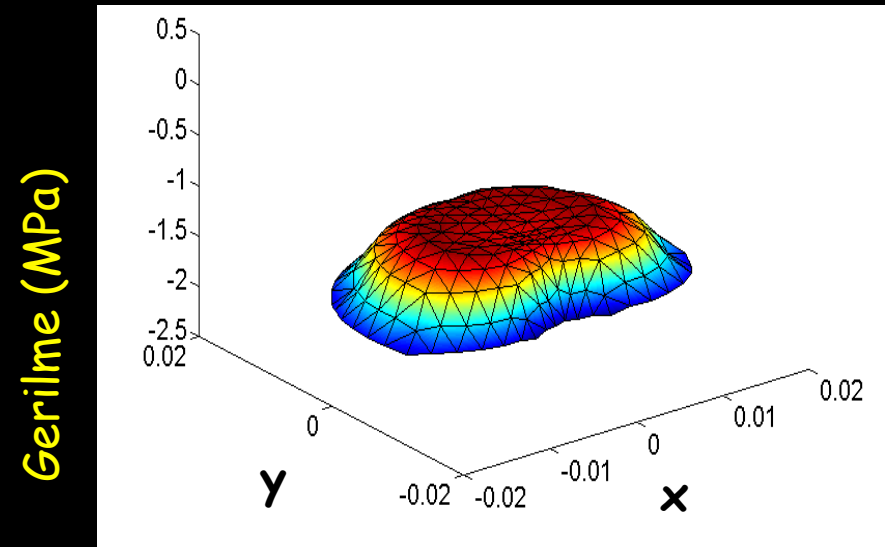


İntradiskal Gerilme Analizi

Normal

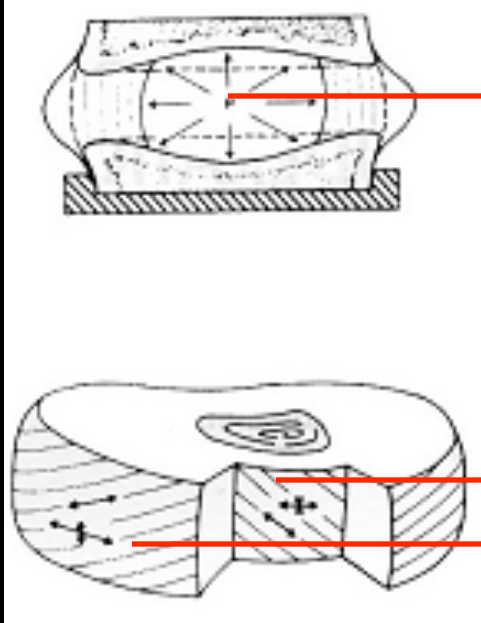


Dejenere



Gerilme Dağılımı

Normal

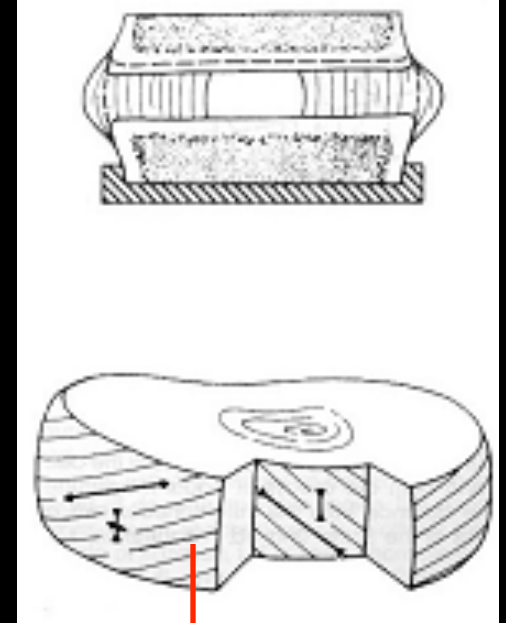


Nukleus
basma gerilmesi

İç anulus
basma gerilmesi

Anulus lifleri yönü
çekme gerilmesi

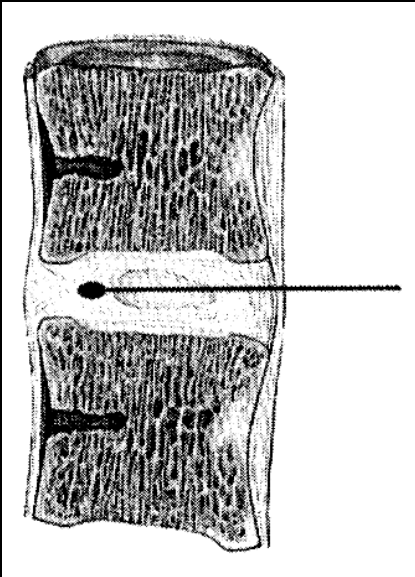
Dejenere



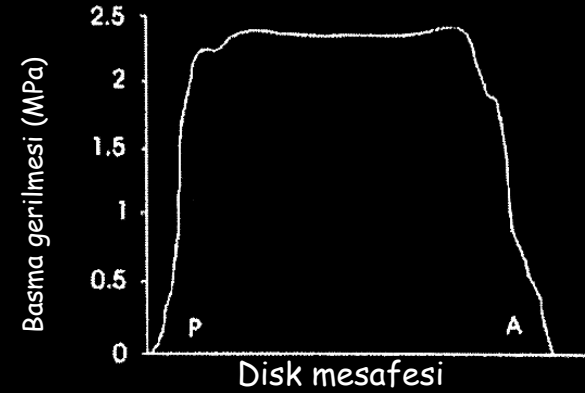
Tüm anulus lifleri
basma gerilmesi

Stress Profilometri

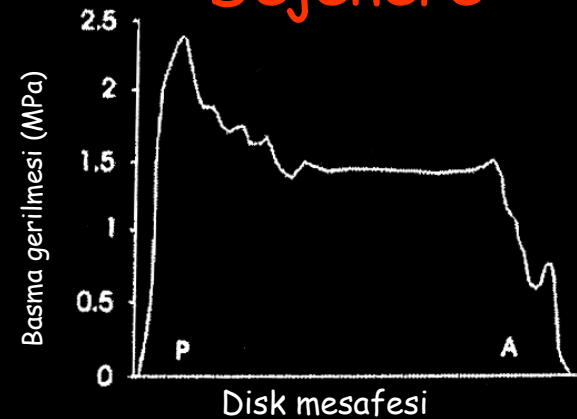
- Dejenere disk içerisindeki hidrostatik basınç %50 azalıyor
- Annulusda basma gerilmesi %160 artıyor



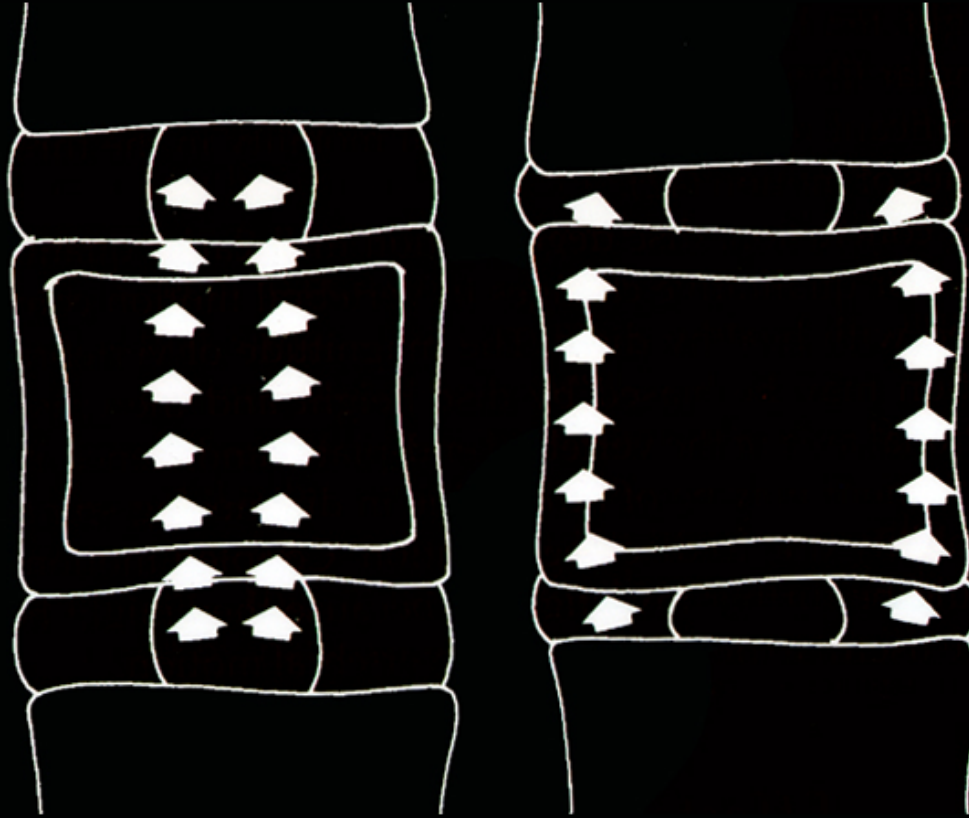
Normal



Dejenere



Yük Geçişi

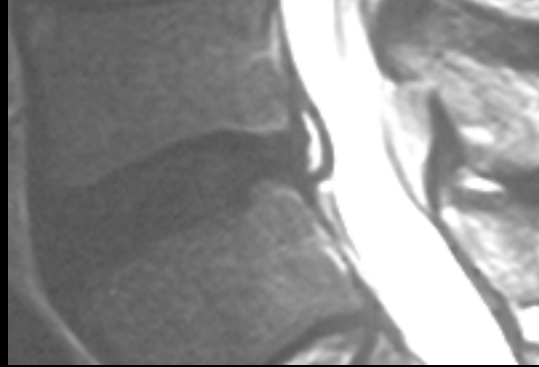


Normal

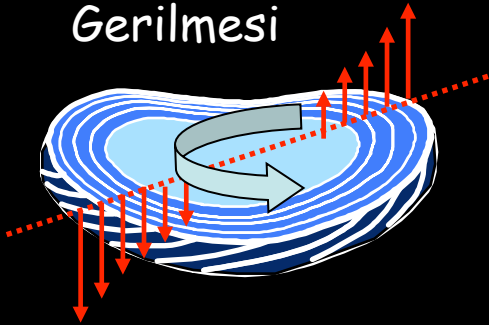
Dejenere

Anüler yırtık

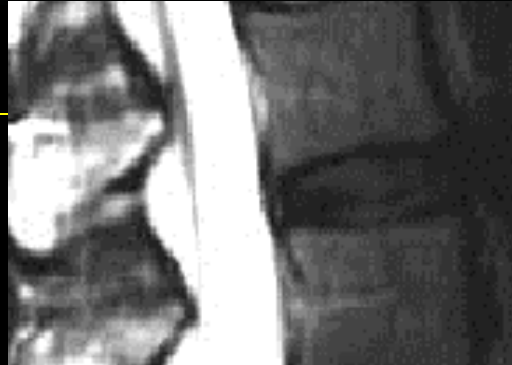
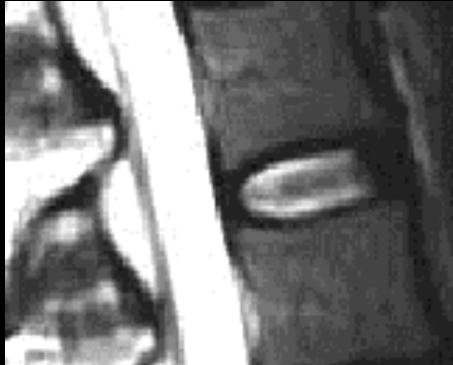
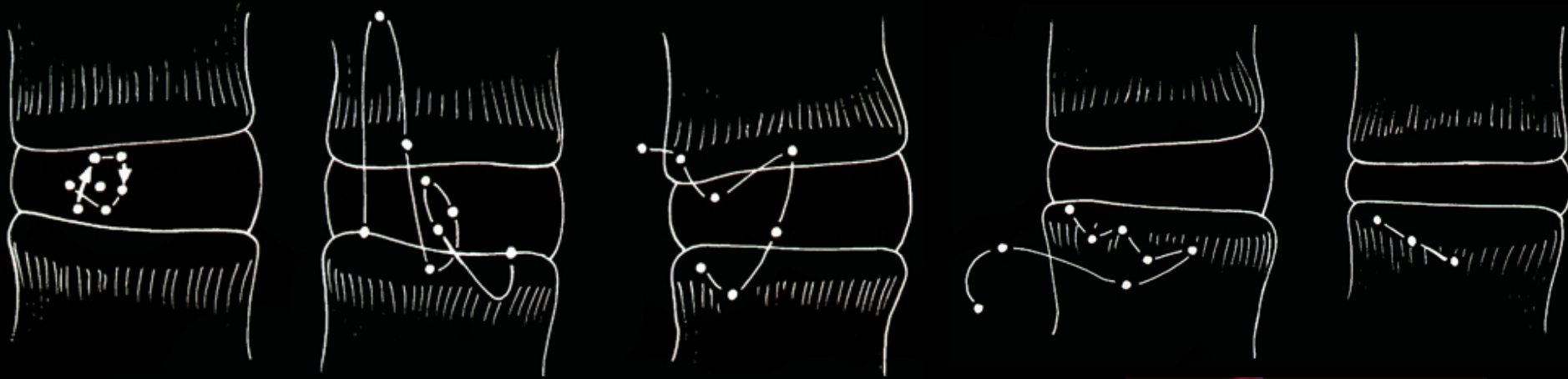
Düşük Çekme
Gerilmesi Dayanımı



Yüksek Kayma
Gerilmesi



Sagittal Planda Rotasyonun Anlık Eksenini



Thank you

Teşekkür ederim