

T.C. SAĞLIK BAKANLIĞI
İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
NÖROŞİRURJİ KLİNİĞİ
Eğitim Sorumlusu: Prof. Dr. Nurullah YÜCEER



VERTEBROPLASTİ VE KİFOPLASTİ TEDAVİSİ YAPILAN
VERTEBRA FRAKTÜRLÜ OLGULARIN İNSİDENTAL
OLARAK SAPTANAN PATOLOJİ SONUÇLARININ
RETROSPEKTİF OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ
Dr. İnan UZUNOĞLU

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Nurullah YÜCEER

İZMİR- 2016

TEŞEKKÜR

Engin bilgi ve deneyimi ile bana ve tüm asistanlara yol gösteren, asistanların eğitimi için özveriyle çalışan, beyin cerrahisinin inceliklerini ve disiplini kavramamda büyük yardımını olan, eğitimim için yardımlarını esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Nurullah Yüceer'e sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Spinal cerrahi teorik ve pratiğinde eğitimime kattığı yeniliklerden dolayı Doç. Dr. Hasan Kamil Sucu'ya, spinal cerrahide özellikle pratik anlamda eğitimime katkılarını unutamayacağım Op. Dr. İsmail Ertan Sevin'e, kranial cerrahi pratiğinde tecrübelerini bizden esirgemeyen Op. Dr. Gönül Güvenç, Op. Dr. Hamit Güneş Feran'a sonradan çalışma fırsatımı bulabildiğim Yrd. Doç. Dr. Murat Sayın'a, asistanlığımın ilk yıllarında tanışıp klinikte kısa bir dönem çalışma fırsatı bulduğum ancak her dönemde yardımlarının esirgemeyen yeni ve farklı vizyon kazanmamızda bir önder olan saygıdeğer abim Op. Dr. Ceren Kızmazoğlu'na ve asistanlığım ilk yıllarında çalışma fırsatı bulabildiğim değerli abilerim Op. Dr. Hamdi Bezircioğlu ve Op. Dr. İsmail Akkol'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Eğitimimiz süresince klinik toplantılarında bilgi ve tecrübelerini bize aktaran ve çalışmamızda patoloji konularında desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Türkan Ata-sever Rezanko'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitimim sırasında bana yardımcı olan ve güzel günler geçirdiğim asistan arkadaşlarıma ve kliniğimizin tüm hemşire ve personeline teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, verdikleri destekle her zaman yanımda olan sevgili anne, babama ve kardeşime en kalbi teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olduğunu bildiğim Canım eşim Cansu Uzunoğlu'na sonsuz teşekkürler...

Dr. İnan UZUNOĞLU

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	II
İÇİNDEKİLER	III
KISALTMALAR	VI
TABLO LİSTESİ	VII
RESİMLER	VIII
GRAFİKLER	IX
1.TARİHÇE VE GENEL BİLGİLER	1
1.1.TARİHÇE VE GİRİŞ	1
1.2.EMBRİYOLOJİ	4
1.3.ANATOMİ	6
1.3.1.Genel bakış	6
1.3.2.Vertebra ların Genel Şekli ve Temel Parçaları	8
1.3.3.Vertebra Eklemleri ve Bağları	17
1.3.4.Vertebra l Kolonun Kasları	19
1.3.5.Vertebra l Kolonun Kanlanması	22
1.3.6.Vertebra l Kolonun Sinirleri	24
1.3.7.Medulla Spinalis' in Anatomisi	24
2.OMURGANIN BİYOMEKANİĞİ	26
2.1.Hareket Segmenti	28
2.2.Spinal Mekanik Stabilit e	32
3.KEMİĞİN MİMARİ YAPISI	34
3.1.Kemik hücreleri	36
3.2.Kemik Matriks	37
3.3.Kemik Mineralizasyonu	37
4.VERTEBRA FRAKTÜRLERİNİN BİYOMEKANİĞİ	38
4.1.Vertebra l Fraktürlerine Genel Bakış	41
4.1.1.Osteoporotik Vertebra l Fraktürü	42
4.1.2.Non-Osteoporotik Travmatik Vertebra l Fraktürü	44
4.1.3. Malign Nedenli Vertebra l Fraktürü	45
4.2.Vertebra l Fraktürlü Hasta Değerlendirilmesi	47
5.VERTEBROPLASTİ-BALON KİFOPLASTİ	49
5.1.Girişimler	49
5.1.1.Vertebroplasti	49
5.1.2.Balon Kifoplasti	50

5.2.Endikasyonlar	50
5.2.1.Endikasyon ve Hasta Seçimi	51
5.3.Hasta Bilgilendirilmesi ve Onayının Alınması	52
5.4.Kontraendikasyonlar	52
5.5.Perkütan Vertebroplasti Cerrahi Teknik	54
5.5.1.Kemik Sementi	61
5.6.Perkütan Kifoplasti Cerrahi Teknik	64
5.7.Postoperatif Gözlem	67
5.8.Komplikasyonlar	68
5.8.1.Sement ile İlişkili Komplikasyonlar	68
5.8.2.Sement ile İlişkisiz Komplikasyonlar	69
6.MATERYAL METOD	70
6.1.Hasta Grubu	70
6.2.Taze Kırık Tanısı	70
6.3.Kırık Sınıflaması ve Endikasyon	71
6.4.Operasyon	72
7.BULGULAR VE OLGU ÖRNEKLERİ	74
7.1.Bulgular	74
7.2.Olgü Örnekleri	86
8.TARTIŞMA VE SONUÇ	88
8.1.Tartışma	88
8.2.Sonuç	90
BÖLÜM IX. ÖZET	91
BÖLÜM X. SUMMARY	92
BÖLÜM XI. KAYNAKLAR	93

KISALTMALAR

ALL	: Anterior longitudinal ligament
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
DEXA	: Dual energy x-ray absorbtometry
G	: Gauge
HA	: Hidroksiapatit
IAR	: Instantaneous Axis of Rotation(Anlık Rotasyon Aksı)
KMY	: Kemik mineral yoğunluğu
BK	: Perkütan balon kifoplasti
LCC	: Load Carrying Capacity(Yük Taşıma Kapasitesi)
MRG	: Magnetik rezonans görüntüleme
OVKF	: Osteoporotik vertebra kompresyon frakturu
PLL	: Posterior longitudinal ligament
PMMA	: Poli metil akrilat
PV	: Perkutan vertebroplasti
RG	: Röntgenografik
STIR	: Short Tau Inversion Recovery
TCP	: Trikalsiyum fosfat
VKK	: Vertebra kompresyon kırığı

TABLULAR

Tablo no		Sayfa no
Tablo 1:	Vertebral Kolonun Kasları	19
Tablo 2:	Vertebral kolonun yük taşıma kapasitesi	31
Tablo 3:	AO/Magerl torakolomber kırıkların sınıflandırılması.	48
Tablo 4:	Vertebroplasti ve balon kifoplastinin karşılaştırılması	54
Tablo-5:	Vertebra korpuslarının hacim değerleri	63
Tablo 6:	Erkek kadın hasta sayısı ve yaş ortalamaları	74
Tablo 7:	Tek seans opere edilen hastaların hasta, seans ve vertebra sayılarına göre travma anamnezi ve predispozan faktörler	77
Tablo 8:	İki seans opere edilen hastalarda travma anamnezi ve predispozan faktörler	78
Tablo 9:	Biyopsi sonuçlarına göre dağılım	81
Tablo 10:	İlk malign tanısı ile uyumlu biyopsi sonucu olan hastalar	83

ŞEKİLLER

Şekil no		Sayfa no
Şekil 1:	Nöral tüp ve somit çiftlerinin oluşumu	5
Şekil 2:	Vertebral kolonun ön, sol yan ve arkadan görünümü	7
Şekil 3:	Tipik bir erişkin insan lomber omurunun (a) yandan ve (b) üstten görünümü	8
Şekil 4:	C1 vertebranın (Atlas) üstten görünümü.	10
Şekil 5:	Torakal vertebranın üstten görünümü.	11
Şekil 6:	Torakal vertebraların yandan görünümü.	13
Şekil 7:	Lomber vertebranın üstten görünümü	14
Şekil 8:	Sakrumun, Os coccyx'in ön ve arkadan görünümü	15
Şekil 9:	Discus intervertebrale, Vertebranın ligamentleri	17
Şekil 10:	Sırt kaslarının yüzeysel tabakası	20
Şekil 11:	Orta tabaka sırt kasları	21
Şekil 12:	Derin tabaka sırt kasları	22
Şekil 13:	Vertebranın arterial beslenmesi.	23
Şekil 14:	Kord segmentleri ve sinir kökleri	25
Şekil 15:	Hareket Segmenti	28
Şekil 16:	Denis'in 3 kolonu.	33
Şekil 17:	Yük-deformasyon eğrisi	38
Şekil 18:	AO/Magerl Torakolomber kırıkların sınıflaması	49
Şekil 19:	İki taraflı kanüllerin yerleştirilmesi	55
Şekil 20:	Transpediküler, extrapediküler vertebra girişim yolları	56
Şekil-21:	A. Tek taraflı (unipediküler) yaklaşım. B. Çift taraflı transpediküler (bipediküler) yaklaşım.	57
Şekil-22:	PMMA kimyasal formülü.	58
Şekil-23:	Metilmetakrilat sıvısı ile polimetilmetakrilat (PMMA) tozu reaksiyonu	58
Şekil 24:	PV/BKışleminde kullanılan malzemeler	61
Şekil 25:	A: sementin karıştırılması, B: sementin kıvamı	62
Şekil 26:	Balon kifoplasti ile kompresyon kırığının redüksiyonu ve fiksasyonundaki adımlar.	65
Şekil 27:	Kifoplasti balonu ve pompası	65
Şekil 28:	Balon şişirme tekniği	65
Şekil 29:	İşlem öncesi hastanın pozisyonu	66

Şekil 30:	Lokal anestezi ajanının zerk edilmesi ve eş zamanlı skopi görüntüsü	66
Şekil 31:	Jamshidi iğnesinin pedikül lateral kenarına çakılması	66
Şekil 32:	Jamshidi iğnesi ile korpus posterior sınırına ulaşılması ve eş zamanlı skopide pedikül medial sınırının görüntüsü	66
Şekil 33:	Çalışma kanülünün gönderilmesi	66
Şekil 34:	Vertebra korpusunun drillenmesi ve tek taraflı girişim ile orta hatta ulaşıldığının görüntülenmesi	66
Şekil 35:	Balonun kırık hattına paralel olacak şekilde vertebra korpusuna gönderilmesi	67
Şekil 36:	Balonun opak madde ile şişirilmesi	67
Şekil 37:	Filler device yardımı ile vertebra korpusunun sement ile doldurulması	67
Şekil 38:	Preoperatif axial ve sagittal STIR MRG (Olgu 1)	86
Şekil 39:	Postoperatif axial BT görüntüsü (Olgu 1)	86
Şekil 40:	Patoloji preparatları (Olgu 1)	86
Şekil 41:	Preoperatif sagittal T1 ve STIR sekans MRG görüntüleri (Olgu 2)	87
Şekil 42:	Postoperatif axial BT, L2-L4 (Olgu 2)	87
Şekil 43:	Patoloji preparatları (Olgu 2)	87

GRAFİKLER

Grafik no		Sayfa no
Grafik 1:	Hastalara ve seanslara göre girişim yapılan vertebra sayıları	75
Grafik 2:	Tekrarlayan operasyonlarda işleme alınan vertebra sayısı	75
Grafik 3:	İşleme alınan vertebra sayısı	76
Grafik 4:	Malignite ön tanılı hastaların dağılımı	79
Grafik 5:	Malignite ön tanısı ile işleme alınan vertebra sayılarının dağılımı	80
Grafik 6:	İlk başvuru anında tanılarına göre hastaların dağılımı	82
Grafik 7:	Preoperatif malignite tanısı olan hastaların patoloji sonuçları	82
Grafik 8:	Biyopsi sonuçlarına göre hasta dağılımı	83
Grafik 9:	Biyopsi sonucunda insidental patoloji saptanan hastalar	84
Grafik 10:	Girişim uygulanan vertebra sayısı ve segmentlere göre dağılımı	85

1. TARİHÇE VE GENEL BİLGİLER

1.1. Tarihçe ve Giriş

Eski Mısır döneminde İmhotep'in M.Ö. 3000-2500 yıllarında yazmış olduğu cerrahi papirüs vertebral kolon ve spinal cord yaralanmaları ile ilgili bilinen en eski kayıttır. Vertebra kırığından, tedavi edilemeyen bir hastalık olarak bahsedilmiş ve omurgada 48 kemik patolojisi olduğunu belirlemiştir (1).

M.Ö. 400 yıllarında Hippocrates, kırık ve dislokasyonların redüksiyonunda kendine özgü traksiyon masasını üretmiştir. M.S. 130-200 yıllarında lordoz, kifoz ve skolyoz terimlerini ilk olarak Galen tarafından tanımlanmış, travmanın vertebral kolon ve spinal kord üzerine etkilerini incelemiş ve paraplejiye transvers kord kesilerinin neden olduğunu belirtmiştir. Kırık ve gibbus redüksiyonu için kullanılacak

Hippocrates'in traksiyon cihazını Oribasis, (M.S. 325-400) geliştirmiştir. Paul Aeginata M.S. 700 yıllarında ilk eksternal fiksasyonu uygulamış ve dekompressif laminektomi düşüncesinin temeli olan processus spinosusların çıkarılmasını vertebra kırıklarında ağrıyı azaltmak amacıyla önermiştir (2). 1210' da Roland spinal travmalarda boyun, gövde ve pelvis arasında bantlarla traksiyon önermiştir (3). 1465 yılında Amasyalı Türk hekimi Şerafettin Sabuncuoğlu, "Kitab-ül Cerrahiye-i İlhaniye" (Cerrahname) adlı eserinin omurga sınığının tedavisi adlı bölümünde, Hipokrat ekstansiyon cihazına benzer bir düzenekle traksiyon uygulayarak gibozitenin giderilmesini tarif etmiştir.

Hipokrat'ın başaramadığı vertebra kırık ve kırıklı çıkıklarında 1847'de Malgaigne hiperekstansiyonla başarı sağlamıştır. T12- L1 arası çıkığı redüksiyonunda tel ile pedikül serklajı ilk uygulayan 1887'de B.F.Wilkins olmuştur (2).

1910 yılı vertebra cerrahisinin doğum yılıdır. 1910'da, vertebraların spinöz çıkıntılarına demir çubuklarla tespit eden Lange 'den sonra, 1910'un son aylarında Albee, posterolateral füzyonu ilk kez uyguladı.

1928'de, hiperekstansiyon tipi yaralanma H.Growe tarafından tanımlandı. 1932'de Böhler, vertebra kırıklarının redüksiyon sonrası ekstansiyonda vücut açısı ile tedavi edilebileceğini önerdi.

1944'de, vertebraya ilk kez vida tespitini Don King tarafından uygulanırken, aynı yıl Briggs, vertebralarda anterior füzyonu uyguladı, 1950'de A.W.Humphries,

anterior interbody füzyon ve anterior plak tespitini uyguladı. 1952'de P.Wilson, spinöz çıkıntıya vidalanan plak tespitini uyguladı. 1959'da Baucher, torakolomber bölgede transfaset yolla pediküle vida tespiti uygulamıştır.

1960'lı yıllarda Harrington'un skolyoz ve kırık tedavisinde distraksiyon ve kompresyon yapan kancalı rodları uygulamaya başlamıştır (4). 1963'de Holdsworth, hem vertebra kırıklarının sınıflandırılması ve stabilite konusunda yenilikler getirdi ve Roy Camille, pediküllere vida ile tespit edilen plak tespitini yayınlamıştır.

1964'de Dwyer, skolyozda radikal cerrahi tedaviyi başlatmıştır. 1975'de Eduardo Luque, sublaminar tellerle tespiti ve sonrada Harrington rodları ile telleri bağlayarak rotasyonu önleyen daha rijid bir tespit sağlamıştır.

1978'de Cotrel, Harrington çubuğuna benzer rodlarla tespit yöntemini geliştirerek ve ara hook'lar yerleştirerek vertebraları segmenter olarak da tespit etti (2).

1979'da Edwards, instabil torakolomber kırıklar için, Harrington çubukları üzerine geçirilen kırık vertebranın redüksiyon ve stabilizasyonu için kullanarak, 'rod sleeve' yöntemini geliştirmiştir, 1981'de Jacobs, 'locking hook spinal rod' sistemini geliştirmiştir.

1984 yılında Dr. Herve Deramond bir ağırlı hemanjiyom vakasında ilk vertebroplastiyi uyguladı (5, 6). Bu vakadan sonra vertebroplasti tekniği hızlı bir gelişme göstermiştir. Taze kadavra deneyleri ile yeni ve güvenilir teknikler geliştirilmiştir. Alt torakal ve lomber bölge ile üst torakal ve servikal bölgeler için uygun kanüller ve yaklaşımlar geliştirilmiş, ve ayrıca baryum gibi maddeler polimetilmetakrilat (PMMA)'a eklenerek radyopak görünüm kazandırılıp, böylece floroskopi ile uygulanabilirliği kolaylaştırılmıştır.

1988 yılında Lyons Üniversite Hastanesinde ağırlı ostoporotik fraktürü olan yedi olguya ve bir metastatik fraktüre PMMA enjekte edilmiş ve olguların tümünde ağrıda iyileşme olduğu görülmüştür. 1990'lı yıllarda Avrupa'da özellikle spinal metastazlara bağlı vertebra fraktürlerine PV (perkütan vertebroplasti) uygulanırken, Amerika Birleşik Devletlerinde Osteoporotik fraktürlere uygulanması daha ön plandaydı (7, 8).

Osteoporotik vertebra kırıkları görülen hastaların ileri yaş olmasından dolayı minimal invaziv cerrahiler üzerinde araştırmalar yapan Dr. Riley İlk kez 1998' de Balon Kifoplasti (BK) yöntemini uygulamıştır (9).

Perkütan balon kifoplasti uygulaması anjiyoplastide uygulanan balon prensibinden yola çıkılarak geliştirildi. Özellikle osteoporotik vertebra kompresyon fraktürleri (OVKF)'nin tedavisinde balon şişirme tekniği ile vertebranın yüksekliğinin tekrar sağlanması ve sement için kavite oluşturulması amaçlandı. T10 -L5 seviyeleri arasında transpediküler, T10 üzerinde ekstrapediküler uygulama için tasarlanan ürün 1998 yılında FDA tarafından onay almıştır. FDA onayını her ne kadar OVKF'leri için alsada osteolitik tümörler ve miyelomada da başarılı bir şekilde kullanıldı. 2004 Nisan ayında vertebroplasti ve kifoplasti için kullanılacak çimentolar FDA tarafından onay almıştır.

Amerika Birleşik Devletlerinde yılda 700.000 ile 1.000.000 arasında özellikle osteoporoza bağlı vertebra kompresyon kırığı meydana gelirken, Avrupada da aynı sayıda vaka saptanmaktadır. Bu kırıkların en yaygın nedeni primer osteoporoza bağlı kemik mineralizasyonun azalması, ikinci sırada sekonder osteoporoza yol açan steroid tedavisi, antikonvülzanlar, kanser tedavisinde kullanılan kemoterapi ajanları ve heparindir.

Kifoplasti bu hastalarda yatak istirahati ve medikal tedavilere ciddi bir alternatif olmuştur. Hızlı uygulama, çabuk mobilizasyon ve düşük mortalite ve morbidite oranları nedeniyle güvenli ve ekonomik bir çözümdür.

Gerek kifoplasti gerek vertebroplasti operasyonları sırasında alınan biyopsilerde öngörülen veya öngörülmeven patolojik sonuçların ortaya çıkması hastaların yeni tanı, erken tedavi ile veya tedavi algoritmasını değiştirerek, hastalarda mortalite ve morbiditeyi azaltıp yaşam kalitesini arttırmaktadır.

1.2. Embriyoloji

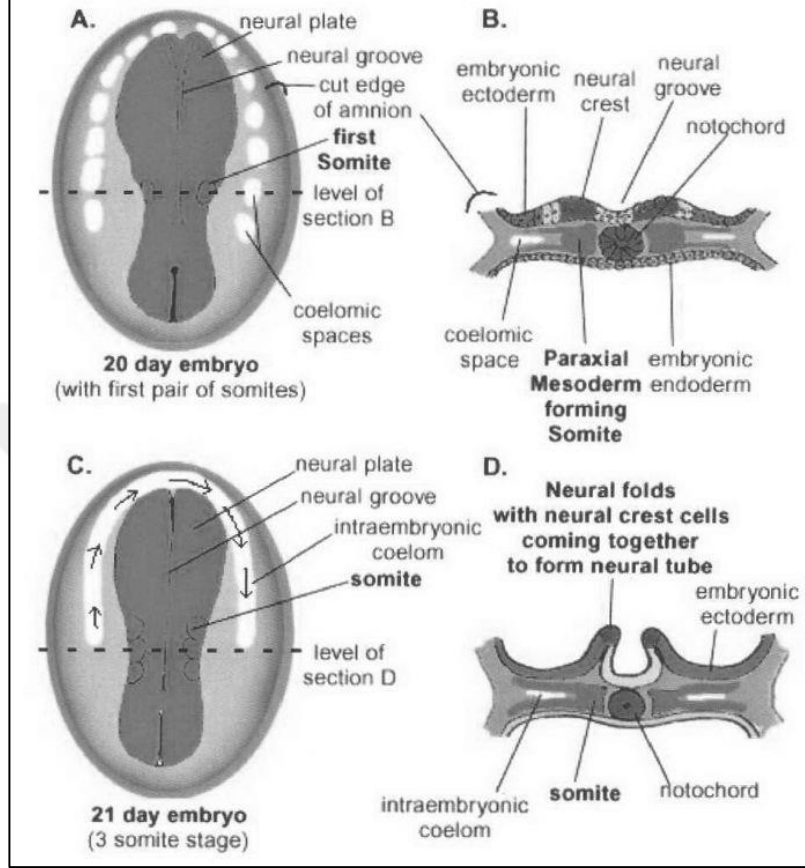
Aksiyel iskeletin gelişiminin erken dönemi, notokordun gelişimi ile paralel seyrederek. Embriyonal dönemin üçüncü haftasında embriyonik diskin kaudal ucunun ortasındaki hücreler çoğalarak ektoderm ve endoderm arasından yana ve öne doğru ilerleyerek mezodermi oluştururlar. Notokord, ektoderimde oluşan bir girinti ve burada çoğalan hücrelerin ektoderm ve endoderm arasından kraniale doğru ilerlemesi sonucu oluşmaktadır. Notokordal hücreler indüksiyon yolu ile üzerinde bulunan ektoderimde kalınlaşmaya neden olarak nöral plağı oluştururlar. 18. günde bu plağın kenarlarının kıvrılması ile nöral oluğu, daha sonra da kenarların birleşmesi ile nöral tüpü meydana getirir (10).

İnsan embriyosunun 20-35. gelişme günlerinde paraksiyel mezodermden farklılaşan somit çiftlerinden sklerotom plakları oluşur. Vertebralar sklerotom plaklarından gelişirler. Korda dorsalisin iki yanında içi boş küpçükler şeklinde dizilen somitlerin sayısı 20. günde dört çift iken, 35. günde 42 veya 44 çifte ulaşır. Her bir somit çiftinin ön iç bölgesinde sklerotom, dış bölgesinde myotom, arka bölgesinde dermatom plakları farklılaşır. Sırt kasları myotomdan gelişir. Dermatomların mezenşimi segmentli olarak çevreye ve ektodermin altına yayılarak dermal ve hipodermal dokuları oluşturur (11).

Korda dorsalis çevreleyen mezenşim hücreleri her bir sklerotomun üst yarısında gevşek, alt yarısında sıkı şekilde yoğunlaşırlar. Sıkı hücreli kısımdan ayrılan belirli sayıdaki mezenşim hücreleri myotom plaklarının orta bölgesinde birikerek intervertebral diskleri oluştururlar. Sıkı hücreli kısımda geri kalan mezenşim hücreleri hemen altındaki gevşek hücreli sklerotomla birleşerek vertebranın mezenşim taslağını oluşturur. Sinir uzantıları intervertebral disklerle yakın ilişki içinde gelişirken intersegmental arterler vertebra cisimlerinin yanlarında yer alırlar (11).

Korda dorsalis gelişen vertebra cisimleriyle sarıldıkça dejenerasyon olur ve intervertebral disklerin ortasında nükleus pulposus olarak yerleşir. Sirküler sıkı ligament dokusu kollejen demetleriyle (annulus fibrosus) nükleus pulposusu çevreleyerek intervertebral diskleri oluşturur (11, 12). Toplam 42-44 çift olan somitlerin 4 çifti oksipital, 8 çifti servikal, 12 çifti torakal, 5 çifti lomber, 5 çifti sakral, 8-10 çifti de koksigeal olarak farklılaşırlar. Son 5-7 çift koksigeal somit zaman içinde gerile-

yip yok olurken, oksipital somitler kafa tabanını ve kranioservikal eklemleri oluştururlar. Nöral tüp ve somitlerin oluşumu Şekil 1’de şematize edilmiştir (10).



Şekil 1: Nöral tüp ve somit çiftlerinin oluşumu.

Embriyonal 12. haftadan itibaren vertebra taslağı mezenkimden kıkırdığa dönüşür ve 3. ayda üç kemikleşme noktası belirerek enkontral kemikleşme başlar (11). Embriyo dönemindeki kıkırdaklaşmayla iç içe başlayan vertebra kemikleşmeleri doğum sonrası 25. yılda sonlanır. Vertebraların cisim ve arkularında beliren kemikleşme odakları yaygınlaşarak kaynaşır. Doğum sonrası yaşamın 3-5. yılında vertebral arkus yarımaları birleşerek solid kemik halini alırlar. Kemikleşme, bel bölgesinden başlayarak yukarı ve aşağı yönde ilerler. Vertebra cisimleri arkulara nörosentral eklemlerle bağlanırlar. Omuriliğin gelişip genişleme sürecinde nöral kanala uyumunu bu eklemler sağlar. Bu eklemler 6. yaştan itibaren ortadan kalkar. Puberte döneminde her vertebrada beş yeni sekonder kemikleşme merkezi ortaya çıkar. Bunlar spinal çıkıntı ucunda, transvers çıkıntılarının ucunda ve vertebra cismi-

nin epifiz bölgelerinde dairesel olarak gözlenir. Sekonder kemikleşme merkezleri 25 yaşına kadar birleşirler. Puberte sonrası farklı kemikleşme merkezleri tanımlanır.

Bu merkezler:

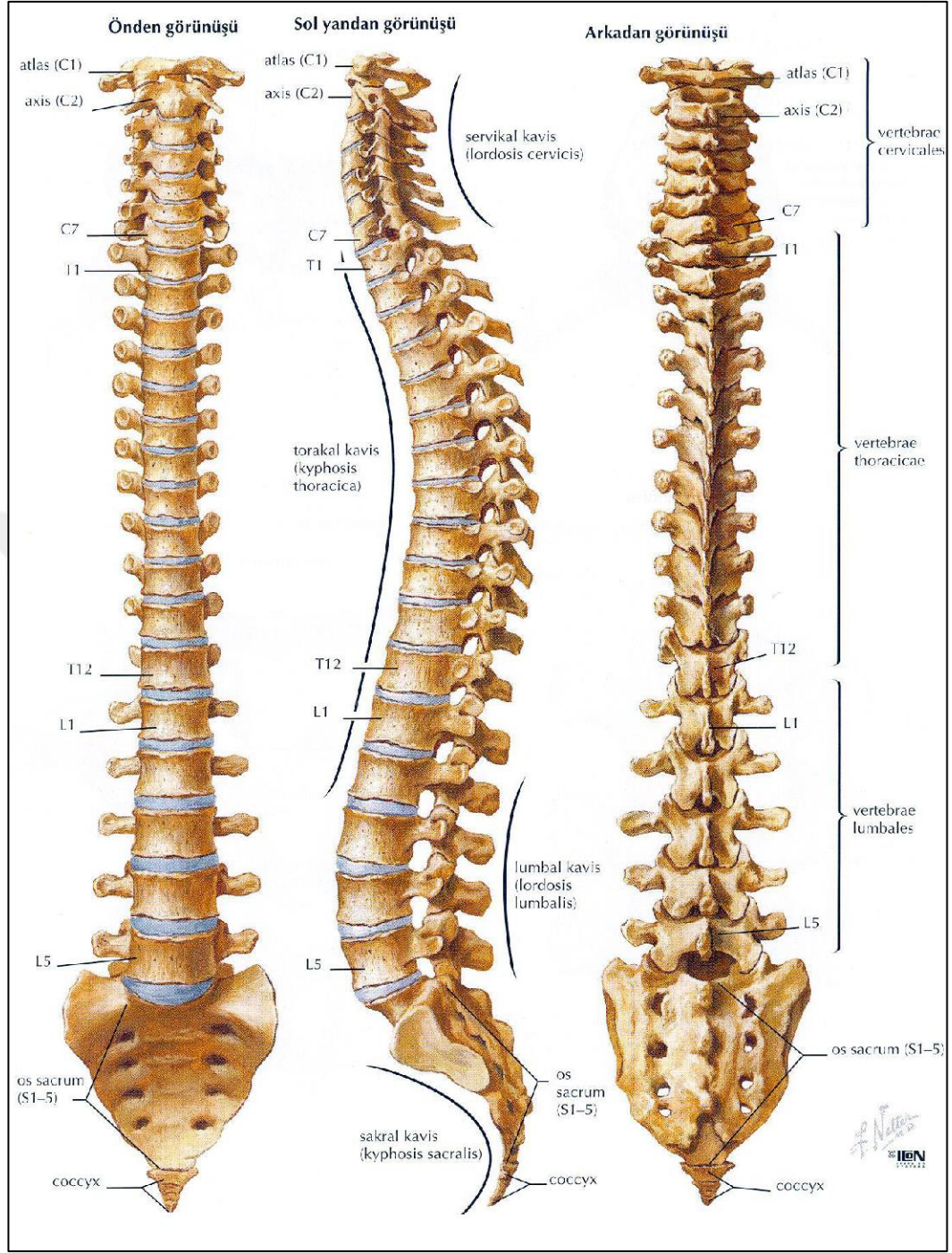
- 1) prosesus spinozusların uçları,
- 2) prosesus transversusların uçları,
- 3) epifiz (anular epifiz) vardır. Bir tanesi vertebra korpusunun üst, diğeri alt yüzeyinde yer alır.

Vertebra korpusları, üst ve alt kısımlarda anular epifiz ve arasındaki kemik kitleden oluşur. Vertebra korpuslarında yer alan sentrum, arkus vertebralislerin bir kısmı ve kosta başları için artiküler fasetler içerir. Tüm sekonder kemikleşme merkezleri 25 yaşına kadar vertebra ile birleşir. Vertebra sayısındaki değişkenlikler: insanların %95 inde, 7 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 3-4 koksigeal vertebra vardır, insanların %3 ünde ise, 1 veya 2 fazla veya eksik vertebra bulunabilir. Örnek olarak, torakal vertebra sayısı 11 olup, lomber vertebra sayısı 6 olabilir (10).

1.3. Anatomi

1.3.1.Genel bakış

Omurga, omur adı verilen kemiklerden oluşmuş, aksiyel iskeletin önemli bir parçası, esnek bir kolondur. Omurgada toplam 33 omurumuz bulunmaktadır (Şekil 2). Omurgadaki omurlar buldukları bölgeye göre adlandırılırlar; servikal omurga 7, torakal omurga 12, lomber omurga 5, sakral omurga 5 ve koksigeal omurga ise 4 omurdan oluşmaktadır. Servikal, torakal ve lomber omurgayı oluşturan omur sayısı yaşam boyunca değişmezken, sakral ve koksigeal omurlar sakrum ve koksiksi oluşturmak üzere yaşla birlikte birbirleri ile kaynaşırlar. Vertebral kolonun uzunluğu, orta boylu bir erişkinde 73-76 cm arasında olmaktadır (12).



Şekil 2: Vertebral kolonun ön, sol yan ve arkadan görünümü (13).

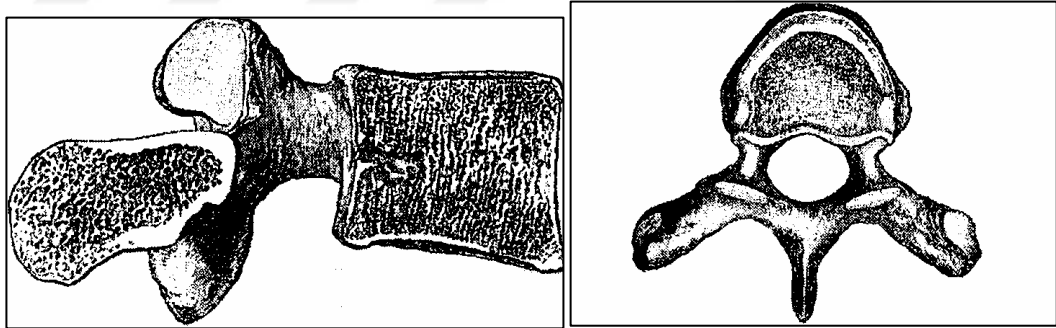
Vertebral kolona sagittal plandan değerlendirildiğinde, fizyolojik eğimleri olduğu göze çarpar. Konveksitesi arkaya doğru olan bu eğimler, primer eğimler olarak kabul edilir. Çocuk başını kontrol edip yürümeye başladıktan sonra, öne doğru olan ve sekonder eğrilikler olarak adlandırılan, servikal ve lomber eğimler oluşur. Erişkin bir insanda normal servikal lordoz, torakal kifoz ve lomber lordoz

görülür. Servikal bölgede 30-50° lordoz, torakal bölgede 30-50° kifoz, lomber bölgede 40-60° lordoz, sakral bölgede 40-50° kifoz vardır. Bu sınırların altı ve üstü sagittal planda patolojiye yol açmaktadır.

1.3.2. Vertebraların Genel Şekli ve Temel Parçaları

Omurganın çeşitli parçalarına ait vertebralardaki benzerlik, yenidoğan çocuklarda daha fazladır. Gelişme sırasında gittikçe artan ağırlık, hareket, gövdenin durumunda meydana gelen ayrımlar ve vertebraların çeşitli parçalarına yapışan kasların etkileri, omurganın bütün kısımlarında aynı olmadığı için, çeşitli vertebralar arasında şekil farklılıklarını ortaya çıkarır.

Birinci vertebra dışında, bütün vertebraların iki temel parçası vardır. Bunlardan biri omurun cismi (corpus vertebrae), ikincisi kavsidir (arcus vertebralis/nöral arkus). Bu iki parça arasında ise içinde nöral yapıların bulunduğu vertebral foramen yer alır. Her vertebral arkus birer çift pedikül ve laminanın birleşimi ile oluşur (Şekil 3).



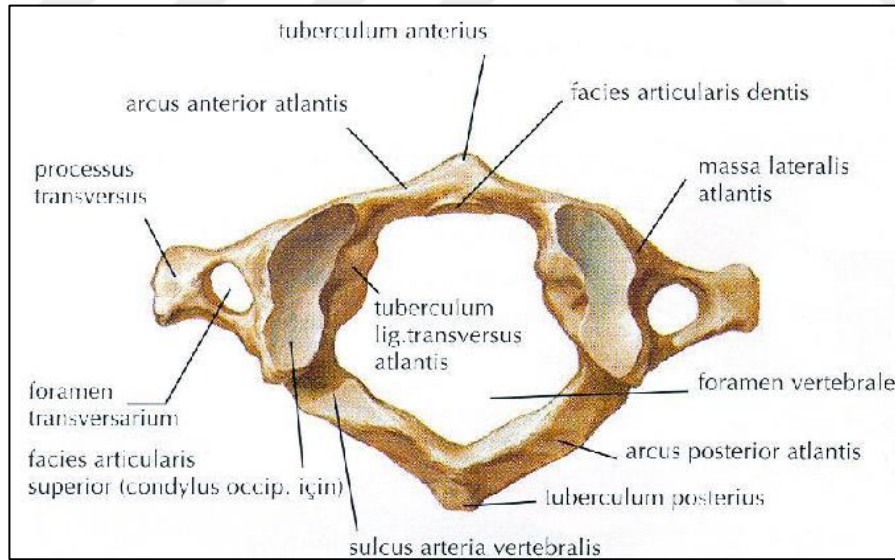
Şekil 3: Tipik bir erişkin insan lomber omurunun (a) yandan ve (b) üstten görünümü.

Omurlar birbirinin üstüne oturarak başı taşıyan ve insana dik (erekt) postürü veren aksiyel iskeleti meydana getirir. Vertebral foramenler birleşerek omuriliği çevreleyen spinal kanal oluşturken, her çift omurun arasında yer alan intervertebral foramenlerden spinal damar ve sinirler çıkar.

Vertebra kavsinin çeşitli bölgelerinden çıkan ve farklı yönlerde uzanan çıkıntılar bulunur ve bazıları kaldıraç kolu görevi yaparlar ve bunlara kaslar yapışır. Omur cismi omurun en büyük kısmını oluşturan silindirik bir yapıdır. Üst ve alt

yüzleri düz ve etrafı çıkıntılıdır. Uç plak adı verilen bu yüzlerin çıkıntılı kenarlarına intervertebral fibrokartilaj tutunur. Kaudale doğru gittikçe omur cisimlerinin çapları artarken, servikal omur cisimleri dörtgen, torakal omur üçgen, lomber omur cisimleri ise oval şekillidir. Omur cisminin anteriorunda besleyici damarların girdiği birkaç delik, posteriorunda ise basivertebral venlerin cismi terk ettiği daha büyük bir ya da birkaç düzensiz delik bulunur (12).“Arcus vertebra”, arkada kavis şeklindeki yapıdır. Vertebral ark ile cisim arasındaki boşluğa, “foramen vertebrale” adı verilir. Üst üste gelen “foramen vertebrale”ler, “canalis vertebralis”i oluşturur. Her iki tarafta, arkusun cisimle birleştiği kısımlarda üst ve alt kenarlarda birer çentik bulunur, bunlardan alt çentik daha derindir ve bunlara sırasıyla “incisura vertebralis superior ve inferior” denir. İki komşu arkusun alt ve üst çentikleri bir araya gelerek, “foramen intervertebrale” denilen bir delik meydana getirirler. Vertebral kanala açılan bu delikten, spinal sinirler çıkarlar. Arkusun en arka kısmındaki çıkıntıya “processus spinosus” denir. Spinöz çıkıntılar, laminaların birleşimi ile posteriora doğru uzanan, kas ve ligamentlerin tutunduğu vertebranın en güçlü çıkıntılarıdır. Arkusun, spinöz çıkıntıdan başlayan kısmına “lamina” vertebral ark ve korpuse tutunan kısmına “pediculus arcus vertebralis” adı verilir. Bunlar, iki tarafta spinal kanalın arka ve yan duvarlarını oluştururlar. Pediküller, omur cisminin posterior ve lateral duvarlarının birleştiği noktada, cismin superior yarısından çıkarak posteriora yönelen bir çift kısa, güçlü oluşumdur. Pediküllerin superior ve inferiorundaki konkavitelere vertebral çentikler denir ve iki vertebral çentiğin birleşmesi ile intervertebral foramenler meydana gelir. Laminalar, pediküllerden çıkarak posteriora ve mediale yönelen ve orta hatta birleşen bir çift yassı oluşumdur. Superior kısımlarının posterioru ve inferior kısımlarının anterioruna ligamentum flavum yapışır. Foramen intervertebralisin önünde, disk ve cismin arkasında, arcustan yukarı ve aşağı doğru uzanan artiküler faset yapıları bulunur. Her bir arcusta, toplam dört tane olan bu artiküler fasetlerin üsttekilerine “processus artikularis superior”, alttakilerine ise “processus artikularis inferior” denir. İki komşu vertebradan, alttakinin superior ve üsttekinin inferior fasetleri karşı karşıya gelip, kapsül ve sinovya ile çevrilerek gerçek birer eklem oluştururlar. Lamina ile pedikülün birleşme yerinden, “processus transversus”lar her iki yöne doğru uzanırlar, kasların ve ligamentlerin tutunduğu oluşumlardır.

a) **Servikal vertebralar:** Servikal omurga, baş ile toraks arasında yer alan, fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon hareketlerine büyük ölçüde izin veren, 7 adet omurdan oluşan, esnek bir kolondur. 1., 2., ve 7. servikal vertebralar yapısal olarak diğerlerinden farklılık gösterir, diğerleri benzerdir. Servikal vertebralar fazla ağırlık taşıyamazlar, bu yüzden vertebra cisimleri arcus ve foraminalara göre daha küçük ve incedir. Processus transversuslar kısa ve dip kısımlarında “foramen transversarium” denilen, üst üste gelerek oluşturdukları kanalın içinden arteria ve vena vertebralis ile sempatik pleksusun geçtiği birer delik bulundurlar. Birinci servikal vertebraya “atlas” adı verilir ve korpusu yoktur (Şekil 4). İkinci servikal vertebraya “axis” denir ve cisminin ön kısmından çıkıp dik olarak yukarı doğru uzanan bir çıkıntısı (dens axis) vardır. Atlas, kranialde oksipital kondillerle atlantookspital eklemi, kaudalde ise 2. servikal omur olan aksis ile atlantoaksiyel eklemi yapar. Başın rotasyonu büyük oranda atlantoaksiyel eklemden yapılır. Bunun altında kalan 3.-6. servikal vertebralar benzer özellik gösterir. Yedinci servikal vertebranın spinöz çıkıntısı daha uzundur ve diğer vertebralardan daha belirgin olduğundan “vertebra prominens” denir. Ayrıca vertebral arterler 7 servikal vertebrayı bypass edip 6. servikal vertebradan foramen transversariuma girerler (Şekil 4).



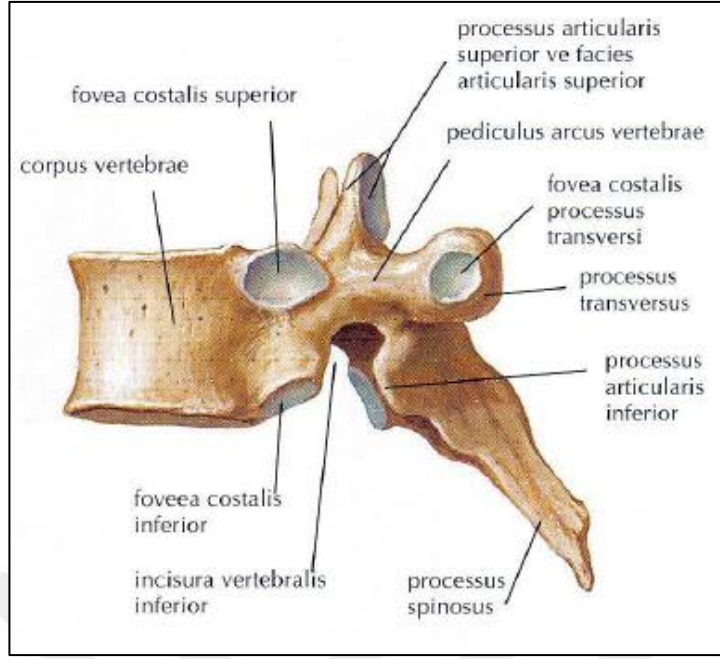
Şekil 4: C1 vertebranın (Atlas) üstten görünümü (13).

b) **Torasik vertebralar:** Torakal omurga, servikal ve lomber bölge arasında yer alan, sternum ve kostalar ile birlikte göğüs kafesini oluşturan 12 adet omurdan meydana gelmiştir. Torasik vertebralar, servikal vertebralardan büyük, lomber ver-

transversus üst eklem çıkıntısı ile pedikül arasında ve dorsal kısımdan arkaya ve dış tarafa doğru uzanır. Ucunda ve ön tarafında bulunan fovea costalis transversalis, kaburga tüberkülündeki eklem yüzü ile eklemleşir.

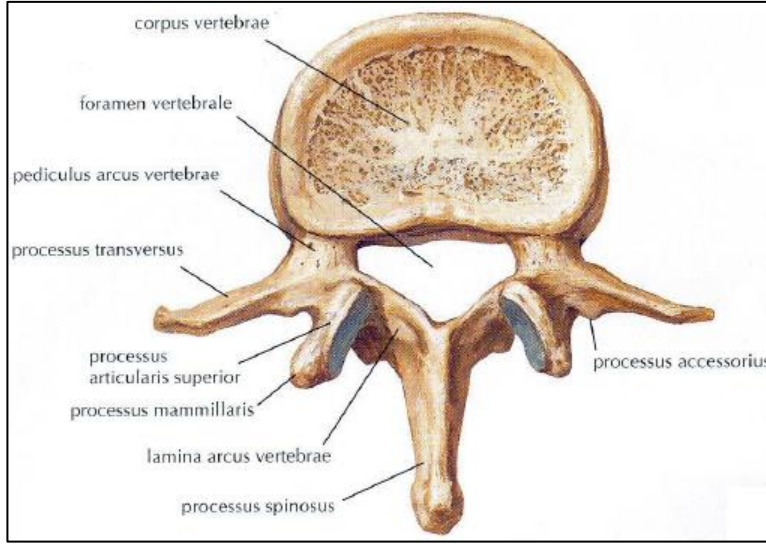
Torasik vertebralardan 1., 9., 10., 11. ve 12. vertebralara, diğerlerinden farklıdır. Birinci torasik vertebra (T1) cismi, servikal vertebralara benzese de, transvers yönde daha uzundur. Processus spinosus, 7. servikal vertebranınkinden uzundur. Incisura vertebralis superioru, diğerlerinden derindir. 11 ve 12. torasik vertebralara geçiş vertebraları karakterinde olup, transvers çıkıntıları küçüktür ve eklem yüzü içermezler. Cisimleri büyüktür ve lomber vertebranınkilere benzerler. Tek ve büyük olan eklem yüzü, arkaya kayar ve pedikül halini alır. Bu nedenle, T11 ve T12'nin pedikülleri çok kuvvetlidir. T12 genellikle T11'e benzemekle beraber, processus articularis inferioru lomber vertebralardaki gibi silindirik ve eklem yüzü laterale bakar.

Torasik vertebralara, processus articularis ve kaburgaların desteklediği göğüs kafesi ile stabildir. Spinal kanal T6 düzeyinde en dar, T12'de ise en geniş durumdadır (Şekil 6). Torakal bölgede spinal kanalın transvers çapı 17,2 mm, ön arka çapı 16,8 mm'dir. Omuriliğin transvers çapı ise, bu bölgede 8 mm, ön arka çapı ise 6,5 mm'dir. En geniş olduğu T10-L1 arasında, spinal kanalın hemen hemen yarı hacmini kaplar. Bu yüzden, kırıkların en çok gözlendiği, omuriliğin kanama ve ödem ile daha çok sıkıştığı bu bölgede nörolojik bası ve komplikasyonlara daha sık rastlanmaktadır (12).



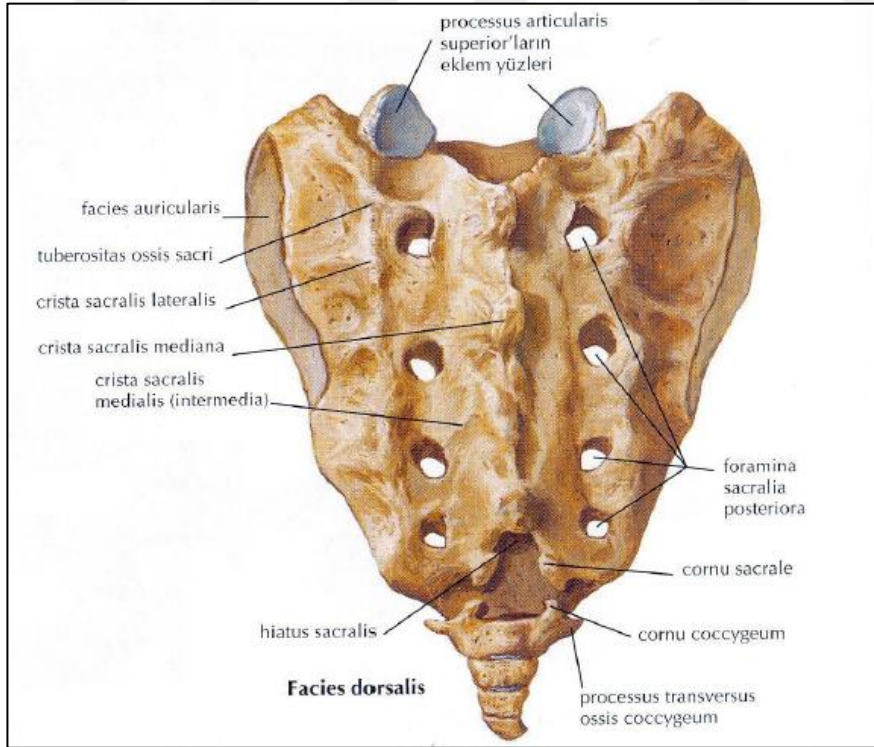
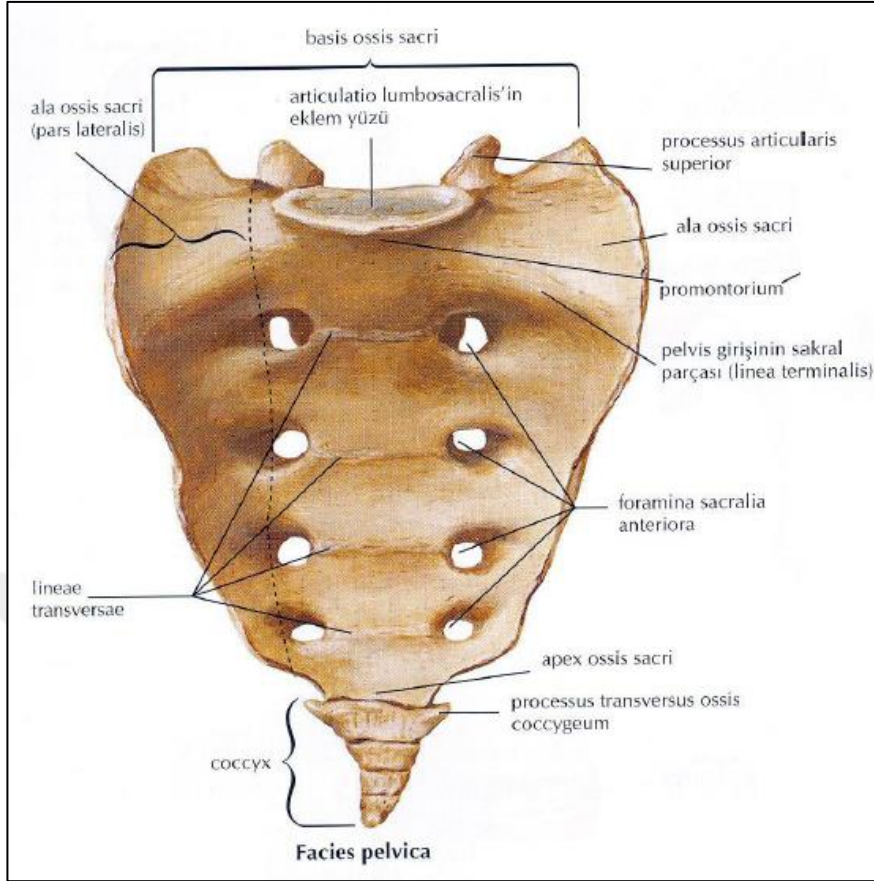
Şekil 6: Torakal vertebraların yandan görünümü (13).

c) Lomber Omurga: Lomber omurga, torakal omurga ile sakrum arasında yer alıp, 5 hareketli omurdan oluşur. Omurganın bel parçası üzerine düşen ağırlığının, daha fazla olması nedeniyle cisimleri daha büyüktür. Hareketli vertebralar arasında, cisimleri en geniş olan vertebralardır. Lomber omurların sagittal planda anterior yükseklikleri posteriordan fazla, sagittal çapları ise frontalden azdır. Omurun superiorunda yer alan faset eklem çıkıntıları, normal konumu olan laminalarla pediküllerin birleşme yerinden çıktığı halde, eklem yüzleri konkavdır ve dorsomedial yerleşim gösterir. Sağ ve sol olmak üzere her iki eklem yüzü daima birbirine bakar konumdadır. Omurun inferiorundaki faset eklem çıkıntıları ise, her iki laminanın uzantısı olup, eklem yüzleri anteriora ve laterale bakar. Bir alt seviyedeki omurun superior eklem yüzü ile iç içe girerek eklem yapar. Processus transversuslar, eklem çıkıntılarının ön tarafında bulunurlar, kaburgaların karşıtı kabul edilirler ve özellikle alt lomber vertebralarda daha belirgindirler. Bunlar processus articularis superiorun arkasında bulunur ve “processus mamillaris” adını alırlar. “Processus accessorius” adı verilen alttaki çıkıntı ise, transvers çıkıntının kaidesinde ve arka tarafında bulunur (Şekil 7). Beşinci lomber vertebranın cismi, ön tarafta daha kalın olması ile karakterizedir. Bu, promontoriumun oluşmasını sağlar. Processus spinosusu daha kısa ve alt eklem çıkıntıları arasındaki uzaklık daha fazladır.



Şekil 7: Lomber vertebranın üstten görünümü.(13)

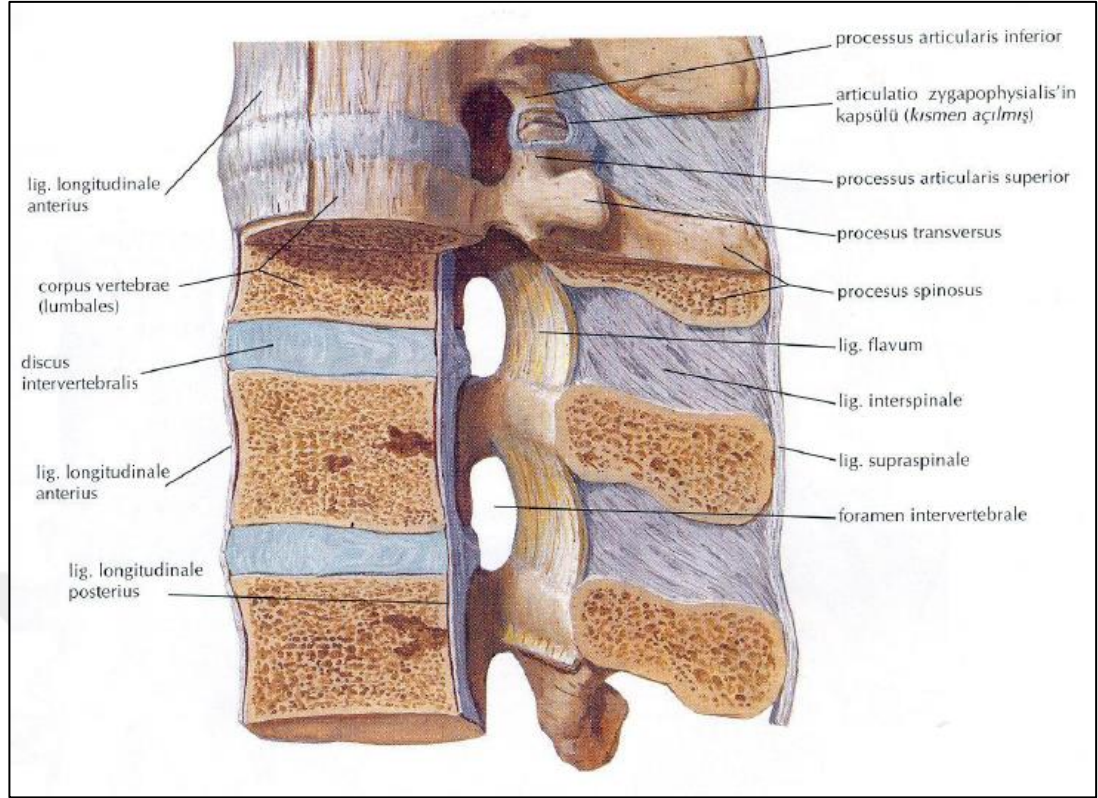
d) Sakral vertebralar (Os Sacrum): Beş vertebranın birleşmesinden oluşan, anteriora doğru konkav, büyük ve üçgen şeklinde bir kemiktir ve pelvisin arka kısmını oluşturur. Bütün gövdenin ağırlığını taşımak zorunda kalan 1, 2 ve 3. sakral vertebralar, diğer vertebralara nispeten daha büyük ve daha kalındır. Bu üç vertebra üzerine yüklenen ağırlık, buradan yan taraflarda bulunan pelvis kemikleri aracılığıyla uyluk kemiklerine aktarıldığından dolayı, yükleri azalan son iki sakral vertebranın hacimleri de küçüktür. Sakral vertebraların sadece cisimleri değil, arkus ve diğer çıkıntıları da birleşmişlerdir. Üst üste kaynaşmış olan sakral omurların vertebral foramenleri sakral kanalı oluştururlar. Sakrumun ön ve arka yüzlerinde bulunan 4 adet sakral foramenden 4 çift sakral sinirin dorsal ve ventral kökleri çıkar (12) (Şekil 8).



Şekil 8: Sakrumun, Os coccyx'in ön ve arkadan görünümü(13).

e) **Koksigeal vertebralar (Koksiks):** Genelde 4, bazen 3 veya 5 vertebra-dan oluşur. Sakrumla birleşen 1. Koksigeal segmentin distalindeki 3 vertebra birleşmiş ve öne bükülmüş durumdadır. Vertebra cismi ve transvers çıkıntıları rudimenter şekildedir. Koksiks omurganın son segmentidir (Şekil 8).

f) **İntervertebral diskler:** Omurga boyunca 2. servikal omurdan 1. sakral omura dek, her iki komşu omur çiftinin korpusları arasında yer alan, amfiartrodial tipte eklemleşmeyi sağlayan, fibrokartilajinöz yapıda, sağlam oluşumlara intervertebral diskler adı verilir (10). Toplam 23 diskus vardır. Chorda dorsalis'in artıklarından oluşan ve jelatinöz bir maddeden yapılmış olan orta bölümüne; "nucleus pulposus" denir. Nuc. pulposus göğüs bölgesine göre boyun ve bel bölgelerinde daha iyi gelişmiştir. Yaş ilerledikçe jelatinöz yapısı fibröz kıkırdığa dönüşür. Nucleus pulposus'un etrafı kollajen lifler ve hyalin kıkırdak hücreleri içeren fibrokartilajinöz dokudan yapılmış bir halka ile çevrilidir, bu halkaya "anulus fibrosus" denir. Su menderi görevini yapan nucleus pulposus, yukarıdan gelen ağırlığın tüm yönlerde eşit olarak dağılmasını sağlar. Lomber bölgedeki diskler kalın, torakal bölgedeki diskler ise incedir. Bu özelliğin nedeni, kranialden kaudale doğru gidildikçe diskin taşıdığı ağırlığın artışıdır (10, 12). Yenidoğanda bütün diskler birbirine benzer. Boyun ve bel bölgelerindeki eğrilikler nedeniyle disklerin ön bölümleri daha kalındır. Diskler damar taşımazlar. Vücudun esas ağırlığını diskler ve vertebra cisimleri tarafından taşınır, önde, ön yanlarda ve arkada lig. longitudinale anterior ve posterior ile kuvvetlice desteklenen diskler, insan uzun süre ayakta kaldığı zaman ağırlığın etkisiyle biraz yassılaşır ve incelirler (Şekil 9).



Şekil 9: Discus intervertebrale, Vertebranın ligamentleri (13).

1.3.3. Vertebra Eklemleri ve Bağları

a) Eklemler: Vertebral kolonda 3 tip eklemimiz bulunmaktadır.

Processus artikularisler arası (faset) eklemler: Kostovertebral eklemler, atlantoaksial eklemler ve sakroiliak eklemler, sinovial (eski ismiyle diartroz) tip eklemlerdir. Vertebra korpusları intervertebral diskler, simfizis tipi eklemleri oluşturur. Komşu vertebra cisimleri ve arkusları arasındaki ligamentlerin oluşturduğu eklemler, sindesmoz tipi eklemlerdir

Vertebra arkusları arasındaki eklemler: Vertebra arkuslarındaki, komşu vertebra prosesus artikularislerin arasındaki eklemler sinovial eklemler olup, sınırlı da olsa kaygan eklemlerdir. Eklem yüzleri kıkırdakla kaplı ve düzdür. Eklem sabitliğini kapsül ve ligamentum flavum sağlar. Vertebra arkusları arasındaki sindesmozu gerçekleştiren yapılar; lig. flavum, lig. intertransversus, lig. İnterspinosus ve lig. supraspinosus'dur.

Vertebra korpusları arasındaki eklemler: Cismin eklem yüzleri konkavdır, üzeri ince bir kıkırdak ile örtülüdür. İki cisim arasında fibroelastik intervertebral diskler

vardır. Bunlar simfizis tipi eklem oluşturur. Diskler özellikle servikal ve lomber bölgede oldukça hareketlidir ve spinal kord üzerindeki stres ve gerilmelerin emilmesini sağlar. Vertebralar arası eklemleri ve diskleri, vertebra gövdesini çevreleyen çok kuvvetli bağlar (anterior ve posterior longitudinal ligamentler) yerinde tutar. Bu bağlarda sindesmoz tipi eklem oluşumunu sağlar.

Kostovertebral eklemler: Diartroz tipinde eklemlerdir. 11 ve 12. kostalar ile 11 ve 12. torakal vertebraların arasındakilerin dışındakiler, kostosentral ve kostotransvers eklemleri oluştururlar. Bunlar kapsüllüdür ve ligamentler ile desteklenirler.

b)Bağlar:

Anterior longitudinal ligament(ALL): Oksipital kemiğin farengeal çıkıntısı ve atlasdan başlar, aşağı doğru genişleyerek sakrumun ön yüzüne yapışır. Vertebra gövdesinin ön yüzü, periost, alt ve üst eklem yüzü kenarları ve annulusa yapışan bu bağ, üç ayrı özellik gösterir. En derinde, yalnız iki komşu vertebra arasındaki derin kısım, iki veya üç vertebra arasında uzanan lifler ve 4-5 vertebra arasında uzanan yüzeysel tabakadır.

Posterior longitudinal ligament(PLL): Vertebra cisimleri arkasında spinal kanal ön yüzünü oluşturacak şekilde uzanır. Oksipital kemiğin foramen magnumun kenarına ve aksis cismine tutunarak başlar. Aşağı doğru uzanarak sakrumda sonlanır. Özellikle lomber ve aşağı torakal bölgede pediküller arasında bulunan derin kısmı, diskin dorsalinde ve intervertebral foramenler boyunca devam eder, diske çok sıkı yapışır. Böylece nükleus pulposusun arkaya fıtıklaşmasına engeller. Yüzeysel kısmının diske ilişkisi yoktur. Bağ ve duvar arasında birçok venöz giriş vardır. Anterior ve posterior longitudinal ligamentlerin görevi vertebral kolonun aşırı ekstansiyon ve fleksiyonunu karşı korumaktadır.

Ligamentum flavum: Vertebral kanalın posteriorunda, spinöz çıkıntılardan faset eklemlere kadar uzanan sağlam ve elastik bir bağdır. Komşu vertebra laminalarını birbirine bağlar. Servikalden lombere doğru kalınlaşır. İki vertebra cismi arasındaki boşluğu kapatarak sağlamlık sağlar, ve spinal kanalı korur.

Supraspinöz ligament: Spinöz çıkıntıların uçlarına yapışarak tüm vertebral kolon boyunca sakruma kadar uzanır. Lomber bölgeye yaklaştıkça kalınlığı artar. İnterspinöz ligamentle de kaynaşır.

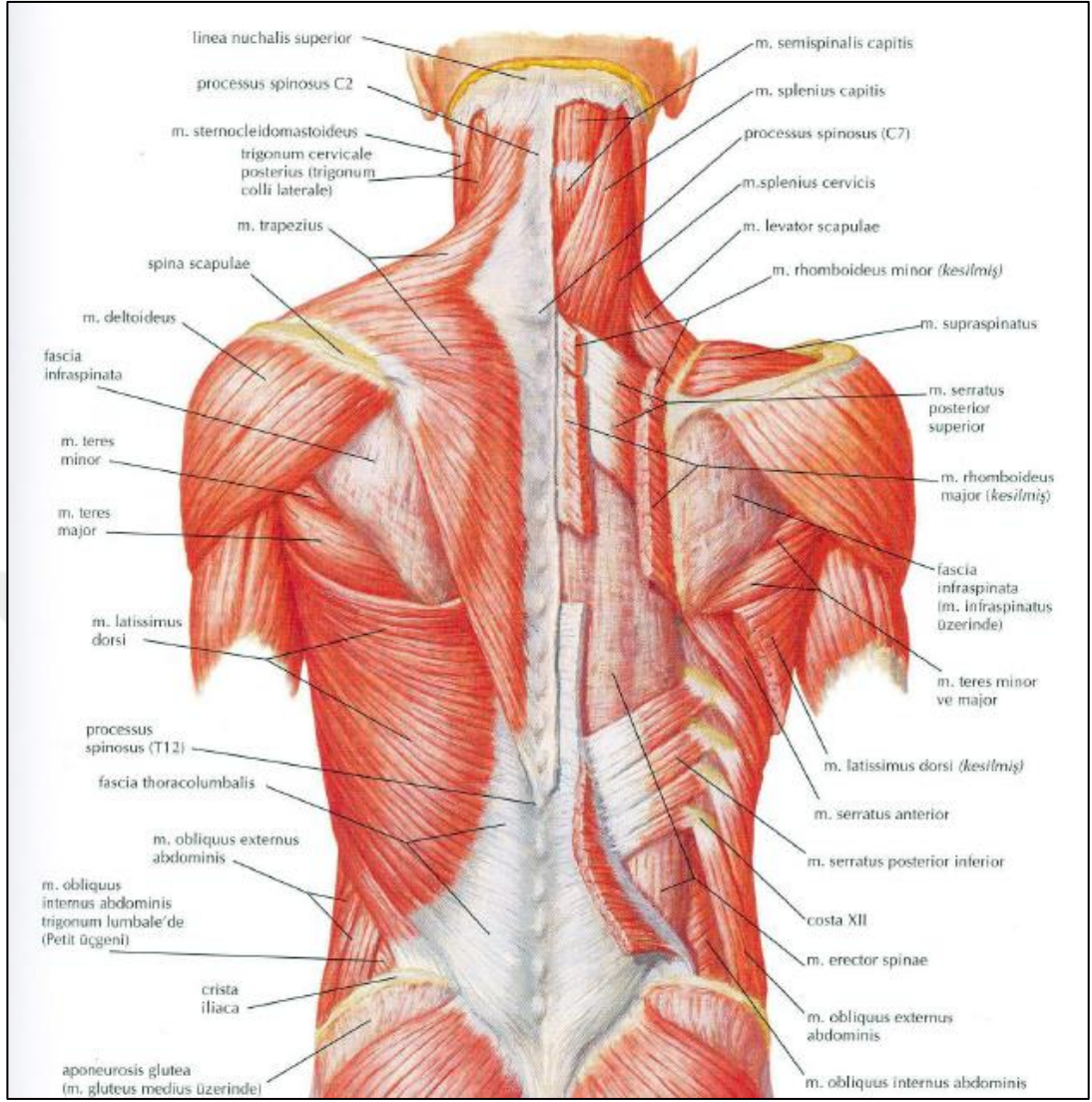
İnterspinöz ligament: Komşu vertebraların spinöz çıkıntılarını ucundan köküne kadar birbirine bağlayan bu yapı ve supraspinöz ligament ile beraber vertebral kolonun posterior de mukavemetini artırır.

1.3.4. Vertebral Kolonun Kasları (Tablo 1, Şekil 10, 11, 12)

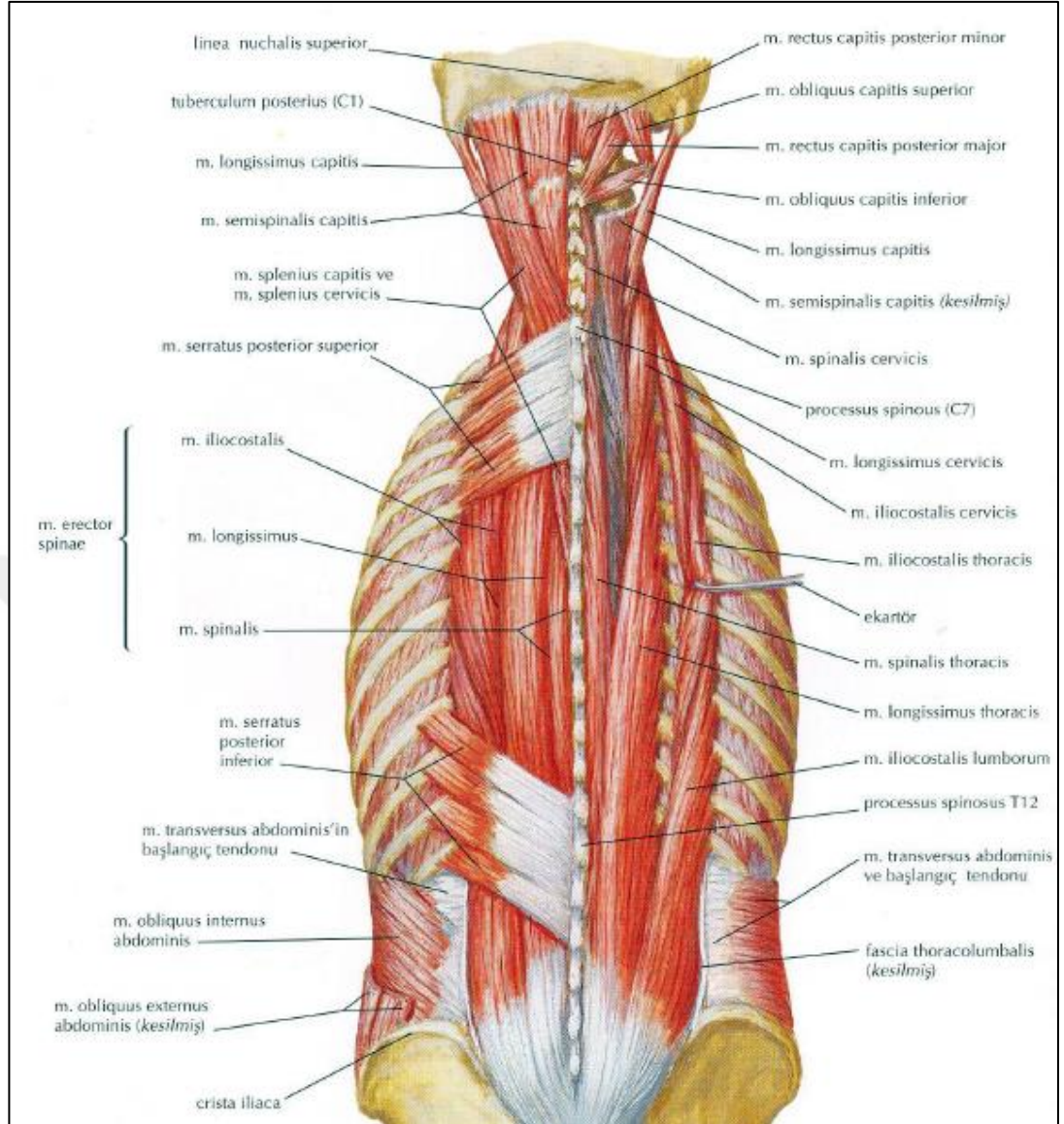
Vertebral kolon tüm gövde kasları ile ilişkilidir. Gövde kasları anatomik olarak 6 gruba ayrılır(Sirt, ense, toraks, karın, pelvis, perine kasları). Fonksiyonel açıdan vertebral kolonun hareketini sağlayan kaslar ise 5 gruptur.

Tablo 1: Vertebral kolonun kasları.

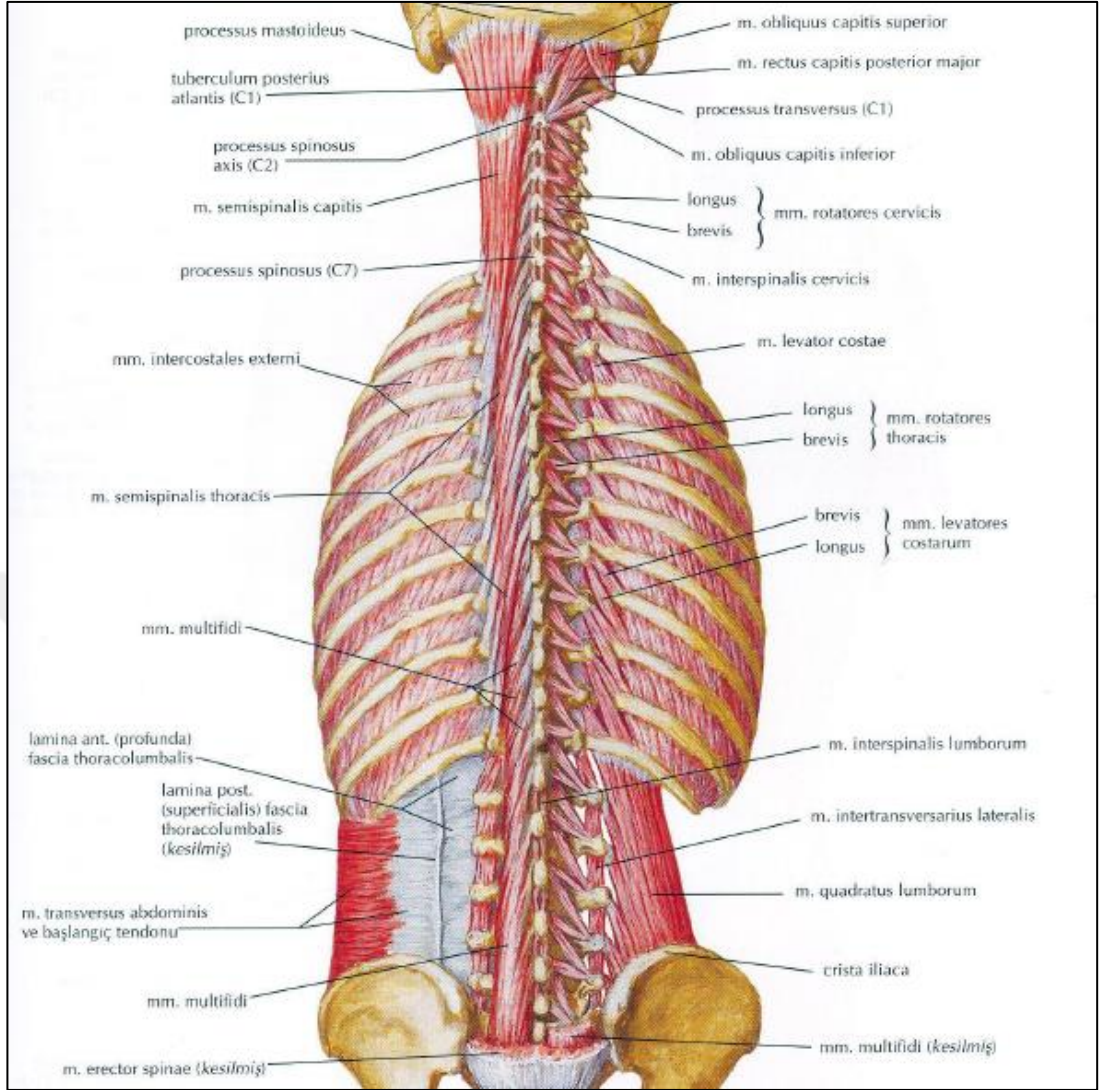
Fonksiyonel				
Fleksör	Ekstansör	Lateral fleksör	İpsilateral rotatuar	Kontralateral rotatuar
*M.sternocleidomast oideus	*M.latissimus dorsi	*M.sacrospinal	*M.latissimus dorsi	*Mm.transversospin alis
*M.obliquus int.,eks. Abdominis	*M.transversocostalis	*M.Semi Spinalis	*M.Obliquus int. abdominis	*Mm.Multifidus
*M. Longus colli	*M.erector spinae	*M.quadrotus lumborum	*M.longus colli	*M.longus coli
*M.rectus abdominis	*M. Levator scapulae	*Mm. Scalenii	*M.splenius	*M.obliquus ext. abdominis
*M.psoas	*M.spinales	*Mm.transversocostalis		
*Mm. Scalenii	*M. Splenius	*M. Levator scapulae		
	*Mm. İnterspinales			



Şekil 10: Sırt kaslarının yüzeysel tabakası (13).



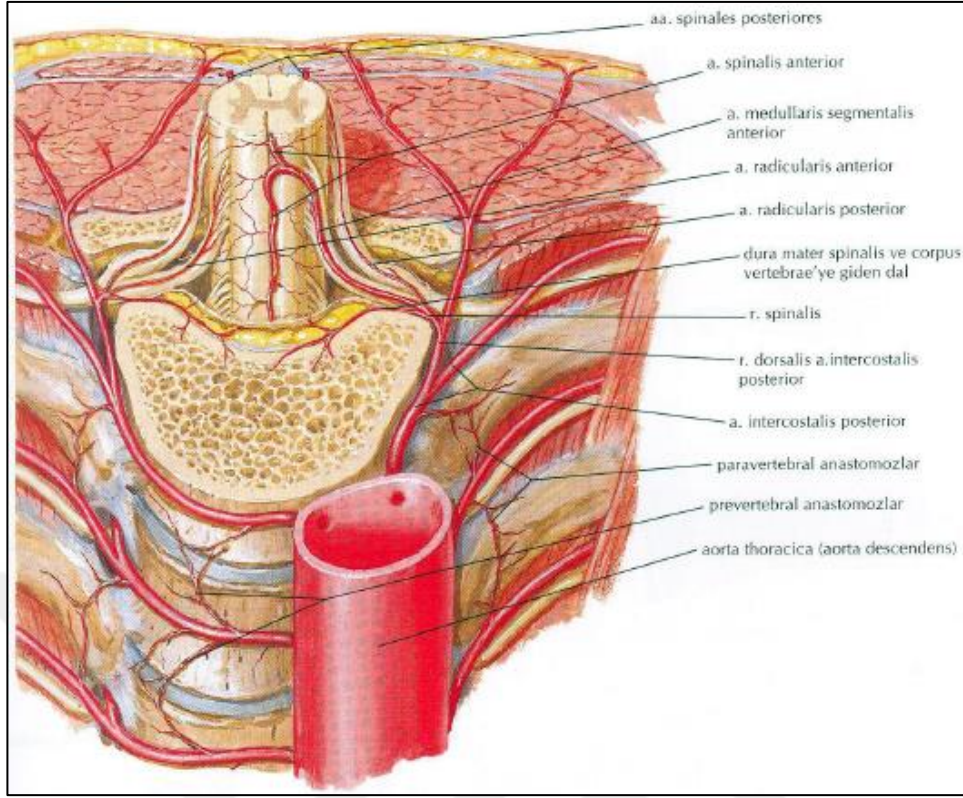
Şekil 11: Orta tabaka sırt kasları (13).



Şekil 12: Derin tabaka sırt kasları (13).

1.3.5. Vertebral Kolonun Kanlanması

Omurganın kanlanması, aortadan çıkan segmenter arterler ve omura gelen rejyonel arterler ile mümkün olmaktadır. Aortadan çıkan segmenter arterler, omur cisminin anteriorundan cisme yapışık olarak her iki taraftan ilerler. Her vertebranın arterial beslenmesi, bir segmenter arterden veya bunun bölgesel bir eşdeğerinden, anterior santral, posterior santral, prelaminar ve postlaminar dallardan oluşan bir vasküler sistemden sayesinde mümkün olmaktadır (Şekil 13).



Şekil 13: Vertebranın arterial beslenmesi (13).

Anterior santral ve postlaminar dallar, ekstravertebral kökenlidir. Bunlar intervertebral foramenden girerek nöral, meningeal ve epidural dokuları beslerken, posterior santral ve prelaminar arterler ise iki taraflı olarak vertebra cismi ve arkularını beslemektedir. T2-L5 arasındaki her segmenter arter, aortanın posteriorundan çıkarak omurga cismi etrafında dorsolateral olarak ilerler ve transvers prosese yaklaşınca lateral ve dorsal (interkostal veya lomber) dallara ayrılır. Dorsal dal intervertebral foramenin lateraline doğru ilerleyerek, artiküler ve transvers çıkıntılar arasından geçerek spinal kaslara ulaşır. Segmenter arter, korpusun anterolateral yüzeyi ile temasta iken korpusu iki veya daha fazla yerinden delerek spongiozaya uzanır ve aynı zamanda aynı arter ALL'de de dallar verir. Segmenter arterin dorsal dalı intervertebral foramenin lateralinden geçerken kemik ve kanal içi temel beslenmeyi sağlayan spinal dalı verir. Bu damar foramene girince posterior santral, prelaminar ve intermedian nöral dallara ayrılır. Posterior santral dal, diskin dorsolateral yüzü üstünden geçerek iki komşu cisme giden kaudal ve kranial dallara ayrılır. Bu dallar dura'yı ve PLL'ı beslerler. Spinal arterin prelaminar dalı, vertebra kavsinin iç yüzünü takip ederek, aynı zamanda bölgesel epidural ve dorsal dokuları da

besleyen ancak temelde laminar ve ligamentum flavuma giden beş perforan dal verir. Torakal ve servikal bölgede birçok arterin mevcudiyetine rağmen, en büyük arter, üst lomber segmenter arterlerden biri olan A.radikularis magnus'tur (12).

Omuriliğin venöz drenajı Batson pleksusuna olur. Batson pleksusu venleri direkt olarak azygos ve vena kava sistemleri ile ilintilidir. Batson pleksusunu 3 ana venöz sistem oluşturur;

1. ekstradural vertebral venler,
2. ekstravertebral venöz pleksus
3. spinal kanalın kemik elemanlarını drene eden venler.

Venöz sistemdeki zengin anastomozlar sayesinde cerrahi sırasında veya sonrasında bu bölgede venöz yetmezlik olma riski çok düşüktür.

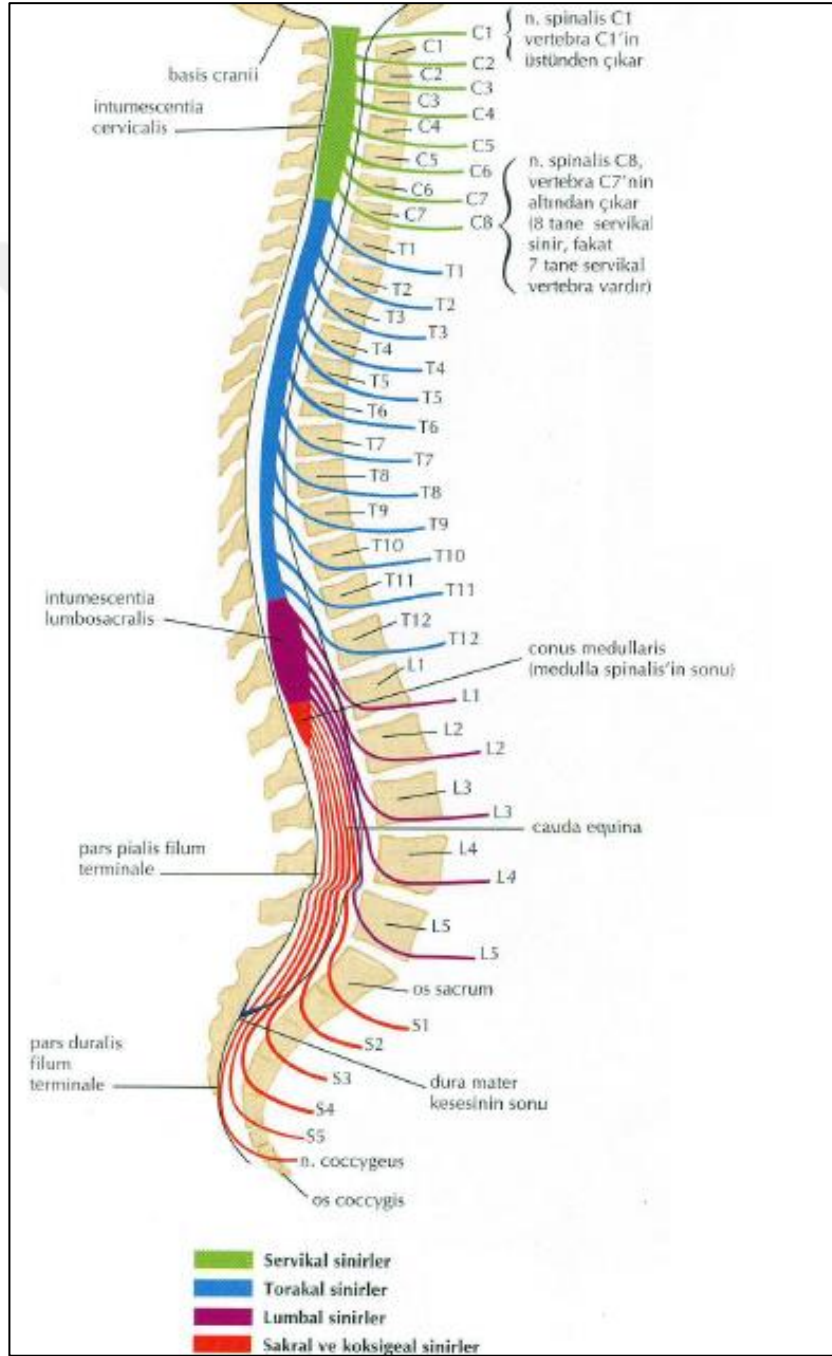
1.3.6. Vertebral Kolonun Sinirleri

Eklemler, diskler, periost, meninksler, spinal kanal ve vasküler dokular sınırlarını, dorsal root ganglionun hemen distalinden çıkıp, intervertebral foramenlerden geri gelen, spinal sinir rekürrent dalı olan, motor ve duyu dalları olan sinüs vertebral sinirlerden (Luschka siniri) alır.

1.3.7. Medulla Spinalisin Anatomisi

Medulla spinalis, canalis spinalis içerisinde bulunur ve atlas'ın üst kenarından başlar. Erkeklerde L1-L2 arası intervertebral disk seviyesinde, kadınlarda ise L2 cismi ortalarında sonlanmaktadır. Üst ucu "medulla oblongata" ile birleşirken, alt ucu gittikçe incelerek daralır ve "conus medullaris" ismini alır. Medulla spinalisin her iki yanından simetrik olarak spinal sinir olarak bilinen sinirler çıkar. Bu sinirler ön ve arka kök olarak iki kök aracılığıyla medulla ile birleşmektedirler. Böylece spinal sinirlerin çıkış yerlerine göre M.spinalis servikal, torakal, lomber ve sakral olmak üzere dört parçaya ayrılır. Ancak M.spinalis ile vertebral kolon arasındaki büyüme farkından dolayı, medüller segmentler vertebral segmentlere uymaz ve medüller segmentler kendilerine uyan vertebral segmentlere göre daha yukarıda kalır. Mesela sakral medüller segment T12-L1 vertebralar seviyesindedir. C1

ve C2 seviyesi dışındaki spinal sinirler bu sebepten dolayı kendilerine uyan intervertebral foramenden çıkmak için eğik biçimde aşağıya doğru uzanırlar. Bu eğiklik aşağıya doğru gittikçe artmaktadır. Lomber ve sakral segmentlerden çıkan ve medüller koni ve filum terminale etrafından aşağıya uzanan sinir kökleri atkuyruğuna benzediği için “cauda equina” adını alır (3, 4, 14) (Şekil 14).



Şekil 14: Kord segmentleri ve sinir kökleri (13).

Spinal kordun çevresini saran özel kılıflar vardır. Bunlar; dura, araknoid ve pia'dan oluşmaktadır. "Duramater", foramen magnumdan çıktıktan sonra medüller kanalda S2 seviyesine kadar devam eder. İntervertebral foramene bağ dokusu ile yapışır ve bu duranın en önemli stabilizanıdır. Duramater, alt bölgede koksiks periostuna, filum terminale denilen fibröz bir bantla yapışarak kendini korur. Dura ile araknoid arasında ise, burada potansiyel bir boşluk oluşturmayan fakat sadece bu bölgeyi ıslatan ve kayganlaştıran bir sıvı bulunur. "Piamater" ise, spinal korda ve sinir köklerine sıkıca bağlanmıştır ve bazı bölgelerde spinal kordun içerisine doğru septalar oluşturur (1).

2. OMURGANIN BİYOMEKANİĞİ:

Biyomekanik, canlıda denge, hareket ve deformite oluşturan vektörlerin bilimidir. Torakolomber omurganın biyomekaniği, omurgaya etkiyen kuvvetler ve omurga kinematiği göz önüne alınarak değerlendirilmesi uygundur. Biyomekaniğin anlaşılması, kırık mekanizmalarını anlamakta ve uygun tedavi seçiminde yol göstericidir. Omurganın hareketi, kasların ve sinirlerin koordine çalışması ile gerçekleşir. Bir yandan agonist kaslar hareketi başlatır ve sürdürürken, diğer yandan antagonist kaslar hareketin kontrolünü ve modifikasyonunu sağlarlar. Omurların transvers, sagittal ve longitudinal eksenlerde rotasyon ve translasyon olmak üzere toplam 6 tipte hareketi vardır. Fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon ve aksiyel rotasyon hareketleri aynı anda gerçekleşen rotasyon ve translasyonların kombinasyonu ile olmaktadır. Hareket açıklığı yaş ve cinsiyet ile ilişkilidir. Yaşlanma ile %50'ye varan hareket açıklığı kaybı olmaktadır (15).

Üst torakal bölgedeki segmentlerde fleksiyon-ekstansiyon hareket açıklığı 4°, orta torakal bölgede 6°, alt torakal bölgede 12° olarak saptanmıştır. Bu hareket açıklığı kaudal yöne doğru gittikçe artarken, lumbo-sakral seviyede fleksiyon ekstansiyon hareket açıklığı 20° civarındadır. Bu durum omurganın her seviyesindeki fasetlerin oryantasyonu ile alakalıdır (16).

Omurgada fleksiyon hareketinin ilk 50°-60°'si lomber bölgeden sağlanmaktadır. Torakal segmentte fleksiyon, faset eklemlerin uyumu, spinöz çıkıntıların vertikal yerleşimi ve göğüs kafesinin kısıtlayıcı etkisi nedeniyle fleksiyon hareketi

daha az olmaktadır. Omurgada fleksiyon, abdominal kasların, özellikle de psoas kasının vertebral kısımlarının kasılması ile başlar ve daha sonra gövdenin üst kısmının ağırlığı sayesinde artar. Omurga fleksiyonunu kontrol eden erektör kasların aktivitesi fleksiyon arttıkça artar. Aynı zamanda fleksiyonun artması ile posterior-daki kalça kasları da pelvisin aşırı öne eğilmesine engellemek için kasılırlar. Tam fleksiyonda erektör kaslar ve posterior omurga ligamentleri öne eğilme momentine pasif olarak karşı gelmektedir.

Tam fleksiyondan sonra düzelmek için tam tersi bir hareket dizisi gerekmektedir. Önce pelvis arkaya doğru eğilir, sonra omurga erektör kaslar aracılığıyla ekstansiyon postürünü alır. Ekstansiyonun başlarında erektör kaslar aktifken, ekstansiyon arttıkça erektör aktivite azalır ve karın kasları ekstansiyonun kontrolü ve modifikasyonu için devreye girerler (15, 16).

Lateral fleksiyon alt torakal bölgede 9° ile en üst değerine ulaşırken, üst torakal seviyede 6° civarındadır. Lomber segmentlerde lateral fleksiyon hareket açıklığı 6° iken bu değer lumbo-sakral segmentte 3° civarındadır. Lateral fleksiyon sırasında erektör kasların spinotransversal ve transversospinal kısımları aktif olarak çalışmaktadır (16). Rotasyon hareket açıklığı üst torakal seviyede 9° ile en yüksek değerine ulaşırken, kaudale doğru gidildikçe azalarak alt lomber de 2° civarındadır.

Lumbosakral segmentte rotasyon hareket açıklığı 5° olarak saptanmıştır. Torakal ve lumbosakral bölgede belirgin aksiyel rotasyon hareketi olurken, bu hareket faset eklemlerin vertikal yerleştiği lomber omurgada sınırlıdır. Aksiyel rotasyon sırasında tüm sırt ve karın kasları aktif olarak kasılmaktadır (16).

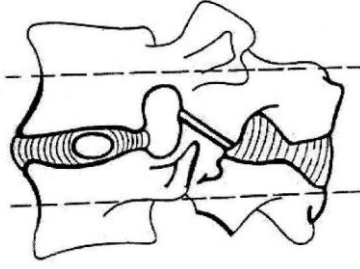
Pelvis hareketleri ile omurga hareketlerinin arasındaki ilişki araştırıldığında; daha çok lumbosakral eklem hareketleri, her iki kalça eklemının hareketleri veya her ikisi birden ele alınır. Sakroiliak eklem kalın ligamentlerle çevrili olup, eklem yüzleri düzensizdir. Bu nedenle sakroiliak eklemının ana görevinin intervertebral eklemler aracılığı ile iletilen yükün aktarımı olduğu düşünülmektedir (15, 16).

Omurganın biyomekanik olarak 3 temel görevi vardır. Birincisi; baş, gövde ve pelvis tarafından yüklerle oluşan eğilme momentlerini aktarır. İkincisi, bu üç yapı arasında yeterli fizyolojik hareketi sağlar. Üçüncü ve en önemlisi ise, fizyolojik hareketlere ve travmaya karşı spinal kordunu korur. Vertebral kolonun biyomekaniği-

ni inceleyip anlayabilmek için hareket segmenti tanım ve fonksiyonlarını bilmek gerekir (3, 17, 18).

2.1. Hareket segmenti:

İlk olarak Jughans, tek vertebra göz önüne alınarak, tüm eklemler, spinal kaslar, vertebral kanal ve intervertebral foramenin segmental kapsamları, tek fonksiyonel ve anatomik ünite olarak tanımlamıştır. De Palma ve Rothman, Jughans'ın hareket segmenti kavramına, her iki komşu vertebrayı da eklemişlerdir. Son görüş ise, ünite kavramının içine üst ve alttaki vertebraların yarısının katılması ile hareket segmentinin, kas iskelet sisteminin yanında, embriyojenik somiti de temsil etmesidir (Şekil 15).



Şekil 15: Hareket Segmenti.

Vertebral kolonda 23-24 özel hareket segmenti bulunmaktadır. Bir ünitenin herhangi bir komponentine ait doğumsal ya da sonradan kazanılmış bozukluğunda, önce aynı ünitenin diğer komponentleri etkilenecek vertebral kolonun diğer ünitelerinin işlevleri bozulmaktadır.

a) Vertebra Cismi: Vertebra cisim büyüklükleri kaudale doğru giderek artar. Bu durum vertebraların giderek artan yüklere karşı olan adaptasyonunu sağlamaktadır. Vertebra cisminin spongiöz yapısı, şok absorbe edici; trabeküler yapısı ise, kompresyona olan direnci artırıcı özellik gösterir. Trabeküler kemik içindeki kemik iliği ile enerji absorpsiyon kapasitesini artırır. Kompresif kuvvet kapasitesi C1'den L5'e kadar artar.

Kemiğin mineral yapısı ile dayanımı arasında bir ilişki vardır. Osteoporoz nedeni ile oluşan %25'lik azalma, vertebra kuvvetinde %50'den fazla azalmaya yol

açar. Vertebra cisminin dış kısmını oluşturan korteks oldukça incedir. Bu nedenle vertebranın direncine katkısı azdır. Normal ve korteksi uzaklaştırılmış vertebraların, kompresyon kuvvetine gösterdikleri direnç arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Kırkbeş yaş altında kortikal kemiğin spongiöz kemiğe göre yük taşıma oranı %45- %55 iken, 45 yaş üzerinde kortikal kemik yükün %70'ini taşır. Cismin santral bölümünde yer alan, trabeküler kemik yapıyı oluşturan vertikal ve horizontal trabeküllerde yaşlanmayla meydana gelen ve ağırlıkla horizontal trabekülleri etkileyen kemiksel kayıp, yaşlanmayla görülen kuvvet kaybını açıklamaktadır. Bu kaybın vertebra cisminin ortasında yoğunlaşması osteoporotik hastalardaki santral kollapsı açıklar (3, 17).

b) Uç plaklar (end plate): Nukleus içindeki sıvı basıncı dış yüklere bağlı olarak artıkça uç plaklar büyük bir basınca maruz kalırlar. Annulusun dış lifleri gerilir, uç plakta santral sıkışma gücü oluşur. Stresler eğilme momenti ile doğru orantılı olduğu için kırık, momentin en yüksek olduğu uç plakta olur.

c) Faset eklemler: Normal lomber lordozu bulunmayan bir lomber omurgaya, kompresif bir kuvvet uygulandığında bütün yük disklere biner. Lomber lordoz artıkça faset eklemlere binen yük artar. Fasetler, total kompresif kuvvetlerin %18'ini taşırlar. İntervertebral disk minimal öne kaymaya izin verirken, alttaki vertebranın superior artiküler faseti vertebranın öne kaymasını engeller. Bu pars interartikularis üzerinde yük oluşturur. Faset eklemlerin görevi, intervertebral eklem torsiyonel ve shear (makaslama) hareketlerine karşı koymaktır. Bu nedenle eklem hareket marjının belirlenmesinde önemli rol oynarlar. Lomber fasetler ayakta iken aksiyel ağırlığın %16'sının taşımalarına rağmen, oturur durumda üzerlerinde kompresif yük yoktur. Bu, otururken ayaktakine göre intradiskal basıncın neden arttığını açıklar. Kişi otururken lomber lordozunu korursa veya artırır, kompresif yükleri, faset eklemlere taşıyarak diskin yükünü azaltır. Torakal vertebralarda faset eklemler, koronal planda öne eğimlidirler ve fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon hareketlerine izin verirken, lateral eğilmeyi kısıtlarlar. Lomber fasetler ise sagittal planda oryante olduklarından fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon hareketlerine izin verirken, torsiyonu kısıtlarlar. Torakolomber bileşkede eklem koronal ve sagittal plan arasındadır. T10 vertebranın alt bölgesi göğüs kafesinin engellemesinden kurtulduğu için T11 ve L1 arasında rotasiyonel hareket artar. Bu da torakolomber vertebrala-

rın travmada maruz kaldıkları kuvvetler sonucu daha kolay dejenerasyona uğramalarını açıklar.

d) İntervertebral disk: Disklerin, vertebranın çok yönlü hareketleri esnasında çok çeşitli kuvvetlere Maruziyeti vardır. Oturma pozisyonunda iken lomber diskler üzerinde, vücut ağırlığının üç katından fazla bir yük bulunur. Hareket halinde iken ise bu statik yüklenmeden iki kat daha fazla bir yüklenme olur. Diskler, kompresif ve distraktif güçlere karşı koyucu özelliklere sahiptir. Eğilme ve torsiyonel yükler ise disklere en çok zarar veren yüklerdir. Posterior elemanları çıkartılmış vertebralarda 15°'lik eğilme disk yetmezliği ile sonuçlanmaktadır. Aynı durumda 20°'lik rotasyonel zorlama disk yetersizliğine sebep olmaktadır. Diskin ön-arka ve lateral yöndeki makaslama (shear) kuvvetlere dayanımı oldukça yüksektir. Sabit ve değişen yükler altında iken, zamana bağlı olarak disklerde oluşan şekil değiştirme ve gevşeme özelliği de oldukça önemlidir. İntervertebral diskin diğer bir biyomekanik özelliği ise “hysteresis”dir. Viskoelastik bir yapıda olan disk, maruz kaldığı yüklerle karşı şekil değiştirir ve bu şekil değişme esnasında belli bir miktar enerji soğurur. İşte bu enerji, yükün kalkması sonrasında, disk eski halini alırken disk tarafından absorbe edilir. Bu özelliğine “hysteresis“ denir. Absorbe edilen enerji; yükün miktarı, disk seviyesi ve yaşa göre değişmektedir. Yürüme esnasında ayaklardan beyne doğru enerji aktarımı olmasına rağmen beyinde hasar oluşmaması, bu enerjinin disk tarafından absorbe edilmesine bağlıdır.

e) Spinal ligamentler ve faset kapsülleri: Ligamentler, uniaksiyel yapılar olup liflerinin yönü boyunca yük taşırlar. Gerilme kuvvetlerine direnç gösterirken, kompresif kuvvetlerde kıvrılırlar. Spinal harekete belli bir limitin üzerinde engel olarak spinal kordu korurlar (1).

Anterior Longitudinal Ligament (ALL): Her disk aralığının altında ve üstünde kemik uç plaklarına yapışır. ALL, PLL'den iki kat daha güçlüdür. Ancak bu ALL'nin daha geniş bir alanda bulunmasından kaynaklanmaktadır. Fleksiyon sırasında kompresyona uğrar ve harekete karşı direnç oluşturmazken, ekstansiyonda Ligamentte gerilme oluşturarak vertebrayı stabilize eder. ALL, alt torasik ve lomber bölgedeki en güçlü bağıdır.

Posterior Longitudinal Ligament (PLL): Tüm vertebral kanal boyunca korpusun arkasında oksiputtan sakruma kadar uzanır. Korpusa daha gevşek olarak yapışırken

disk aralıklarına daha sıkı yapışır. Ekstansiyonda gevşek iken fleksiyonda gergindir.

Ligamentum Flavum: Vücutta en fazla elastin bulunan (%65-70) yapıdır. Hiper-ekstansiyonda fonksiyonu yoktur, hatta bükülerek kanal içi sıkışmaya yol açabilir. Ligamentum flavumun rotasyonu kısıtlayıcı önemli bir eleman olduğu yönünde bilgiler mevcuttur. Alt torasik bölgede en kuvvetlidir.

İnterspinöz ve Supraspinöz ligamentler fleksiyonu kısıtlar, intertransvers ligamentler ise lateral eğilme ve rotasyonun pasif kısıtlayıcılarıdır. En zayıf ligament interspinöz ligamenttir. Supraspinöz ligamentin gücü torakalden lombere doğru artar. Faset eklemlerde aksiyel yüklenmede üst kapsüler ligamentler gerilir, alt kapsüler ligamentler gevşer. Fleksiyonda iken üst ve alt kapsüler ligamentler gerilir. Ekstansiyonda iken üst kapsüler ligamentler gerilir, alt kapsüler ligamentler ise gevşer. Lateral bending halinde ise aynı taraf üst kapsüler ligamentler gevşer, her iki taraf alt kapsüler ligamentler ise gerilir. Sağa veya sola rotasyonda ise aynı tarafta üst ve alt kapsüler ligamentler gerilirken, karşı taraftakiler gevşer.

Spinal kolonun fizyolojik yüklere destek yeteneği Yük Taşıma Kapasitesi (LCC=Load Carrying Capacity) olarak adlandırılır. Tablo 2'de ön, orta ve arka kolon hasarlarında, aksiyel, fleksiyon ve ekstansiyon yüklenmeleri ile vertebranın yük taşıma kapasitesinde görülen değişiklikler gösterilmiştir.

İki kolonun harabiyeti durumunda spinal kolonun yüklere destek yeteneği geriler ve mekanik instabilite oluşur. Ön ve orta kolonun harabiyetinde %70, orta ve arka kolon harabiyetinde %60 oranında destek kaybı olur.

Tablo 2: Vertebral kolonun yük taşıma kapasitesi.

HASARLI KOLON	YÜKLENME	LCC(%)	LCC KAYBI
Anterior	Aksiyel	77.5	22.5
Anterior	Fleksiyon	54.0	46.0
Anterior ve orta	Aksiyel	38.8	61.2
Anterior ve orta	Fleksiyon	32.3	67.7
Posterior	Aksiyel	77.6	22.4
Posterior	Ekstansiyon	70.6	30.0
Posterior ve orta	Aksiyel	61.6	38.4
Posterior ve orta	Ekstansiyon	36.8	63.2

Alt ekstremiteler fikse pozisyonda iken, gövdenin rotasyonuna vertebral kolon direnç gösterir. Travmatik vertebra hasarı sonrası kolonun torsiyonlara karşı direnci düşer. Anterior kolonun hasarında torsiyon kuvvetlerine karşı dirençte %95'e varan kayıp olur. Faset eklemlerin hasarında torsiyonel dirençte belirgin bir kayıp olmazken, lomber omurgaların rotasyona direnç gücü, anterior kolon hasarında belirgin olarak azalır. Sadece annulus fibrozus'un rotasyona karşı direnci, faset eklemlerden ve diğer yapılardan daha fazladır. Orta ve arka kolon hasarında rotasyona karşı direnç kaybı %35' i geçmez (14, 19).

Anlık Rotasyon Aksı, (IAR = Instantaneus Axis of Rotation) faset eklem yakınlarındaki annulusun posteriorundadır. Annulus harabiyetinde İAR posteriora kayarken, posterior elemanların kaybıyla da anteriora kayar. Faset eklemler İAR'ye yakın oldukları için rotasyona dirençleri azdır. Annulus İAR'ye uzak olduğu için rotasyona direnç gösterir. Anterior kolon yani, ALL, annulus anterioru, vertebra cisminin anterior bölümü, rotasyonun kontrolünden sorumludur. Anterior kolon hasarı ile omurganın torsiyona direnci sıfırlanır.

f) Spinal kord: Spinal kanalın fizyolojik hareketler esnasında uzunluğu değişir. Bütün hareketlerde omurilik, çevresindeki piamater, lig. dentatum, beyin omurilik sıvısı ile dolu subaraknoid ve subdural boşluklar ve duramater gibi yumuşak doku desteği nedeniyle korunur ve zarar görmesi engellenir. Deneysel olarak omurilikde küçük kuvvetler ile büyük deformasyon elde edilebilirken, ikinci olarak küçük deformasyonlar elde etmek için daha fazla kuvvet yüklemek gerekmektedir. Burada ilk görülen aşırı fleksibilite omuriliğin akordeon özelliğinden, ikinci görülen rijidite kendi doku özelliğinden kaynaklanmaktadır. Omurgadaki hareketler esnasında omurilik omurgaya uyarak boyutunu değiştirir

Lig. dentatumun aşağıya doğru eğimli olmasından dolayı ligamentlerdeki gerilme kuvvetleri omurilik eksenine göre iki bileşene ayrılır. Aksiyel komponent, omurilik içindeki gerilmenin büyüklüğünü azaltarak dengelerken, diğer taraftan transvers bileşenlerden her bir çifti omuriliği kanalın merkezine yakın tutarak travma esnasında kemik çarpmaları ve şoktan maksimum oranda korurlar (18, 20).

2.2.Spinal mekanik stabilite

Spinal mekanik stabilite; spinal kolonu oluşturan kemik ve yumuşak doku yapılarının bütünlüğü ile oluşan bir fonksiyondur. Kemik yapıları vertebra cisminin kortikal ve kansellöz kemik kısımları, pediküller, faset, eklemler, lamina ve spinöz proçeslerdir. Yumuşak doku elemanları ise ALL, PLL, diskin anulus ve nukleusu, faset kapsülleri, interspinöz ve supraspinöz ligamentler ve omurgayı destekleyen kas yapısıdır. Vertebra kırıklarında stabilitenin tespiti, tedavi seçimi ve prognozun tayininde önemlidir. Birçok hekim kendine göre kriterler belirlemiş ve cerrahi endikasyonu buna göre değerlendirmiştir.

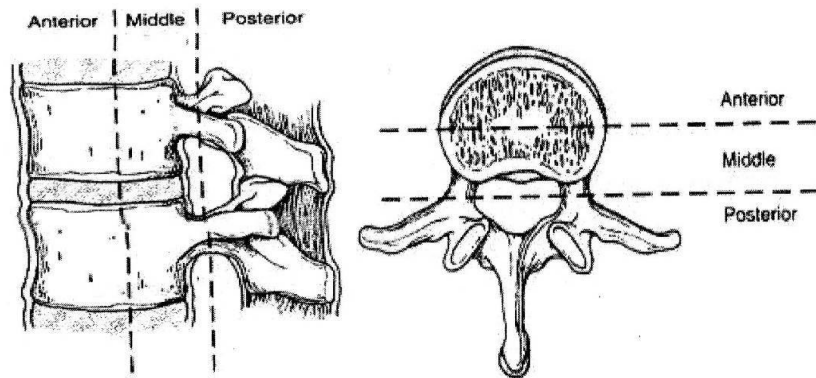
The American Academy of Orthopedic Surgeon, uygulanan yüklere karşı motor segmentte normal değerlerin üzerinde hareket ile karakterize anormal cevap oluşmasının, instabiliteyi oluşturduğunu kabul etmiştir.

White ve Panjabi ise, stabiliteyi; fizyolojik yüklenmeler altında yer değiştirmeyi sınırlama ve nöral yapıları irritasyon ve hasardan koruma, aynı zamanda değişikliğe yol açacak yapısal bozukluk ve ağrıyı engelleme olarak tanımlamışlardır (21). Denis, '3 kolon' modelini geliştirmiştir (22, 23) (Şekil 16).

Anterior kolon: Anterior longitudinal ligament, anterior anulus fibrosus ve vertebra cismi ön yarısından oluşur.

Orta kolon: Posterior longitudinal ligament, posterior anulus fibrosus ve vertebra cismi arka yarısından oluşur.

Posterior kolon: Prosesus spinosus, faset eklem ve eklem kapsülü, arkus vertebralis, supra ve interspinöz ligamentler ve ligamentum flavumdan oluşur.



Şekil 16: Denis'in 3 kolonu.

3. KEMİĞİN MİMARİ YAPISI

İskelet, vücudu taşıyan bir destek olmasının yanında canlı, metabolik açıdan aktif bir organdır. İskeletin yapısal entegrasyonu, kemik dokusunun metabolik özelliklerinin normal sınırlar arasında işlemesi ile mümkündür.

Erişkin iskeletinde kortikal ve kansellöz kemik dokuları olarak adlandırılan iki çeşit kemik doku mevcuttur. Kortikal (kompakt, lameller) kemik dokusu uzun kemiklerin dış kabuğunu ve diğer kemiklerin kortekslerini oluşturarak iskeletin toplam kemik kütlelerinin %75'ini oluşturur. Kortikal/kansellöz kemik oranı femur boyunda % 75 iken, bu oran önkolda %95'e yükselmektedir. Kansellöz(spongioz, trabeküler) kemik dokusu ise birbiri ile ilişki halinde bulunan plaka ve çubuk benzeri trabeküllerden oluşmaktadır. Geniş yüzey alanı nedeniyle kansellöz kemik kimyasal ve metabolik olarak daha aktiftir. Omurganın %66'sı kansellöz kemikten oluşurken, bir omur cisminin merkezinde bu oran %95'tir. Önkol distalinde kansellöz kemik %25-30 oranında bulunurken, intertrokanterik bölgede kortikal/kansellöz kemik oranı yaklaşık bire birdir.

Kemik trabeküllerinin dizilimi ve yapısı kemiğin sertliğini ve sağlamlığını belirleyen faktörlerin başındadır. Kemik kalitesi kemiğin morfolojik ve yapısal özelliklerini ifade eden bir terim olmasına rağmen, aynı zamanda kemiğin kimyasal bileşimini, kemik hücrelerinin canlılığını ve kemiğin mekanik özelliklerini de belirtmede kullanılır. Kemik trabeküllerinin dizilimi ve yapısı anatomik bölgeye, yaşa, kişinin içinde bulunduğu çevresel koşullara ve yaşam tarzına göre değişiklik gösterebilmektedir. Kemik, mekanik ve biyoelektrik güçler gibi güçlerle uyarılabilen, adaptasyon yeteneğine sahip bir dokudur. Kemiğin mekanik açıdan entegrasyonu, hem kemiğin kompresif direncini oluşturduğu düşünülen minerallere, hem de tensil direnci oluşturduğu düşünülen organik yapısına bağlıdır. Benzer özellikler gösteren fakat farklı geometrik şekillerdeki kemiklerin yapısal dirençlerinin de birbirinden farklı olduğu bilinmektedir. Kemiğin biyomekanik açıdan performansı yük taşıma oranına, yükü taşıdığı süreye ve kemik dokusunun yaşına bağlıdır (24).

Bir materyal olarak ele alındığında kemiğin elastisitesi, gücü, enerji absorbe etme kapasitesi, germe direnci ve kırılabilirliği kortikal ve kansellöz kemik için farklılık göstermektedir. Bir kemiğin gücü kemiğe etki eden kompresif, tensil ya da

torsiyonel güce göre değişmektedir. Kemiğe iletilen enerji, kemiğin enerji absorpsiyon kapasitesini (elastik limitini) aştığında kırık oluşur (16).

Yirmibeş yaş civarında iskeletin yapısal ve fonksiyonel özellikleri ve kemik yoğunluğu en yüksek değerindedir ve bu özellikler yaşlanma ile hem erkeklerde hem de kadınlarda giderek azalır. Yaşlanma ile birlikte görülen belirgin değişim, kemiğin enerji absorbe etme yeteneğinde azalmadır. Kemik yoğunluğunda oluşan %25 oranında bir azalma, enerji absorbe etme yeteneğini %56 azaltır. Kemik mekanik güçlere remodelizasyonla ve kendini tamir ederek tepki gösteren canlı bir dokudur. Tekrarlayan yüklenme hem kortikal hem de kansellöz kemikte mikro hasarlara ve yorgunluğa neden olur. Vücut kemikte oluşan bu hasarı tanır ve rezorpsiyonun ardından remodelizasyonla bu durumu onarır. Fizyolojik işlevler esnasında da bu gibi hasarlar oluşabilir ve onarım süreci vücut tarafından başlatılır. Kortikal kemiğin yorgunluğa olan direnci ortam ısısı ile paralellik gösterir (25).

Kansellöz kemiğin bir özelliği de kütleyle oranla kompresif yükü absorbe etme kapasitesinin yüksek oluşudur. Özellikle lomber omurgada kansellöz kemik trabeküllerinin kalınlıkları ve sayısı ile güç ve direnç arasında bir ilişki mevcuttur. Her ne kadar kemik yoğunluğu omurga kırığı riski için mutlak bir aracı değilse de, yoğunlukta azalma olması durumunda kırık riskinin artmaktadır. Perimenopozal dönemde kadınlarda kemik yoğunluğunda yıllık ortalama %2 oranında azalma olmaktadır. Kemik yoğunluğundaki bu azalmanın yıllık ortalama olarak kortikal kemiğin %0.5'inin, kansellöz kemiğin ise %8'inin kaybını göstermektedir (25). Kırık oluşumunda, kemiğin geometrik, mekanik özellikleri ile kemiğe etkiyen gücün yönü ve yeri belirleyicidir.

Kemikte ana olarak üç farklı hücre tipine vardır; matriks üreten osteoblastlar, dokuları rezorbe eden osteoklastlar ve erişkin iskeletinde %90 oranında bulunan hücre olan osteositler. Osteositler, özelleşmiş ve farklılaşmış osteoblastlar, osteoblastlar ise değişime uğramış fibroblastlar olarak değerlendirilmektedir. Kemikteki hücrelerden fibroblastlar, osteoblastlar, osteositler ve adipositler pluripotent mezenkimal kök hücrelerden köken almakta, öncülleri kemik iliğindeki monositik seride bulunan osteoklastlar hematopoietik sistem hücreleri arasındadır (25).

3.1.Kemik hücreleri

a)Osteoblastlar: Fonksiyonel olarak osteoblastlar, kemikte bulunan ekstrasellüler matriksi (osteoid) oluşturan ve bu matriksin mineralizasyonunun regülasyonunu sağlamaktadır. Morfolojik olarak bu hücreler küboid şekilli ve öncülleri ile birlikte kemik yüzeyinde ince bir hücre sırası oluştururlar, bir takım transmembranöz proteinler (integrinler, konneksinler, kadherinler) ve hücre duvarlarında bulunan sitokinlere, hormonlara ve büyüme faktörlerine spesifik reseptörleri sayesinde hücresel fonksiyonlarını yerine getirmekte, ayrıca metabolik ve mekanik uyarılara yanıt verebilmektedir.

Osteoblastların ömrü genç tavşanlarda üç gün iken bu süre insanlarda 8 haftaya dek uzamaktadır. Bu hücreler ömürleri boyunca günde yaklaşık 0,5-1,5 pm³ osteoid oluştururlar. Zamanla kendi ürettikleri matriksin kalsifiye olması ile matriksin içinde adeta hapis kalan bazı osteoblastlar fenotiplerini değiştirerek osteositlere dönüşürler. Değişime uğrayan bu hücreler organellerini yitirerek matriks üretimini durdururlar. Kendilerine benzeyen hücreler ve inaktif osteoblastlarla birlikte kemik yüzeyinde dizilerek burada hücresel bir ağ oluştururlar (25).

b)Osteoklastlar: Osteoklastların ana özelliği, Howship lakünası adı verilen alanlarda tamamen mineralize olmuş kemiği rezorbe etme yeteneğine sahip olmalarıdır. Osteoklastlar, makrofajlar gibi hematopoietik kök hücrelerden köken alan çok nükleuslu ve yüksek migrasyon özelliğine sahip hücrelerdir. Ayrıca, sitoplazmalarının apeksinde lizozomal enzimler depolayarak polarize özellik gösterirler. Aktif bir osteoklast yıkılacak olan kemik dokusuna afinite gösteren apikal membranı ve bu membranda bulunan proton pompaları sayesinde 2-4 pH değerine sahip litik enzimlerle günde 200.000 Nm³ kemik yıkabilir. Bu miktarda kemik üretimi için ortalama ömürleri 15-20 gün olan 7-10 nesil osteoblasta ihtiyaç duyulmaktadır (25).

c)Osteositler: Osteoblastların farklılaşması ile oluşan bu hücreler morfolojik ve fonksiyonel açıdan osteoblastlara benzerlik göstermezler. Kemikte en bol bulunan hücreler olan osteositlerin morfolojik olarak osteoblastlardan farkı, daha küçük olmaları, organel açısından fakir olmaları ve nükleus/sitoplazma oranlarının daha büyük olmasıdır (38). Bu hücreler çok sayıdaki sitoplazmik uzantıları sayesinde birbirleri ile üç boyutlu bir ağ oluştururlar. Bu ağın önemi her geçen gün daha da fazla anlaşılmaktadır. Erişkin kemik dokusunda ana hücre olan osteositlerin oluş-

turduğu bu ağın ve hücreler arasındaki etkileşimin, kemik yapım-yıkımının hızının ve 3 boyutlu konfigürasyonunun ortaya çıkmasında önemli bir yeri olduğu düşünülmektedir.

3.2. Kemik Matrisi

Kemik matrisi kollajen, diğer inorganik proteinler ve hidroksiapatit(HA) mineral fazından oluşmaktadır. Kemik matrisinin kompresif gücü hidroksiapatit miktarına, tensil gücü ise kollajen miktarına bağlıdır. Kemikteki kollajen %90 oranında tip 1 kollajendir.

3.3. Kemiğin Mineralizasyonu

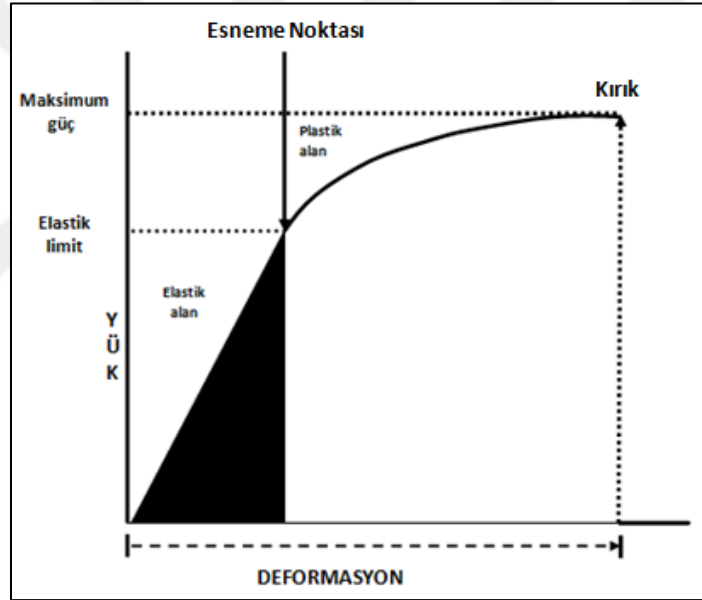
Kemiğin organik matrisi üzerine hidroksiapatit birikimi ile kemik mineralize olur. Bu işlem direkt ve indirekt hücrel kontrol mekanizmaları ile denetlenir. Mineralizasyon, kemiğin belirli bölgelerine hidroksiapatit kristallerinin yerleşmesi ve daha sonra bu alanların giderek genişlemesi ile oluşur. Sadece tip I kollajen ve ona bağlı fosfoproteinlerin in vitro mineralizasyon yeteneğine sahip oldukları düşünülmektedir. Osteoblastlar tarafından sentezlenen ve salınan osteoid, ekstrasellüler kemik matrisinin mineralize olmamış kısmıdır. Mineralize olan kısım ise kalsiyum hidroksiapatitten oluşmaktadır. Osteoid kollajenlerden ve kollajen dışı proteinlerden oluşmaktadır. Genel olarak osteoidin kollajenlerden oluşan kısmı kemiğin tensil gücünden sorumludur, bir kemikteki kollajen miktarı; o kemiğin tensil güçlere ve makaslama güçlerine olan direncini ortaya koyar. Osteoiddeki kollajen dışı proteinler; ana olarak osteonektin, osteopontin ve benzeri protein moleküllerinden oluşmaktadır. Bu kollajen dışı proteinlerin ana görevi, kemik hücrelerinin kemik matrisine yapışması ve hücrel aktivitelere yardımcı olmaktır (25).

Kemiğin mineralize olan kısmı ise ana olarak kemiğin kompresif güçlere olan direncinden sorumludur. Kemikteki kalsiyum miktarı ile kemiğin kompresif güçlere olan direnci doğru orantılıdır.

4. VERTEBRA FRAKTÜRLERİNİN BİYOMEKANİĞİ

Kırık, biyomekanik açıdan kemiğin yapısal yetersizliği olarak değerlendirilebilir. Yetersizlik, kemiğe uygulanan yüklerin kemiğin yük taşıma kapasitesini aşması sonucu ortaya çıkar. Kemiğin yük taşıma kapasitesi; geometrisine (şekil, boyut ve kemik kütlelerinin dağılımı), doku özelliklerine ve uygulanan yükün yönü ve büyüklüğüne göre değişmektedir (26).

Kemik, elastik dönem boyunca yapılan yüklenmenin 6 katını plastik dönemde karşılayabilir. Yükler artırılarak uygulanmaya devam eder ve kemiğin yetersizlik noktasına ulaşırsa kırık ortaya çıkar. Yük - deformasyon eğrisinde, elastik bölgenin eğimi kemiğin sertliğini gösterir (27)(Şekil 17). Vertebraya ait trabeküler kemik, vertikal doğrultuda, transvers doğrultuya göre daha güçlüdür.



Şekil-17: Yük-deformasyon eğrisi (28).

Kemik, iki ana yapıtaşı (mineral ve kollajen) içeren bileşik bir yapıdır. Normal bir kemikte mineral içerik sertlik ve gücü sağlarken, kollajen içerik ise enerji absorbe edebilme yeteneğini ve yumuşaklığını sağlar. Kemik viskoelastik yapıda olmasından dolayı yüklenme karşısında daha fazla enerji depolar, daha sert ve güçlü duruma gelir. Kortikal kemik trabeküler kemikten daha sert olup daha fazla yüke karşı koyabilir ancak deforme olabilme yeteneği daha azdır. Kortikal kemiğin kırılması için orijinal uzunluğunun %2'sinin aşılması yeterli iken, trabekü-

ler kemikte bu oran %7'dir (29, 30). Mekanik yaklaşım dikkate alındığında; kırıklar kemiğin yapısal yetersizliğinin bir göstergesidir. Kemiğe uygulanan yük, spesifik aktivitelere bağlıdır ve uygulanan yükün yönü ve büyüklüğü ile değişir (31).

İskelete uygulanan yükler ve kemik gücü arasında, farklı vücut biçimine sahip kişilerde, kemik mineral yoğunluğu (KMY) ile ilişkidir. Biyomekanik açıdan bakıldığında; bir miktar düşük KMY'ye sahip daha küçük vücut yapılı bir kişi, aynı KMY'ye sahip daha büyük vücut yapısındaki bir kişiye göre kırık açısından daha düşük risk altındadır. Düşme sırasında uygulanan yükler büyük vücut yapılı kişilerde daha küçük kişilere göre daha fazladır. Bir kemiğin kırığa direnme yeteneği (kemiğin gücü) kemiğin miktarına (kütle), kemik kütlelerinin uzaysal dağılımına (şekil ve mikromimari) ve kemiği oluşturan materyalin intrinsik özelliklerine göre değişmektedir. Kemiğin remodelingi ise, kemik gücünü etkileyen özelliklerdeki değişikliklere aracılık eden biyolojik bir süreçtir. Kemiğe uygulanan yükler ve sonucunda kemikte oluşan deformasyon arasındaki ilişki, kemiğin yapısal özelliklerine, boyutu ve şekline bağlıdır. Kortikal ve trabeküler kemiğin intrinsik biyomekanik özelliklerini gösterir (32).

Trabeküler kemiğin materyal özelliklerini etkileyen pek çok faktör vardır. En önemlileri, gerçek dansite (volümetrik fraksiyon) ve trabeküler ağın mikroyapısal düzenidir. Trabeküler kemiğin dansitesi ile gücü arasında lineer olmayan bir ilişki vardır. Dansitedeki küçük değişimler, trabeküler kemik gücünde dramatik değişimleri meydana getirir. Trabeküler kemik örneklerinde gerçek dansite ile kemiğin kompressif gücü arasındaki ilişkinin incelendiği bir in vitro çalışmada, trabeküler kemiğin daha az kompressif güç göstermesi için 0.10 g/cm^3 altında gerçek dansiteye sahip olması gerektiği ve ilişkinin eksponansiyel özellik taşıdığı saptanmıştır. Bu kompressif güç, rutin ve düşük seviyeli günlük aktivitelerde bile kemiğin kırılmasına neden olabilir (32).

Resch ve ark. (33) tarafından yapılan bir çalışmada, 0.11 gr/cm^3 gerçek kemik dansitesine sahip erkeklerin %25 oranında vertebral kırık riskine sahip oldukları, 0.05 gr/cm^3 'lük değerlerde ise bu oranın %99 olduğu gösterilmiştir. Ancak, kemik dansitesi trabeküler kemiğin mekanik gücünü açıklamada yetersiz kalır.

Trabeküler kemiğin mikromimari yapısı önemlidir. Trabeküler yapı; belli bir hacimdeki trabekül sayısı, ortalama trabekül kalınlığı, trabeküller arası mesafe

ve birbirleri ile olan bağlantının derecesi ile karakterizedir. Trabeküler kemiğin primer mimarisini horizontal ve vertikal trabeküller oluşturur. Vertikal trabeküller, horizontal tabeküllere göre daha fazladır. Yaşlanma ve osteoporoz oluşumu ile kemik dansitesinde azalma ve trabeküler kemik yapısında değişiklikler oluşur. Trabeküllerin kalınlığı ve sayısı azalır. Vertikal trabeküller vertebrayı kompressif güçlere karşı desteklerken, horizontal trabeküller çapraz destek yapı davranışı gösterir. Horizontal trabeküllerin kaybı vertikal trabeküllerin desteklenmeyen uzunluğunun artmasına ve eğilmelere karşı olan gücünde azalmaya neden olur. Tersine bir ya da daha çok horizontal desteğin korunması, kemik dansitesinde çok az değişiklik ile birlikte trabeküler kemiğin eğilmelere karşı gücünü belirgin derecede etkileyecektir.

Silva ve Gibson, trabeküler kemiğin analitik bir modeli üzerinde yaptıkları çalışmada, kemik kütlelerinde aynı miktarda bir azalma için, trabeküler elemanlarının kaybının trabekülerdesteklerde incelmeye göre kemik gücü üzerine 2-5 kat daha zararlı olduğunu göstermişlerdir (34).

Trabeküler kemik özelliklerine etki eden bir diğer mekanizma ise, artmış rezorbsiyon aktivitesi sonucu oluşan kaviteleridir. Bu kaviteler lokal zayıf bölgeler olup trabeküler çatlakların başlamasına öncülük edebilirler. Hem trabeküler incelenin hem de rezorbsiyon kavitelerinin, vertebranın trabeküler kemik gücünde azalmaya neden olmaktadır.

Kortikal kemiğin biyomekanik özelliklerinin başlıca belirteçleri ise, porozite ve kemik matriksinin mineralizasyon yoğunluğudur. Kortikal kemiğin sertlik ve gücündeki değişimin %80'inden fazlası bu iki belirteç ile açıklanabilir (35). Yaş ile (özellikle 40 yaşından sonra) endosteal kemik rezorbsiyonunda artışı ile kortikal kemiğin porozitesi artar. Artmış kortikal kemik porozitesi, kalça, vertebra ve el bileği kırıkları için önemli bir predispozandır. Kortikal kemiğin mekanik davranışını etkileyen diğer özellikler; kemiğin histolojisi, kollajenizasyonu ve oryantasyonu, kollajen çapraz bağlarının doğası ve uzunluğu, sement çizgilerinin sayısı ve dağılımı ile mikrohasarın varlığıdır (27, 31).

İskelete uygulanan yükler, kompresyon veya gerilme kuvvetlerinin eğilme veya bükülme kuvvetleri ile kombinasyonu şeklinde olmaktadır. Eğilme ve bükülmeye direnç, appendiküler iskelette en yüksek stresi oluştururken, kompresyon ve

gerilme hareketlerine direnç ise doğrudan kemiğin kesit alanı ile orantılıdır. Kemiğin geometrisinde yaş ile ilgili değişiklikler, kemiğin gücünü korumaya yöneliktir. Kemik dokunun materyal özelliklerinde yaş ile ilgili azalma, trabeküler ve kortikal kemiğin yeniden düzenlenmesine neden olur. Bu değişiklikler, appendiküler iskelette endosteal rezorbsiyon ile birlikte periostal genişleme şeklindedir. Böylece kortikal kalınlık azalırken kemiğin dış çapında artış gözlenir. Kemiğin dış çapındaki artışlar eğilme ve bükülme yüklerine karşı direncini arttırmaktadır (36).

Kemiğin makro ve mikromimarisine ek olarak matriks özellikleri de mekanik özellikleri etkiler. Kemiğin mekanik özelliklerini etkileyen bu belirteçler; matriks kompozisyonu, organik ve inorganik içerik oranı, matriks mineralizasyonunun derecesi, mineral kristal boyutu, kollajen çapraz bağların doğası ve dağılımı ile matriks mikrohasarının miktarıdır. Matriksin mineralizasyon derecesi, kortikal kemiğin mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Kortikal kemiğin elastik modülü ve gücü matriks mineralizasyonunun derecesi ile pozitif ilişkilidir. Ancak kortikal kemiğin enerji absorbe edebilme yeteneği mineral içeriğinin artması ile azalır. Kemik remodeling hızındaki değişiklikler, kemiğin mineralizasyon derecesini etkileyebilir. Remodeling süresince yeni kemik göreceli olarak daha az mineralizedir ve tam mineralize olabilmesi için zaman gerekir. Hızlı remodeling durumunda, süreç tamamlanmadan tekrar rezorbsiyon başladığı için, kemik tam olarak mineralize olamaz (37).

Yaşam boyunca iskelet üzerine binen fizyolojik yüklenmeler kemikte yorgunluk hasarı oluşturur. Oluşan mikrohasar, remodeling aktivasyonunun başlamasına neden olur. Kemik döngüsünün aşırı baskılanmasının mikrohasar tamiri için kemik kapasitesini azaltabileceği ve sonuç olarak mekanik özelliklerin azalmasına neden olacağı ön görülmektedir (38, 39).

4.1. Vertebra Fraktürlerine Genel Bakış

Vertebral kolon yaralanmaları, her yaşta ve her cinste görülebilir. Ülkemizde her yıl yaklaşık 15.000 civarında yeni vertebra kırığı olduğu tahmin edilmektedir. Vertebra fraktürlerin en sık nedenleri: yüksekten düşmeler, trafik kazaları, iş kazaları, günlük yaşama ait kazalar, göçük altında kalmalar, spor yaralanmaları,

ateşli silah yaralanmaları ve vertebrada primer bir patoloji (tümör, enfeksiyon, osteoporoz, metabolik kemik hastalıkları vb.) olarak sıralanabilir. Tüm yaralanmaların %5 kadarı vertebra kırıklarıdır. Vertebra kırıklarının %50 den fazlası torakolumbar bölgede (L1>T12>L2>T11) görülür ve tüm spinal kord yaralanmalarının %40'ı T12-L1 bölgesindedir. Servikal vertebra yaralanmalarında nörolojik defisit %40'a ulaşmaktadır. Torakolumbar yaralanmalarda ise nörolojik defisit %10-38 arasında değişen oranlarda görülmektedir. Kırıklar indirekt yolla fleksiyon, ekstansiyon mekanizmaları ve bunlarla birlikte torsiyonel, kompressif, translasyonel ya da distraktif kuvvetlerin birleşimi sonucu, vertebral kolona etki eden ani akselerasyon ve deselerasyon güçleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Direkt yolla ise kuvvetin vertebral kolonu ve spinal kordu yaralaması ile olur.

4.1.1.Osteoporotik Vertebra Fraktürleri

Osteoporoz kemik mineral kaybı sonucu kemiklerin zayıflaması, kemik kitlesi ve gücünde azalma, kemiğin mikromimarisinde bozulma sonucu, kemik kırılabilirliğinde artış ile karakterize iskelet sistemi hastalığıdır. Günümüzde ciddi bir halk sağlığı sorunu olan osteoporoz, aynı zamanda vertebra kompresyon kırıklarının (VKK) da en sık nedenidir. Kemik yapımı ve yıkımı arasındaki denge bozulur. Genellikle yıkım sabit kalırken, kemik yapımı yetersiz olmaktadır. Bunun sonucu olarak kemiklerin yük taşıma ve dayanıklılığında azalış kırık riskinde artış olmaktadır. Osteoporotik omurganın yük taşıma kapasitesi azalır ve zayıflamış omurga lokalize ağrıya neden olur.

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) postmenapozal beyaz kadınların %2'si etkilenirken bu oran 80 yaş üzerinde %70'e varmaktadır. Yaşlanan nüfusta osteoporoz sekonder hastalıklara neden olan ciddi bir predispozan faktördür.

Osteoporoz gelişimi için bazı risk faktörleri vardır. Bunlar; ailede kalça kırığı öyküsü, Asya ırkı, kadın cinsiyet, düşük vücut ağırlığı, erken menapoz (45 yaşından önce), kalsiyum ve D vitamini açısından fakir diyet, ileri yaş (> 65 yaş), sedanter yaşam ve egzersiz yapmama, anti epileptik ilaç kullanımı, hipertiroidizm, kortikosteroid, alkol ve sigara kullanımı sayılabilir (40).

Osteoporozun tanısı ve izleminde altın standart teknikler dual enerji x-ray absorpsiyometre (DEXA) ve kantitatif bilgisayarlı tomografi (BT) ölçümleridir. DEXA ilk kez 1987 yılında kemik mineral yoğunluğunun ölçümünde hızlı, güvenilir bir teknik olarak kullanılmaya başlanmıştır. DEXA ve kantitatif BT, kemiğin organik kısmından çok, mineral içeriğini değerlendirmektedir. Kemik mineral yoğunluğu ile kırık riski arasında anlamlı bir ilişki bulunduğundan DEXA, osteoporozun tanısında en kabul edilir yöntemdir.

Elli yaş üzerinde vertebra kırığı, kalça eklemine ilgilendiren kırıklar veya el bileği çevresi kırık görülme oranı erkeklerde %13, kadınlarda ise %40 civarındadır. Osteoporozlu hastaların %80'ini kadınlar oluşturmaktadır. Osteoporozun en önemli bulgusu, kırık oluşumundaki artıştır. Kırıklar sıklıkla düşük enerjili travmalar ile oluşur ve en sık vertebra, kalça eklemi ve el bileği çevresinde görülür. Düşük enerjili travmalar ile oluşan kırıklar çoğu kez ilk semptomdur. Bu nedenle ayrıntılı özgeçmiş ve aile öyküsü, vertebra deformitelerinin varlığı ve boy uzunluğunda azalma dikkatle incelenmelidir (41). Vertebra kırıkları osteoporozla bağlı kırıklar içerisinde en sık görülen kırıklardır.

Osteoporotik vertebra kırığı görülme sıklığı yaşa bağımlıdır. 45 yaş altında erkek ve kadınlarda oluşma sıklığı 20/100000 iken, 85 yaş üzerinde bu oran 1200/100000'e kadar çıkmaktadır. 50 yaş üzerinde vertebra kırığı oluşma sıklığı ABD'de %26, Avrupa'da 19 ülkede yapılan bir çalışmada %6–20 arasında saptanmıştır. Ülkemizde bu oran %9' lar düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir.

Vertebra kırıkları sıklıkla torakolomber bileşke (T12-L1) ve orta torasik bölgede (T7-T8) görülür (42). Vertebra kompresyon kırıkları genellikle ağrı ile birlikte vertebrada çökme ile sonuçlanır. Bu hastaların yaklaşık %75'inde ağrı kronik bir sorun olarak görülmektedir. Bir torasik vertebra kompresyon kırığının neden olduğu kifoz, hastanın zorlu vital kapasitesinde %9 oranında azalmaya neden olmaktadır (43).

Osteoporotik vertebra kompresyon kırığı gelişen hastalarda aynı zamanda başka bölgelerde kırıklar, beslenememeye bağlı kilo kayıpları ve ağrıya bağlı psikolojik sorunlar görülür. Osteoporozla sekonder VKK gelişen hastalarda, diğer seviyelerde vertebra kırıkları ve başta kalça çevresi kırıkları olmak üzere osteoporozla bağlı kırık görülme sıklığında belirgin artış olmaktadır. Üç yıllık takiplerde kalça

çevresi kırığı gelişme riski 2.8 kat artmış iken, yeni vertebra kırığı gelişme riski ise 5 kat artmaktadır (44).

VKK olan hastaların beş yıllık sağ kalım süresi, kalça kırığı olan hastalara göre azalmıştır. Yapılan bir çalışmada, osteoporotik vertebra kırığı olan hastalarda 5 yıllık sağ kalımın %16, kalça kırığı saptanan hastalarda ise %18 oranında olduğu saptanmıştır (45). Olgularda çoğunlukla travma öyküsü yoktur veya düşük enerjili travma öyküsü bulunmaktadır. İlk başvuru yakınması sıklıkla kırık seviyesinde ağrıdır. Bu ağrı radiküler tarzda yayılabilir. Osteoporoz varlığı saptansa bile vertebra kırığı ve osteoporozu neden olabilecek ikincil nedenler mutlaka değerlendirilmelidir. Bunlar arasında osteomalazi, multipl myelom, metastatik malign tümörler (meme kanseri, prostat kanseri, renal hücreli karsinom, akciğer kanseri), hipertiroidizm, hiperparatiroidizm ve böbrek yetmezliği, başlıca nedenler arasında sayılabilir (46).

Röntgenografik (RG) inceleme ilk basamaktır ve sıklıkla vertebrada çökme kırıklarını göstermek için yeterlidir. BT ve MR görüntüleme, eşlik eden ikincil nedenlerin saptanmasında ve kırığın anatomik tiplendirilmesinde önemlidir. T1 ağırlıklı (T1A) selektif yağ baskılı ve Short Tau Inversion Recovery (STIR) sekanslarında intensite artışlarının izlenmesi, kemik iliği ödemi ve kırığın kaynamadığını gösterir. MR ile sinyal değişiklikleri gösterilen osteoporotik fraktürlerde PV işlemi, yaşam kalitesini artırıp semptomları giderdiği için öneri halinde sunulmaktadır (47).

ABD’de, osteoporoz nedeniyle yılda 700.000 VKK oluşmaktadır (48). Bu kırıklar sonucu ağrı, boy kısalması, kifoz, skolyoz gibi spinal deformiteler, göğüs ve karın içindeki organlara baskı, mobilitede bozulma ve fonksiyonel kısıtlılık olabilmektedir. Bu hastalarda morbidite artışıyla birlikte, yaşa göre mortalite oranlarında %15-30’a yükselme olduğu bildirilmektedir (49).

4.1.2.Non-Osteoporotik Travmatik Vertebra Fraktürleri

Vertebraların kırılma nedeni genellikle çok ağır bir travmadır. Vertebra, sağlam yapıda olduğundan ve onu saran fibröz dokularla çok iyi korunduğundan, kırılması ancak çok şiddetli darbelere maruziyet sonucu olmaktadır. Otomobil kaza-

larında, düşmelerde, çok ağır bir yükü oynatmaya ya da kaldırmaya çalışırken ya da ani atlama ve sıçramalar sırasında vertebralarda fraktürler olabilir. En tehlikeli kırılmalar, servikal bölgede olanlardır. Çünkü bu bölgedeki travmalarda, spinal kordun hasarına ve kanamasına yol açan kırıklar sonucu tetraparezi veya tetrapleji gelişebilmektedir.

4.1.3.Malign Nedenli Vertebra Fraktürleri

Son yıllarda kanser hastalarında yeni tedaviler ile yaşam süresinin uzaması, hayat kalitesinde artış beklentisini de beraberinde getirmiştir. Bu da ağrının yönetimini gözden geçirmemizi zorunlu hale getirmektedir. Vertebral kompresyon kırıkları boy kısalığı, kifoskolyotik deformiteler akut veya kronik ağrı ve mobilizasyonda kısıtlılık gibi pek çok kez hospitalizasyon gerektiren morbiditelere eşlik eder. Paraspinal kas spazmı nedeniyle skolyoz, kompresyon fraktürleri nedeniyle kifoz görülebilir. Bu hastalarda myelopati; kompresyon sonrasında yumuşak doku kitlelerinin spinal korda basmasından, fraktür parçalarının kanalda medulla spinalis'e kompresyonundan veya intradural metastazlardan olabilir. Biyomekanik çalışmalar, vertebra korpusunun, aksiyel yükün yaklaşık %80'ini taşıdığı gösterilmiştir. Vertebra korpusu, metastazların en sık gerçekleştiği yerlerden biri olduğu için, bu bölgenin yıkıcı lezyonlarının omurgaların yük taşıyıcı kapasitesi üzerine önemli etkisi olmaktadır. Bu kapasite direkt olarak tümör boyutu, sağlam vertebrara korpusu miktarı ve kemik mineral yoğunluğu ile yakından ilişkilidir. Aksiyel yüklenme ile yapısal olarak öneme sahip vertebralarda sıklıkla kompresyon kırıkları meydana gelmektedir. Diğer yandan posterior elemanların invazyonu ve zedelenmesiyle hastalarda dislokasyon ve translasyonel deformasyonlar oluşabilmektedir. Metastatik vertebra tutulumu ile oluşan litik lezyonlar, bir taraftan ağrıya yol açarken, bir yandan da fraktür ve instabiliteye neden olur. Bu instabilite, omurga kolonlarının bütünlüğünde bozulma ile seyreden belirgin instabilite olabildiği gibi, başlangıçta problemsiz gibi görünen ama minör travma ile belirginleşen potansiyel instabilite şeklinde de olabilir.

Spinal metastazlarda ağrı çoğunlukla ilk bulgudur. Ağrı, bu hastaların yaşam kalitesini azaltan önemli bir morbidite nedenidir. Narkotik ve analjezik kulla-

nımı, korse kullanımı, radyoterapi, hormon ilaçları, sitotoksik ajanlar ve bifosfonatlar ağrıyı azaltmak amacıyla kullanılmakta ve çoğu zaman yetersiz olmaktadır (50).

Kemik dokusunun en sık tümörleri metastatik tümörlerdir ve tüm kanser tanımlı hastaların %10-30'unda semptomatik spinal metastazlar görülmektedir. En sık vertebral kolon etkilenir ve neoplazi nedeniyle kaybedilen hastaların %36'sında spinal tutulum görülmektedir. Kanser tipleri arasında en sık meme, akciğer, prostat, tiroid ve renal kanserler spinal metastaza neden olmaktadır (51).

PV'nin malign vertebral kırıklarda uygulamaları giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır. PV, ağrı kontrolünün yanı sıra, uygulandığı vertebrayı güçlendirerek stabiliteyi artırmaktadır. Açık cerrahi yöntemler, dekompresyon ve stabilizasyonun sağlanması için idealdir, ancak %25'e varabilen komplikasyon oranıyla sadece ağrı kontrolü için yapılmasından kaçınılması daha uygun olacaktır. Bu açıdan bakıldığında PV, açık ameliyat endikasyonlarını sınırlamıştır. Tüm bu nedenlerden dolayı, vertebrayı güçlendirici perkütan bir işlem olan PV, farklı bir seçenek olarak gündeme gelmektedir. Osteolitik malignitelerde tedavinin temel amacı stabilizasyondur. Malign çökmelerde PV ile 24. saatte ağrıda belirgin azalma olduğu görülmüştür (52). Diğer bir çalışmada ise PV ile ağrıda belirgin azalma ve 7. ayda fonksiyonel durumda %50 iyileşmenin olduğu bildirilmektedir (53).

Özellikle radyasyona hassas tümörlerde radyoterapi sonrası ağrı ve tümörün büyümesi kontrol altına alındığında veya yok olduğunda, tümörün vertebrada bıraktığı boşluğu doldurmak ve stabiliteyi artırmak için PV işlemlerinin uygulanması önerilmektedir (54). Sağlıklı vertebrada patlama kırığı kuvvetli yüklenme altında oluşurken, metastatik tutulumu olan vertebrada, fizyolojik yük altında bile patlama kırığı olabilmektedir. Genellikle yaygın ve multifokal metastatik spinal lezyonlar konvansiyonel radyoterapiye ek uygulanan konservatif tedavi yöntemleri (analjezik, korse, yatak istirahati, kortikosteroid) ile tedavi edilirler. Başarılı bir radyoterapinin ağrı kontrolü sağlanması iki hafta kadar alırken, kemik kuvvetine olan etkisi 4 ayda olabilmektedir. Her ne kadar ağrılı omurga hemanjiomları için tasarlanmış olsalar da perkütan PV, ağrılı kemik metastatik lezyonları için efektif bir tedavi yöntemidir.

Tümöral lezyonun vertebranın ne kadarını etkilediği, stabiliteyi belirleyen en önemli faktördür. Tschirhart ve ark. (55) vertebranın %15'inin tümör tarafından

tutulduğu durumlarda, vertebra korpusunun lateraline yapılan ve vertebra korpusunun %17'lik kısmını kapsayan PMMA enjeksiyonu ile vertebra stabilitesinin normale döndüğünü göstermişlerdir. Kemik sementin, çökmüş vertebra içine enjeksiyonu, ağrı için etkili bir tedavidir. Sementin mekanik desteğiyle ağrıyı giderdiği varsayılrsa da, sementin bizzat kendisinin de analjezik özelliği bulunmaktadır.

Maligen nedenli vertebral kollapsta korpusun tümü doldurulamasa da ağrı yok olabilmektedir. PV'nin ağrıyı azaltma mekanizması, PMMA polimerizasyonu sırasında oluşan ısı ile sinir uçlarının hasarı, mekanik kazanımlar, tekrarlayan mikrokırıkların önlenmesi ve disk içi basıncın artması ile annulusta artan yük miktarının azalması olarak sıralanabilir. Bir çalışmada PV yapılan hastaların %86'sında ağrı tamamıyla geçmiş ya da daha iyi olmuştur. Tümör tiplerini karşılaştırma amaçlı bir seri yayınlanmamıştır. Ancak yayınlanan serilerde tümör tiplerine göre ağrının azalmasında bir farklılık saptanmamıştır (56).

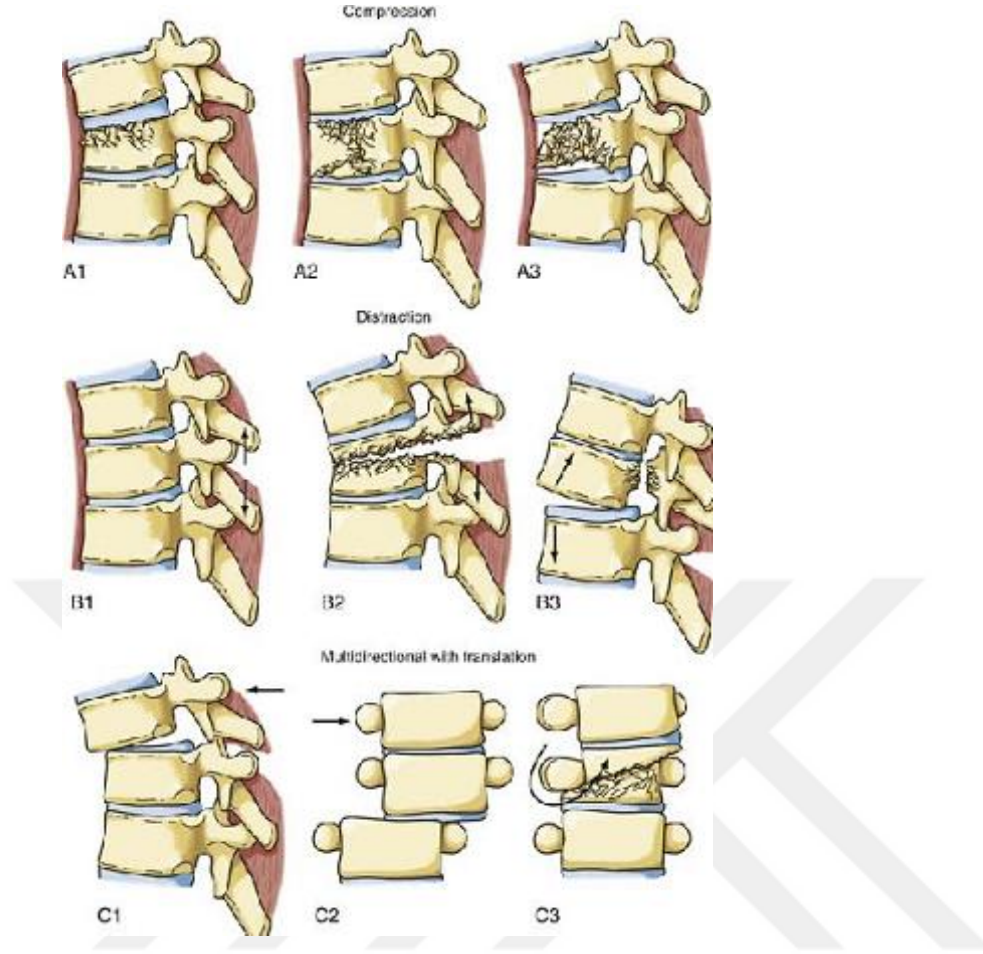
Yapılan çalışmalarda metastatik çökmelerde PV endikasyonları geliştirilmektedir. Teknik, omurganın kırılması sonrası olan ağrı kontrolünde güvenilir ve etkilidir. Cerrahiye aday olmayan olgularda PV, radyoterapi ile birleştirildiğinde, ağrı kontrolünü sağlayabilmektedir. Fournay ve ark. (54) yaptığı çalışmada, patolojik vertebra kırığı olan 97 hastanın %84'ünde ağrı orta derecede veya tamamen geçmiştir.

4.2. Vertebra fraktürlü hastanın değerlendirilmesi

Yaklaşık 10 yılı kapsayan, 5 ayrı hastanede 1445 vakayı ele alarak 1994 yılında Magerl ve arkadaşları daha önce ekstremitte kırıklarını sınıflandıran Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO - Internal Fiksasyon Araştırması Topluluğu - İsviçre) ile birlikte yapılmış kırık sınıflamasını yayınlamışlardır (56). Denis'in üç kolon teorisinden ziyade Holdsworth'un iki kolon teorisinden esinlenerek kırığın artan şiddetine göre A, B ve C olmak 3 kategoriye ayıran Magerl yaralanma şekliyle beraber 53 farklı tanım belirlemiştir. Tip A kompresyon kırıkları, tip B öne eğilme gerilme kırıkları tip C ise döngüsel (rotasyon) kırıkları olarak belirlenmiştir (Şekil 18) (Tablo 3).

Tablo 3: AO/Magerl torakolomber kırıkların sınıflandırılması.

Tip	Grup	Subgrup
A.(Kompresyon)	A1: Sıkışma kırıkları	A1.1: Son plak kırığı A1.2: Kama kırığı A1.3: Korpusta çökme
	A2: Yarılma kırıkları	A2.1: Sagital ayrılma A2.2: Koronal ayrılma A2.3:Kıskaçlama şeklindeayrılma
	A3: Patlama kırıkları	A3.1: İnkomplet patlama A3.2: Patlama ayrılma A3.3: Komplet patlama
B.(Distraksiyon)	B1:Posterior ligamen lezyonu(subluksasyon)	
	B2: Posterior kemik lezyonu (spondilolizis)	
	B3: Anterior disk rüptürü	
C.(Rotasyon)	C1: Anterior-posterior dislokasyon	
	C2:Lateral rotasyonel dislokasyon	
	C3: rotasyonel patlama	



Şekil 18: AO/Magerl Torakolomber kırıkların sınıflaması (57).

5. VERTEBROPLASTİ - BALON KİFOPLASTİ

5.1. Girişimler

5.1.1. Vertebroplasti

Perkütanöz vertebroplasti (PV), bir biyomalzemenin (genellikle polimetilmetakrilat kemik çimentosu) perkütanöz yoldan kırık sahasına enjekte edilerek kırığın stabilize edilmesine ve ağrının giderilmesine olanak veren minimal invaziv bir tedavi yöntemidir. PV ilk olarak 1984 yılında Fransa'da Amiens Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Ünitesinde Galibert ve Deramond tarafından, 54 yaşında, servikal 2. omurunda hemanjiomu olan bir bayan hastaya uygulanmıştır. Bu olgudaki başarılı sonucun ardından aynı merkezde omurga hemanjiomu olan 6 hastaya daha PV uygulanmış, yine alınan başarılı sonuçlar kadavralar üzerinde yöntemle ilgili teknik

çalışmaların sürdürülmesine yol açmıştır. 1987 yılında tekniğin ve ilk sonuçların yayınlanmasının ardından yine Fransa'da Lyon Üniversitesi Hastanesi nöroradyoloji ekibi yine polimetilmetakrilat (PMMA) kemik çimentosu kullanarak, 4'ü osteoporotik omurga kırıklı, ikisi omurga hemanjiomlu, biri de omurga metastazlı toplam 7 hastaya PV uygulamışlardır. Yine başarılı sonuçlar alınması üzerine 1990 yılında yöntem Atlantik'i aşmış ve A.B.D'de Virginia Üniversitesinde klinik uygulamaya girmiştir. PV artık tüm dünyada osteoporotik omurga kırıklarında, omurganın neoplastik hastalıklarında ve omurga metastazlarında yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (52, 58).

5.1.2. Balon Kifoplasti

PV ve osteoporotik omurga kırıklarının tedavisi, son dönemde yeni gelişmelere yol gösterici olmuştur. Osteoporotik omurga kırıklarından kaynaklanan ilerleyici kifotik deformiteye yönelik geliştirilen balon kifoplasti tekniği İlk kez 1998' de uygulamaya başlanan ve başarılı erken sonuçların alındığı bir yöntemdir. PV gibi perkütanöz yoldan uygulanan bu yöntemde kırık hattına, şişerek kırığı redükte eden bir balon yerleştirilmekte, balon çıkarıldıktan sonra, yine PV'de olduğu gibi, bir biyomalzemenin enjeksiyonu ile kifotik deformiteye de müdahale edilerek kırık stabilize edilmektedir. Olgularda, omur cismi yüksekliğinin restorasyonu ile sagittal balansı düzeltmeye ve osteoporotik omurga kırıklarını tedavi etmeye yönelik bu yöntemle ilgili erken sonuçlar oldukça olumludur (59).

5.2. Endikasyonlar

- Ağrılı osteoporotik ve osteolitik torakolomber vertebra kırıkları
- Travmatik vertebra kırıkları
- Erken mobilize edilemeyen pnömoni, derin ven trombozu ve analjezik intoleransı olan hastalar
- Osteolitik primer vertebra tümörleri (Tanı ve tedavisinde)
- Metastatik vertebra tümörleri (Tanı ve tedavisinde)

5.2.1. Endikasyonlar ve Hasta Seçimi

Hastanın vertebroplastiye cevabı şu koşullar altında en iyi olmaktadır:

- 1) çok fazla çökmemiş bir kırık,
- 2) 3 aydan daha yakın bir geçmişte oluşmuş bir kırık,
- 3) 3aydan daha yaşlı bir kırık fakat kemik taramasında halen sıcak görünmekte ya da çökme olayı çok yakın bir geçmişte gerçekleşmiş olan hastalar.

Birden fazla sayıda kırığa sahip hastalar, şiddetli bir şekilde çökmüş kırıklar ve eski kırıklar da elbette yöntemden faydalanabilirler fakat yine yukarıda tanımlanan koşullara sahip hastalara göre daha az fayda görürler. Şiddetli ağrıdan yakınan ve kırıktan kaynaklanan ağrı sebebiyle yaşam tarzında değişiklikler yapan hastalar vertebroplasti için en uygun adaylardır.

İşlemden önce bütün hastalar ayrıntılı bir fiziksel kontrolü yapılmalı, etkilenen vertebra MRG ile tetkik edilmelidir. Gereken olgularda radyonükleid kemik taraması yapılabilir. Hastanın vertebra kırığı ile ilgili ağrısı o seviyede spinal palpasyon ile ortaya çıkarılmalıdır. Kemik taraması ile kırığın hala aktif olduğu doğrulanır ve aynı zamanda birden fazla sayıda kırık olma durumunda da hangi kırığın öncelikle ele alınacağına dair karara bu tarama yardımcı olacaktır. MRG ile hastanın ağrısının disk herniasyonu, spinal stenoz ya da enfeksiyon gibi sekonder bir ağrı olup olmadığı tespit edilir. MRG aynı zamanda girişimin planlanmasına (özellikle vertebral yapı ciddi bir şekilde çökmüş durumda ise) yardımcı olur. Vertebroplasti genellikle en başarılı ve iyi şekilde orta torasik, alt torasik ya da lomber bölgelerde uygulanır. T5 üzerinde kalan vertebral kısımlara uygulama yapmak teknik olarak zordur (hastanın boyuna ve anatomisine bağlı olarak). Daha önce başarısız spinal cerrahi geçiren hastaların vertebroplastiye cevabı da iyi olmamaktadır.

Omurganın tümoral lezyonlarında, kırık oluşmadan PV uygulanması da uygulanmakta olan bir yöntem olup, bu alanda henüz yeterli klinik sonuç mevcut değildir (58, 60). Ancak erken dönem çalışmalar, PV uygulanmış omurlarda onkolojik tedaviye olumsuz bir etki oluşturmadığı gözükmektedir (60).

En iyi sonuçlar, genellikle radyolojik bulgularla uyumlu bölgede palpasyonla ağrı ve hassasiyeti olan olgularda alınırken PV uygulamasının kırık oluşumunu izleyen birkaç hafta içinde yapılması önerilmektedir. 6 aydan geç yapılan PV uygu-

lamaları ile başarılı sonuç alınmasının zorlaştığı belirtilmektedir (58, 60). Kronik steroid tedavisi nedeniyle yoğun osteoporozu olan olgular gibi, 50 yaş altında kimi seçilmiş olgular PV uygulamasına iyi cevap vermektedir. Ancak PV, genellikle ileri yaş grubunda yaygın olarak kullanılmaktadır (58, 60-62). PV işlemi ile ağrıyı geçirebilmek için kırığın bulunduğu omurga seviyesinde lokalize ağrısı olan, MRG ile yakın geçmişte oluştuğu gösterilebilen omurga kırığı olan ve şiddetli ağrısı olan olguların tercih edilmesi daha uygun olacaktır (58, 60, 63, 64).

5.3. Hastanın bilgilendirilmesi ve onayının alınması

İşlem için onay hastanın ailesinin katılımıyla alınır. Hastaya vertebradaki hasta bir bölüm yerine PMMA tatbik edilmesi görüşünün 1984 yılından beri kullanıldığını söylenebilir. Hastaya omurgaya ait bir model gösterip bunun üzerinde omurganın bölümleri anlatılabilir. Sırt ağrısının çökme sebebiyle oluşan kırık, disk herniasyonu, spinal stenoz ya da faset artriti gibi, çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabileceği anlatılabilir. Vertebroplastinin sadece çökme neticesinde oluşan kırıklardan kaynaklanan kırıklara iyi geleceği anlatılabilir.

Enfeksiyon, kanama, kontrast reaksiyonu, kaburga ya da pedikül kırılması, ağrının artması (PMMA'nın epidural ya da foraminal damarlara sızması sonucunda), felç gibi komplikasyonlar olabileceğinden bahsedilmelidir. Hastanın dikkatini girişimin eğer hasta çok şiddetli ağrı çekmekteyse ve iyileşmek için küçük bir riski göze almaktaysa uygulaması gerektiği anlatılmalıdır.

5.4. Kontrendikasyonlar

- Hamilelik
- Kanama diatezi
- Yüksek enerjili burst kırıkları ve posterior duvarda kırık olması
- Osteoplastik tümörlü vertebra
- Osteomyelit
- Kullanılan maddelere karşı alerjik durumlar

Osteomyelit ve epidural abse varlığında PV mutlak olarak kontrendikedir. Geniş lümenli bir iğne ile işlem uygulandığından koagülopati durumunda PV uygulaması riskli olacaktır. Coumadine kullanımı 1 hafta önceden durdurulmalı, yerine heparin ya da düşük molekül ağırlıklı heparin başlanmalıdır. Aspirin kullanımı PV için bir kontrendikasyon oluşturmamaktadır. Ayrıca ateşi olan ya da sepsisteki hastalar için de afebril durum sağlanana dek operasyonun ertelenmesi uygundur (58, 60, 63, 64). Omur yüksekliğinde %70'in üzerinde kayıp olan kırıkların PV ile tedavisi teknik olarak güçtür. Bu kırıklarda kanül ile ilgili omura giriş, ne kadar titiz davranılırsa davranılsın mümkün olmayabilir. Böylesi durumlarda işlemin BT eşliğinde uygulanması bir seçenek olabilir (58, 60, 65).

Radikülopati, PV için bir kontrendikasyon oluşturmamaktadır, ancak PV uygulanacak olgulara operasyon öncesinde, uygulanacak işlemin radikülopati bulgularını tedavi etme amaçlı olmadığı ve bu işlem sonrasında radikülopatilerinde bir iyileşme beklenmediği (belki de şikayetlerinde artma olacağı) anlatılmalıdır. Lezyon seviyesinde bir malign omurilik basısı ya da stenoz varlığı ise PV için kısmi bir kontrendikasyon oluşturmaktadır (60, 66).

Osteoporotik omurga kırıklarında genellikle posterior omur duvarı sağlam iken, bu durum malignite varlığında her zaman böyle olmayabilir. Malignite olgularında ventral epidural alana çimento kaçağı olmaması için posterior duvarın devamlılığının BT ile araştırılması ya da cerrahi öncesinde skopi altında radyopak kontrast madde ile muayene edilmesi önerilmektedir (52, 60).

PV ile ağrının azalmasının ne şekilde olduğu henüz netlik kazanmamıştır. Ağrıda azalma olması, kemik çimentosu enjeksiyonu ile elde edilen mekanik stabilizasyondan kaynaklanabilir. Aynı zamanda, çimentonun polimerizasyonu aşamasında oluşan ekzotermik etkinin interosseöz ve/veya periosteal sinir uçlarında lokalize sinir hücresi ölümüne neden olması, intraosseöz ağrı reseptörlerinde gelişen kemotoksisite ve çimentonun monomerik fazının yol açtığı nörotoksisite ile açıklanmaya çalışılmaktadır (52, 61, 63).

Vertebroplasti ve balon kifoplastinin karşılaştırılması aşağıdaki gibidir.

Tablo 4: Vertebroplasti ve balon kifoplastinin karşılaştırılması.

VERTEBROPLASTİ	BALON KİFOPLASTİ
Kırığı stabilize eder	Kırığı stabilize eder
Konulan sement dayanıklıdır	Konulan sement dayanıklıdır
Ağrı %70-90 hastada azalır	Ağrıda ciddi azalma sağlar(%90)
Minimal invaziv yöntem	Minimal invaziv yöntem
Hasta tarafından iyi tolere edilir	Hasta tarafından iyi tolere edilir
Yüksek basınçla yapılır	Düşük basınçla yapılır
Yüksek kaybı sürer	Vertebra yüksekliğini sağlar
Nispeten ucuz	Pahalı
Vertebra dışına sızma	Sızma nadir
Geçici radikuler ağrı	Spinal deformiteyi önler
Semente bağlı pulmoner embolizm	Embolizm nadir

5.5. Perkütan Vertebroplasti Cerrahi Teknik

PV uygulaması genellikle sedasyon destekli lokal anestezi altında yapılabilmektedir, hastalara işlem sırasında sedasyon da uygulanacağından olguların işlem öncesinde 6 saat boyunca aç bırakılmasında fayda vardır. Operasyon öncesinde 1 gram sefazolin sodyum, cerrahi profilaksi amacı ile intravenöz yoldan verilmeli, 12 saat sonra da tekrarlanmalıdır. Operasyon odası biplanar ya da C-kollu uniplanar skopi cihazı ile çalışılacak şekilde hazırlanmalı hastanın yerleştirileceği masanın yüzükoyun pozisyonunda yatacak hasta için uygun olmasına ve radyolusen olmasına dikkat edilmelidir. Hastanın vital fonksiyonlarının monitörizasyonu operasyon süresince ameliyathanede devam etmelidir. Torasik bölgede iyi bir lateral görüntü almak için önemli olan posterior kaburgaların hizalanmasıdır. Daha sonra pediküllerin tamamen birbirlerinin üzerine gelmelerini sağlamak için gerekirse floroskopi C kolu eğilir ya da döndürülür.

Floroskopi C kolu AP pozisyonundayken pedikülün vertebra gövdesinin üst 1/3 dış kısmında gözlendiği oblik eğim bulunur. Bu nokta hemostatla işaretlenir ve 27 gauge iğne ile ponksiyon yapıldıktan sonra lidocain/bupivacain ile infiltre edilir. Lateral bir görüntüleme iğnenin pediküle transvers olarak vertebra korpusunun ortasına yakın bir yerde durup doğru bir yönde olup olmadığı kontrol edilir. Gerekirse iğnenin yönünün tam uygun olduğunu doğrulamak için AP ve lateral görüntü-

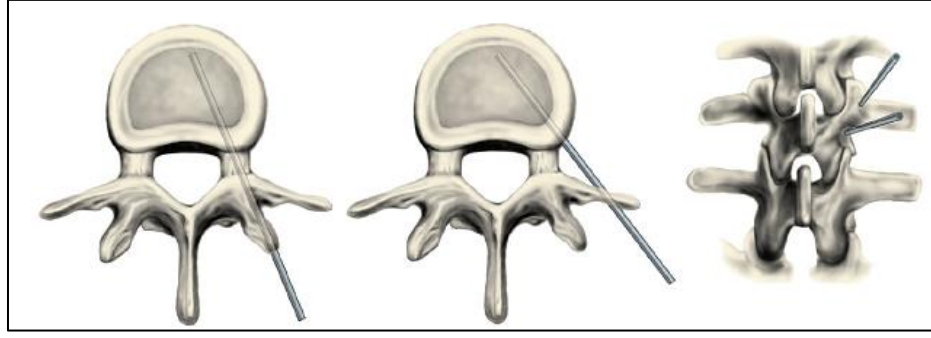
ler kullanılır. Eğer kısa iğne kemiğe erişmediyse 22 gauge spinal bir iğne kullanılır. İğne pedikül üzerinde aşağı yukarı hareket ettirilirken bu esnada iğne içinden bol miktarda lokal anestetik de infiltre edilir.

PV için kullanılan iğneler tercihe göre değişkenlik gösterirken, genellikle kucuk bir eki marifetiyle ilerletilen 10 G kanüller veya ekice gerek duyulmaksızın tutamağından elle bastırılarak ilerletilebilen 11 G Jamshidi kemik biyopsisi kanülleri tercih edilmektedir. Tüm bu kanüllerin geniş lümenleri ve ierinde trokarları bulunmaktadır. st torakal bölge gibi bogelelerde ya da pedikülleri dar olan kimselerde daha dar olan 13 G kanüller tercih edilmelidir.

Giriş noktası ve kullanılacak iğne seçildikten sonra ilgili alana denk düşen cilt alanına 15 numara bisturi yardımıyla kucuk bir insizyon yapılır. Kanül trokar sistemi bu insizyondan sokularak periosta dek ilerletilir, osteoporotik kemikte kemik korteksini delerek kanülü kemiğe sokmak oldukça kolaydır. Kemiğin sert olduğu durumlarda kucuk bir eki kullanılabilir. Trokarı pediküle doğru öne-arkaya hareket ettirip döndürerek kemiğe ulaşılır. İki planda skopi ile kontrol edilerek kanül trokar sistemi transpediküler veya ekstrapediküler yoldan omur cisminin ortasına dek ilerletilir (61) (şekil 19,20).



şekil 19: İki taraflı kanüllerin yerleştirilmesi.



Şekil 20: Transpediküler, extrapediküler vertebra girişim yolları (57).

Kanül yerleştirilmesi için birçok yöntem vardır. Bu yöntemler; transpediküler, parapediküler veya ekstrapediküler (transkostovertebral), posterolateral (lomber bölge için) ve anterolateral (servikal bölge için) olarak sıralansa da PV için kullanılan ana yöntem transpediküler yoldur.

Transpediküler yol cerraha uygulama için belirgin anatomik noktalarla yol göstermesi, omur cismi içine ulaşarak PV uygulaması ya da biyopsi alınması için etkili bir yol olması ve pedikül içinde kalmaya özen gösterilmesi durumunda oldukça güvenli bir yol olması en önemli avantajlarıdır.

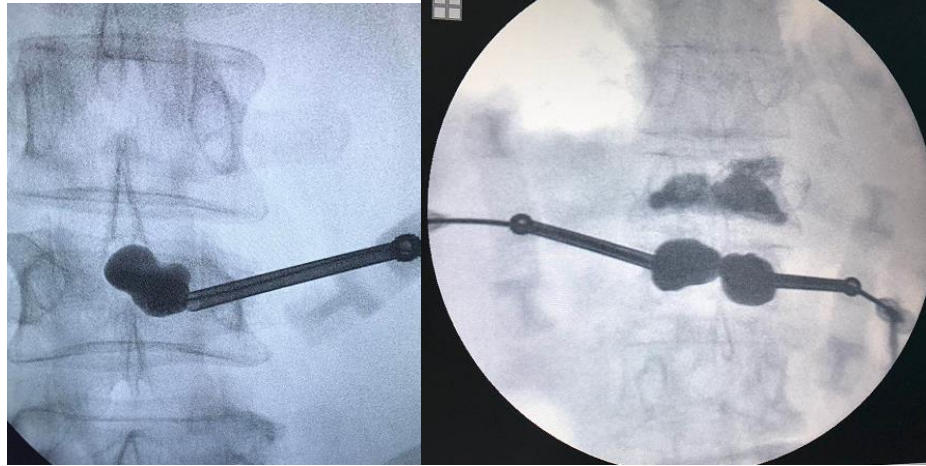
Ekstrapediküler (transkostovertebral) ya da parapediküler yol ise, omur cisminin merkezine ulaşmak açısından daha avantajlıdır. Transvers çıkıntıyı yalayarak pedikülün kenarından uygulanan bu yöntemle omur cisminin merkezine daha çok ve daha kolay çimento enjekte edilebileceği, daha küçük çaplı kanül kullanılabileceği belirtilmektedir. Akciğer yaralanmalarına, pnömotoraksa, kot kırıklarına ve kanülün aksiyel planda omur cisminin orta kısmını aşmadığı durumlarda, posterior venöz pleksus yolu ile epidural boşluğa daha çok çimento kaçağına yol açma potansiyelinin olması da ekstrapediküler (transkostovertebral) ya da parapediküler yöntemin dezavantajlarıdır.

PV uygulamasında biyomalzeme olarak sıklıkla polimetil-metakrilat kemik çimentosu kullanılmaktadır. Polimetil-metakrilat kemik çimentoları piyasada muhtelif çeşitlerde mevcuttur. Bu malzemeler steril paket içinde bir kısmı toz (kopolimer), bir kısmı da steril ampul içinde sıvı (monomer) olarak bulunmaktadır. Ayrıca bu malzemelerin kopolimer kısmında radyoopasite oluşturması amacıyla farklı oranlarda baryum sülfat da bulunmaktadır. Kemik çimentolarının iki komponent karıştırıldıktan sonra kanül trokar sistemi içerisinde sertleşmeden omurun içine

gönderilmesi için kullanılan yöntemlerden biri, çimentonun kopolimer kısmının miktarını azaltarak karıştırmaktır.

PV ve BK unipediküler veya bipediküler yolla uygulanabilir (Şekil 21). Tek pedikülden PV veya BK yapılacak ise, iğnenin orta noktaya yönlendirilmesi açısından, girişin daha oblik olması gerekmektedir.

Kadavra omurgası ile yapılan bir biyomekanik çalışmada, unipediküler ve bipediküler yöntem karşılaştırılmıştır (67). Bu iki yöntem arasında, osteoporotik vertebra korpusunda kuvvet ve sertlik oluşturması açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Tatmin edici sonuca ulaşabilmek için önemli olan, stabilizasyon sağlayacak kadar sementin zerk edilmesidir. Unipediküler enjeksiyon uygulanan bir çalışmada, orta hattı geçecek kadar verilen sement yeterli kuvveti sağlamış ve herhangi bir komplikasyona rastlanılmamıştır (68). Ancak vertebra korpusunun santral vertikal aksını geçmeyecek miktarda uygulanan sement, biyomekanik olarak yeterli sayılmalıdır. Eğer sement sadece korpusun bir yanına yayılırsa, diğer taraftan da girilerek enjeksiyon uygulanması daha uygun olacaktır. Aksi takdirde tek tarafın direncinin iyi olması durumunda, uzun dönemde koronal planda direnci zayıf tarafa doğru vertebral kolonda bükülme riski artacaktır.



A

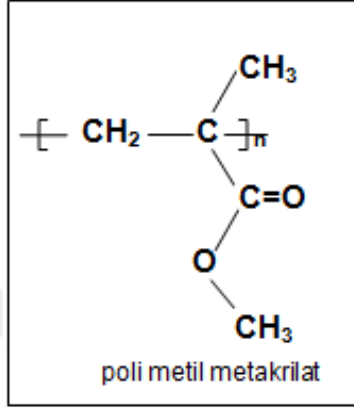
B

Şekil-21: A. Tek taraflı (unipediküler) yaklaşım.

B. Çift taraflı transpediküler (bipediküler) yaklaşım.

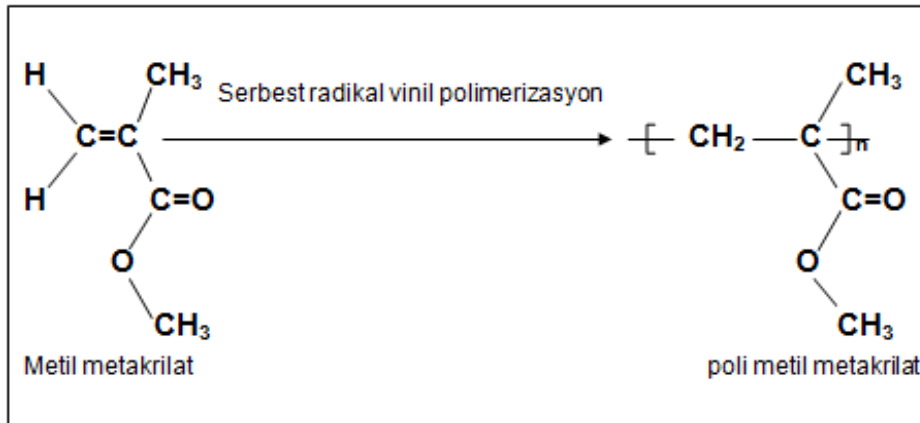
5.5.1.Kemik Sementi (Polimetilmetakrilat)

Polimetilmetakrilat (Poli-Metil-Met-Akrilat = PMMA), inert bir bioaktif maddedir. Yirminci yüzyılın başlarında, iyi biyoyumluluğa ve yeni bir yapıya sahip polimetilmetakrilat bulunmuştur (Şekil-22).



Şekil-22: PMMA kimyasal formülü.

1960'larda PMMA, total kalça protezi uygulamalarında, femoral ve asetaluar komponent ile kemik arasında bir dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Sıvı formda bulunan Metilmetilakrilat, PMMA tozu ile reaksiyona girerek sementin sertleşmesini sağlar (Şekil-23).



Şekil-23: Metilmetakrilat sıvısı ile polimetilmetakrilat (PMMA) tozu reaksiyonu.

Polimer tozu ve sıvı monomer bir araya geldiğinde polimerizasyon süreci başlar. Monomer polimerizasyonu sırasında tozun orijinal polimer taneciği hamur kıvamındaki kütleye bağlanır. Kütle kıvama bağlı olarak karışımdan 7-15 dakika

sonra sertleşmeye başlar. Sement yapışkan kıvamda olmamalıdır. Eğer viskozite çok düşük olursa, sement kanama basıncına dayanamayabilir ve kanın sement içine girmesini engeller. Karıştırılan toz ve sıvının polimerizasyon reaksiyonu boyunca sementin viskozitesi önce yavaş daha sonra ise hızlıca yükselir. Kemik sementi düşük ve yüksek viskoziteli sementler olarak iki gruba ayrılır. Düşük viskoziteli sementler uzun akışlı karışım fazına sahiptir. Düşük viskoziteli sementlerin uygulamaları sırasında sıkı bağlanmaya ihtiyaç duyulur. Bunun sonucu olarak kısa süreli çalışma olanağı sağlar. Yüksek viskoziteli sementler kısa akışkanlı karışım fazlarına sahiptir ve yapışkanlıkları hızlıca gevşer. Bu çalışma için daha uzun süre sağlar. Çalışmalarda düşük viskozitelilerin klinik sonuçlarının yüksek viskozitelilerden daha iyi olduğu bildirilmektedir.

PMMA'nın hamurlaşma süresi 2-3 dakikada, tam sabitlemesi ise 5-8 dakikada gerçekleşir. Bu sırada kemik sement yüzeyindeki sıcaklık 90°C'ye ulaşarak, hücre ölümlerine yol açabilir. Toz halindeki PMMA maddesi ile metilmetakrilat sıvısının karıştırılması sırasında, ortama kesif bir koku yayılır. Bu koku bronkospazm ve anjionörotik ödeme kadar varan allerjik reaksiyona sebep olabilir.

PV "de kemik sementi olarak kullanılacak ideal biyomalzeme; enjekte edilebilir, kolay elde edilir, kolay uygulanabilir, uygun akışkanlıkta, yüksek radyopak özellikte, uzun sertleşme süresine sahip, sertleşme sırasında fazla ısı üretmeyen, biyolojik olarak kendini enjekte edildiği dokuya adapte edebilen, biyolojik olarak aktif ve düşük maliyetli olmalıdır. Bu açıdan tüm dünyada yaygın olarak PMMA kullanılmaktadır (69).

PMMA dışında bu amaçla kullanılabilecek diğer biyomalzemeler, kompozit kemik ve kalsiyum fosfat kemik sementleridir. Kompozit kemik sementi kabaca, seramikle birleştirilmiş akrilik sement olarak tanımlanır. Mekanik özellikleri PMMA ile benzerlik göstermelerine karşın, yüksek maliyeti, kullanımını sınırlandırır (69). Kalsiyum fosfat kemik sementi ise, trikalsiyum fosfat (TCP) temelli, kalsiyum karbonat ve fosfat tuzlarından oluşmuş, enjekte edilmeye uygun kıvama getirilmiş kimyasallardır. TCP kemik sementlerinin bir kısmında, hayvansal ya da mercan kaynaklı veya sentetik hidroksiapatit (HA) tuzları da bulunur. TCP sementleri, osteokondüktif özelliklerinin ve biyolojik uyumlarının yüksekliğine rağmen, istenen sertleşme süresine sahip değildir ve arzu edilen mekanik özellikleri bünyelerinin

de barındırmazlar. Heini ve ark. PMMA, TCP ve kompozit kemik sementlerinin vertebra fraktürleri tedavisine yönelik PV uygulamalarındaki etkinliğin araştırıldığı çalışmalarında, kompozit kemik sementlerinin PMMA'ya iyi bir alternatif olduğunu göstermişlerdi (69). Verlaan ve ark. kalsiyum fosfat sementlerinin, süregen torklara ve makaslama kuvvetlerine direncinin, akrilik esaslı PMMA'ya oranla daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (70).

Omurgada PMMA, ilk olarak vertebral hemanjiomanın tedavisinde kullanılmıştır. Kemik sementi, daha sonra omurganın metastatik hastalıklarında ağrılı lezyonların tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır. Ağrı yakınması olan ve uygulanan diğer farmakolojik veya nonfarmakolojik yöntemlere yanıt vermeyen hastalarda yeni ve etkili bir tedavi seçeneği olarak sunulmuştur. PV sırasında PMMA miktarı hakkında çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Farklı miktarlar belirtilse de en uygun doz aralığının, uygulanacak vertebraya göre 3-8 ml aralığında değişmektedir. Mehbod ve ark. (53) kullanılan kemik sementi tipinin, miktarının ve uygulamanın, yapıldığı vertebra hacminin %15'i kadar ya da vertebra başına 3,5 ml kemik sementinin istenen sertliği sağlayacağını belirtmişlerdir. Heini ve ark. (61) gerekenden daha az miktarda kemik sementi enjeksiyonunun rekürren fraktürlere neden olduğunu göstermiştir. Çalışmalarında, ortalama 5.9 ml kemik sementi enjeksiyonu ile istenen drencin sağlandığını, 2,5 ml enjeksiyon yaptıkları bir vertebrada ise tekrar çökme olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 24: PV/BK işleminde kullanılan malzemeler (a: Jamshidi iğnesi, b:kirschner teli, c:çalışma kanülü, d: drill, e:filler device dış kanülü, f: filler device iç kanülü, g: çekiç, h:eğri kocheer pensi, i:bistüri sapı, j:lokal anestezi, k: kontrast madde, l:kanul giriş deliğini sutur etmek için portegü ve suture seti, m: BK için balon, n: PMMA ve MMA, o: BK için pompa sistemi).

a)PMMA'nın Karıştırılması: Ameliyat aletlerinin içinde steril bir numune kabı (ölçekli) gerekmektedir. Kitten alınan bir paket PMMA bir tase dökülür. Monomer ve polimer niteliğindeki sıvı ve katı parçalar (40cc toz ve 10 cc sıvı monomer) birleştirilir. Bütün bu karışım steril bir karıştırıcı ile 1 dakika karıştırılır. Enjektör yardımıyla kemik dolgu aletine aktarılır. Sement enjeksiyonu karıştırmaktan 6-8 dakika sonra başlar. Uygun enjeksiyon süresi gerçek süreden ziyade sementin kıvamına bağlıdır. Bu da ortamın sıcaklığı ile değişmektedir. Ortam sıcak olması halinde sementimiz daha çabuk donacaktır. Sement konulduğu filler deviceden azıcık ittirildiğinde üzerine doğru kıvrılıyor ise en uygun kıvamdadır (Şekil 25). Malzeme karıştırıldıktan sonra sementin tamamı enjektör içine doldurulur. Hava enjektörden dışarı alındıktan sonra aşağı yukarı 8 tane 1,5 ml. kapasiteli kanüllere enjektör yardımıyla konur.



A

B

Şekil 25: A: sementin karıştırılması, B: sementin kıvamı

b)PMMA Enjeksiyonu: Eğer vertebral yapı sklerotik ise ya da hastanın kemik yoğunluğu yüksek ise bu durumda sement daha ince olmalıdır. Eğer önemli ölçüde venöz dolgu oluşumu gözlenmeye başlanmışsa uygulayıcı PMMA'nın sertleşmesi için bir iki dakika beklemelidir. Daha kıvamlı bir sement kullanımıyla da ince kıvamlı bir sementin kullanımına nazaran venlerden taşma ihtimali azaltılır. Bir diğer strateji ise trokarı geri çekerek ya da ileri iterek enjeksiyon yerinin değiştirilmesidir. Eğer PMMA diske taşarsa PMMA'nın bir vene girmesi durumunda uygulanan stratejinin aynısı uygulanır girişimci PMMA'nın sertleşmesi için bekler ya da iğneye yeni bir pozisyon bulur. Bu uygulama ile genellikle vertebra son plak kırığının kapatılması sağlanır ve bu şekilde vertebranın geri kalan kısmı da doldurulur. Sıklıkla PMMA'nın vertebraya enjeksiyonu zordur. Daha az bir miktar (0,2 ml) sement kullanılabilir ya da trokar birkaç milimetre sement geri çeker. Genellikle bu şekilde elde edilen ekstra yer PMMA'nın vertebraya akmasını sağlar. Enjeksiyon kolay olsa ve vertebra düzgün bir şekilde dolduruluyor olsa da PMMA yavaş enjekte edilir. Enjeksiyon hızlı yapılırsa venözlerin dolma ihtimali artar. Enjeksiyon vertebra dolana kadar devam edilir. PMMA epidural alana sızmaya başlamadan ya da bir veni ciddi bir şekilde doldurmadan önce enjeksiyon işlemi durdurulur.

Vertebranın iki tarafına da bipediküler yaklaşım vasıtasıyla enjeksiyon yapılması sıklıkla karşılaşılan bir gereksinimdir. Bazen (örneğin torasik bölge) vertebranın doldurulması işlemi tek pedikülü yaklaşım ile mümkün olur. PMMA'nın nereye gittiğine dair en ufak bir şüphe varsa enjeksiyon hemen durdurulmalıdır. Her ne kadar vertebranın tamamen doldurulması asıl hedefse de yapılan ortalama bir dolgu ile de ağrının yeterli bir şekilde geçirilmesi mümkün olabilecektir.

Sement hazırlanması steril bir kap içerisinde ya da otomatik karıştırıcılar ile değişik firmalarca çok fazla farklı oranlar içermemekle birlikte, kemik sementi tozu (%68 methyl metacrylate-styrene-copolymer, barium sulphate (%30), benzoyl peroxide (%2) ve sıvısı (%99.1 methyl metacrylate), %0.9 N-dimethyl-p-toluidine, 75 ppm. Hydroquinone gibi maddeler eklenir. Sement, vertebra korpusuna enjekte edilmeden, ne kadar uygulanabileceğine dikkat etmek gerekir.

Tablo-5: Vertebra korpuslarının hacim değerleri.

Vertebra	Teorik hacim	Doldurulabilir hacim	%50 kolaps hacmi
C5	7.2	3.6	1.8
T9	15.3	7.65	3.8
L3	19.6	9.8	4.9

Sement uygun kıvamda ulaştınca, kemik doldurma cihazları ile vertebra korpusu içine dikkatli şekilde enjekte edilir. Yapılan çalışmalarla, lomber vertebralara 3-5 ml, torasik vertebralara 2-3 ml ve servikal vertebralara ise 1-2 ml sement enjeksiyonunun yeterli olduğu, vertebrada uygun kuvvet ve sertlik oluşturduğu gösterilmiştir (18).

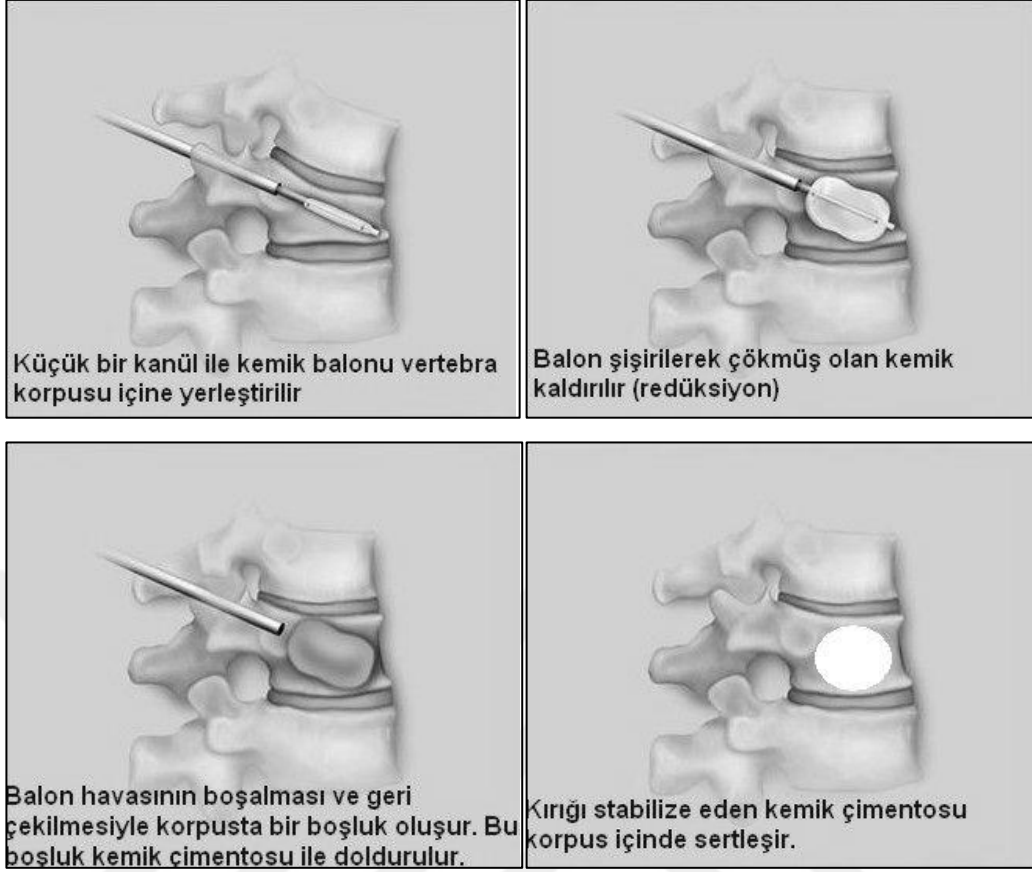
PV işlemi sırasında korpus içerisinde değişik malzemelerle (dril, metalik aparatlar, balon gibi) kavitasyon oluşturulabilir. Kavitasyon oluşturulmayan durumda trabeküler yapı, verilen maddenin akışında ciddi bir direnç oluşturabilir. Bu yüzden PMMA, daha sıvı kıvamda iken verilmesi gerekir, ancak bu durum PMMA'nın korpus dışına ve epidural venlere ekstravaze olmasını kolaylaştırır. Kemik sementi, vertebra korpusu içine uygulamadan sonra yaklaşık 20 dakika içinde sertleşir ve 1 saat içinde gücünün %90'ı seviyesine ulaşır. Hastalar, anestezi etkisi geçtikten sonra (en az 2 saatlik bir gözlem sonrasında) oturabilir ve ayağa kalkabilirler. İşlemden 1-2 saat sonra hastalar taburcu edilebilir. Ağrının geçmesi için 4-24 saat arası beklenmelidir.

5.6. Perkütan Kifoplasti Cerrahi Teknik

Cerrahi teknik 3 ana cerrahi adımdan oluşur. Vertebra korpusuna erişim, şişirilebilir kemik tamp (balon) ile kırığın redüksiyonu ve kırığın fiksasyonu. Kemiğe erişim adımı vertebroplasti yöntemiyle aynıdır (Şekil 26). Tek farklı olan kısım vertebra korpusuna ulaşıldıktan sonra drill vasıtası ile biyopsi alınmasıdır. Drill yivleri skopi kontrolü ile vertebra korpusu içerisinde ilerletilirken her 0,5 cm de dışarıya çekilerek yivleri arasındaki kemik materyaller biyopsi olarak alınabilir (Şekil-34). Bu işlem vertebroplasti ve kifoplasti setlerinin içinde drill olup olmamasına göre değişmekle beraber artık birçok set içerisinde drill yer almaktadır. Bu şekilde hem BK da hem PV de biyopsi alınması daha kolay bir hale gelmiştir.

Radyokontrast inflasyon mediumuyla hazırlanmış şişirilebilir kemik tamp'e işaret bantları drill kanalının anterior ve posterior uçları arasında eşit durumda olacak şekilde pozisyone edilir.

Röntgen görüntüleri, şişirme hacmi ve basınç izlenerek yavaşça şişirilir. Vertebra duvar yüksekliği tamamen redükte olana, balon kortekse 2-3 mm erişinceye ve balon maksimum hacime (220 psi; balon tekrar inerse 350 psi'ye kadar şişirilebilir) ulaşmaya kadar veya basınç düşmesi olmayıncaya kadar işleme devam edilir. Kullanılan her bir balon için son balon hacmi maksimum 300 psi (20,4 atm) dir. Maksimum volüm 4-6 cc'dir (Şekil 27,28).



Şekil 26: Balon kifoplasti ile kompresyon kırığının redüksiyonu ve fiksasyonundaki adımlar.



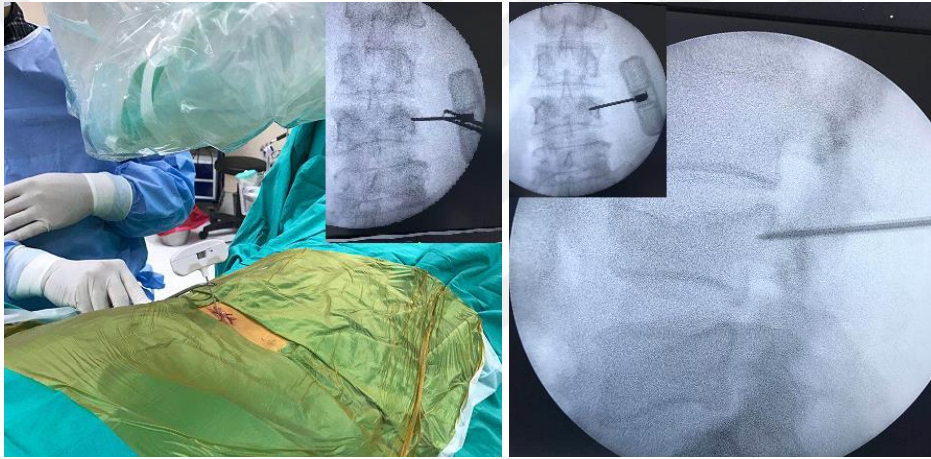
Şekil 27: Kifoplasti balonu ve pompası.

Şekil 28: Balon şişirme tekniği.



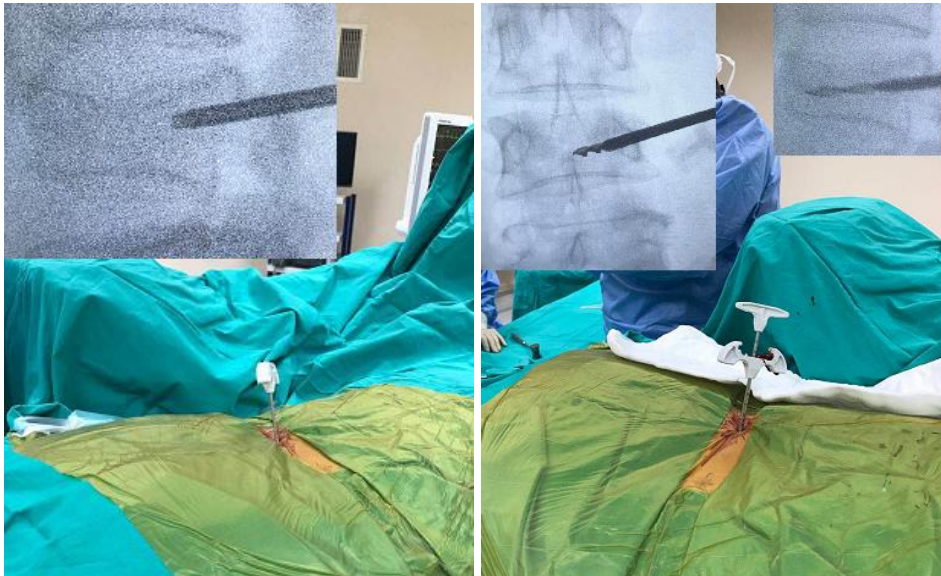
Şekil 29

Şekil 30



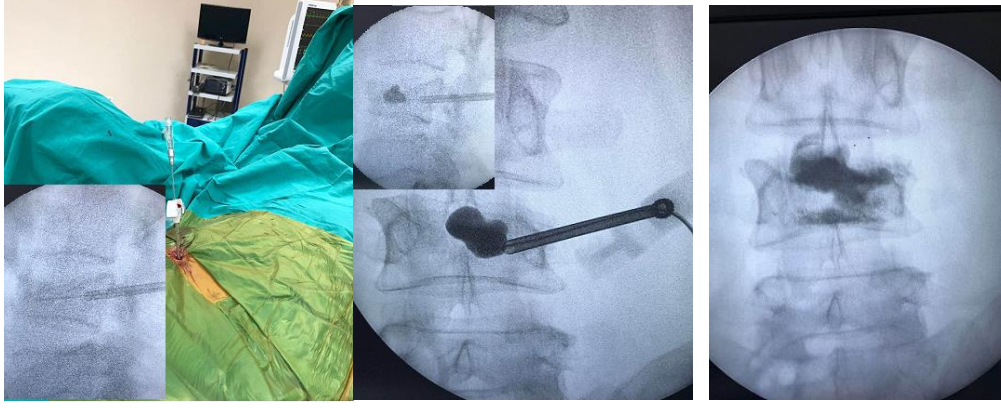
Şekil 31

Şekil 32



Şekil 33

Şekil 34



Şekil 35

Şekil 36

Şekil 37

Şekil 29: İşlem öncesi hastanın pozisyonu

Şekil 30: Lokal anestezi ajanının zerk edilmesi ve eş zamanlı skopi görüntüsü.

Şekil 31: Jamshidi iğnesinin pedikül lateral kenarına çakılması

Şekil 32: Jamshidi iğnesi ile korpus posterior sınırına ulaşılması ve eş zamanlı skopide pedikül medial sınırının görüntüsü

Şekil 33: Çalışma kanülünün gönderilmesi

Şekil 34: Vertebra korpusunun drilllenmesi ve tek taraflı girişim ile orta hatta ulaşıldığının görüntülenmesi

Şekil 35: Balonun kırık hattına paralel olacak şekilde vertebra korpusuna gönderilmesi

Şekil 36: Balonun opak madde ile şişirilmesi

Şekil 37: Filler device yardımı ile vertebra korpusunun sement ile doldurulması

Sürekli izleme altında bir stil kullanılarak koyu sement kaviteye itilir. Emme başı tekrar kavite içine getirilir ve başın tepesinden sement eklemeye devam edilir. Sement hacmi olarak her bir kemik dolgu aleti yaklaşık 1,5 cc alır. Kavite hacmi aşılırken dikkatle izlenir. Kavitenin doldurulması ve sement sızıntısı olmadan bir miktar interdijitasyon olması tavsiye edilir. Floroskopi ve son radyografilerle çimentonun yeterliliği teyid edildikten sonra kanül ve kemik dolgu aleti çıkarılarak yara sütüre edilir ve steril bir şekilde kapatılır.

5.7. Postoperatif Gözlem

Operasyon sonrası işlem sahasının BT si çekilen hasta servise alınır. 4 saat sonra eğer ki bir komplikasyon yok ise mobilize edilir. 6-8 saatte taburculuğu planlanabilir. Vakaların çoğunda postoperatif ağrı ve adale spazmları şiddetli değildir

ve birkaç gün içinde geçerler. Ağrı şikayeti devam eden hastalarda yeni bir kırık oluşumu gözden kaçmaması için mrg ile değerlendirme önemlidir.

5.8. Komplikasyonlar

PV ve PK işlemleri ile ilgili komplikasyonlar, çimento ile ilişkili ve ilişkisiz olanlar olmak üzere iki ana grupta incelenebilir.

5.8.1.Sement ile ilişkili komplikasyonlar:

Çimento kaçağı PV işleminde en sık rastlanan komplikasyondur. Tümoral nedenlerle opere edilen hastalarda %38-72.5 oranında görülürken, osteoporotik kırıklarda bu oran %30-65 oranında bildirilmiştir (71). PV sonrası görülen klinik yakınmaların çoğu çimento kaçağı ile ilişkilidir ancak hastaların büyük çoğunluğu bu komplikasyonu son derece iyi tolerasyon gösterirler. Çimento kaçakları cerrahi alanı çevreleyen birçok yerde görülebilir; paravertebral yumuşak dokularda %6-52.5 oranında kaçak bildirilirken, spinal kanala olan kaçaklar %37.5 oranına dek görülebilmektedir. İntervertebral disklere olan çimento kaçağı %5-25 oranında, prevertebral venlere olan çimento kaçağı %5-16.6 oranında, epidural venlere olan çimento kaçağı ise %16.5'e varan oranlarda bildirilmiştir (71). Ayrıca çok nadiren vena cava inferior, akciğerler ve aortaya da çimento kaçakları olabilmektedir (71). Paravertebral yumuşak dokulara olan kaçaklar literatürde bildirilen 2 olgu dışında neredeyse tamamen asemptomatiktir (71). Bu kaçakların nedeni daha çok tümör olgularında kortikal destrüksiyona bağlı olabileceği gibi, kanül trokar sisteminin çimento enjeksiyonunun hemen ardından çıkarılmasına da bağlı olabilmektedir. Spinal kanala olan çimento kaçakları, spinal kord için yeterli alan kaldığı sürece asemptomatiktir. Bu durum en sık omur cisminin arka duvarının kırık ya da tümör nedeniyle destrükte olmasına bağlı olarak görülmektedir (71). İntervertebral foramenine olan kaçaklar transpediküler yol tercih edildiği sürece çok nadirdir. Bu yöntem kullanılmasına rağmen olan kaçaklar, kanül trokar sisteminin yerleştirilişi sırasında pedikülün medial ya da inferior duvarının kırılması ile olabilmektedir (71).

İntervertebral disklere olan çimento kaçaklarına özellikle aşırı çökmeye sahip omurlara uygulanan PV sırasında daha sık rastlanmaktadır. İntervertebral disklere olan çimento kaçakları asemptomatik olmakla birlikte uzun dönemde oluşturacakları mekanik etki sayesinde PV uygulanan omura komşu omurda kırık oluşumu riskini arttırdığı varsayılmaktadır, ancak henüz bu mekanik varsayım hakkında yeterli kanıt mevcut değildir (72, 73).

Venöz çimento kaçakları oldukça sık görülmektedir. Ciddi tehlike oluşturmadıkları, ancak nadiren pulmoner emboliye neden oldukları bildirilmektedir. Venöz kaçaklar en sık basivertebral venlere olmaktadır (71, 74). Çimento kaçağına bağlı oluşan komplikasyon oranını arttıran faktörler arasında bir epidural yumuşak doku kitlesinin varlığı, ileri derecede vasküler lezyonlar ve aşırı çökme ile seyreden osteoporotik kırıklar sayılabilir. Ayrıca operasyon öncesi değerlendirme sırasında omur cisminin arka duvarının devamlılığı da araştırılmalıdır (71).

5.8.2.Sement ile ilişkisiz komplikasyonlar:

Lokal hassasiyet, olguların çoğunda görülen ve ortalama 72 saatte sorunsuz bir biçimde kendiliğinden kaybolan bir durumdur (74). PV uygulanan omura komşu omurda kompresyon olasılığının artıp artmadığı konusunda henüz yeterli bilgi mevcut değildir. Bu alanda yapılan araştırmalarda, komşu omurlarda farklı oranlarda kompresyonlarla karşılaşmış olmasına rağmen, henüz PV prosedürünün komşu omurlarda kırık oluşum riskini ne şekilde etkilediği bilinmemektedir (52, 62, 65).

Çimento kaçağı olmaksızın, çimentoyu oluşturan kimyasal maddelerden kaynaklanan kardiyovasküler depresyon da, yine olası bir komplikasyon olarak karşımıza çıkmaktadır (74).

PV sonrası enfeksiyon oldukça nadirdir, literatürde bildirilmiş 1 olgu mevcuttur. Genel olarak cerrahi antisepsi kurallarına uyulması ve profilaktik antibiyotik kullanımı ile enfeksiyon olasılığı minime indirilebilir.

Prosedür sırasında kullanılan materyallerin mekanik problemleri (kanül kırılması, kanülün vertebra anteriorunu perfore etmesi, kanülün köklere veya medulla spinalise hasar vermesi) bu grupta sayılabilir.

6. MATERYAL VE METOD

6.1. Hasta Grubu

Bu çalışmada İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve sinir cerrahisi kliniğinde Ocak 2010 ile Kasım 2015 yılları arasında torakolomber vertebra fraktürü nedeniyle perkütan vertebroplasti ve kifoplasti uygulanan hastaların verileri retrospektif olarak incelendi. Arşiv kayıtları, hasta dosyaları, radyolojik arşiv ve patoloji sonuçları tarandı. Olguların hastanede yattıkları süre içerisinde tutulan hastane kayıtları ve periyodik rutin kontrollerde elde edilen veriler incelendi.

Hastaların retrospektif taranmasında dosyalardan faydalanılarak, ağrının karakteri, nasıl ve ne zaman başladığı, travma öyküsü, osteoporoz öyküsü, malignite öyküsü sorgulandı, özgeçmişleri, fizik muayene ve nörolojik muayeneleri değerlendirildi.

Aynı seansta en fazla 4 mesafeye işlem uygulanmıştı. Dörtten fazla sayıda vertebrada kırığı olan hastalarda kalan fraktürler için ertesi gün veya birkaç gün içinde işlem tekrarlandı. Hastaneden taburcu olmadan önce tekrar işlem geçiren hastalar tek seans işlem yapılmış olarak kabul edildiler. Farklı zamanlarda hastaneye tekrar yatarak, oluşan yeni kırıklar için yeniden işlem gören hastaların bu işlemleri farklı seans olarak kabul edildi.

Hastaneye başvuran ve yatırılan hastalarda nörolojik defisiti olmayan taze vertebra korpus kırıkları vertebroplasti kifoplasti işlemi için aday olarak alınmışlardı. Nörolojik defisiti olan hastalar ise dekompresyon ve stabilizasyon cerrahisi için aday olarak değerlendirildi.

6.2. Taze Kırık Tanısı

Tedavi gerektiren yeni kırık tanısı koymak için ve vertebroplasti kifoplasti gibi bir vertebral güçlendirme tedavi endikasyonunu koymak için yağ baskılı spinal MRG tetkiki gerek ve yeter şart olarak kullanılmıştır. Direk grafi ve veya BT'de spinal kırık saptanan ve ağrısı olan her hastaya yağ baskılı spinal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tetkiki rutin olarak yapıldı. MRG'de yağ baskılı kesitler-

de korpusta hiperintensite yani ödem saptanan olgular, vertebra yüksekliğinde azalma ve mimarisinde herhangi bir bozulma olsun veya olmasın taze kırık olarak kabul edildi. Bunun aksi olarak BT ve grafide yükseklik kaybı, mimaride bozulma görülen hastalarda yağ baskılı MRG’de hiperintensite saptanmaması durumunda kırık iyileşmiş (eski kırık) kabul edildi. Bunun istisnası olarak vücudunda kardiak pace maker gibi MRG çekilmesinin kontraendike olduğu implant bulunan hastalara lezyon bölgesinde kontinü BT kesitleri alındı ve sagittal koronal rekonstrüksiyon yapıldı. BT’de saptanan fraktür bölgesinde hassasiyeti olan hastalar taze kırık olarak kabul edildi.

6.3. Kırık Sınıflaması ve Endikasyon

Kırıklar AO/Magerl sınıflamasına göre gruplandırıldı. A1 kırıklarının hepsi, A2 tipi kırıkların kırık parçaları arasındaki mesafesi 2 mm den fazla olmayanlar işlem için aday olurken A3.1, A3.2 kırıklarında ise cerrahın kişisel tecrübesine göre operasyon kararı belirlendi (56). Hiçbir A3.3 kırıklarına vertebroplasti/ balon kifoplasti işlemi uygulanmadı.

Hasta ve yakınlarına işlem ve alternatif tedaviler(açık cerrahi, yatak istirahati gibi...) anlatıldı. Ancak klinik olarak tercihimizin vertebroplasti/balon kifoplasti olduğuda söylendi. İşlemi kabul eden hastalara genelde anestezi hazırlıkları tamamlandıktan sonra ancak kimi vakalarda acil olarak işlem uygulanmıştır.

Klinik olarak genel tercih ve politikamız daha güvenli oluşundan ve çökme-yi kaldırabilme potansiyelinden dolayı balon kifoplasti yönünde olsa da Sosyal güvenlik kurumunun geri ödeme politikaları da vertebroplastinin mi yoksa balon kifoplastinin mi uygulanacağına karar verilmesinde rol oynamıştır. Çalışmanın ilk yıllarında genç hastalarda ve majör travma sonrası gelişen kırıklarda ilerleyen yıllarda Sosyal güvenlik kurumu sağlık uygulama tebliğinin değişmesi üzerine kifoplasti uygulaması artmıştır.

6.4. Operasyon

Operasyondan en az 6 saat önce olgular aç bırakılan olgular; sedasyon anestezi altında, prone pozisyonunda, skopi eşliğinde opere edilmişler. Hastaların tümüne işlemden 1 saat önce 1.v. 1 g/gün sefazolin sodyum cerrahi profilaksi için verilmiş. Penisilin alerjisi olan hastalara ise kinolon grubu antibiyoterapi uygulanmış (Siprofloksasin 0.5 g/gün). Sedasyon anestezi altında opere edilen hastalara cilt temizliği ve örtümü takiben cilt, cilt altı dokular dental iğne ile periosta kadar olan yapılara bupivacaine %0.5 enjeksiyonu ile lokal anestezi sağlandı.

Her kırık seviye için işlemler önceki bölümde anlatılan tekniğe uygun olarak gerçekleştirilmiş. Tüm işlemlerde biyopsi amaçlanmış, patolojik düşünülün veya düşünülmesin tüm işlemlerde biyopsi alınmaya çalışılmış. Hem vertebroplasti hem kifoplasti işleminde çalışma kanülü ve drill kullanılmış. Drilleme esnasında drill yivleri arasına giren kemik doku patolojik inceleme için toplanmış. Kemik materyalin gelmediği hastalarda biyopsi gönderilmemiş.

Çalışmamızda, olgulara yapılan tüm PV /BK uygulamalarında yalnızca PMMA kemik çimentosu kullanılmıştı. Kemik çimentosu, genelde, torakalde her seviye için yaklaşık 3 cc, lomberde ise her seviye için yaklaşık 4 cc hacminde enjekte edilmiş. Çeşitli dönemlerde ihaleyi kazanan firmalar farklı olduğu için farklı kifoplasti markaları kullanılmıştır. Tüm vertebroplastiler özel vertebroplasti setleri ile değil, balon kullanılmaksızın kifoplasti setinin Jamshidi iğnesi çalışma kanülü, drill ve filler device gibi diğer malzemeleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Operasyon sonrasında olgular sırt üstü çevrildi ve ilk birkaç saati bu şekilde geçirmeleri sağlandı. Zira PMMA kemik çimentoları toplam güç ve sertliğinin %90'ını ilk 1 saat içinde kazanmaktadır. Tüm olguların post op 2-4. Saatte ilgili bölgenin Kontinü BT kesitleri çekilip sagittal ve koronal rekonstrüksiyonları ile değerlendirilmiş. Genellikle operasyondan 4 saat sonra mobilize edilen hastalar, post op 8. Saat taburcu edilmiştir. Bu süre zarfında olguların vital ve nörolojik bulguları yakından takip edilmiş. Hiçbir hastaya post op dönemde korse verilmemiştir. Hiçbir olguda operasyona sekonder erken dönem komplikasyon görülmemiştir. Hastanede yatış süresi en fazla 2 gün olarak kaydedilmiştir. Olgular ameliyat sonra-

sı 2. Hafta rutin kontrollere çağrıldılar. Patoloji raporları ile ilgili bilgiler verildi. Hastalar ek tedavi ve tetkikler için yönlendirildi.

İstatistiksel hesaplamalarda “ki kare”, “Mann Whitney U” testleri kullanıldı. 0.05’den küçük P değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Verilerin istatistik analizi Statistical Package for Social Sciences for Windows 15.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois, USA) istatistiksel paket programında yapıldı.



7. BULGULAR VE OLGU ÖRNEKLERİ

7.1. Bulgular

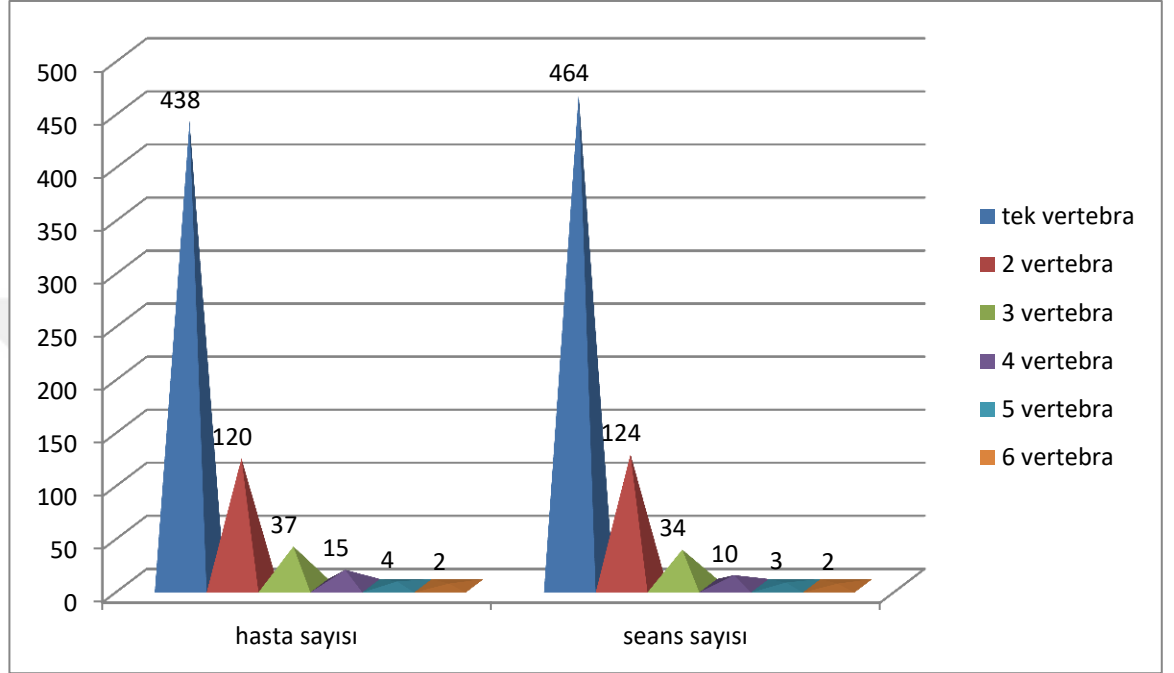
Belirtilen tarihler arasında kliniğimizde yatan ve operasyona alınan toplam 616 hasta çalışmaya dâhil edildi. Hastalarımızın en genci 15 en yaşlısı 91 yaşında idi. Hastalarımızın 228 tanesi erkek, 388 tanesi kadın idi. Tüm hastaların yaş ortalaması 62.4, erkeklerin yaş ortalaması 57.9, kadınların yaş ortalaması 65.1 olarak saptandı (Tablo 6).

Tablo 6: Erkek kadın hasta sayısı ve yaş ortalamaları.

Cinsiyet	Sayı/yüzde	Ort+std. ma(yaş)	Sap-	Min-max(yaş)
Erkek	228/ %37.0	57.9±15.8		16-86
Kadın	388/ %63.0	65.1±14.7		15-91
Toplam	616/%100	62.4±15.5		15-91

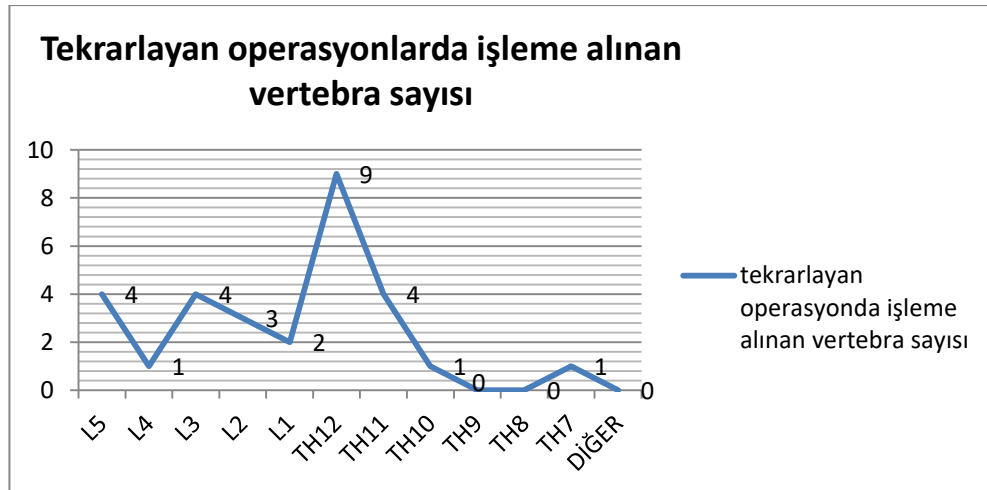
Bu 616 hastaya toplam 637 seans vertebroplasti /kifoplasti işlemi (sırasıyla 150 ve 487 seans) uygulandı. Toplam 637 seans işlemin 553'ünden vertebra korpuslarından biyopsi gönderildi. Biyopsi sonuç alma ve seanslarda uygulanan perkütan yöntemler değerlendirildiğinde vertebroplasti ve kifoplasti arasında ki kare testinde anlamlı fark saptanmadı (p=0.592). Seksendört seansta drill ile yeterli materyal toplanamaması üzerine patolojiye tetkik için parça gönderilememiştir. Altıyüzonaltı hastaya 637 seansta girişim uygulanan toplam vertebra sayısı 881 dir. Hasta olarak ele alındığında 438 hastada toplam 1 vertebra, 120 hastada toplam 2 vertebra, 37 hastada toplam 3 vertebra, 15 hastada toplam 4 vertebra, 4 hastada toplam 5 vertebra 2 hastada ise toplam 6 vertebra işlem yapılmıştır. Seans olarak baktığımızda 616 hastadan 598 tanesine tek seans işlem yapılmış. Bu 598 hasta/seansta toplam 826 vertebra (438 seansta 1 vertebra, 114 seansta 2 vertebra, 31 seansta 3 vertebra, 10 seansta 4 vertebra, 3 seansta 5 vertebra, 2 seansta da 6 vertebra) işlem yapılmış. Geri kalan 18 hasta ise birden fazla kere işlem görmüş (15 hastaya 2 seans, 3 hastaya ise 3 seans). 2 seans yapılanlar ele alındığında (toplam 30 seans) 18 seansta 1 vertebra, 9 seansta 2 vertebra, 3 seansta 3 vertebra işlem yapılmış. Bu grupta 6 hasta ya 2 vertebra, 4 hastaya 3 vertebra, 4 hastaya 4 vertebra, 1 hastaya toplam 5 vertebrada işlem yapılmış. Üç seans yapılanlarda (toplam 9

seans) 8 seansta bir vertebraya işlem yapılırken bir seansta da 2 vertebraya işlem yapılmış. Hasta olarak bakıldığında 2 hastada 3, 1 hastada 4 vertebra işlem görmüş. Seanslara ve hastalara göre işlem yapılan vertebra sayıları Grafik 1 de özetlenmiştir.



Grafik 1: Hastalara ve seanslara göre girişim yapılan vertebra sayıları.

Tekrarlayan seanslarda en çok işlem gören vertebra T12 idi (Grafik 2).

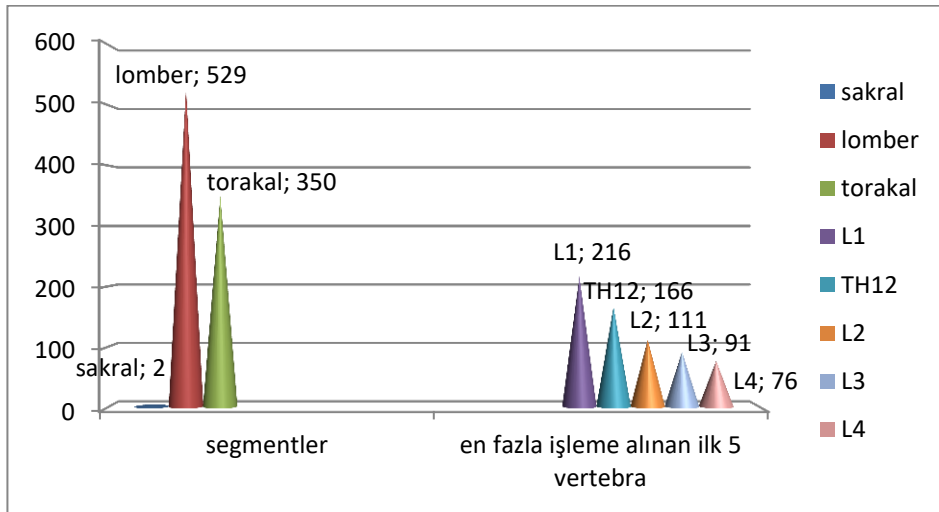


Grafik 2: Tekrarlayan operasyonlarda işleme alınan vertebra sayısı.

Kliniğimizde opere edilen 616 hastanın 479 (%77.8) tanesinde vertebra fraktürü travma sonrası ortaya çıkmıştı. Olgular travma sonrası aynı gün ile 6 ay arasında değişen zamanlarda kliniğimize başvurmuşlardı. Tüm olgularda başlıca yakınma sırt veya bel bölgesinde lokal hassasiyet ve ağrı idi. Ağrı derecesi günlük aktivitelerini kısıtlayıcı tarzda idi. Çoğu hasta yatakta dönerken bile şiddetli ağrı hissediyordu.

Klinik genel politikası gereği nörodefisiti olan hastalara perkütan yöntemler değil, açık ameliyat ile dekompresyon ve stabilizasyon tercih edildiği için bu seride nörodefisiti olan hasta yoktur. Yine nörodefisiti olmasa bile çeşitli nedenlerle (kanal basısının çok fazla olması gibi) açık ameliyat yapılan hastalar da bu seriye alınmamıştır. Olgular kliniğimize yatırıldığında sözel olarak ağrı durumları soruldu, işlem sonrası taburculuk öncesi dönemde hemen hemen tüm hastaların ağrılarında anlamlı düzelme olduğu (sözel olarak hastaların kendilerinden veya birinci derece yakınlarından öğrenildiği üzere) dosya kayıtlarında belirtilmekteydi.

Hastalarımızda Torakal 3 ile Sakral 2 arasında değişen 17 farklı vertebra korpusuna BK/PV işlemi uygulandı. Toplam işleme alınan vertebra sayısı 881 olarak belirlendi. En fazla girişim lomber 1 vertebraasına 216 işlem sayısı ile uygulanırken onu 166 işlem sayısı ile torakal 12. vertebra izledi. En az işlem ise 1'er defa olarak Sakrum 1., 2. vertebra korpusu ile Torakal 4. vertebra korpusu olarak belirlendi. İşlemlerin 529 (%60.1) tanesi lomber bölgede olurken 350 (%39.7) tanesi torakal vertebraya uygulandı. Sakral vertebraya ise 2 (%0.2) işlem uygulandığı saptandı (Grafik 3).



Grafik 3: İşleme alınan vertebra sayısı.

616 hastanın 598 tanesine sadece bir seans işlem uygulanmış ve bu hastalar bir daha aynı nedenle hastanemize yatmamışlardır. Bu 598 hastaya 598 seansta toplam olarak 826 vertebraya işlem yapılmıştır. Bu tek seans opere edilen hastaların 468'i travma sonrası başvururken 130'unun anemnezinde travmaya dair bir bulgu yoktu.

Tek seansta opere edilen hastaların travma anemnezi olan 468 hastanın 453'ünde predispozan faktör yoktu, bu hastalara 453 seansta toplam 596 vertebraya girişim uygulandı. Travma anemnezi olan 9 osteoporoz tedavisi altındaki hastaya ise 9 seansta 15 vertebraya yönelik girişim uygulandı. Otoimmunité nedeniyle immunsupresan kullanan tek hastaya bir seans işlem uygulanarak tek vertebraasına girişim yapıldı. Malignite tanısı olan 5 hastaya ise 5 seansta 8 vertebraya yönelik girişim uygulanmış oldu.

Travma anemnezi olmayan 130 hastaya ise 130 seansta toplam 208 vertebraasına yönelik girişim uygulandı. Predispozan faktör olmayan, osteoporoz tanılı, otoimmunité nedeniyle immunsupresan kullanan ve malignite tanılı sırasıyla 81, 9, 3, 37 hasta/seans işlem yapılarak sırasıyla 123, 12, 4,67, vertebra işleme alınmış oldu.

Tek seans opere edilen hastaların hasta, seans ve vertebra sayılarına göre travma anamnezi ve predispozan faktörler Tablo 7' de özetlenmiştir.

Tablo 7: Tek seans opere edilen hastaların hasta, seans ve vertebra sayılarına göre travma anamnezi ve predispozan faktörler.

	Travma (+)			Travma (-)		
	Hasta sayısı	Seans sayısı	Vertebra sayısı	Hasta sayısı	Seans sayısı	Vertebra sayısı
Predispozan faktör (-)	453	453	596	81	81	123
Osteoporoz	9	9	15	9	9	12
Otoimmün	1	1	1	3	3	4
Malignite	5	5	8	37	37	67
Toplam	468	468	620	130	130	208

İki seansta işleme alınan 15 hastanın 30 seansta toplam 45 vertebraasına işlem uygulanmıştı. Her iki seansta da travma anemnezi olan toplam 8 hastaya 16 seans işlem uygulanarak 19 vertebraya yönelik girişim uygulanmış oldu. Bu hastaların 7 tanesinde predispozan faktör yoktu. Bu 7 hastaya 14 seansta toplam 16 ver-

tebraya girişim yapılmış oldu. Tek osteoporozlu hastaya ise 2 seansta 3 vertebraya girişim yapıldı. Her iki seansta da travma anemnezi olmayan 3 hastaya 6 seansta 13 vertebraya girişim yapıldı. Predispozan faktör bulunmayan 2 hastaya 4 seansta 9 vertebraya girişim yapılırken, bir mide ca tanılı hastaya 2 seansta 4 vertebraya girişim sağlanmış oldu. Geriye kalan 4 hastada ise bir seansta travma anemnezi var iken diğer seansta yoktu. Travma anemnezi olan 3 seansta predispozan faktör olmayıp 5 vertebraya girişim yapılırken, bir seansta osteoporoz tanısı ile 2 vertebraya işlem uygulanarak toplam 4 seansta 7 vertebraya girişim uygulanmış oldu. Travma anemnezi olmayan 3 seansta predispozan bir faktör olmayıp 5 vertebraya girişim uygulanırken, bir seansta osteoporoz tanısı ile tek vertebraya girişim yapılarak toplamda 6 vertebraya girişim yapılmış oldu. İki seans işlem yapılan 15 hastanın travma anamnezi ve predispozan faktörler Tablo 8’ de özetlenmiştir.

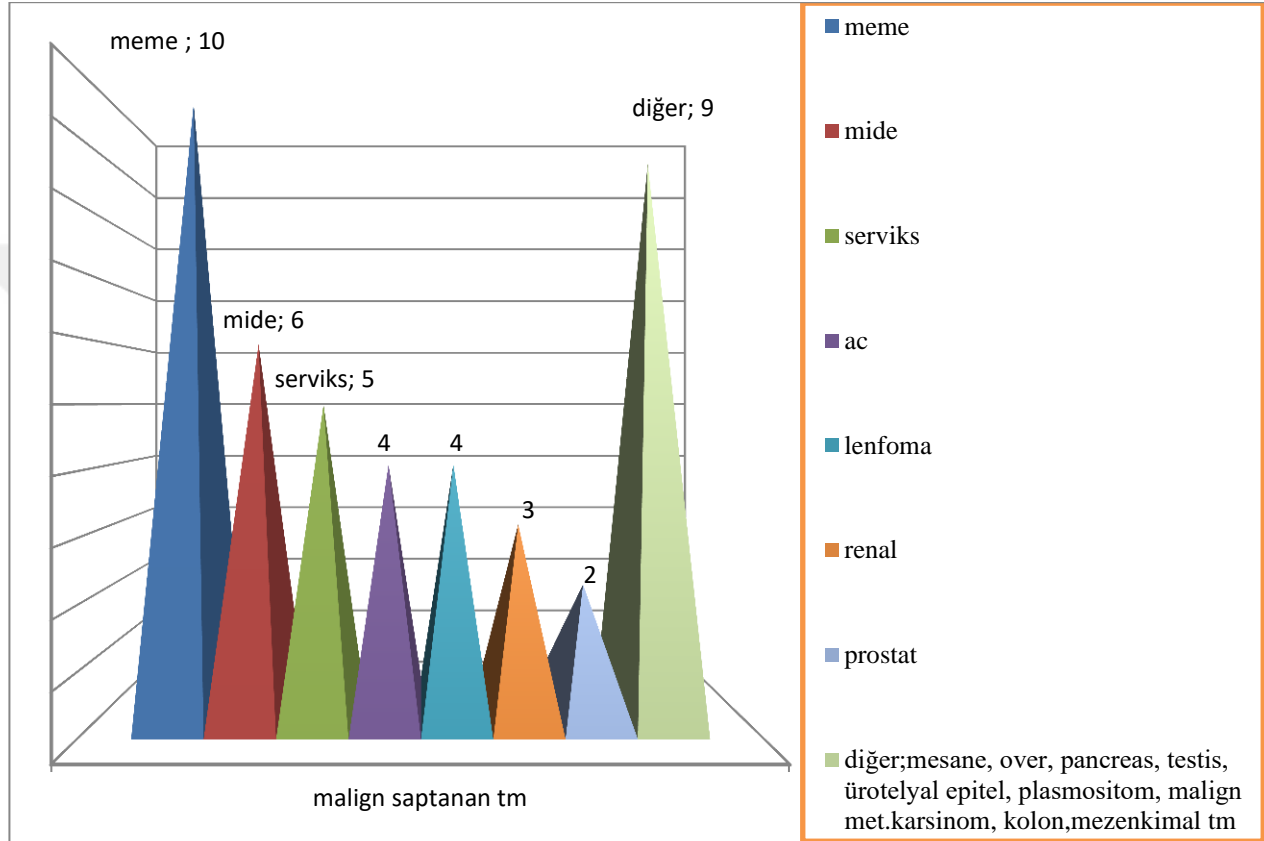
Tablo 8: İki seans opere edilen hastalarda travma anamnezi ve predispozan faktörler.

	Travma (+)	Travma (-)	1 seansta travma (+) 1 seansta travma (-)	
			Travma(+)	Travma(-)
	Hasta/seans/vertebra	Hasta/seans/vertebra	Hasta/seans/vertebra	Hasta/seans/vertebra
Predispozan Faktör(-)	7/14/16	2/4/9	3/3/5	3/3/5
Osteoporoz	1/2/3	0/0/0	1/1/2	1/1/1
Otoimmün	0/0/0	0/0/0	0/0/0	0/0/0
Malignite	0/0/0	1/2/4	0/0/0	0/0/0
Toplam			4/4/7	4/4/6
	8/16/19	3/6/13	4/8/13	

Üç seansta işleme alınan 3 hastaya ise 9 seansta toplam 10 vertebraya işlem yapılmış. Travma öyküsü olan 1 hastada predispozan faktör saptanmamış bu hastaya 3 seans 7vertebra işleme alınmış, bir hasta ise osteoporoz tanısı ile 3 seans/vertebra işleme alınmıştır. Osteoporotik bir hastada ise 1 seansda travma öyküsü var iken tek vertberaya işlem yapılmış 2 seansta travma öyküsü yokmuş 3 vertebra işleme alınmıştır.

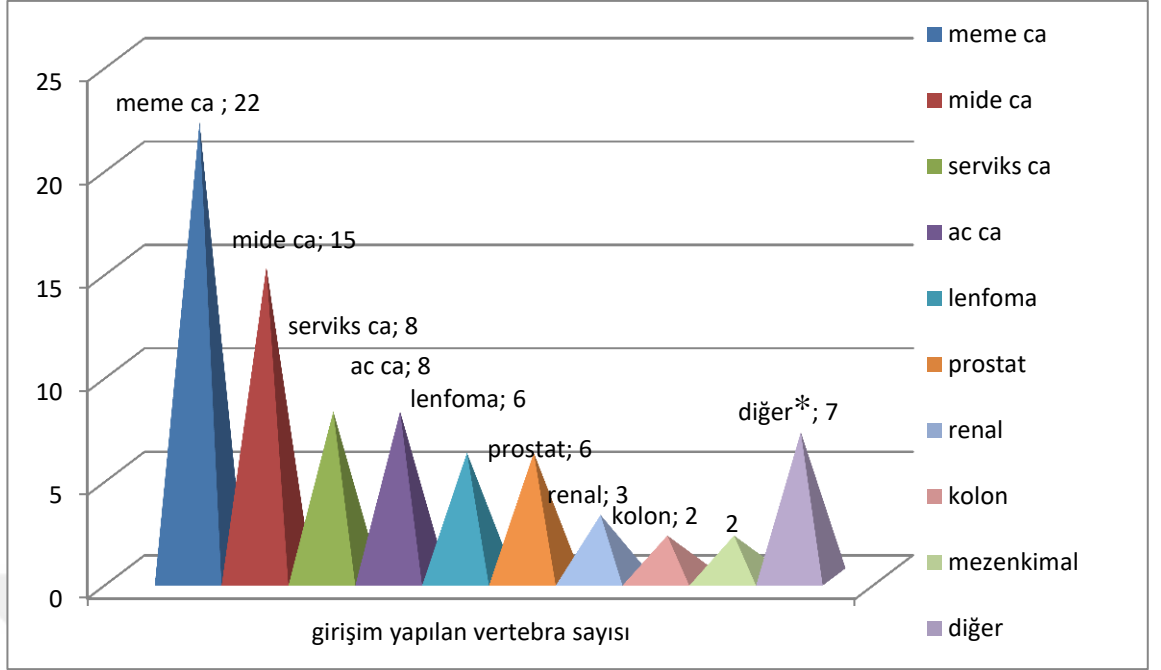
Serimizdeki 637 seans işlem göz önüne alındığında, 142 seansta (228 vertebra işlemi) travma anamnezi yok iken 495 seansta (653 vertebra işlemi) hasta travma anamnezi vermişti.

Toplam 43 hastada işlem öncesi 16 farklı malignite tanısı bilinmekteydi. Bunlar; 10 hastada meme, 6 hastada mide, 5 hastada serviks, 4 hastada lenfoma, 4 hastada akciğer, 3 hastada renal, 2 hastada prostat ve birer hastada da kolon, mesane, over, pancreas, testis, ürotelyal, plasmositom, malign metastatik karsinom, malign mezenkimal maligniteleri idi.



Grafik 4: Malignite ön tanılı hastaların dağılımı.

Preop dönemde malignite ön tanısı olarak işlem yapılan toplam vertebra sayısı ise 79 idi. Preoperatif tanılara göre vertebra sayılarının dağılımı aşağıdaki gibidir (Grafik 5).



Grafik 5: Malignte ön tanısı ile işleme alınan vertebraların dağılımı. (*mesane, over, pancreas, testis, ürotelyal epitel, plasmositom, malign met. karsinom).

Preoperatif olarak 22 hastada işlem öncesi tedavi altında olan osteoporoz anemnezi vardı. Bu hastalara 28 seansta toplamda 40 vertebraya işlem yapılmıştır. Otoimmün hastalık sebebiyle kortikosteroid /immunosupresif kullanım öyküsü olan 4 hastanın 4 seansta toplam 5 vertebrasına işlem yapılmıştır.

Bir seans işlem yapılan hastaların 83 tanesinde drill ile yeterli materyal toplanamaması üzerine patoloji alınmamış. 2 seans işlem yapılan 1 hastada ilk seansta patoloji alınmamış ancak 2. Seansta yeterli materyal alınıp patolojik muayeneye gönderilmiş ve normal sonuç gelmiş. Biyopsi Bu hasta da dâhil olmak üzere toplam 505 (%82.0) hastanın biyopsi sonucu normal olarak sonuçlanmış. Dört hastanın (%0.7) biyopsi sonucu osteomyelit olarak gelmiş. 23 hastada (%3.7) malign biyopsi sonuçlarına ulaşılırken, 1 hastada (%0.2) kemiğin paget hastalığı olarak sonuçlanmış. Seans olarak düşünüldüğünde 637 seansın 84 tanesinde drill ile yeterli materyal toplanamaması üzerine patoloji alınmamış. Beşyüz yirmibeş seansta yapılan işlem sonuçları normal olarak sonuçlanırken, 4 seans osteomyelit, 23 seansta malignte biyopsi sonucu, 1 seansta ise kemiğin paget hastalığı olarak neticelenmiş. İşleme alınan 881 vertebradan 108 tanesi drill ile yeterli materyal toplanamaması üzerine patolojiye materyal gönderilememiş olarak değerlendirildi. Toplamda 722

vertebraya yapılan girişim sonucunda biyopsi normal olarak değerlendirilmiş. 45 vertebra girişimi malign biyopsi sonucu, 5 vertebra girişimi osteomyelit ve 1 vertebra girişimi ise kemiğin paget hastalığı olarak biyopsi sonucuna ulaşılmış. Tek vertebradan yapılan biyopsi işlemi ile çoklu vertebradan yapılan biyopsi karşılaştırıldığında patolojik sonuç alma açısından Mann-Whitney U testinde anlamlı fark saptanmadı. (p=0.055)

Hastaya, seansa ve vertebra sayılarına göre patoloji sonuçları tablo 9’ da özetlenmiştir.

Tablo 9: Biyopsi sonuçlarına göre dağılım.

	Hasta sayısı	Seans sayısı	Vertebra sayısı
Normal biyopsi	504+1*	524+1**	721+1**
Alınmamış	83	83+1**	107+1**
Malignite	23	23	45
Osteomyelit	4	4	5
Paget hastalığı	1	1	1
Toplam	616	637	881

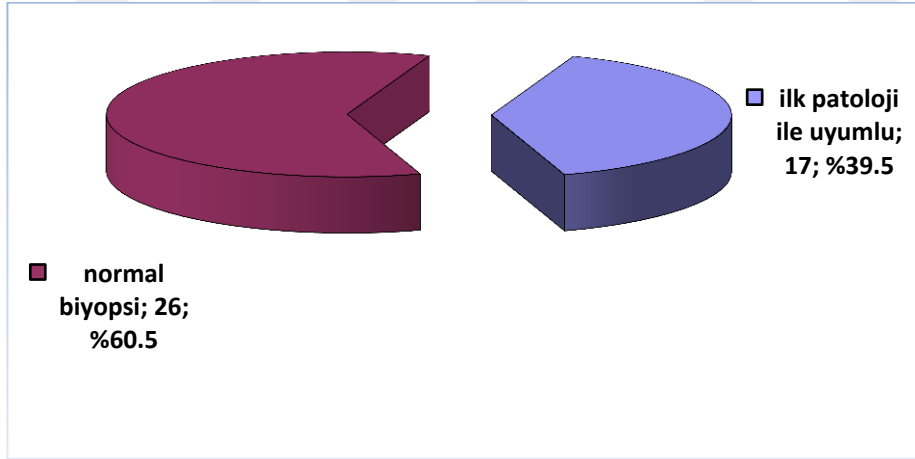
(*İlk biyopsisinde parça alınamayıp 2. Biyopsisinde alınan parçanın normal geldiği hasta Normal biyopsi grubuna alındı **ancak seanslarının ve vertebralarının biri alınmamış grubunda değerlendirilirken diğeri normal biyopsi grubunda değerlendirildi.)

Kliniğimizde opere edilen 616 hastanın 69 tanesinin ilk başvuru sırasında bilinen predispozan hastalık tanısı vardı. Kırküç hastamızda bilinen malignite tanısı mevcut iken, hastaların 22 tanesi osteoporoz nedeniyle tedavi almaktaydı. Dört tanesi ise otoimmün patolojiler nedeniyle tedavi altındaydı (Grafik 6).



Grafik 6: İlk başvuru anında tanılarına göre hastaların dağılımı.

Preoperatif malignite tanısı olan 43 hastanın 26 tanesinde operasyon sonrası biyopsi sonuçları normal olarak sonuçlanırken, geriye kalan 17 hastanın biyopsi sonucu ilk malignite tanısı ile uyumlu olarak sonuçlandı. Bilinen malign tanısı var iken normal biyopsi gelenlerin oranı %60.5 olurken ilk malign tanısı ile uyumlu biyopsi sonuçlarının oranı %39.5 olarak sonuçlandı (Grafik 7).



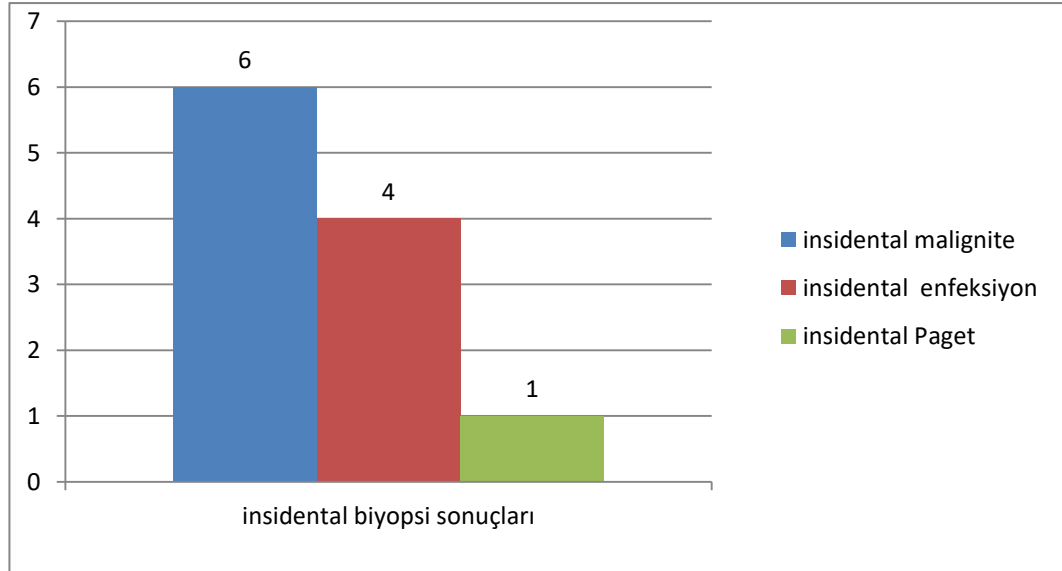
Grafik 7: Preoperatif malignite tanısı olan hastaların patoloji sonuçları.

İlk malign patolojik tanısı ile uyumlu gelen hastaların biyopsi sonuçlarına baktığımızda ise bu 17 hastanın 5 tanesi meme, 2 tanesi akciğer, 2 tanesi renal malignite, geriye kalanlar da 1'er adet ig hücreli tümör, lenfoma, mesane malignitesi, malign metastatik tümör, plasmositom, pancreas, prostat, ürotelyal malignite olarak sonuçlandı (Tablo 10).

Tablo 10: İlk malign tanısı ile uyumlu biyopsi sonucu olan hastalar.

Maligniteler	Hasta sayısı
Meme ca	5
Renal cell ca	2
Akciğer ca.	2
İğ hücreli tm.	1
Lenfoma	1
Mesane ca	1
Malign metastatik tm	1
Plasmositom	1
Pancreas ca	1
Prostat ca.	1
Ürotelyal epitel tm	1

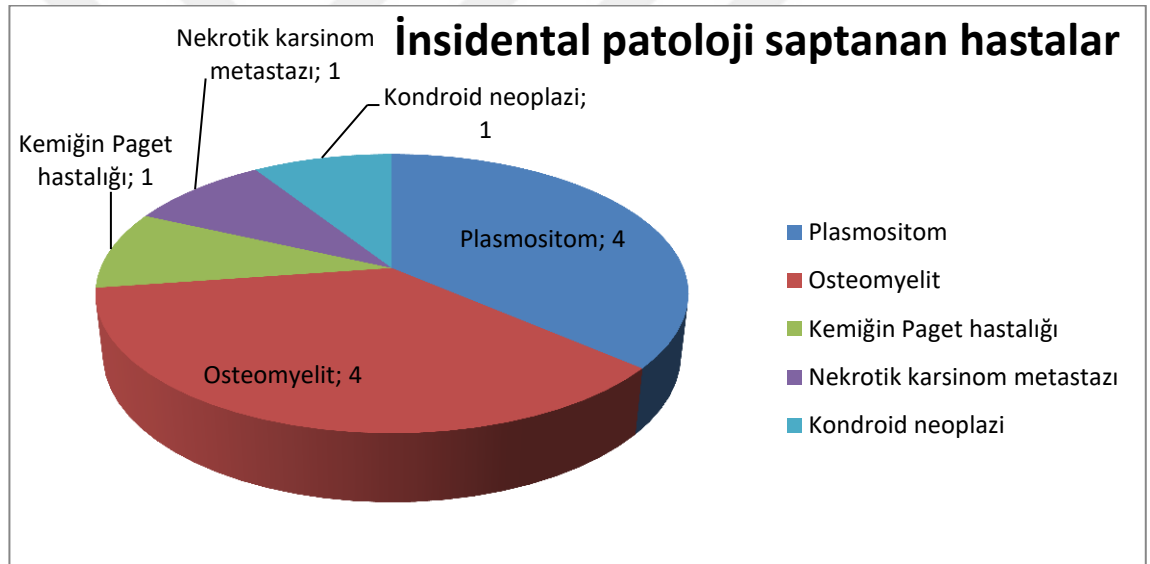
Preoperatif malignite tanısı olan hastalar haricinde toplam 6 hastada (%1.0) insidental olarak malign biyopsi sonucu gelmiştir. Ayrıca 4 hastada enfeksiyon ve 1 hastada kemiğin Paget hastalığı teşhisi daha önce hiçbir predispozan faktör olmaksızın insidental olarak biyopsi sonucunda ortaya konmuştur (Grafik 8).



Grafik 8: Biyopsi sonuçlarına göre hasta dağılımı.

Biyopsi sonuçları malign olarak gelen 23 hastanın 17'si bilinen malignite nedeniyle takip ve tedavi altındaydı aynı zamanda preoperatif bu hastaların biyopsi

sonuçları öngörüldüğü şekilde sonuçlandı. Ancak geriye kalan 6 hastanın biyopsi sonucu insidental olarak malign sonuçlandığı görüldü. İnsidental olarak malignite saptanan hastaların oranı %0.1 olarak saptandı. Bu insidental olarak malignite saptanan 6 hastanın biyopsi sonuçları ise 4 (%0.6) hastada plasmositom, bir hastada kondroid neoplazi (%0.2) ve diğer bir hastada nekrotik karsinom metastazı (%0.2) olarak sonuçlandı. İnsidental olarak osteomyelit olarak biyopsi sonucuna ise 4 (%0.6) hastada ulaşıldı. İnsidental olarak 1 hastamızda Paget hastalığına(%0.2) rastladık. Toplamda 11 hastamızda insidental olarak biyopsi sonuçlarına rastladık (%1.8). Tekli ve çoklu vertebradan yapılan perkütan işlem sonrası alınan insidental biyopsi sonuçları karşılaştırıldığında Mann-Whitney U testinde anlamlı bir fark saptanmadı (p=0.168) (Grafik 9).

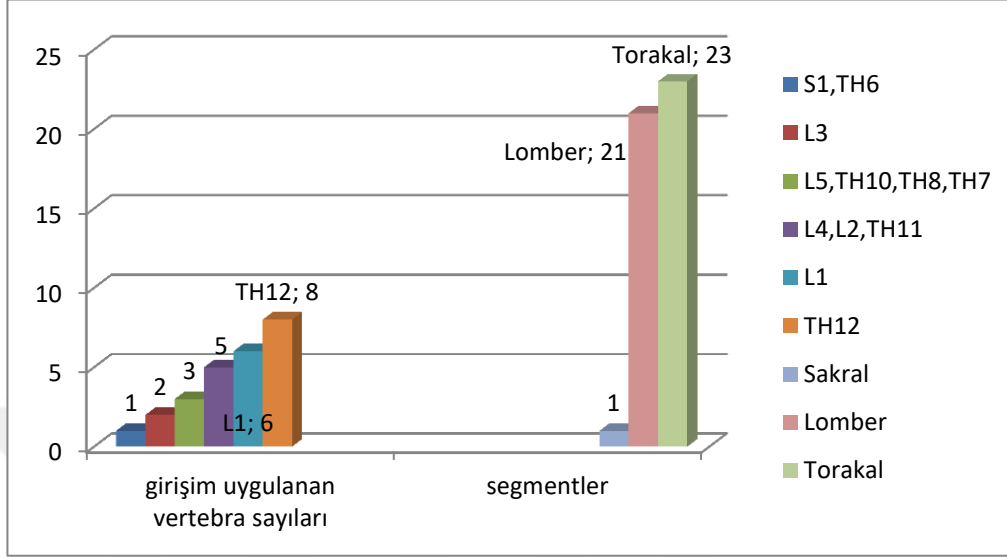


Grafik 9: Biyopsi sonucunda insidental patoloji saptanan hastalar.

Malign biyopsi sonucu elde edilen 23 hastanın 10 tanesi erkek 13 tanesi kadındı. Erkek hastaların yaş ortalaması 59.7 iken, kadın hastaların yaş ortalaması 61.2 olarak saptandı. Bu hastaların 4 tanesine PV yapılırken, 19 hastaya BK uygulandı.

Bu 23 hastanın 12 farklı vertebrasına toplam 45 girişim uygulanmış, en çok girişim 8 kez Torakal 12 vertebra korpusuna olurken en az girişim de Torakal 6 ve Sakral 1 vertebra korpuslarına 1'er defa uygulanmış. Bu hastaların 23 (%51.1) giri-

şimi Torakal bölgeden, 21 (%46.7) girişimi Lomber bölgeden olurken 1 (%2.2) girişim Sakral bölgeden yapılmıştır.



Grafik 10: Girişim uygulanan vertebra sayısı ve segmentlere göre dağılımı.

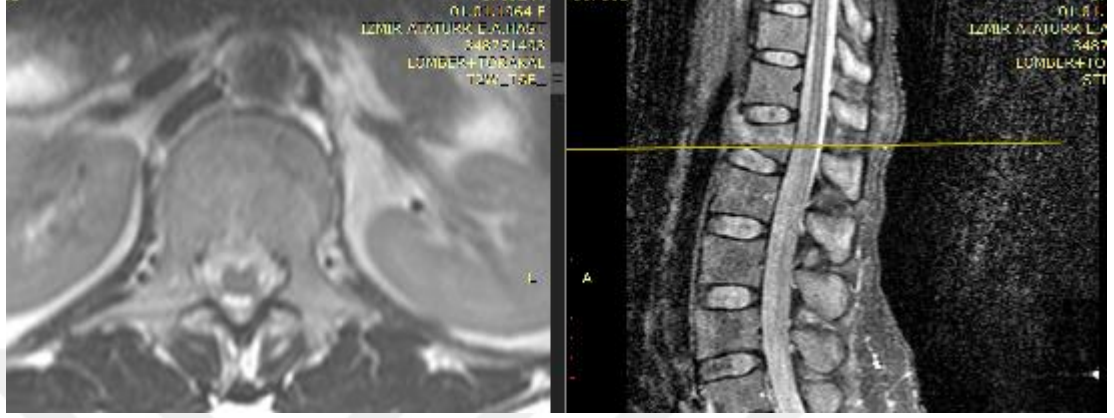
Kliniğimizde opere edilen 616 hastanın 4 tanesinde insidental olarak enfeksiyon ile uyumlu biyopsi sonuçları saptandı. Bu hastaların 3 (%0.4) tanesinde non-spesifik kronik osteomyelit saptanırken, 1 (%0.2) tanesinde granülomatöz osteomyelit saptandı. Bu hastaların hepsi kadındı ve yaş ortalaması 57.5 olarak saptandı. Tüm enfeksiyon saptanan hastalara lomber bölgeden biyopsi yapıldığını saptandı.

Verilen beş senelik dönem içinde opere edilen hiçbir hastada postoperatif dönemde işleme bağlı motor-duyu defisit, veya işlem gerektirecek herhangi başka bir komplikasyon gelişmedi. Hastaların tümü post-op en geç 2. gün taburcu edildi.

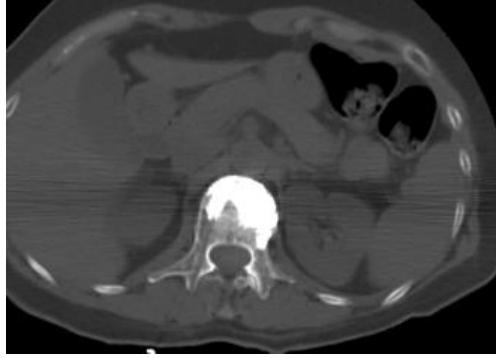
7.2. Olgu örnekleri

OLGU 1:

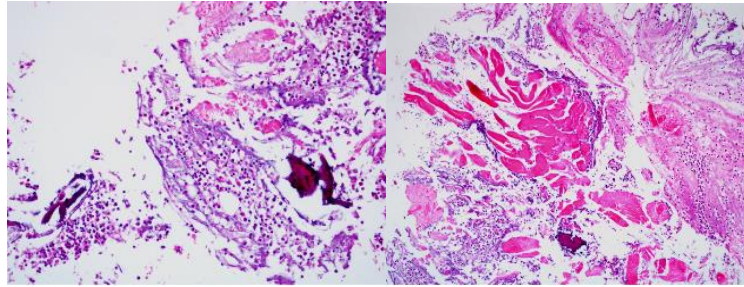
51y kadın sabah saatlerinde evde düşme sonrası L1 frk, kifoplasti



Şekil 38: Preoperatif axial ve sagittal STIR MRG



Şekil 39: Postoperatif axial BT görüntüsü



Şekil 40: Patoloji preparatları A

B

A: Fibrin kümesi içinde mikst yangısal hücre infiltrasyonu ve fragmente kemik trabekülleri (Hematoksilen & Eozin X 200)

B: Paravertebral kasları da içine alan eden süpüratif inflamasyon, fibrin ve nötrofil infiltrasyonu (Hematoksilen & Eozin X 200)

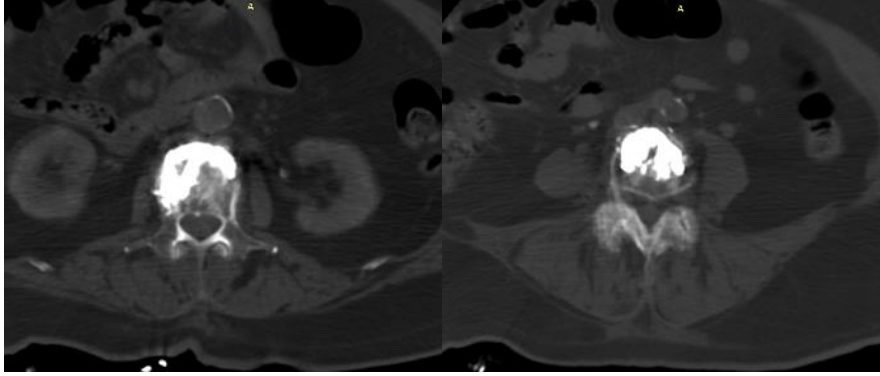
Patoloji preparat görüntüsü: non-spesifik kronik osteomyelit

OLGU 2:

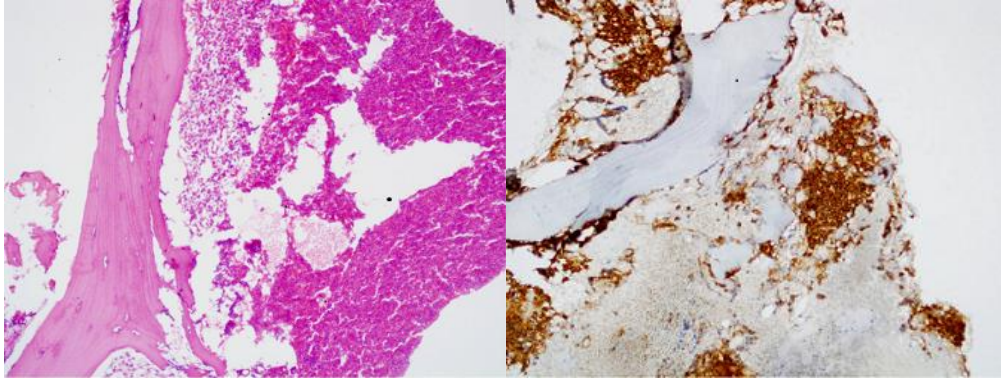
67 y kadın 3 ay önce başlayan eğilme sonrası bel ağrısı birkaç gündür şikayetlerde artma mevcut, MRG de L2-4 frk, kifoplasti



Şekil 41: Preoperatif sagittal T1 ve STİR sekans MRG görüntüleri



Şekil 42: Postoperatif axial BT, L2-L4



Şekil 43: Patoloji preparatları A B

A: Kemik trabekülü komşuluğunda diffüz monoton küçük yuvarlak hücre infiltrasyonu

(Hematoksilen & Eozin X 200)

B: Resim A daki olguda monoton küçük hücrelerde plazma hücre belirleyicisi CD 138 pozitifliği

(İmmunhistokimya X 200)

Patoloji preparat görüntüsü: plasmositom

8. TARTIŞMA VE SONUÇ

8.1. Tartışma

Vertebroplasti ve kifoplasti vertebra fraktürlerinin tedavisinde dünyada sıklıkla kullanılan bir tedavi şeklidir. Malign veya benign nedenli vertebra kırıklarında biyopsi alınması, öngörülen veya öngörülemeyen patolojilerin ortaya çıkartılmasında önem taşımaktadır.

Sucu H.K. ve ark. 2006 yılında yayınladığı bir çalışmada 201 hastaya 229 vertebra biyopsisi yapılmış. Tüm biyopsilerin 32 tanesinde materyal alınamadığı bildirilmiş. (%14.0)(75). Bizim çalışmamızda ise toplam 637 seans işleminden 84 (%13.2) tanesinde materyal yetersizliği nedeniyle biyopsi alınamamış. Her iki çalışma arasında yaklaşık 10 yıl olmasına rağmen benzer sonuçlar elde edilmiş.

Malignite öyküsü veya preoperatif dönemde maligniteden şüphelenilen hastalarda malignite tanısı %32.4-89 arasındadır (76, 77). Zhang L. ve ark. yaptığı çalışmada malignite öyküsü olan hastalarda malignite tanısı %56.8 oranında bulunmuştur(78). Kliniğimizde opere edilen 616 hastadan 43 tanesinde bilinen patolojik tanı mevcuttu. Bu 43 hastanın 17 tanesinde ilk patolojik tanıları ile uyumlu biyopsi sonuçları elde ettik. Bizim kliniğimizde bu oran %39.5 olarak saptandı. Diğer çalışmalarda ve bizim çalışmamızda benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Zhang L. ve ark. yaptığı vertebroplasti, kifoplasti yapılan 692 hastayı kapsayan bir çalışmada, daha önce malignite öyküsü olan 44 hastanın 25'inde malignite saptanmış. Geriye kalan 16 hasta osteoporoz tanısı almış. Radyolojik veya öyküde malignite şüphesi bulunmayan toplam 2 hastaya multipl myelom ve metastatik karsinoma tanısı konmuş. Preoperatif şüphelenilmeyen malignite oranı %0.4 olarak saptanmış (78). Li Q. E ark. yaptığı 196 hastalık kifoplasti serisinde, biyopsi alınan 103 hastada preoperatif şüphelenilmeyen malignite oranı %2.9(3/103) olarak saptanmış(79). Schoenfeld ve ark. yaptığı çalışmada 50 hastadan 80 biyopsi almış, preoperatif şüphelenilmeyen malignite oranı %6 olarak saptanmış ve 3 hastanın patolojisi metastatik adenokarsinom, lenfoma ve myeloma olarak saptanmış (80). Muijs ve ark. 78 hastalık biyopsi serisinde yapılan preoperatif öngörülmeyen malignite oranını %3.8 olarak saptamış. Bu hastaların 2'sinde plasmositom, 1'inde ise kondrosarkom saptanmıştır (81). Pneumatics S.G. ve ark. 75 hastada 154 mesafe-

ye kifoplasti uygulanmış ve biyopsi gönderilmiş. 11 hastada malign patolojik biyopsi saptanmıştır. Bu 10 hastanın preoperatif malignite şüphesi varmış, bir hastada ise preoperatif öyküsü olmadan pankreatik adenokarsinom saptanmış (82). Bizim çalışmamızda ise 616 vertebroplasti/ kifoplasti yapılan 83 hastanın drill yivleri arasına yeterli kemik materyal gelmemesi üzerine patolojiye numune gönderilemedi. Geri kalan 533 hastadan gönderilen biyopsilerine bakıldığında, bilinen primer malign patolojik tanısı olan 43 hastanın 17 sinde ilk malign patolojik tanısı ile uyumlu biyopsi sonuçları vardı. Geriye kalan hastaların (26 hasta) biyopsi sonucu normal doku/ kemik olarak değerlendirildi. Preoperatif şüphelenilmeyen malignite 6 hastamızda ortaya çıktı, insidental malignite oranı ise %1.1 (6/533) olarak saptandı. Bu hastaların 4 ünde plasmositom 1'er hastada nekrotik karsinom metastazı ve kondroid neoplazi saptanmıştı. Ek olarak 1 adet Paget ve 4 adet enfeksiyonla birlikte toplam insidental patolojik biyopsi sonuçları %2.1 (11/533) olarak saptandı. Zhang L. ve ark. bizim çalışmamızla yakın sayıda hasta sayısı ile yapılan biyopsi çalışmasında bizim çalışmamıza göre daha az sayıda insidental malign patoloji sonucuna ulaşılmış. Zhang L. ve ark yaş ortalaması 72.3 olarak saptanırken bizim çalışmamızda 62.4 olarak saptanmıştı, bu da erken yaşlarda malign biyopsi tanılarının da olabileceğini göstermektedir. Li Q. E ark, Schoenfeld ve ark, Muijs ve ark, yaptığı çalışmalarda ise yüksek denilebilecek oranda insidental malign patolojiler elde edilmiş. Ancak her üçünün de hasta sayılarının az olmasının bu duruma yol açabileceği gözden kaçırılmamalıdır.

Allen ve ark. 66 hastada toplam 94 biyopsi yapmıştır. 4 hastada preoperatif dönemde maligniteden şüphelenilmiş. 1 hastada metastatik AC kanseri, 1 hastada multipl myelom, 1 hastada plazma hücre diskrazisi ve 1 hastada atipik plazmositoz saptanmışlardır. 6 hastada kronik osteomyelit saptamışlardır (83). Çalışmamızda ise preoperatif şüphelenilmeyen benign vertebra fraktürü olarak değerlendirilen 4 (%0.8) hastamızda enfeksiyon ile uyumlu biyopsi sonuçları elde ettik bu hastaların 3 tanesi non-spesifik kronik osteomyelit ile uyumlu gelirken 1 tanesinde granulo-matöz osteomyelit olarak saptandı. Allen ve ark yaptığı çalışmada enfeksiyon oranının çok yüksek saptanmasında hasta sayısının az olmasının sonuçları bu şekilde etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Togawa ve ark. yaptığı çalışmada tüm biyopsiler taranmış ve preoperatif öngörülme-yen plasmositom oranı %0.7 bulunmuştur(84).Kliniğimizde VP/BK iş-lemeleri ile biyopsi aldığımız 533 hastanın 4 tanesinde insidental olarak multiple myelom ile uyumlu biyopsi sonuçları elde edildi. Bu oran bizim çalışmamızda %0.8 olarak saptandı. Bu oran Togawa ve arkadaşlarının bulduğu oranla hemen hemen aynıdır.

8.2.Sonuç

Vertebra fraktürlerinde alınan biyopsiler patolojik tanıları ortaya çıkarmak-tadır. İnsidental biyopsi sonuçları hastaların tanı ve tedavilerini değiştirmektedir. Vertebra kırığı ile başvuran tüm hastalara biyopsi yapılması daha uygundur



VERTEBROPLASTİ VE KİFOPLASTİ TEDAVİSİ
YAPILAN VERTEBRA FRAKTÜRLÜ OLGULARIN İNSİDENTAL
OLARAK SAPTANAN PATOLOJİ SONUÇLARININ RETROSPEKTİF
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Giriş ve amaç:

Vertebroplasti ve kifoplasti vertebra kırıklarının tedavisinde kullanılan minimal invaziv cerrahi bir tekniktir. Vertebra fraktürlerinin etyolojisi hastadan hastaya değişmektedir. Osteoporoz ve travma en sık etyolojik neden olmasına rağmen tahmin edilemeyen nedenler saptanmaktadır. Biz bu çalışmada vertebroplasti ve kifoplasti yapılan hastaların insidental biyopsi sonuçlarını retrospektif olarak incelemek istedik.

Materyal metod:

Bu çalışmada İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Beyin ve sinir cerrahisi kliniğinde Ocak 2010 ile Kasım 2015 yılları arasında vertebra fraktürü olan 533 hastaya uygulanan vertebroplasti ve kifoplasti operasyonları sonrası alınan biyopsi sonuçları retrospektif olarak incelendi. Çalışmamız yaş ortalaması 62.4 olan 228 erkek, 388 kadın hastadan oluşmaktaydı.

Bulgular:

Biyopsi sonuçlarında 505 hastada farklı evredeki kemik iyileşmesi olarak saptanırken, bilinen malign tanısı olan 43 hastanın 17'sinde ilk malign tanısı ile uyumlu olarak geldi. 6 hastada preoperatif şüphelenilmeyen malign biyopsi sonucu elde edilirken 1 hastada kemiğin Paget hastalığı olarak biyopsi sonucu geldi. Enfeksiyon 4 hastada saptandı. Bizim çalışmamızda şüphelenilmeyen malign biyopsi oranı %1.1 olarak saptandı.

Sonuçlar:

Vertebra fraktürlerinde alınan biyopsiler patolojik tanıları ortaya çıkarmaktadır. İnsidental biyopsi sonuçları hastaların tanı ve tedavilerini değiştirmektedir. Vertebra kırığı ile başvuran tüm hastalara biyopsi yapılması daha uygundur.

Anahtar kelimeler: vertebroplasti, kifoplasti, insidental biyopsi, malign, enfeksiyon.

EVALUATION OF INSIDENTALLY DETECTED PATHOLOGY RESULTS OF PATIENTS WITH VERTEBRAL FRACTURE TREATED BY VERTEBROPLASTY AND KYPHOPLASTY: A RETROSPECTIVE STUDY

Introduction and Objective:

Vertebroplasty and kyphoplasty are minimally invasive techniques, used to treat vertebral compression fracture(VCF). Etiology of the VCF varies between patients. Although osteoporosis and trauma are major etiologic factors in patients with VCF, unexpected results could be found in 11 patients. The aim of this retrospective study was to determine the insidentally detected pathology results of patients with vertebral fracture treated by vertebroplasty and kyphoplasty.

Materials and Methods:

From February 2010- November 2015, 616 patients with VCF were treated by kyphoplasty and vertebroplasty at Izmir Kâtip Çelebi University Atatürk Research and Training Hospital. Vertebral biopsies were obtained from 533 patients during vertebral augmentation technique. Average patient age was 62.4 including 388 females and 228 males. Histological evaluation of biopsy specimens from vertebral compression fractures was performed.

Results:

The biopsy results of 505 patients showed various stages of bone healing. Among these patients malignancy was identified in 23 patients while 43 patients had a history of malignancy. 6 patients had unsuspected malignancy and 1 patient had paget disease. Infection was detected in 4 patients. In our study the rate of unsuspected malignancy was %1.1.

Conclusion:

Tissue examination is useful and may reveal pathologic fractures. Insidentally detected biopsy result could change the treatment of the patients. The bone biopsy should be reserved for the patients which the preoperative radiological diagnosis have a suspicion of non-osteoporotic etiology.

Keywords: Vertebroplasty, Kyphoplasty, Insidental biopsy, Malign, Infection disease

KAYNAKLAR

1. Alıcı E. Omurga Hastalıkları ve deformiteleri, TC Dokuz Eylül Üniv. Yayınları İzmir 1991.
2. Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clinical orthopaedics and related research*. 1988;227:10-23.
3. Belkoff SM, Maroney M, Fenton DC, Mathis JM. An in vitro biomechanical evaluation of bone cements used in percutaneous vertebroplasty. *Bone*. 1999;25(2 Suppl):23S-6S.
4. Berlemann U, Heini PF. [Percutaneous cementing techniques in treatment of osteoporotic spinal sintering]. *Der Unfallchirurg*. 2002;105(1):2-8.
5. Deramond H, Depriester C, Toussaint P, Galibert P. Percutaneous Vertebroplasty. *Seminars in musculoskeletal radiology*. 1997;1(2):285-96.
6. Deramond H, Wright NT, Belkoff SM. Temperature elevation caused by bone cement polymerization during vertebroplasty. *Bone*. 1999;25(2 Suppl):17S-21S.
7. Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. [Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty]. *Neuro-Chirurgie*. 1987;33(2):166-8.
8. Cotten A, Dewatre F, Cortet B, Assaker R, Leblond D, Duquesnoy B, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology*. 1996;200(2):525-30.
9. Shen MS, Kim YH. Vertebroplasty and kyphoplasty: treatment techniques for managing osteoporotic vertebral compression fractures. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*. 2006;64(3-4):106-.
10. Şar C. Lomber omurganın anatomisi, biyomekaniği ve biyokimyası. Özcan E (Editör) *Bel ağrısı tanı ve tedavi'de*. 1. baskı. İstanbul: Nobel Kitapevi; 2002. s.9-14.
11. Smith V VC, Williams PL, Treadgold S. *Basic Human Embryology* 3rd ed. Pitman Pub Ltd 1984 pp 102-43.
12. Gray H. *Gray's Anatomy of the Human Body*. [Online Ed.] 2000.

13. Netter FH. İnsan anatomisi atlası Frank H. Netter M.D 6. baskı.
14. Panjabi MM, Oxland TR, Lin RM, McGowen TW. Thoracolumbar burst fracture. A biomechanical investigation of its multidirectional flexibility. *Spine*. 1994;19(5):578-85.
15. Kiefer A, Shirazi-Adl A, Parnianpour M. Synergy of the human spine in neutral postures. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 1998;7(6):471-9.
16. Yaszemski MJ AA, Panjabi MM. Biomechanics of the spine. In: Fardon DF, GarfinSR (Eds.). *Orthopaedic knowledge update: spine 2*. 2^d ed. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2002. p. 15-23.
17. Belkoff SM, Mathis JM, Erbe EM, Fenton DC. Biomechanical evaluation of a new bone cement for use in vertebroplasty. *Spine*. 2000;25(9):1061-4.
18. Belkoff SM, Mathis JM, Jasper LE, Deramond H. The biomechanics of vertebroplasty. The effect of cement volume on mechanical behavior. *Spine*. 2001;26(14):1537-41.
19. Panjabi M, Abumi K, Duranceau J, Oxland T. Spinal stability and intersegmental muscle forces. A biomechanical model. *Spine*. 1989;14(2):194-200.
20. Belkoff SM, Mathis JM, Deramond H, Jasper LE. An ex vivo biomechanical evaluation of a hydroxyapatite cement for use with kyphoplasty. *AJNR American journal of neuroradiology*. 2001;22(6):1212-6.
21. White AA, Panjabi M. M. *Clinical Biomechanics of the Spine Second Edition* JL.
22. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine*. 1983;8(8):817-31.
23. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clinical orthopaedics and related research*. 1984(189):65-76.
24. Kanis JA. *Osteoporosis*. [Revised Ed.] Edinburgh: Blackwell Science Ltd p-
.
25. Sommerfeldt DW, Rubin CT. Biology of bone and how it orchestrates the form and function of the skeleton. *European spine journal : official publication of*

- the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society. 2001;10 Suppl 2:S86-95.
26. Bouxsein ML. Bone quality: where do we go from here? *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA.* 2003;14 Suppl 5:S118-27.
 27. Friedman AW. Important determinants of bone strength: beyond bone mineral density. *Journal of clinical rheumatology : practical reports on rheumatic & musculoskeletal diseases.* 2006;12(2):70-7.
 28. Yoganandan N, Ray G, Pintar FA, Myklebust JB, Sances A, Jr. Stiffness and strain energy criteria to evaluate the threshold of injury to an intervertebral joint. *Journal of biomechanics.* 1989;22(2):135-42.
 29. Mosekilde L, Mosekilde L. Iliac crest trabecular bone volume as predictor for vertebral compressive strength, ash density and trabecular bone volume in normal individuals. *Bone.* 1988;9(4):195-9.
 30. Keaveny TM, Morgan EF, Niebur GL, Yeh OC. Biomechanics of trabecular bone. *Annual review of biomedical engineering.* 2001;3:307-33.
 31. Bouxsein ML. Determinants of skeletal fragility. *Best practice & research Clinical rheumatology.* 2005;19(6):897-911.
 32. Keller TS. Predicting the compressive mechanical behavior of bone. *Journal of biomechanics.* 1994;27(9):1159-68.
 33. Resch A, Schneider B, Bernecker P, Battmann A, Wergedal J, Willvonseder R, et al. Risk of vertebral fractures in men: relationship to mineral density of the vertebral body. *AJR American journal of roentgenology.* 1995;164(6):1447-50.
 34. Silva MJ, Gibson LJ. Modeling the mechanical behavior of vertebral trabecular bone: effects of age-related changes in microstructure. *Bone.* 1997;21(2):191-9.
 35. Martin B. Aging and strength of bone as a structural material. *Calcified tissue international.* 1993;53 Suppl 1:S34-9; discussion S9-40.
 36. Ruff CB, Hayes WC. Subperiosteal expansion and cortical remodeling of the human femur and tibia with aging. *Science.* 1982;217(4563):945-8.

37. Boivin G, Meunier PJ. Changes in bone remodeling rate influence the degree of mineralization of bone. *Connective tissue research*. 2002;43(2-3):535-7.
38. Schaffler MB. Role of bone turnover in microdamage. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2003;14 Suppl 5:S73-7; discussion S7-80.
39. Burr D. Microdamage and bone strength. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2003;14 Suppl 5:S67-72.
40. Kessenich CR. Management of osteoporotic vertebral fracture pain. *Pain management nursing : official journal of the American Society of Pain Management Nurses*. 2000;1(1):22-6.
41. Genant HK, Cooper C, Poor G, Reid I, Ehrlich G, Kanis J, et al. Interim report and recommendations of the World Health Organization Task-Force for Osteoporosis. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 1999;10(4):259-64.
42. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton LJ, 3rd. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 1992;7(2):221-7.
43. Pradhan BB, Bae HW, Kropf MA, Patel VV, Delamarter RB. Kyphoplasty reduction of osteoporotic vertebral compression fractures: correction of local kyphosis versus overall sagittal alignment. *Spine*. 2006;31(4):435-41.
44. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C, Hanley DA, Barton I, Broy SB, et al. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *Jama*. 2001;285(3):320-3.
45. Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, O'Fallon WM, Melton LJ, 3rd. Population-based study of survival after osteoporotic fractures. *American journal of epidemiology*. 1993;137(9):1001-5.

46. Kanis JA, Delmas P, Burckhardt P, Cooper C, Torgerson D. Guidelines for diagnosis and management of osteoporosis. The European Foundation for Osteoporosis and Bone Disease. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 1997;7(4):390-406.
47. Builjat G, Perovic D. [Treatment of osteoporotic fractures of the spine]. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*. 2007;58(1):49-54.
48. Amoretti N, Hovorka I, Marcy PY, Grimaud A, Brunner P, Bruneton JN. Aortic embolism of cement: a rare complication of lumbar percutaneous vertebroplasty. *Skeletal radiology*. 2007;36(7):685-7.
49. Baroud G, Heini P, Nemes J, Böhner M, Ferguson S, Steffen T. Biomechanical explanation of adjacent fractures following vertebroplasty. *Radiology*. 2003;229(2):606-7; author reply 7-8.
50. Schachar NS. An update on the nonoperative treatment of patients with metastatic bone disease. *Clinical orthopaedics and related research*. 2001(382):75-81.
51. Mut M, Schiff D, Shaffrey ME. Metastasis to nervous system: spinal epidural and intramedullary metastases. *Journal of neuro-oncology*. 2005;75(1):43-56.
52. Diamond TH, Champion B, Clark WA. Management of acute osteoporotic vertebral fractures: a nonrandomized trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy. *The American journal of medicine*. 2003;114(4):257-65.
53. Evans AJ, Jensen ME, Kip KE, DeNardo AJ, Lawler GJ, Negin GA, et al. Vertebral compression fractures: pain reduction and improvement in functional mobility after percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty retrospective report of 245 cases. *Radiology*. 2003;226(2):366-72.
54. Fourney DR, Schomer DF, Nader R, Chlan-Fourney J, Suki D, Ahrar K, et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients. *Journal of neurosurgery*. 2003;98(1 Suppl):21-30.
55. Tschirhart CE, Roth SE, Whyne CM. Biomechanical assessment of stability in the metastatic spine following percutaneous vertebroplasty: effects of cement distribution patterns and volume. *Journal of biomechanics*. 2005;38(8):1582-90.

56. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society.* 1994;3(4):184-201.
57. Youmans neurological surgery 6. edition volume 3.
58. Rao RD, Singrakhia MD. Painful osteoporotic vertebral fracture. Pathogenesis, evaluation, and roles of vertebroplasty and kyphoplasty in its management. *The Journal of bone and joint surgery American volume.* 2003;85-A(10):2010-22.
59. Phillips FM, Ho E, Campbell-Hupp M, McNally T, Todd Wetzel F, Gupta P. Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine.* 2003;28(19):2260-5; discussion 5-7.
60. Alvarez L, Perez-Higueras A, Quinones D, Calvo E, Rossi RE. Vertebroplasty in the treatment of vertebral tumors: postprocedural outcome and quality of life. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society.* 2003;12(4):356-60.
61. Heini PF, Walchli B, Berlemann U. Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: operative technique and early results. A prospective study for the treatment of osteoporotic compression fractures. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society.* 2000;9(5):445-50.
62. Peh WC, Gilula LA, Peck DD. Percutaneous vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral body compression fractures. *Radiology.* 2002;223(1):121-6.
63. Hide IG, Gangi A. Percutaneous vertebroplasty: history, technique and current perspectives. *Clinical radiology.* 2004;59(6):461-7.
64. Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft HJ, Dion JE. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of

- osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *AJNR American journal of neuroradiology*. 1997;18(10):1897-904.
65. Martin JB, Jean B, Sugiu K, San Millan Ruiz D, Piotin M, Murphy K, et al. Vertebroplasty: clinical experience and follow-up results. *Bone*. 1999;25(2 Suppl):11S-5S.
66. Verlaan JJ, Oner FC, Dhert WJ. Anterior spinal column augmentation with injectable bone cements. *Biomaterials*. 2006;27(3):290-301.
67. Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, Levine AM, Belkoff SM. Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures. *Spine*. 1999;24(17):1772-6.
68. Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, McCann RM. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine*. 2000;25(8):923-8.
69. Heini PF, Berlemann U. Bone substitutes in vertebroplasty. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2001;10 Suppl 2:S205-13.
70. Verlaan JJ, Oner FC, Slootweg PJ, Verbout AJ, Dhert WJ. Histologic changes after vertebroplasty. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2004;86-A(6):1230-8.
71. Laredo JD, Hamze B. Complications of percutaneous vertebroplasty and their prevention. *Seminars in ultrasound, CT, and MR*. 2005;26(2):65-80.
72. Schmidt R, Cakir B, Mattes T, Wegener M, Puhl W, Richter M. Cement leakage during vertebroplasty: an underestimated problem? *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2005;14(5):466-73.
73. Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, Westesson PL. Vertebroplasty: cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body. *AJNR American journal of neuroradiology*. 2004;25(2):175-80.
74. Yeom JS, Kim WJ, Choy WS, Lee CK, Chang BS, Kang JW. Leakage of cement in percutaneous transpedicular vertebroplasty for painful osteoporotic

compression fractures. *The Journal of bone and joint surgery British volume*. 2003;85(1):83-9.

75. Sucu HK, Cicek C, Rezanko T, Bezircioglu H, Ersahin Y, Tunakan M, et al. Percutaneous computed-tomography-guided biopsy of the spine: 229 procedures. *Joint, bone, spine : revue du rhumatisme*. 2006;73(5):532-7.

76. Minart D, Vallee JN, Cormier E, Chiras J. Percutaneous coaxial transpedicular biopsy of vertebral body lesions during vertebroplasty. *Neuroradiology*. 2001;43(5):409-12.

77. Lis E, Bilsky MH, Pisinski L, Boland P, Healey JH, O'Malley B, et al. Percutaneous CT-guided biopsy of osseous lesion of the spine in patients with known or suspected malignancy. *AJNR American journal of neuroradiology*. 2004;25(9):1583-8.

78. Zhang L, Li J, Yang H, Luo Z, Zou J. Histological evaluation of bone biopsy results during PVP or PKP of vertebral compression fractures. *Oncology letters*. 2013;5(1):135-8.

79. Li Q, Hua S, Wang C, Cai S, Zhang J. The value of routine biopsy during percutaneous kyphoplasty for vertebral compression fractures. *PloS one*. 2014;9(12):e115417.

80. Schoenfeld AJ, Dinicola NJ, Ehrler DM, Koerber A, Paxos M, Shorten SD, et al. Retrospective review of biopsy results following percutaneous fixation of vertebral compression fractures. *Injury*. 2008;39(3):327-33.

81. Muijs SP, Akkermans PA, van Erkel AR, Dijkstra SD. The value of routinely performing a bone biopsy during percutaneous vertebroplasty in treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine*. 2009;34(22):2395-9.

82. Pneumaticos SG, Chatziioannou SN, Savvidou C, Pilichou A, Rontogianni D, Korres DS. Routine needle biopsy during vertebral augmentation procedures. Is it necessary? *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2010;19(11):1894-8.

83. Allen RT, Kum JB, Weidner N, Hulst JB, Garfin SR. Biopsy of osteoporotic vertebral compression fractures during kyphoplasty: unsuspected histologic

findings of chronic osteitis without clinical evidence of osteomyelitis. *Spine*. 2009;34(14):1486-91.

84. Togawa D, Lieberman IH, Bauer TW, Reinhardt MK, Kayanja MM. Histological evaluation of biopsies obtained from vertebral compression fractures: unsuspected myeloma and osteomalacia. *Spine*. 2005;30(7):781-6.

