

**İSTANBUL BİLİM ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**OSTEOPOROTİK VERTEBRA KOMPRESYON
KIRIKLARININ PERKÜTAN VERTEBROPLASTİ
VE KİFOPLASTİ YÖNTEMİYLE TEDAVİSİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Mehmet Ali Koray ÇAMURDAN

İSTANBUL – 2008

**İSTANBUL BİLİM ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**OSTEOPOROTİK VERTEBRA KOMPRESYON
KIRIKLARININ PERKÜTAN VERTEBROPLASTİ
VE KİFOPLASTİ YÖNTEMİYLE TEDAVİSİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Mehmet Ali Koray ÇAMURDAN

İSTANBUL - 2008

ÖNSÖZ

Osteoporotik vertebra kırıklarının perkütan vertebroplasti ile tedavisi kliniğimizde 2001 ve perkütan kifoplasti ile tedavisi ise 2002 yılında başlamıştır. Bu çalışmada ortopedi eğitimim boyunca kliniğimizde osteoporotik vertebra kırığı tanısı ile yatmış olan ve kliniğimizce yapılmış olan perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti vakalarının postoperatif dönemdeki ağrı ve mobilizasyon durumlarını araştırmayı amaçladık.

Beş yıllık öğrenimim boyunca hoşgörü ve yardımlarını esirgemeyen tecrübe ve bilgileriyle yetişmemde katkıları olan değerli hocalarım Prof. Dr. Azmi HAMZAOĞLU, Prof. Dr. Ayhan Nedim KARA, Prof. Dr. Z. Uğur IŞIKLAR, Prof. Dr. Abdullah GÖĞÜŞ, Doç. Dr. Mehmet TEZER ve kliniğimizde çalışan tüm uzmanlara teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca poliklinik, servis ve ameliyathanedeki tüm hemşire, teknisyen, fizyoterapist, yardımcı personel, sekreterler arkadaşlarıma şükranlarımı sunarım.

Rotasyonlarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, ayrıca çeşitli vesileler ile öğrenimimde katkıları bulunan Prof. Dr. Mehmet Çakmak, Prof. Dr. Bora Göksan, Prof. Dr. Harzem Özger, Prof. Dr. Mustafa Öz, Prof. Dr. Ünal Kuzgun, Prof. Dr. Osman Bayındır, Doç. Dr. Metin Küçükkaya, Uzm. Dr. Emine Öklü'ye teşekkür ederim.

Tezimin yazımında yardımlarını esirgemeyen ve tez hocam olan Dr. Çağatay ÖZTÜRK'e, uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan çok mutlu olduğum ve her türlü zorluğu birlikte göğüslediğimiz dönem arkadaşlarım Dr. Mehmet Nuri ERDEM ve Dr. Mehmet Fatih KORKMAZ'a teşekkür ederim.

Saygılarımla

Dr. Mehmet Ali Koray ÇAMURDAN

Şekil Listesi

- Şekil 1:** Nöral tüp ve somit çiftlerinin oluşumu
- Şekil 2:** Vertebral kolonun yan ve A-P görünümü
- Şekil 3:** Tipik bir erişkin insan lomber omurunun (a) yandan ve (b) üstten görünümü
- Şekil 4:** C1 vertebranın (Atlas) üstten görünümü.
- Şekil 5:** Torakal vertebranın üstten görünümü.
- Şekil 6:** Torakal vertebraların yandan görünümü.
- Şekil 7:** 3. lomber vertebranın üstten ve sol yandan görünümü.
- Şekil 8:** Sakrumun ön ve arkadan görünümü.
- Şekil 9:** Os coccyx'in önden ve arkadan görünüşü.
- Şekil 10:** Discus intervertebrale.
- Şekil 11:** Vertebranın ön ligamentleri ve kostovertebral eklemler.
- Şekil 12:** Sırt kaslarının orta tabakası
- Şekil 13:** Derin tabaka otokton sırt kasları
- Şekil 14:** Derin tabaka otokton sırt kasları.
- Şekil 15:** Vertebranın arterial beslenmesi.
- Şekil 16:** Kord segmentleri ve sinir kökleri.
- Şekil 17:** Hareket Segmenti.
- Şekil 18:** Denis'in 3 kolonu.
- Şekil 19:** Osteoporotik kırık sınıflaması.
- Şekil 20:** Vertebra gövdesine binen yüklerin etkisi ve ağırlık merkezinin öne doğru taşınması.
- Şekil 21:** İki taraflı kanüllerin yerleştirilmesi.
- Şekil 22:** Anatomik giriş noktaları
- Şekil 23:** Transpediküler girişimin şematize edilmesi
- Şekil 24:** Ekstrapediküler girişimin şematize edilmesi.
- Şekil 25:** Anatomik olarak kanülün gideceği yön
- Şekil 26:** Sementin karıştırılması
- Şekil 27:** Sementin kıvamı
- Şekil 28:** İşlemlerde kullanılan kanüller ve Jamshidi iğnesi.
- Şekil 29:** Balon kifoplasti ile kompresyon kırığının redüksiyonu ve fiksasyonundaki adımlar.

Şekil 30: KyphX™ şişirilebilir kemik tamponu

Şekil 31: Balon şişirme tekniği (Inflatable Bone Tamp).

Şekil 32: Balon Kifoplasti yönteminin intraoperatif floroskopik basamakları

Şekil 33: Burst kırığı komplikasyon-sement sızması.

Şekil 34: Olgu 1

Şekil 35: Olgu 2

Şekil 36: Olgu 3

Tablo Listesi

Tablo 1: Vertebral kolonun kasları.

Tablo 2: Vertebraların yük taşıma kapasiteleri.

Tablo 3: Osteoporozun sınıflandırması.

Tablo 4: Osteoporozda risk faktörleri.

Tablo 5: National Osteoporosis Society kararları- 2002.

Tablo 6: Genant ve ark. protik vertebra kırık skalası.

Tablo 7: Vertebroplasti ve balon kifoplastinin karşılaştırılması.

Tablo 8: Ağrı Dizabilite (Sakatlık) İndeksi.

Tablo 9: Oswestry Dizabilite Sorgulaması.

Tablo 10: İşlem yapılan olguların cinsiyete göre yaş ortalamaları.

Tablo 11: Preoperatif ve postoperatif ADİ ve ODS karşılaştırması.

Tablo12: Perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti işlemi geçiren hastaların preoperatif ve postoperatif ADİ ve ODS karşılaştırması.

Tablo 13: Perkütan kifoplasti yapılan olguların preoperatif ve postoperatif vertebra anterior duvar yükseklikleri, vertebra orta duvar yükseklikleri ve vertebra posterior duvar yükseklikleri.

Tablo 14: Perkütan kifoplasti olguların preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açıları.

Tablo 15: Yapılan işlemler sonrasında gelişen komplikasyonların dağılımı.

Grafik Listesi

- Grafik 1:** Vertebroplasti, kifoplasti, vertebroplasti ve kifoplastinin beraber yapıldığı hastaların cinsiyet dağılımı.
- Grafik 2:** İşlem yapılan hastaların seviyelere göre dağılımı
- Grafik 3:** Perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti işlemi geçiren hastaların preoperatif ve postoperatif ADİ ve ODS karşılaştırmasının şematik gösterilmesi
- Grafik 4:** Perkütan kifoplasti yapılan olguların preoperatif ve postoperatif vertebra anterior duvar yükseklikleri, vertebra orta duvar yükseklikleri ve vertebra posterior duvar yüksekliklerinin şematik gösterilmesi.
- Grafik 5:** Perkütan kifoplasti olguların preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açılarının şematik gösterilmesi.
- Grafik 6:** İşlemler sırasında oluşan sementle ilgili olan komplikasyonların dağılımı

İÇİNDEKİLER

1. TARİHÇE VE GENEL BİLGİLER	1
1.1 TARİHÇE.....	1
1.2. EMBRİYOLOJİ.....	3
1.3. ANATOMİ	5
1.4. VERTEBRAL KOLONUN BİYOMEKANİĞİ.....	22
1.5. SPİNAL MEKANİK STABİLİTE	28
1.6. KEMİĞİN MİMARİ YAPISI	29
2. OSTEOPOROZ VE OSTEOPOROTİK VERTEBRA KOMPRESYON KIRIKLARI 34	
2.1. OSTEOPOROZ	34
2.2. OSTEOPOROTİK VERTEBRA KOMPRESYON KIRIKLARI	39
3. AĞRILI OSTEOPOROTİK VERTEBRA KOMPRESYON KIRIKLARI	49
4. BÖLÜM IV. VERTEBROPLASTİ-BALON KİFOPLASTİ	53
4.1. GİRİŞİMLER.....	53
4.2. ENDİKASYONLAR	54
4.3. HASTANIN BİLGİLENDİRİLMESİ VE ONAYININ ALINMASI	55
4.4. KONTENDİKASYONLAR	56
4.5. PERKÜTAN VERTEBROPLASTİ CERRAHİ TEKNİK	57
4.6. PERKÜTAN KİFOPLASTİ CERRAHİ TEKNİK.....	65
4.6. POST OPERATİF GÖZLEM.....	68
4.7. KOMPLİKASYONLAR	68
5. MATERYAL VE METOD	71
6. BULGULAR VE OLGU ÖRNEKLERİ	75
6.1.BULGULAR	75
6.2. OLGU ÖRNEKLERİ.....	81
7. TARTIŞMA VE SONUÇ	84
7.1. TARTIŞMA.....	84
7.2. SONUÇ.....	92
BÖLÜM VIII. ÖZET	94
BÖLÜM IX. SUMMARY	96
BÖLÜM X. KAYNAKLAR	98

1. TARİHÇE ve GENEL BİLGİLER

1.1. TARİHÇE

Vertebral kolon ve spinal kord yaralanmaları ile ilgili bilinen ilk kayıt, Edwin Smith tarafından bulunan ve eski Mısır döneminde İmhotep'in M.Ö. 3000-2500 yıllarında yazmış olduğu 'cerrahi papirüs'tür. Omurgada 48 kemiksel patoloji tanımlanmış ve vertebra kırığından, tedavi edilemeyen bir hastalık olarak bahsedilmiştir (1).

M.Ö. 400 yıllarında Hippocrates, kırık ve dislokasyonların redüksiyonunda kendine özgü traksiyon masasını imal etmiştir.

Galen, (M.S. 130-200) ilk olarak lordoz, kifoz ve skolyoz terimlerini ortaya çıkararak, travmanın vertebral kolon ve spinal kord üzerine etkilerini incelemiş ve transvers kord kesilerinin paraplejiye neden olduğunu göstermiştir.

Oribasis, (M.S. 325-400) kırık ve gibbus redüksiyonu için kullanılabilecek Hippocrates'in traksiyon cihazını geliştirmiştir.

M.S. 700 yıllarında Paul Aeginata, Hippocrates'in breysini modifiye ederek ilk eksternal fiksasyonu uygulamış ve vertebra kırıklarında ağrıyı azaltmak amacıyla processus spinosusların çıkarılmasını önermiştir. Bu görüş dekompresif laminektomi düşüncesinin temelidir (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 düzenele traksiyon uygulayarak gibozitenin giderilmesini tarif etmiştir.

1847'de Malgaigne, Hipokrat'ın başarılı olamadığı vertebra kırık ve kırıklı çıkıklarında hiperekstansiyonla başarı sağlamıştır.

1887'de B.F.Wilkins, T₁₂- L₁ arası çıkığı redüksiyonunda tel ile pedikül serklajı uygulamıştır (2).

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

1915'de Farrel, 1924'de Lewin, Hibbs füzyonunu yanlarda artiküler eklemlere kadar uzattı ve krista iliakadan alınan grefti koydular.

1928'de H.Growe, hiperekstansiyon tipi yaralanmayı tanımladı. 1932'de Böhler, vertebra kırıklarının redüksiyon sonrası ekstansiyonda vücut alçısı ile tedaviyi önerdi.

1944'de Don King, vertebraya ilk kez vida tespitini yapmıştır. 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, transvers çıkıntı kaidesinde pediküle vida tespiti yapmıştır.

1960'lı yıllarda Harrington'un ilkin skolyoz ve kırık tedavisinde distraksiyon ve kompresyon yapan kancalı rodleri 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 rodleri ile telleri bağlayarak rotasyonu önleyen daha rijid bir tespit sağlamıştır.

1978'de Cotrel, Armstrong'un Harrington çubuğuna benzer rodlerle tespit yöntemini geliştirerek ve ara hook'lar yerleştirerek vertebralari 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.

1983'de Francis Denis, günümüzde hala kabul gören "üç kolon teorisi", ortaya çıkarmıştır (8,9).

1984 yılında, Cotrel ve Dubousset tarafından üç boyutlu rijid fiksasyon sağlayan Cotrel-Dubousset enstrümantasyonu, kırık stabilizasyonunda başarıyla uygulanmıştır (2).

1980' lerin ortasında Dr. Herve DERAMOND bir ağırlı hemanjiyom vakasında ilk Vertebroplastiyi uyguladı (5,6).

1980'lerde Dr. Mark REİLEY osteoporotik vertebra çökme kırıklarının tedavisinde hasta popülasyonunun ileri yaş olmasından dolayı minimal invaziv girişimler üzerinden araştırmalar yapmış. İlk kez 1998' de Balon Kifoplasti yöntemini uygulanmaya başladı (7,10).

Ülkemizde vertebroplasti yöntemi 1990'li yılların sonlarından itibaren ve balon kifoplasti yöntemi 2000'li yılların başından itibaren kullanılmaya başlanmıştır.

1.2 EMBRİYOLOJİ

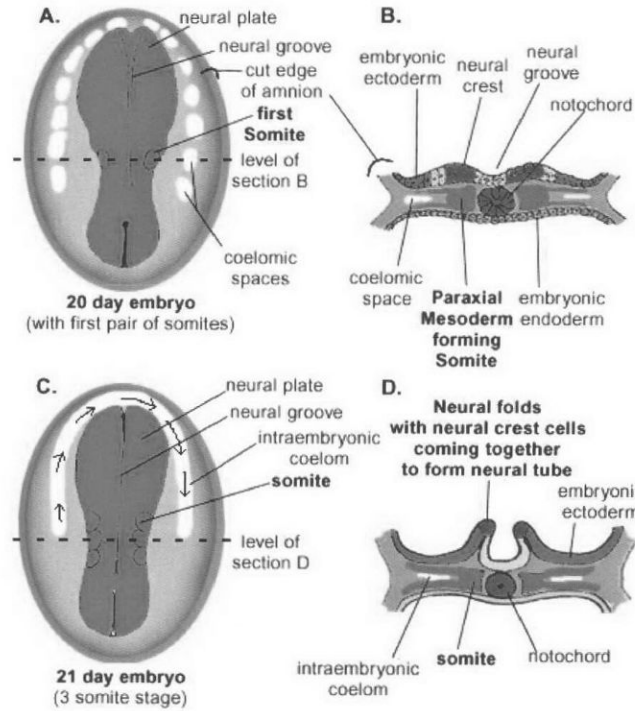
Aksiyel iskeletin gelişiminin erken dönemi, notokordun gelişimi ile paralel seyreder. Embriyonal yaşamın üçüncü haftasında embriyonik diskin kaudal ucunun ortasındaki hücreler çoğalarak ektoderm ve endoderm arasından yana ve öne doğru ilerleyerek mezodermi oluştururlar. Ektoderimde oluşan bir girinti ve burada çoğalan hücrelerin ektoderm ve endoderm arasından kraniale doğru ilerlemesi sonucu notokord oluşmaktadır. Notokordal hücreler indüksiyon yolu ile üzerinde bulunan ektoderimde kalınlaşmaya neden olarak nöral plağı oluştururlar. 18. günde bu plağın kenarlarının kıvrılması ile nöral oluk, daha sonra da kenarların birleşmesi ile nöral tüp oluşmaktadır (14).

İnsan embriyosunun 20-35. gelişme günlerinde paraksiyel mezodermden farklılaşan somit çiftlerinden sklerotum plakları oluşur. Vertebralar sklerotom plaklarından gelişirler. Somitler korda dorsalisin iki yanında içi boş küpçükler şeklinde dizilirler. 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. Myotomlardan sırt kasları gelişir. Dermatomların mezenşimi segmentli olarak çevreye ve ektodermin altına yayılarak dermal ve hipodermal dokuları oluşturur (13).

Korda dorsalisi 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 hücreler 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 (13).

Korda dorsalis gelişen vertebra cisimleriyle sarıldıkça dejenere olur ve intervertebral disklerin ortasında nükleus pulposus olarak yerleşir. Sirküler sıkı ligament dokusu kollejen demetleriyle (annulus fibrozuz) nükleus pulpozuzu çevreleyerek intervertebral diskleri oluşturur (13, 16).

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 gerileyip yok olurken, oksipital somitler kafa tabanını ve kranioservikal eklemleri oluştururlar. Nöral tüp ve somitlerin oluşumu Şekil 1'de şematize edilmiştir (14, 15).



Şekil 1: Nöral tüp ve somit çiftlerinin oluşumu

Embriyonal 12. haftadan itibaren vertebra taslağı mezenkimden kıkırdığa dönüşür. 3. ayda üç kemikleşme noktası belirerek endokondral kemikleşme başlar (11-13).

Embriyo dönemindeki kıkırdaklaşmayla iç içe başlayan vertebra kemikleşmeleri doğum sonrası 25. yılda sonlanır. Vertebraların cisim ve arkuslarında beliren kemikleşme odakları yaygınlaşarak kaynaşırlar. Doğum sonrası yaşamın 3-5. yılında vertebral arkus yarımları birleşerek solid kemik halini alırlar. Kemikleşme, bel bölgesinden başlayarak yukarı ve aşağı yönde ilerler. Vertebra cisimleri arkuslara

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 cisminin epifiz bölgelerinde dairesel olarak gözlenir. Sekonder kemikleşme merkezleri 25 yaşına kadar birleşirler.

Puberte sonrası 5 kemikleşme merkezi tanımlanır. Bu merkezler:

1 prosesus spinozusların uçları,

2 prosesus transversusların uçları,

2 epifiz (anular epifiz) vardır. Bir tanesi vertebra korpusunun üst, diğeri alt yüzeyinde yer alır.

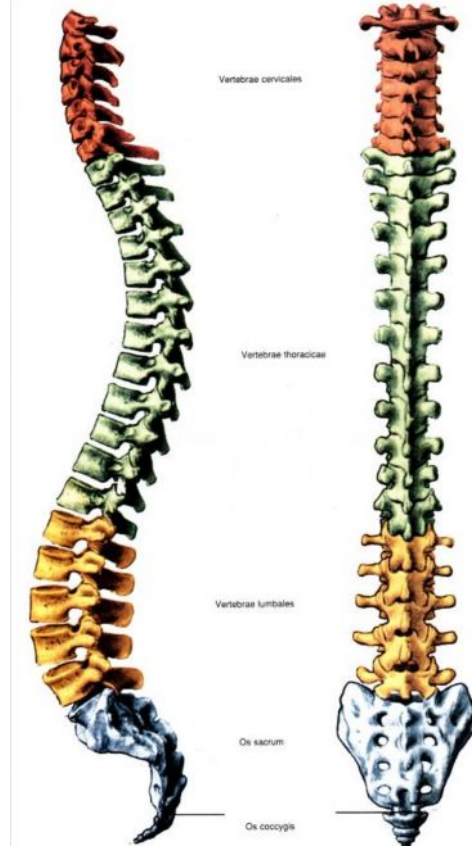
Vertebra korpusları, üst ve alt kısımlarda anular epifiz ve arasındaki kemik kitleden oluşur. Vertebra korpuslarında yer alan sentrum, arkus vertebralislerin bir kısmı ve kosta başları için artiküler fasetler içerir.

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. (11-14)

1.3. ANATOMİ

1.3.1. Genel bakış

Omurga, omur adı verilen kemiklerden oluşmuş, aksiyel iskeletin önemli bir parçası olan, esnek bir kolondur. Omurgada toplam 33 omur bulunur (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 arasındadır (16).



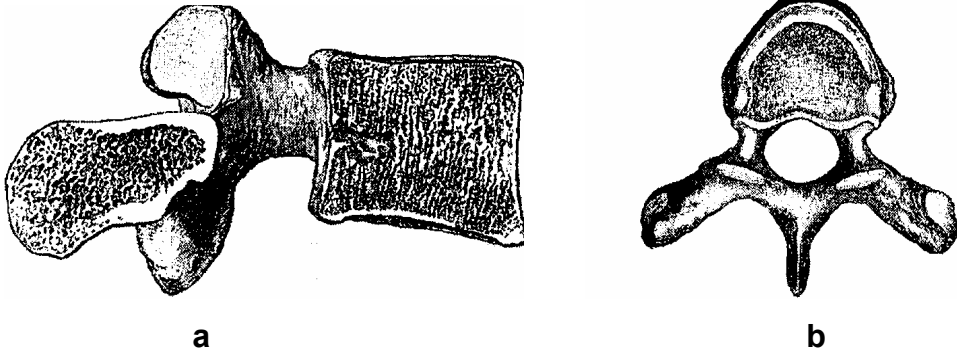
Şekil 2: Vertebral kolonun yan ve A-P görünümü

Vertebral kolona sagittal plandan bakıldığında, fizyolojik eğimleri olduğu görülür. 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 açar.

1.3.2. Vertebraların Genel Şekli ve Temel Parçaları:

Omurganın çeşitli parçalarına ait vertebralarda görülen benzerlik, yeni doğmuş 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 ayrımları ortaya çıkar.

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 oluştururlar. Vertebral foramenler birleşerek omuriliği çevreleyen spinal kanalı oluştururken, her çift omurun arasında yer alan intervertebral foramenlerden spinal damar ve sinirler çıkar.

Vertebra kavsinin çeşitli parçalarından çıkan ve çeşitli yönde uzanan çıkıntılar bulunur ve bazıları kaldıraç kolu görevi yaparlar ve bunlara kaslar yapışır. Omur cismi omurun en büyük kısmını oluşturan silindirik bir oluşumdur. Superior ve inferior yüzleri düz ve etrafı çıkıntılıdır. Uç plak adı verilen bu yüzlerin çıkıntılı kenarlarına intervertebral fibrokartilaj tutunur. Kaudale doğru gittikçe omur cisimlerinin çapları artar. Servikal omurların cisimleri dörtgen şekilli iken, torakal omur cisimleri daha çok üçgen, lomber omur cisimleri ise oval şekillidir. Omur cisminin anteriorunda besleyici damarların girdiği birkaç küçük delik, posteriorunda ise basivertebral venlerin cismi terk ettiği daha büyük bir ya da birkaç düzensiz delik bulunur (16, 17).

“*Arcus vertebra*”, arkada kavis şeklindeki yapıdır. Vertebral ark ile cisim arasındaki boşluğa, “*foramen vertebrale*” denir. Üst üste gelen “foramen vertebrale”ler ise, “*canalis vertebralis*” 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, güçlü çıkıntılardır. Arkusun, spinöz çıkıntıdan başlayan kısmına “*lamina*” vertebral ark ve korpusa 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 oluşur.

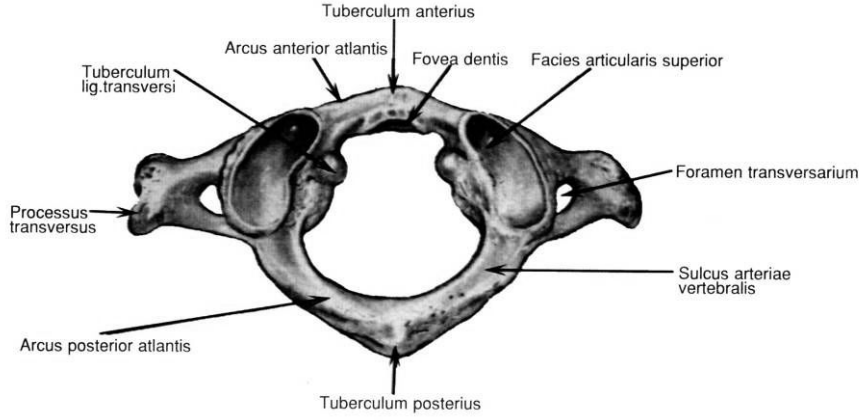
Laminalar, pediküllerden çıkarak posteriora ve mediale yönelip orta hatta birleşen bir çift yassı oluşumdur. Superior kısımlarının posterioru ve inferior kısımlarının anterioruna ligamentum flavum yapışır.

Foramen intervertebralisin önünde, disk ve cismin arkasında, arcustan yukarı ve aşağı doğru uzanan artiküler fasetler vardır. 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 uzanan, fleksiyon, ekstansiyon ve rotasyon hareketlerine büyük ölçüde izin veren, 7 adet omurdan oluşan, esnek bir kolondur. 1., 2., ve 7. servikal vertebralar yapısal olarak farklılık gösterir, diğerleri benzerdir. Servikal vertebralar fazla ağırlık taşımazlar, 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 plexusun geçtiği birer delik içerirler. Birinci servikal vertebraya “*atlas*” denir 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

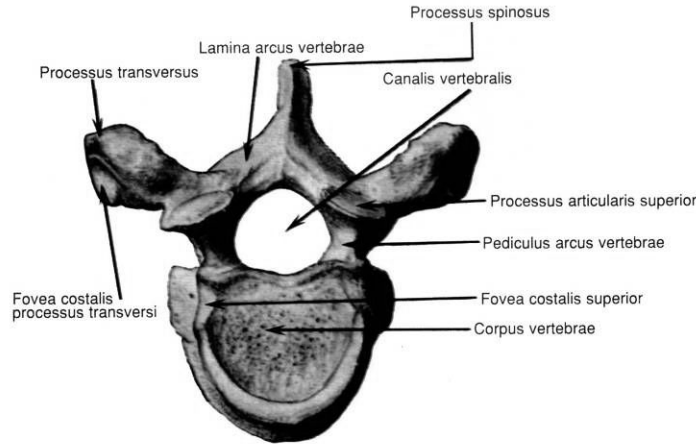
vertebranın spinöz çıkıntısı daha uzundur ve diğer vertebralardan daha belirgin olduğundan “*vertebra prominens*” denir. Ayrıca vertebral arterler 7 servikal vertebrayı bypass edip 6. servikal vertebradan foramen transversariuma girerler (Şekil 4).



Şekil 4: C1 vertebranın (Atlas) üstten görünümü.

b) Torasik vertebralalar:

Torakal omurga, servikal ve lomber bölge arasında yer alan, sternum ve kotsalar ile birlikte göğüs kafesini oluşturan 12 adet omurdan oluşmuştur. Torasik vertebralalar, servikal vertebralardan daha büyük ve lomber vertebralardan daha küçüktürler. İlk 4 torakal omur daha çok servikal omurlara benzerken, son 4 torakal omur ise daha çok lomber bölgedeki omurlarla benzeşirler. En karakteristik özellikleri cisimlerinin yan taraflarında, üst ve alt kenarların arka kısımlarına yakın olmak üzere yukarıda ve aşağıda, “*fovea costalis superior* ve *inferior*” denen birer tane yarımşar eklem yüzü ile transvers çıkıntılarda bulunan ve kostaların tüberkülleri ile eklemleşen “*fovea costalis transversalis*” denilen eklem yüzlerini içermeleridir. Torasik vertebraların cismi, orta bölgelerde kalp şeklinde olup, sagittal çapı transvers çapına eşittir. Cismin yan tarafında pedikülün hemen önünde “*fovea costalis superior*”, bunun hemen altında ise “*fovea costalis inferior*” bulunur. Laminası kalın ve geniştir. Pediküller, servikal vertebralara göre gövdenin dorsalinden çıktığı için, foramen intervertebralis daha geniştir. Ancak arkusların oluşturduğu foramen vertebrale küçük ve yuvaraktır. Bu bölge vertebral kanal ve omurilik çapının en dar olduğu bölgedir (Şekil 5).

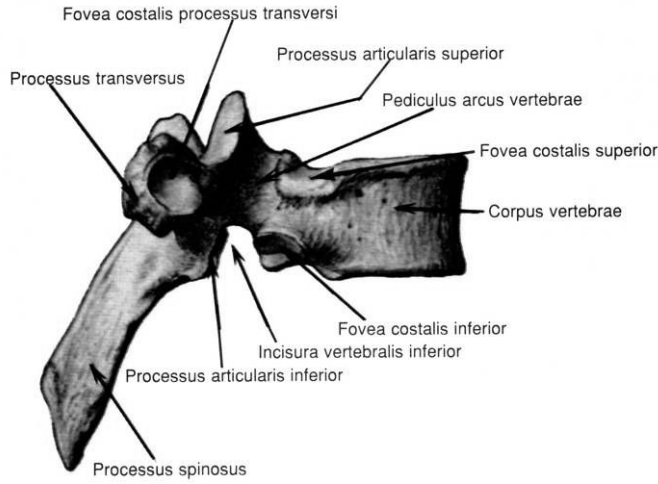


Şekil 5: Torakal vertebranın üstten görünümü.

Spinöz çıkıntıları uzun olup, aşağı doğru meyillidir. “*Processus artikularis superior*”un eklem yüzü düz olup, arkaya ve hafif dışa, laminaya yapışık olan “*processus artikularis inferior*”un eklem yüzü ise öne ve biraz da içeri bakar. Processus 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 eklem yapar.

Torasik vertebralardan 1., 9., 10., 11. ve 12. vertebralardan farklıdır. Birinci torasik vertebra (T_1) cismi, servikal vertebralara benzese de, transvers yönde daha uzundur. Processus spinosusu, 7. servikal vertebraninkinden uzundur. Incisura vertebralis superioru, diğerlerinden daha derindir. 11 ve 12. torasik vertebralardan geçiş vertebraları karakterindedir. Transvers çıkıntıları küçüktür ve eklem yüzü içermezler. Cisimleri büyük olup, lomber vertebralara benzerler. Tek ve büyük olan eklem yüzü, arkaya kayarak pedikül halini almıştır. Bu nedenle, T_{11} ve T_{12} 'nin pedikülleri çok kuvvetlidir. T_{12} genellikle T_{11} 'e benzemekle beraber, processus artikularis inferioru lomber vertebralardaki gibi silindirik ve eklem yüzü laterale bakar.

Torasik vertebralardan, processus artikularis ve kaburgaların desteklediği göğüs kafesi ile stabil durumdadır. Spinal kanal T_6 düzeyinde en dar, T_{12} '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 T_{10} - L_1 arasında, spinal kanalın hemen hemen yarı hacmini kaplar. Bu yüzden, kırıkların en çok görüldüğü, omuriliğin kanama ve ödem ile daha çok sıkıştığı bu bölgede nörolojik bası ve komplikasyonlara daha sık rastlanmaktadır (14, 16).



Şekil 6: Torakal vertebraların yandan görünümü.

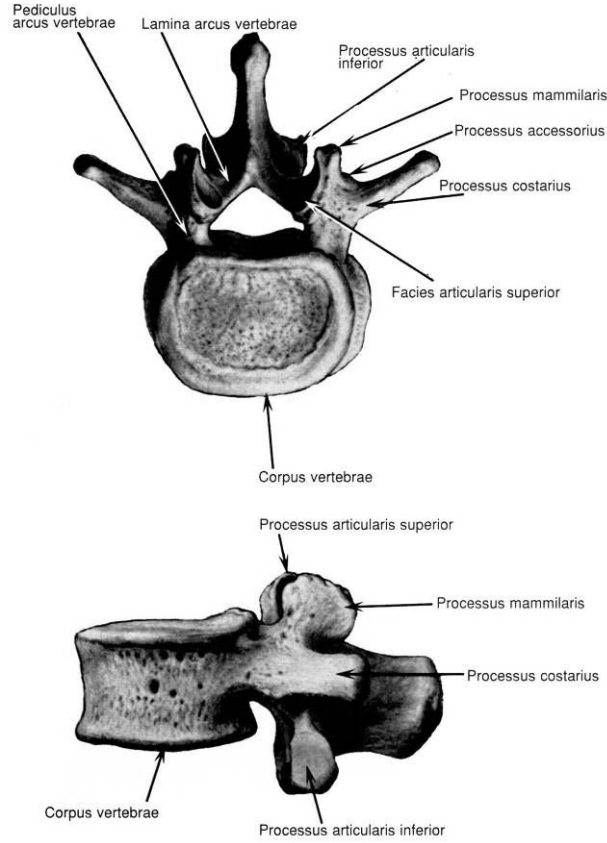
c) Lomber Omurga

Lomber omurga, torakal omurga ile sakrum arasında yer alan, 5 hareketli omurdan oluşur. Omurganın bel parçası üzerine düşen ağırlığının, daha fazla olması nedeniyle, cisimleri daha büyüktür. Hareketli vertebralar arasında, cisimleri en geniş olanlardır. Lomber omurların sagittal planda anterior yükseklikleri posterior yüksekliklerinden fazla, sagittal çapları ise frontal çaplarından 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).

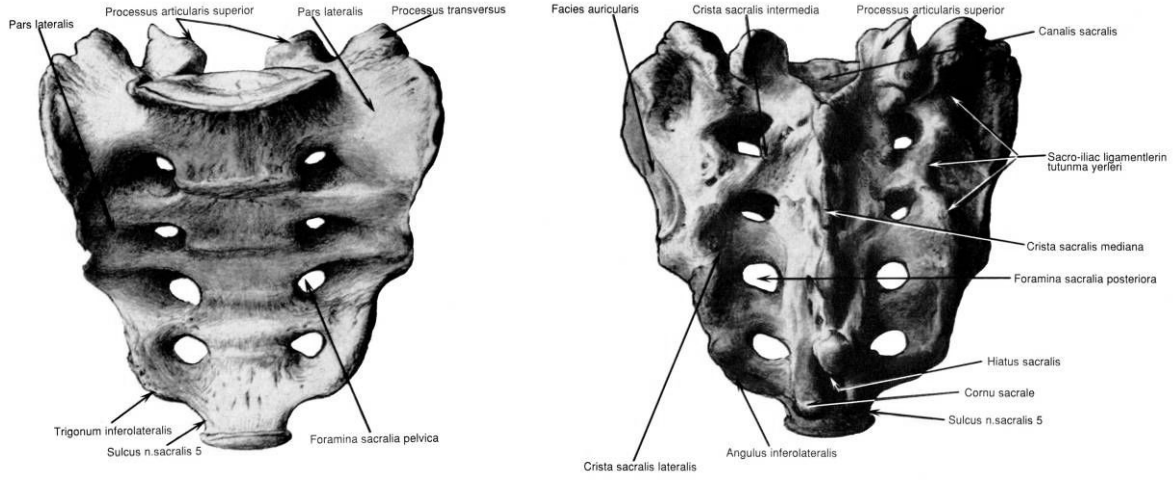
Beşinci lomber vertebranın cismi, ön tarafta daha kalın olması ile karakterizedir. Bu, promontoriumun oluşmasını sağlar. Processus spinosusu daha kısa ve alt eklem çıkıntıları arasındaki uzaklık daha fazladır.



Şekil 7: 3. lomber vertebranının üstten ve sol yandan görünümü.

d) Sakral vertebralar (Os Sacrum):

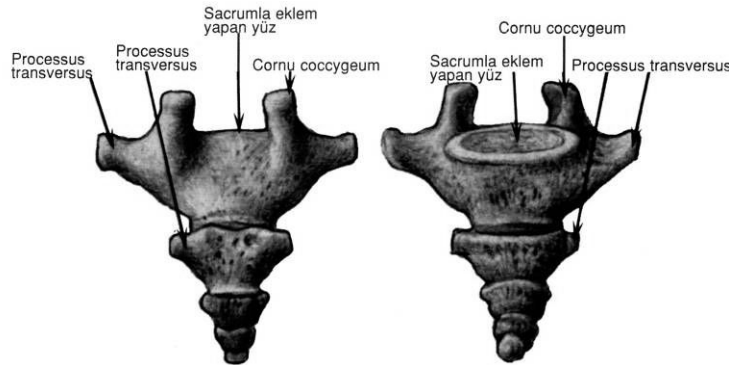
Beş vertebranın birleşmesinden oluşan, anteriora doğru konkav, büyük ve üçgen şeklinde bir kemiktir ve pelvisin arka kısmını oluşturur. Bütün gövdenin ağırlığını taşımak zorunda kalan 1, 2 ve 3. sakral vertebralar, diğer vertebralara nispeten daha büyük ve daha kalındır. Bu üç vertebra üzerine yüklenen 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 (16, 17) (Şekil 8).



Şekil 8: Sakrumun ön ve arkadan görünümü.

e) Koksigeal vertebralar (Koksiks):

Genelde 4, bazen 3 veya 5 vertebradan 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 9)

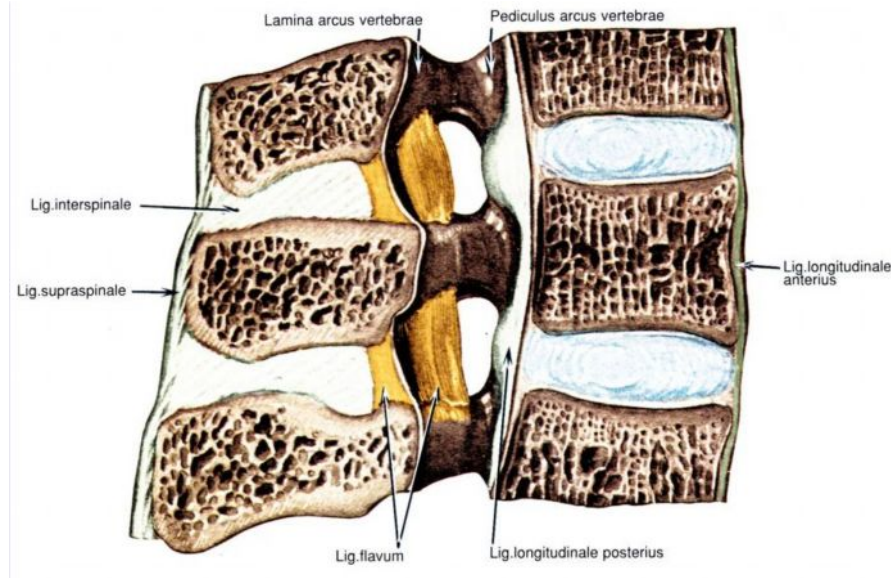


Şekil 9: Os coccyx'in önden ve arkadan görünüşü.

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 (14). 5-12 mm kalınlığında, 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 kıkırdağa dönüşür. Nucleus pulposus'un etrafı

kollajen lifler ve hyalin kıkırdak hücreleri içeren fibrokartilaginöz dokudan yapılmış bir halka ile çevrilmiştir, bu halkaya; “anulus fibrosus” denir. Su minderi görevini yapan nucleus pulposus, yukarıdan gelen ağırlığın çeşitli yönlerde eşit olarak dağılmasını sağlar. Lomber bölgedeki diskler kalın, torakal bölgedeki diskler ise incedir. Bu özelliğin nedeni, kranialden kaudale doğru gidildikçe diskin taşıdığı ağırlığın artmasıdır (16,18). Yenidoğanda bütün diskler birbirine benzer (17). Boyun ve bel bölgelerindeki eğrilikler nedeniyle disklerin ön bölümleri daha kalındır. Diskler damarsız oluşumlardır. Vücudun esas ağırlığını diskler ve vertebra cisimleri taşır, önde, ön yanlarda ve arkada lig. longitudinale anterior ve posterior ile kuvvetlice desteklenmişlerdir. İnsan uzun süre ayakta kaldığı zaman diskler ağırlığın etkisiyle bir miktar yassılaşıp ve incelirler (Şekil 10).



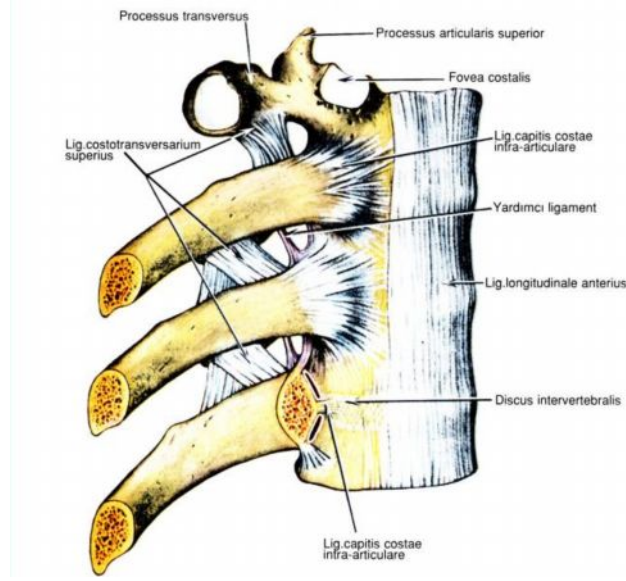
Şekil 10: Discus intervertebrale.

1.3.3. Vertebra Eklemleri ve Bağları:

a) Eklemler:

Vertebral kolonda 3 tip eklem bulunur.

Processus artikularisler arası (faset) eklemler, kostovertebral eklemler, atlantoaksial eklemler ve sakroiliak eklemler, *sinovial* (eski ismiyle diartroz) tip eklemlerdir. Vertebra korpusları arasındaki intervertebral diskler, *simfisis* tipi eklemleri oluşturur. Komşu vertebra cisimleri ve arkusları arasındaki ligamentlerin oluşturduğu eklemler, *sindesmoz* tipi eklemlerdir (Şekil 11).



Şekil 11: Vertebranın ön ligamentleri ve kostovertebral eklemler.

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 sindesmozun gerçekleştiren yapılar; lig. flavum, lig. intertransversus, lig. interspinosus 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.

Vertebral 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: Oksipital kemiğin farengal çıkıntısı ve atlasdan başlar, aşağı doğru genişleyerek sakrumun ön yüzüne yapışır. Vertebra

gövdesinin ön yüzü, periost, alt ve üst eklem yüzü kenarları ve annulosa 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 yüzeyel tabakadır.

Posterior longitudinal ligament: 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 engel olur. Yüzeyel kısmının diske ilişkisi yoktur. Bağ ve duvar arasında birçok venöz giriş vardır. Anterior ve posterior longitudinal ligamentlerin görevi vertebral kolonun aşırı ekstansiyon ve fleksiyonunu engellemektir.

Ligamentum flavum: Vertebral kanalın posteriorunda, spinöz çıkıntılardan faset eklemlere kadar uzanan sağlam ve elastik bir bağıdır. Komşu vertebra laminalarını birbirine bağlar. Servikalden lombere inildikçe kalınlaşır. İki vertebra cismi arasındaki boşluğu arkadan kapatarak hem sağlamlık sağlar, hem de spinal kordu korur.

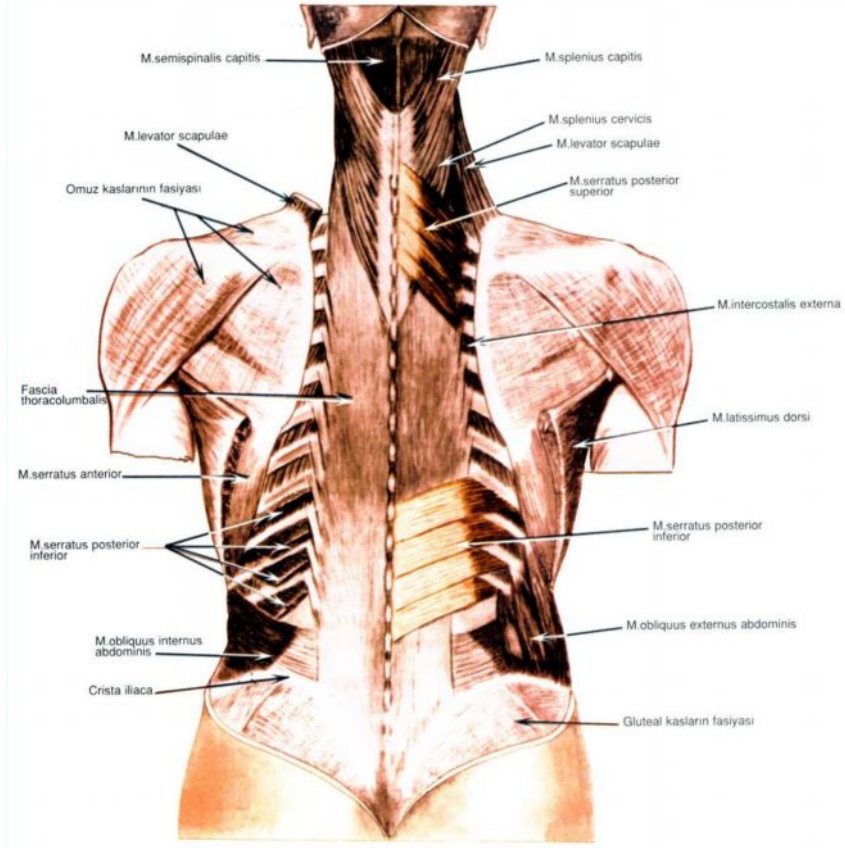
Supraspinöz ligament: Spinöz çıkıntılarının uçlarına yapışarak tüm vertebral kolon boyunca sakruma kadar uzanır. Lomber bölgeye yaklaştıkça kalınlaşır. İnterspinöz ligamentle de kaynaşır.

İnterspinöz ligament: Komşu vertebraların spinöz çıkıntılarını ucundan köküne kadar birbirine bağlar. Spinöz çıkıntılar arasındaki bu iki güçlü ligament grubu vertebral kolonun posterior sağlamlığını artırır.

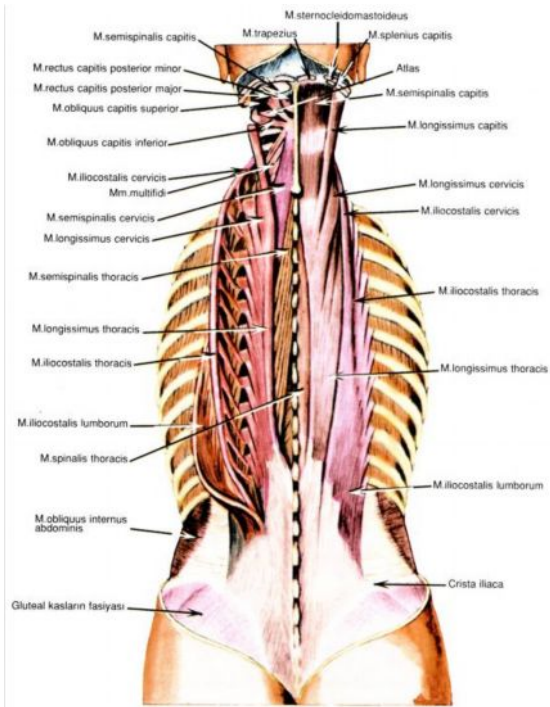
1.3.4. Vertebral Kolonun Kasları (Tablo 1, Şekil 12, 13, 14)

Tablo 1: Vertebral kolonun kasları

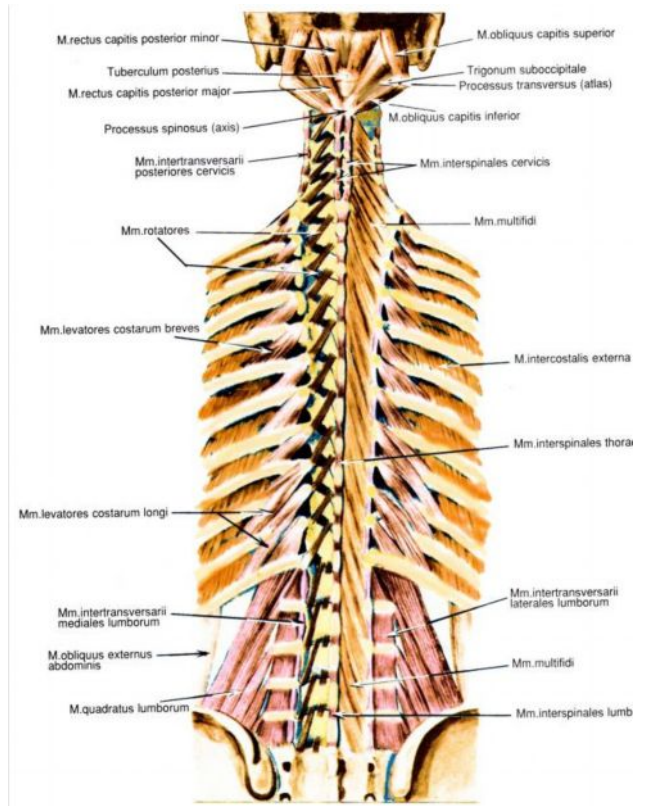
Vertebral kolon, tüm gövde kasları ile ilişkilidir. Gövde kasları, anatomik olarak 6 gruba ayrılırlar.	
1. Sırt kasları	4. Karın kasları
2. Ense kasları	5. Pelvis kasları
3. Toraks kasları	6. Perine kasları
Fonksiyonel açıdan vertebral kolonun hareketini sağlayan kaslar ise 5 gruptur.	
1.Fleksör grup:	
M.sternocleidomastoideus	M.rectus abdominis
M.obliquus int. ve eks. abdominis	M.longus colli
M.psoas	Mm. Scaleni
2.Ekstansör grup:	
M.latissimus dorsi	Mm.transversocostalis
M.erector spinae	M.levator scapulae
M.spinales	M.splenius
Mm. İnterspinales	
3.Lateral fleksör grup:	
M.sacrospinalis	Mm. semi spinalis
M.quadratus lumborum	Mm.scalenii
Mm.transversocostalis	M.levator scapulae
4.İpsilateral rotator grup:	
M.latissimus dorsi	M.obliquus internus abdominis
M.longus coli	M.splenius
5.Kontralateral rotator grup:	
Mm.transversospinalis	
Mm.multifidus	
M.longus coli	
M.obliquus eksternus abdominis	



Şekil 12: Sırt kaslarının orta tabakası



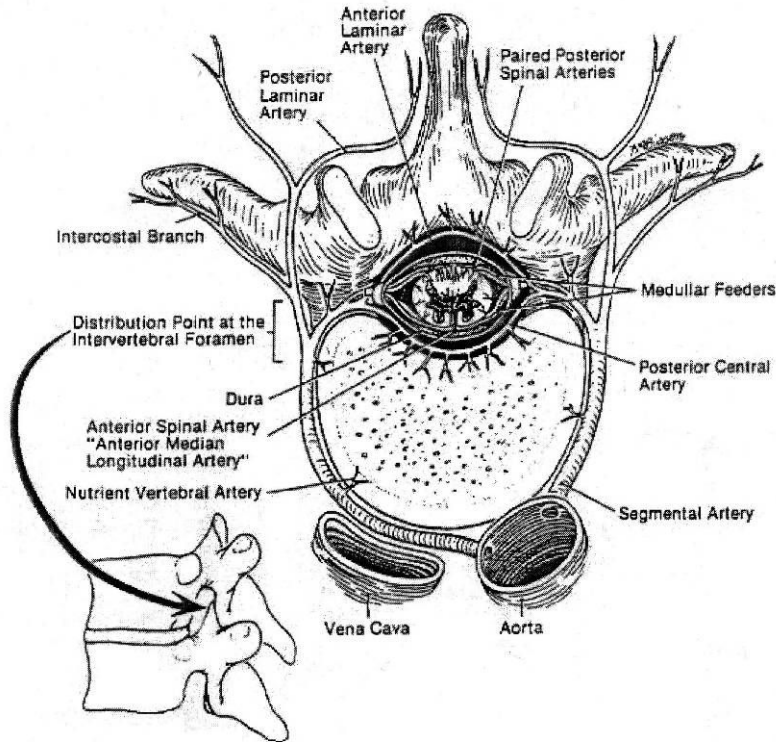
Şekil 13: Derin tabaka otokton sırt kasları



Şekil 14: Derin tabaka otokton sırt kasları.

1.3.5. Vertebral Kolonun Kanlanması

Omurganın kanlanması, aortadan çıkan segmenter arterler veya ilgili omura gelen rejyonel arterlerden olur. Aortadan çıkan segmenter arterler, omur cisminin anteriorundan cisme yapışık olarak sağa ve sola doğru 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 sağlanmaktadır (Şekil 15) .



Şekil 15: Vertebranın arterial beslenmesi.

Anterior santral ve postlaminar dallar, ekstravertebral kökenlidir. Bunlar intervertebral foramenden girerek nöral, meningeal ve epidural dokuları beslemektedir. Posterior santral ve prelaminar arterler ise iki taraflı olarak vertebra cismi ve arkuslarını beslemektedir. T2-L5 arasında tipik olarak her segmenter arter, aortanın arka yüzünden çıkarak omurga cismi etrafında dorsolateral olarak ilerler ve transvers süreçte yaklaşınca lateral ve dorsal (interkostal veya lomber) dallara ayrılır. Dorsal dal intervertebral foramenin lateraline doğru gider. Artiküler ve transvers çıkıntılar arasından arkaya doğru ilerleyerek 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 (16, 17).

Omuriliğin venöz drenajı Batson pleksusuna olur. Batson pleksusu venleri direkt olarak azygos ve vena kava sistemleri ile bağlantılıdır. Batson pleksusunu 3 ana venöz sistem oluşturur; 1. ekstradural vertebral venler, 2. ekstravertebral venöz pleksus ve 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.

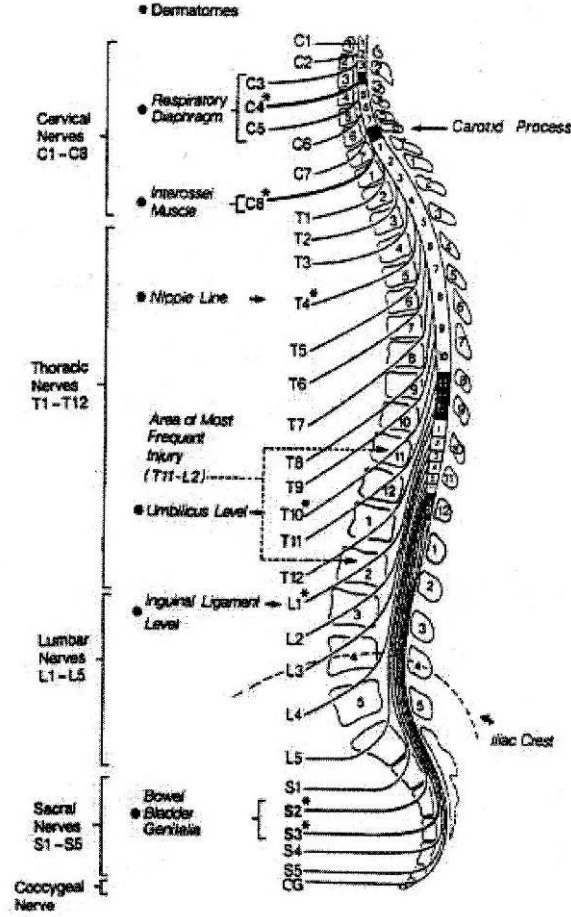
1.3.6. Vertebral Kolonun Sinirleri:

Eklemler, diskler, periost, meninksler, spinal kanal ve vasküler dokular sinirlerini dorsal root ganglionun hemen distalinden çıkıp, intervertebral foramenden 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 sonlanır. Üst ucu "*medulla oblongata*" ile birleşmektedir. Alt ucu gittikçe incelerek daralır ve "*conus medullaris*" adını 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 birleşirler. 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, 26, 31, 34) (Şekil 16).



Şekil 16: Kord segmentleri ve sinir kökleri.

Spinal kordun çevresini saran özel kılıflar mevcuttur. Bunlar; dura, araknoid ve pia'dan oluşmaktadır. “*Duramater*”, foramen magnumdan çıktıktan sonra medüller kanalda S2 seviyesine kadar devam eder. Dura, intervertebral 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, 19, 20).

1.4. VERTEBRAL KOLONUN BİYOMEKANIĞI:

Biyomekanik, canlıda denge, hareket ve deformite oluşturan vektörlerin bilimidir. Torakolomber omurganın biyomekaniği, omurgaya etkiyen kuvvetler ve omurga kinematiği göz önüne alınarak değerlendirilmelidir. Biyomekaniğin anlaşılması, kırık mekanizmalarını anlamakta ve uygun tedavi seçiminde yol gösterici rol oynar.

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 olabilmektedir (18, 27).

Üst torakal bölgedeki segmentlerde fleksiyon-ekstansiyon hareket açıklığı 4°, orta torakal bölgede 6°, alt torakal bölgede 12° olarak bulunmuştur. Bu hareket açıklığı kaudal yöne doğru gittikçe artmaktadır. Lumbo-sakral seviyede fleksiyon ekstansiyon hareket açıklığı 20° civarındadır. Bu durum omurganın her seviyesindeki fasetlerin oryantasyonu ile ilişkilidir (18).

Omurgada fleksiyon hareketinin ilk 50°-60°'si lomber bölgeden yapılıdır. Torakal segmentte fleksiyon, faset eklemlerin oryantasyonu, spinöz çıkıntıların vertikal yerleşimi ve göğüs kafesinin kısıtlayıcı etkisi nedeniyle daha az olmaktadır. Omurgada fleksiyon, abdominal kasların, özellikle de psoas kasının vertebral kısımlarının kasılması ile başlar. Daha sonra gövdenin üst kısmının ağırlığı sayesinde fleksiyon artar. Omurga fleksiyonunu kontrol eden erektör kasların aktivitesi fleksiyon arttıkça artar. Aynı zamanda fleksiyonun artması ile posteriordaki kalça kasları da pelvisin aşırı öne eğilmesine engel olmak için kasılırlar. Tam fleksiyonda erektör kaslar ve posterior omurga ligamentleri öne eğilme momentine pasif olarak karşı koyarlar.

Tam fleksiyondan sonra düzelmek için tam tersi bir hareket dizisi gerekir. Önce pelvis arkaya doğru eğilir, sonra omurga erektör kaslar aracılığıyla

ekstansiyona gelir. Ekstansiyonun başlarında erekör kaslar aktifken, ekstansiyon arttıkça erekör aktivite azalır. Daha sonra karın kasları ekstansiyonun kontrolü ve modifikasyonu için devreye girerler (18, 27)

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 erekör kasların spinotransversal ve transversospinal kısımları aktif olarak çalışır (18).

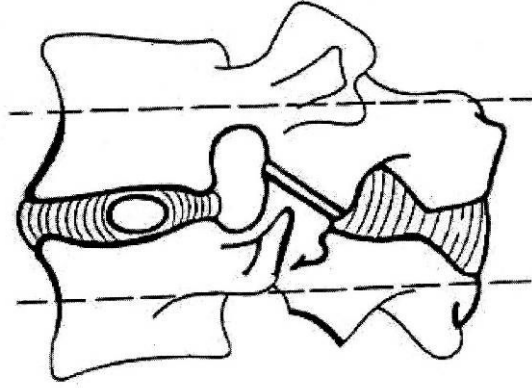
Rotasyon hareket açıklığı üst torakal seviyede 9° ile en yüksek değerine ulaşırken, kaudale doğru gidildikçe azalır ve alt lomber seviyelerde 2° civarındadır. Lumbosakral segmentte rotasyon hareket açıklığı 5° olarak bulunmuştur. Torakal ve lumbosakral bölgede belirgin aksiyel rotasyon hareketi olurken, bu hareket faset eklemlerin vertikal yerleştiği lomber omurgada sınırlıdır. Aksiyel rotasyon sırasında tüm sırt ve karın kasları aktif olarak kasılırlar (18).

Pelvis hareketleri ile omurga hareketlerinin arasındaki ilişki araştırıldığında; daha çok lumbosakral eklem hareketleri, her iki kalça eklemine hareketleri veya her ikisi birden ele alınır. Sakroiliak eklem kalın ligamentlerle çevrili olup, eklem yüzleri düzensizdir. Bu nedenle sakroiliak eklem ana görevinin intervertebral eklemler aracılığı ile iletilen yükün aktarımı olduğu düşünülmektedir (18, 27).

Omurganın biyomekanik olarak 3 temel görevi vardır. Birincisi; baş, gövde ve pelvis tarafından yükü oluşturan 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 biyomekaniğini inceleyip anlayabilmek için hareket segmenti tanım ve fonksiyonlarını bilmek gerekir (3, 20-23).

1.4.1. Hareket segmenti:

İlk olarak Jughans tarafından, tek vertebra göz önüne alınarak, tüm eklemler, spinal kaslar, vertebral kanal ve intervertebral foramenin segmental kapsamları, tek fonksiyonel ve anatomik ünite olarak tanımlanmıştır. De Palma ve Rothman, Jughans'ın hareket segmenti kavramına, her iki komşu vertebrayı da eklemiştir. Son görüş ise, ünite kavramının içine üst ve alttaki vertebraların yarısının katılması şeklindedir. Böylece hareket segmenti, kas iskelet sistemi yanında, embriyojenik somiti de temsil etmektedir (Şekil 17).



Şekil 17: Hareket Segmenti.

Tüm vertebral kolonda 23-24 özel hareket segmenti bulunmaktadır. Bir ünitenin herhangi bir komponentine ait doğumsal ya da sonradan kazanılmış bozukluğun varlığında, önce aynı ünitenin diğer komponentleri etkilenmekte, sonra da 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 göstermektedir. Vertebra cisminin spongiöz yapısı, şok absorbe edici; trabeküler yapısı ise, kompresyona direnci artırıcı özellik gösterir. Trabeküler kemik içindeki kemik iliği 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.

45 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, 23).

b) Uç plaklar (end plate):

Nukleus içindeki sıvı basıncı dış yüklerle bağlı olarak artıkça uç plaklar büyük bir basınca maruz kalırlar. Annulusun dış lifleri gerilirken, 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 önler. Bu pars interartikularis üzerinde yük oluşturur.

Faset eklemlerin görevi, intervertebral eklemin torsiyonel ve shear (makaslama) hareketlerine karşı koymaktır. Bu nedenle eklemin 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 artırırorsa, kompresif yükleri, faset eklemlere taşıyarak kısmen diskin yükünü hafifletir. 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 rotasyonel hareket artar. Bu da torakolomber vertebraların travmada maruz kaldıkları kuvvetler sonucu daha kolay dejenerasyona uğramalarını açıklar.

d) İntervertebral disk:

Diskler, vertebranın çok yönlü hareketleri esnasında çok çeşitli kuvvetlere maruz kalmaktadır. Oturma pozisyonunda iken lomber diskler üzerinde, vücut ağırlığının üç katından fazla bir yük bulunmaktadır. Hareket halinde iken ise bu statik

yüklenmeden iki kat daha fazla bir yüklenme olmaktadır. 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 diskın 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 alır. İşte bu enerji, yükün kalkması sonrasında, disk eski şekline dönerken disk tarafından absorbe edilir. Bu özelliğine "hysteresis" denir. Absorbe edilen enerji; yükün miktarı, disk seviyesi ve yaşa göre değişir. Yürüme esnasında ayaklardan beyne doğru enerji aktarımı olmasına rağmen beyinde hasar oluşmaması, bu enerjinin disk tarafından absorbe edilmesine bağlıdır (24).

e) Spinal ligamentler ve faset kapsülleri:

Ligamentler, uniaksiyel yapılar olup liflerinin yönü boyunca yük taşıyabilirler. Gerilme kuvvetlerine direnç gösterirlerken, kompresif kuvvetlerde kıvrılırlar. Spinal harekete belli bir limitin üzerinde engel olarak spiral 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 dolayıdır. Fleksiyon sırasında kompresyona uğrar ve harekete karşı direnç oluşturmaz. Ekstansiyonda ise ligamentde gerilme oluşur ve vertebrayı stabilize eder. ALL, alt torasik ve lomber bölgede en güçlü bağıdır.

Posterior Longitudinal Ligament (PLL): Tüm vertebral kanal boyunca korpusun arkasında oksiputtan sakruma kadar uzanır. Korpusa daha gevşek olarak yapışır ancak disk aralıklarına daha sıkı yapışır. Ekstansiyonda gevşek iken fleksiyonda gerilir.

Ligamentum Flavum: Vücutta en fazla elastin bulunan (%65-70) yapıdır. Hiperekstansiyonda fonksiyonu yoktur. Hatta bükülerek kanal içi sıkışmaya yol açabilir. Ligamentum flavumun rotasyonu kısıtlayıcı önemli bir eleman olduğu yönünde bilgiler mevcuttur. Bu ligamentin en kuvvetli olduğu yer, alt torasik bölgedir.

İnterspinöz ve Supraspinöz ligamentler fleksiyonu kısıtlarlar, *intertransvers ligamentler* ise lateral eğilme ve rotasyonun pasif kısıtlayıcılarıdır. *İnterspinöz ligament* en zayıf ligamentdir. *Supraspinöz ligamentin* gücü torakalden lombere doğru artar.

Faset eklemede aksiyel yüklenmede üst kapsüler ligamentler gerilirken, 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: Vertebraların yük taşıma kapasiteleri

HASARLI KOLON	YÜKLEME	LCC (%)	LCC KAYBI
Anterior	Aksiyel	77,5	22,5
Anterior	Fleksiyon	54	46
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
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 direncinde düşme olur. Anterior kolonun hasarında torsiyon kuvvetlerine karşı dirençte %95'e varan kayıp oluşur. Faset eklemlerin hasarında torsiyonel dirençte

belirgin bir kayıp olmaz. 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 (25, 26).

Anlık Rotasyon Aksı, (IAR = Instantaneous Axis of Rotation) faset eklem yakınlarındaki annulusun posterioruna lokalizedir. Annulus harabiyetinde İAR posteriora kayar. 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 kalmaz.

f) Spinal kord:

Spinal kanalın fizyolojik hareketler esnasında uzunluğu değişmektedir. Tüm bu 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 görmez. 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 omurgaya uyarak omuriliğin boyutlarında değişiklikler oluşur.

Lig. dentatumun aşağıya doğru eğimli olmasından dolayı ligamentlerdeki gerilme kuvvetleri omurilik eksenine göre iki bileşene ayrılabilir. Aksiyel komponent, omurilik içindeki gerilmenin büyüklüğünü azaltarak dengeler. Diğer taraftan transvers bileşenlerden her bir çifti omuriliği kanalın merkezine yakın tutarlar ve böylece travma esnasında kemik çarpmaları ve şoktan maksimum oranda korurlar (20, 21).

1.5. SPİNAL MEKANİK STABİLİTE

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 proseslerdir. 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.

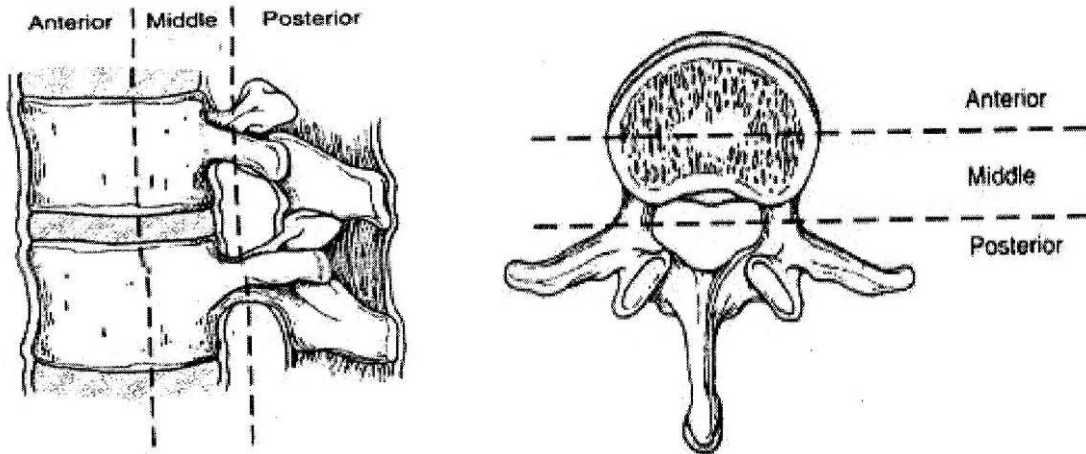
White ve Panjabi ise, stabiliteyi; fizyolojik yüklenmeler altında yer değiştirmeyi sınırlama ve nöral yapıları irritasyon ve hasardan koruma, aynı zamanda değişikliğe yol açacak yapısal bozukluk ve ağrıyı engelleme olarak tanımlamışlardır (18, 24).

Denis, '3 kolon' modelini geliştirmiştir (8,9). Buna göre (Şekil 18):

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 ligamenttum flavumdan oluşur.



Şekil 18: Denis'in 3 kolonu.

1.6. 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 (28).

Erişkin iskeletinde kortikal ve kansellöz kemik dokuları olarak adlandırılan iki çeşit kemik doku bulunur. Kortikal (kompakt, lameller) kemik dokusu uzun kemiklerin dış kabuğunu ve diğer kemiklerin kortekslerini oluşturan bir dokudur. İskeletin toplam kemik kütlesinin %75'i kortikal kemik dokusundan oluşur. Kortikal/kansellöz kemik oranı femur boynunda % 75 iken, bu oran önkolda %95'e yükselmektedir. Kansellöz (spongioz, trabeküler) kemik dokusu ise birbiri ile ilişki halinde bulunan plaka ve çubuk benzeri trabeküllerden oluşan bir dokudur. 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 (29).

Kemik trabeküllerinin dizilimi ve yapısı kemiğin sertliğini ve sağlığını belirleyen faktörlerin başında gelir. 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 (29, 30). Kemik trabeküllerinin dizilimi ve yapısı anatomik bölgeye, yaşa, kişinin içinde bulunduğu çevresel koşullara ve yaşam tarzına göre değişiklik gösterebilmektedir (30).

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 (28). 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 (28, 31).

Bir materyal olarak ele alındığında kemiğin elastisitesi, gücü, enerji absorbe etme kapasitesi, germe direnci ve kırılabilirliği kortikal ve kansellöz kemik için farklılık gösterir. Bir kemiğin gücü kemiğe etki eden kompresif, tensil ya da torsiyonel güce göre değişir. Kemiğe iletilen enerji, kemiğin enerji absorpsiyon kapasitesini (elastik limitini) aştığında kırık oluşur (18, 30).

25 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 en belirgin değişim, kemiğin

enerji absorbe etme yeteneğinde oluşan azalmadır. Kemik yoğunluğunda oluşan %25 oranında bir azalma, enerji absorbe etme yeteneğini %56 azaltır (29).

Kemik mekanik güçlere remodelizasyonla ve kendi 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 (30, 32).

Kansellöz kemiğin bir özelliği de kütleye oranla kompresif yükü absorbe etme kapasitesinin yüksekliğidir. Özellikle lomber omurgada kansellöz kemik trabeküllerinin kalınlıkları ve sayısı ile güç ve direnç arasında sıkı bir ilişki vardır. Her ne kadar kemik yoğunluğu omurga kırığı riski için mutlak bir takip aracı değilse de, yoğunlukta azalma olması durumunda kırık riskinin arttığı düşünülmektedir. 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 gösterdiği düşünülmektedir (29, 32). Kırık oluşumunda, kemiğin geometrik özellikleri, mekanik özellikleri ile kemiğe etkiyen gücün yönü ve yeri belirleyici rol oynar.

Kemikte ana olarak üç farklı hücre tipine rastlanır; 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 ele alınmaktadır. Kemikteki hücrelerden fibroblastlar, osteoblastlar, osteositler ve adipositler pluripotent mezenkimal kök hücrelerden köken alırken, öncülleri kemik iliğindeki monositik seride bulunan osteoklastlar hematopoietik sistem hücreleri arasındadır (32).

1.6.1. Osteoblastlar

Fonksiyonel olarak osteoblastlar, kemikte bulunan ekstrasellüler matriksi (osteoid) oluşturan ve bu matriksin mineralizasyonunun regülasyonunu sağlayan hücrelerdir. Morfolojik olarak bu hücreler küboid şekillidirler ve öncülleri ile birlikte kemik yüzeyinde ince bir hücre sırası oluştururlar

Osteoblastlar, bir takım transmembranöz proteinler (integrinler, konneksinler, kadherinler) ve hücre duvarlarında bulunan sitokinlere, hormonlara ve büyüme

faktörlerine spesifik reseptörleri sayesinde hücrel fonksiyonlarını yerine getirmekte, ayrıca metabolik ve mekanik uyarılara yanıt verebilmektedir (28).

Osteoblastların ömrü genç tavşanlarda üç gün iken bu süre insanlarda 8 haftaya dek uzayabilir. Bu hücreler ömürleri boyunca günde yaklaşık $0,5-1,5 \mu\text{m}^3$ 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 hücrel bir ağ oluştururlar (32).

1.6.2. Osteoklastlar

Osteoklastların ana özelliği, Howship lakünası adı verilen alanlarda tamamen mineralize olmuş kemiği rezorbe etme yeteneklerinin olmasıdır. Osteoklastlar, makrofajlar gibi hematopoietik kök hücrelerden köken alan çok nukleuslu hücrelerdir ve yüksek migrasyon özelliğine sahiptirler. 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 Nm^3 kemik yıkabilir. Bu miktarda kemik üretimi için ortalama ömürleri 15-20 gün olan 7-10 nesil osteoblasta ihtiyaç vardır (32).

1.6.3. 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 nukleus/sitoplazma oranlarının daha büyük olmasıdır (32).

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 oluşturduğu bu ağın ve hücreler arasındaki etkileşimin, kemik yapım-yıkımının hızının ve 3 boyutlu konfigürasyonunun yönetiminde etkili olduğu düşünülmektedir (30).

1.6.4. Kemik Matriksi

Kemik matriksi kollajen, diğer inorganik proteinler ve hidroksiapatitin mineral fazından oluşmaktadır. Kemik matriksinin kompresif g¼c¼ hidroksiapatit miktarına, tensil g¼c¼ ise kollajen miktarına bağlıdır. Kemikteki kollajen %90 oranında tip 1 kollajendir.

1.6.5. Kemiğin Mineralizasyonu

Kemiğin organik matriksi ¼zerine hidroksiapatit birikimi ile kemik mineralize olur. Bu işlem direkt ve indirekt h¼resel kontrol altındadır. Mineralizasyon, kemiğin belirli b¼lgelerine hidroksiapatit kristallerinin yerleşmesi ve daha sonra bu alanların giderek genişlemesi şeklinde geręekleřir. Sadece tip I kollajen ve ona bağlı fosfoproteinlerin in vitro mineralizasyon yeteneğine sahip oldukları d¼ř¼n¼lmektedir (28).

Osteoblastlar tarafından sentezlenen ve salınan osteoid, ekstrasell¼ler kemik matriksinin 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 g¼c¼nden sorumludur, bir kemikteki kollajen miktarı; o kemiğin tensil g¼c¼lere ve makaslama g¼c¼lerine olan direncini belirler. Osteoiddeki kollajen dışı proteinler; ana olarak osteonektin, osteopontin ve benzeri protein molek¼llerinden oluşmaktadır. Bu kollajen dışı proteinlerin ana g¼revi, kemik h¼crelerinin kemik matriksine yapışması ve h¼resel aktivitelere yardımcı olmaktır (28, 32).

Kemiğin mineralize olan kısmı ise ana olarak kemiğin kompresif g¼c¼lere olan direncinden sorumludur. Kemikteki kalsiyum miktarı ile kemiğin kompresif g¼c¼lere olan direnci doğru orantılıdır (28).

2. OSTEOPOROZ VE OSTEOPOROTİK VERTEBRA KOMPRESYON KIRIKLARI

2.1. OSTEOPOROZ

2.1.1. Giriş

Osteoporoz, metabolik kemik hastalıklarının en sık görülen şekli olup, artan kemik yıkımına bağlı olarak kemik mineral yoğunluğunun azalması ve kırık riskinde artma ile karakterize bir durumdur (33, 34).

Osteoporoz, primer (Tip I) ve sekonder (Tip II) olarak iki gruba ayrılmaktadır. Primer tip de menopoza sonrası, yaşa bağlı ve sebebi belli olmayan olarak ayrılmaktadır. Sekonder tipte ise osteoporozu sebep olan belirli bir hastalık vardır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından dünyadaki ileri yaşta postmenopozal kadınların %25'unun osteoporoz tanımı içine girdiği ve oluşabilecek kırıklar için çok belirgin artmış risk taşıdıkları bildirilmiştir. Osteoporoz, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün kemik mineral yoğunluğu ölçümlerine göre belirlediği kriterler doğrultusunda tanımlanmaktadır.

Ülkemiz Türk kadınlarının osteoporoz risk faktörlerinden birkaçını bir arada taşıdıkları gözlenmektedir. Yüksek doğurganlık hızı, az bedensel aktivite, kalsiyumdan fakir beslenme alışkanlığı, sigara ve kahve tüketiminin yaygınlığı, vitamin D eksikliği sık rastlanılan risk faktörlerindedir (35).

Osteoporozun erken tanısı ve koruyucu tedavisi mümkün, kırık ve kırığa bağlı önemli komplikasyonları olan yaygın bir hastalık olması ve Türk kadınlarının birçok risk faktörünü beraber taşımaları sebebiyle Türkiye'de önemli bir halk sağlığı sorunu olduğu düşünülmektedir.

Osteoporozda, kemik kırılabilirliği o derece artmaktadır ki, günlük yaşam aktiviteleri sonucunda dahi kırıklar oluşmakta, özellikle vertebral kompresyon kırıkları özgün bir travma olmaksızın gelişebilmektedir. Hem iş gücü kaybına yol açan, hem de komplikasyonlarının tedavi maliyeti oldukça yüksek olan osteoporoz, son yıllarda tedavisi ve önlenmesi açısından üzerinde en çok araştırma yapılan hastalıklardan birisidir (36).

Kemik yapım ve yıkımı 3. dekatta kadın ve erkekte pik yaparak en yüksek düzeye erişmektedir ve bu dekatta kemik yapım ve yıkım hızı dengededir. 4. dekattan sonra kemik yıkımı yılda %0,3-0,5 oranında artmaktadır, bu olay yaşam

boyu sürmektedir. Bu oran, menopoz dönemindeki bayanlarda yaklaşık on kat artmaktadır. Seksenli yaşlarda kadınlarda %40, erkeklerde %15 kemik kaybı olmaktadır. Maksimum kemik kütlelerinin düşük düzeyde olmasının yanı sıra hipogonadizm, fiziksel aktivitede azalma ve alkolizm gibi nedenler de yaşa bağlı kemik kaybını artırmaktadır (35, 36). "Asemptomatik dansitometrik osteoporoz" un söz konusu olduğu olgularda hiç bir belirti vermeden sinsi ilerleyen ve ancak kemik mineral dansitometri ölçümü ile saptanabilen durumların olabileceği de göz ardı edilmemelidir.

2.1.2. Sınıflandırma

Osteoporozun belirtilmiş veya bütün dünyada kabul gören bir sınıflandırması olmamakla beraber primer ve sekonder olarak sınıflandırabiliriz (Tablo 3)

Tablo 3: Osteoporozun sınıflandırması

Primer osteoporoz		Sekonder osteoporoz	
1.	İdiopatik osteoporoz	○	Endokrin nedenler
	○ İdiopatik juvenil osteoporoz	○	Hiperkortizolizm
	○ Gencin İdiopatik osteoporozu	○	Hipertiroidizm
2.	İnvolusyonel osteoporoz	○	Hiperparatiroidizm
	○ Tip 1- Postmenopozal osteoporoz	○	Diabetes Mellitus
	○ Tip 2- Senil osteoporoz	○	Gastrointestinal bozukluklar
		○	Gastrektomi
		○	Malabsorbsiyon sendromları
		○	Kronik karaciğer hastalıkları
		○	Romatoid artrit
		○	Kronik nörolojik hastalıklar
		○	Kronik obstrüktif akciğer hastalıkları
		○	Malignansiler

2.1.3. Etiyoloji

Yaşlanmayla birlikte tüm canlı dokularda olduğu gibi kemik dokuda dejenerasyona uğramakta ve kaçınılmaz bir sonuç olarak porotik kırıklar oluşmaktadır. Hemen hemen tüm yaşlı insanlarda spinal dejenerasyon olurken kalça ve diz dejenerasyonu her insanda olmamaktadır.

Osteoporoz gelişimi için tanımlanmış bazı risk faktörleri vardır. Osteoporozu sebep olan risk faktörleri tabloda gösterilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Osteoporozda risk faktörleri

Primer	Sekonder	Diğer
Değiştirilemez faktörler	<ul style="list-style-type: none">• Akromegali• Addison hastalığı• Ankilozan Spondilit• KOAH• Cushing sendromu• Endometriosis• Gastrektomi• Gonadal yetmezlik• Hiperparatiroidi	<ul style="list-style-type: none">• Antikonvülzanlar• Sigara• Sitotoksik tedavi• Aşırı alkol• Aşırı tiroksin• Glukokortikoidler• Kalsiyum ve D vitamini eksikliği• GnRH analogları• Heparin tedavisi• Lityum tedavisi• Premenopozal• Tamoksifen tedavisi• Uzamış parenteral nutrisyon• Prolaktinoma• Kronik böbrek yetmezliği• Düşme için risk faktörlerinin bulunması• Duyu kaybı• Sedatif ilaç kullanımı• Kognitif fonksiyonlarda bozukluk• Kas zayıflığı- Denge ve yürüme bozuklukları
Değiştirilebilir faktörler	<ul style="list-style-type: none">• Hipofosfatazya• İnsüline bağlı DM• Hematolojik hastalık• Malabsorbsiyon• M.myeloma• Romatoid artrit• Sarkoidoz• Karaciğer hastalığı• Tirotoksikoz• Paraneoplastik sendrom• Anoreksiya nevrosa	
<ul style="list-style-type: none">• Cinsiyet (kadın)• İleri yaş• Beyaz ırk• Demans• 1.derece yakınında osteoporotik kırık öyküsü• Erişkin yaşta kırık öyküsü		
<ul style="list-style-type: none">• Östrojen yetmezliği• Prematür menopoz (<45 yaş) Bilateral Ooforektomi• >1 yıl premenopozal amenore Azalmış kemik kütlesi• Diyet• Sedanter yaşam tarzı• Zayıflık ve kilo kaybı• Genel düşkünlük• Sık düşme• Görme bozuklukları• Uzamış immobilizasyon		

2.1.4. Epidemiyoloji ve Klinik

Osteoporoz en sık görülen metabolik kemik hastalığıdır ve kırık riskinde artışla karakterizedir. Hastalıkların önlenmesinde ilk basamak en fazla riskte olan grubu tanımlamak ve özellikle bu grup için önleyici tedbirler almaktır (37, 38).

Total vücut kemik kütlesi 3. dekada kadar devamlı olarak artış gösterir ve bu yaşlarda en yüksek kemik kütlesine sahip olur. 4.dekadda sonraki yaşlarda ise erkek ve kadında farklı hızlarda da olsa kemik kütlesinde azalmalar başlar. İleri yaştaki kadınlarda osteoporoz %38 iken, kemik mineral yoğunluğunda %94 azalma

görülmektedir. Osteoporoz senede yaklaşık 1,3 milyon kırığa sebep olmaktadır. Bunların 1/2'si omurgada, 1/4'ü kalça kırığı ve 1/4'ü ise kolles kırığı oluşturmaktadır.

Osteoporoz klinik olarak altta yatan sebebe bağlı olan şikayetlerin yanında halsizlik, güçsüzlük, terleme (primer nedene bağlı), iştahsızlık, ağrı (genel vücut ağrısı), lokal ağrı sendromları, poroza bağlı kırıklar ile kendisini gösterir.

2.1.5. Tanı

Osteoporoz tanısı taramalar esnasında konur. National Osteoporosis Society (NOS)'nin tarama programı esas alınmaktadır (Tablo 5).

Tablo 5: National Osteoporosis Society kararları- 2002

1. Eğer T skor vertebra ve kalça için -1'den büyük ise; sonuç normaldir. Hasta takip edilmelidir
2. Eğer T skor vertebra veya kalça'dan biri için -1 ile -2,5 arası ise; osteopeni olarak alınmalı ve tedavi şu şekilde yapılmalıdır
 - a) Hastanın önceden düşük travmalı kırığı varsa,
 - b) Glukokortikoid tedavisi alıyorsa,
 - c) Düşük yaşa göre BMD (Z skor -1' den az ise) varsa düşünülebilir. Eğer tedavi verilmezse BMD düzeltici yaşam şekli düzenlenmeli ve hasta 3-5 yıl içinde BMD ölçümleri tekrarlanarak takip edilmelidir.
3. Eğer en az bir T skoru -2,5'ten az ise osteoporoz kabul edilip tedavi edilmelidir.

Osteoporoz tanısı tipik olarak osteoporotik kırıkların ortaya çıkarılması ya da doğrudan bilgisayarlı tomografi, tek foton absorpsiyometri, çift foton absorpsiyometri, dual enerji radyografi (DXA) ve ultrasonografi ile konulabilmektedir. Kemik dansitesi genellikle distal ve proksimal radius, proksimal femur veya omurgadan ölçülerek kırık riski belirlenebilir. Osteoporozu tanımlamakta en duyarlı yöntem bilgisayarlı tomografi (QCT)'dir. Tek foton absorpsiyometrisi (SPA) omurgada ölçümü yeterli değildir. Dual-foton absorpsiyometrisi (DPA) omurga ve kalçada kemik dansitesini ölçmek için kullanılan ilk teknik olup günümüzde kullanılmaktadır (39).

Günümüzde çoğu hastada dual enerji X ışını absorpsiyometrisi (DEXA) kemik dansitesini ölçmekte kullanılmaktadır. Ortalama ölçüm süresi 5 dakikadır. Maliyetinin düşük olması ve kolay uygulanabilirliği sayesinde tarama testi vasfını almıştır.

Osteoporoz tanı yöntemleri 3 ana başlık altında incelenebilir.

1) Biyokimyasal göstergeler

- Hemogram
- Total serum kalsiyum ve fosfat düzeyi
- İdrar kalsiyum ölçümü
- Serum parathormon ve kalsitonin düzeyi
- Serum alkalen fosfataz
- Serum D vitamini alt parametreleri ölçümü
- Tiroid fonksiyon testleri
- Serum proteinleri ve protein elektroforezi
- Serum hipofizer ve hipotalamik hormon profili
- Osteokalsin
- Prokollajen Tip 1
- Pridinium bileşikleri
- Hidroksiprolin ve hidroksilizin, tartrat rezistans asit fosfataz

2) Görüntüleme yöntemleri

- Radyoloji
 - Direkt grafler
 - Tomografi
 - Manyetik rezonans görüntüleme
- Kemik mineral ölçümü ve dansite içeriği
- Single Photon Absorbtiometry (SPA)
- Dual Photon Absorbtiometry (DPA)
- Dual Enerji X-Ray Absorbtiometry (DEXA)
- Quantitative Computed Tomography (QCT)
- Quantitative ultrasaund (QUS)

3) Kemik Biyopsisi

2.1.6. Tedavi

Osteoporoz tedavisinde medikal, fizik tedavi ve cerrahi seçenekler mevcuttur.

Öncelikle risk grubundaki insanları belirleyip koruyucu önlem alabilmektir (55).

- Hastanın şikayetlerini gidermek,
- Kırık oluşmasını önlemek,
- Kemik yoğunluğunu stabilize etmek veya arttırmak,
- Kemik kırılmasına bağlı semptomları azaltmak,

- Fiziksel fonksiyonları arttırmak
- Kemik kırılması olmuş kişilerde daha sonra oluşabilecek kırıkları önlemek.

Osteoporoz tedavisinde medikal tedavi ve fizik tedavi ana unsurlardır. Osteoporoza bağlı kırık komplikasyonu oluşursa medikal tedavi yanında hastanın yaşam kalitesini arttırmak amacıyla cerrahi tedavi söz konusu olabilir (55).

Toplum osteoporozdan korumada temel strateji, düşük kemik kütlesi ile ilgili risk faktörlerinin nedenlerini azaltmak, bu esnada tüm toplumda kemik kütlesini artırmaktır. Fiziksel aktivite düzeyinin artırılması ve beslenme önerileri diğer yaşam tarzı değişikliklerini kapsar. Tedavide kullanılanlar;

- Sekonder osteoporoz var ise altta yatan hastalığın düzeltilmesi,
- Fizik tedavi programı uygulanması,
- Diyetle veya ilaçlarla günde 1000-1500 mg kalsiyum tüketilmesi,
- D vitamini (200 ünite/gün) ,
- Kemik kaybını önlemek için östrojenin minimal etkili dozu 0,625 mg/gün,
- Kalsitonin erken ve geç postmenopozal kadınlarda etkili doz 50 IU/gün ya da 100 IU/gün. (52, 55)
- Bisfosfonatlardan biri olan etidronat disodyum kemik dansitesini artırır. Haftada 70 mg. kullanımı uygundur. (52, 55)

2.2.OSTEOPOROTİK VERTEBRA KOMPRESYON KIRIKLARI

2.2.1. Yaşlanan vertebral kolonun biyomekaniği

Doğum esnasında omurga genellikle dorsal konvektir (kifotik), fakat bir yaşındayken dik bir postür oluşumu ile (kafayı kaldırma, dik oturma) servikal ve lomber bölgeler, lordotik şekil alırlar (44). İki ayak üzerinde gerçekleşen insan dikilişi her bir vertebra ve disk boyutundaki ayarlamaları, artmış lumbosakral angülasyonu ve pelvik kemikler arasında sakrum eğilmesini gerektirmektedir. Kranielden kaudale doğru boyutu artan vertebral gövdeler üzerine yüklenen ve artan ağırlık ve baskılara birbirini izleyen segmentler sayesinde karşılık verirler. Sakral ve koksigeal vertebral birbiri kısırılmış ve sağlam bir yapı oluşturan yapısı sayesinde spinal sütunun yükünü çifteleşmiş alt uzantılarda bulunan pelvik kemiklere ve kalça eklemlerine iletir (17, 41).

Dik postür, alt spinal eklemler tarafından taşınan yükü büyük miktarlarda artırır ve milyonlarca yıllık evrimsel adaptasyonlara rağmen halen bu bölgeyi alt sırt ağrılarına ve yorgunluğa sürükleyen yetersizlikler arz etmektedir. Spinal yükün yaklaşık dörtte üçü anterior sütun tarafından taşınmaktadır. Vertebral gövdeler, son plakalar ve intervertebral diskler, anterior sütundaki temel yapılardır (44, 45).

Omurga esnek ve çok parçalı bir kolondur. Omurganın fonksiyonel rolü segmental seviyede hareketlilik sağlamanın yanı sıra vücuda dengeli ve dik bir pozisyon sağlamaktır. Omurga statik ve değişmez bir unsur olan vertebral yapıları ve elastik hareketli bir bileşen olan intervertebral diskten ve iki arka faset ekleminde oluşan üç adet bileşik kompleksi ihtiva eder. Omurga hareketi, denge ve pozisyonun kontrolü ekstensor kas grupları ve güçlü fleksörün antagonist aksiyonu ile sağlanır (17).

Tüm insan dokularında olduğu gibi omurganın yapısal bileşenlerin yaşlanması da önceden belirlenmiş genetik hücre yaşamına ve/veya yaşam boyunca başımıza gelmekte olan, dokuların ağır mekanik etkilere maruz kalmasına bağlı olarak oluşabilir. Sebebi ne olursa olsun, yaşlanma ufak çaplı biyokimyasal değişikliklerle başlar ve spinal birimde mikro yapısal ve son olarak büyük yapısal değişikliklere neden olur. Neticede söz konusu dejeneratif değişiklikler oluşur. Dejeneratif döngü ve bu döngünün biyomekanik sonuçları fonksiyonel anatomiye devamlı olarak değiştirir ve çeşitli ağrı sendromlarına, dengenin bozulmasına ve destabilizasyona yol açar.

Yaşlanma, omurgada bulunan tüm yapıları etkiler. Yaşlanmayla birlikte biyokimyasal, makroskopik ve biyomekanik değişiklikler gözlenmektedir. Bu değişiklikleri semptomatik öğelerin dejenere disklerinde açığa çıkmış olan değişikliklerden ayırt etmek hemen hemen imkansızdır. Ağrı ve yetersizlik yaşlanmakta olan omurganın klinik ifadeleridir. Burada hekimin rolü görüntüleme çalışmalarında tespit edilmiş olan dejeneratif değişiklikleri klinik semptomlarla ilişkilendirmek ve ayrıca organik ağrı semptomlarını organik olmayan spinal ağrılardan ayırt etmektir. Günümüzde, dejenere olmuş bir spinal birimin tamamen asemptomatik olabileceği ve böyle kalabileceğinin farkına varılmıştır (4, 25, 43).

2.2.2. Vertebra korpusu

Vertebra korpusu mimarisi ileri düzeyde porlu trabeküler kemiği ve aynı zamanda oldukça yoğun ve katı bir kemik korteksi kapsar. Ortalama olarak bu korteks sadece 0,4 mm'dir. Ve bu korteks dokusu içteki trabeküler parçadan

neredeysi ayırt edilemez. Ama trabeküler elementlerin daha yoğun düzenlenmesinden oluşan sıkı kemik dokusunu oluşturur (kortikal kemikten histolojik olarak farklıdır). Sınırlı sayıdaki element analizleriyle bu dıştaki kortikal kemik dokusunun kemiğin yük taşıma kapasitesine %15'ten daha az katkıda bulunduğu tahmin edilmektedir (44-47).

Herhangi bir vertebra gövdesinde kemik mimarisinde bölgesel varyasyonlar görülmektedir. Endplate'e komşu bölgelerde daha yoğun ve çubuk benzeri (rodlike) trabeküler yapı görülürken diğer bölgelerde daha az yoğun ve daha yayvan (plate like) trabeküler yapı görülmektedir. Farklı bölgelerdeki normal vertebraların merkezi (santral) trabeküler kemik örneklerinin test edilen mekanik özellikleri açısından yüksek dayanıklılık, katılık ve kemik mineral yoğunluğuna (BMD) sahiptir. Mekanik özelliklerdeki bu çeşitlilik çevre şartlarına adaptasyon olarak değerlendirilebilir. Bu durumda santral bölge tarafından komşu nucleus pulposus'a iletilen dikey basılara (stres) komşu periferal annulus fibrosus karşı koyar.

Kemik yoğunluğu yaşın bir fonksiyonu olarak kişiler arası 0,05-0,30 gr/cm³ aralığında değişir. Hayatın 4. on yılı içerisinde kemik yoğunluğu kaybı erkeklerde %30, kadınlarda %50'ye kadar olabilir. Rutin kemik yoğunluğu tahminleri çift enerjili X-ray absorpsiyometre (DEXA-Dual energy X-ray absorbtometry) kullanarak elde edilir. Kemik mineral yoğunluğu (BMD) ya da kemik mineral içeriği (BMC) kemik için volümetrik parametreler olmamasına rağmen esas omurga dayanıklılığının hem omurga geometrisine hem de trabeküler çökme gücüne bağlı olması sebebiyle BMC ya da BMD hala esas omurga dayanıklılığı ölçümü için kullanılmaktadır. Farklı kişilerden veya spinal bölgelerden alınan omur örneklerinin çöküş dayanıklılıklarının karşılaştırılabilmesi için çöküş dayanıklılığının end plate'lerinin kesit alanlarının normalize edilerek maddesel bir özellik olarak ifade edilmesi iyi bir yoldur. Bir lumbal vertebra için çöküş basıncı 1,0 ile 5,0 Mpa arası değişmektedir. Bununla birlikte bu ölçüm vertebra gövdesinin trabeküler ve sıkı elementleri arasında değişiklik göstermez (44-47).

Osteoporoz kemiğin yapısal dayanıklılığını azaltarak günlük aktivitelerde bile omurganın yük taşıma yeteneğinin aşılmasına bağlı olarak omurga kırıklarıyla sonuçlanabilen bir hastalıktır. Son 10 yılda kırık görülme sıklığı iki katına çıkmış bulunmaktadır. 50 yaş ve üzeri kadınlarda osteoporotik kırılma sıklığı %40'tan fazladır. Bu kırıklar kadınlarda daha baskın sıklıkta görülmektedir. Klinikte osteoporoz lumbal vertebraların 2,5 SD ya da cinsiyet eşleştirmeli 30 yaş bireyin ortalama

değerlerinden daha düşük DEXA değerleriyle karakterize edilir. Kadınlarda her 1 SD'lik BMD ya da BMC kaybı omurga kırığı riskini 2,2 katına çıkarmaktadır (31, 44, 46, 47).

Düşük yapısal dayanıklılık sadece azalmış kemik yoğunluğuna değil aynı zamanda kemik iç mimarisi ve kemik tamir hızına bağlıdır ve kemikte hızlı bir hasar birikimine neden olur. Düzlemsel kapalı trabeküler yapıların daha açık ve çubuk benzeri (rod like) yapılarla yer değiştirmesi kemik kırılabilirliğini artıran bir nedendir. Daha delikli (porlu) görünüme sebep olan horizontal çapraz bağların azalması dikey olarak yerleşmiş trabeküllerin destek gücünü de azaltır (44).

Tipik bir osteoporotik vertebra kırığı anterior vertebral korpusta yükseklik azalmasına neden olur, sıklıkla posterior vertebral duvar sağlam kalır. Bu takoz şekilli deformite genelde lokal bir kifoz artışına ve multipl ardışık kırıkları ilerleyen kifotik postürel bozukluğa sebep olur. Multipl vertebra kırıkları çok yaygın görülür. Çünkü komşu düzeylerdeki kırılma riski normal bir omura göre 5 kat daha fazladır (46).

2.2.3. Vertebral Endplate

Vertebral endplate intervertebral disk ile vertebra korpusu arasında yapısal bir bağlantı oluşturur. Bu vertebral endplate yaklaşık 0,5 mm kalınlığında subkondral yarı delikli kemik ve bu kemiğin üzerini örten aynı kalınlıktaki kıkırdak tabakadan oluşur. İntervertebral diskin porlu omur gövdesinin ekstrusizyonunu engellemek ve vertebra gövdesine yük dağılımını sağlamak bu plağın temel görevlerindedir. Endplate aynı zamanda yoğun kıkırdak tabakasıyla su ve çözülmüş maddelerin geçişine izin veren, ana diskten proteoglikan kaybını engelleyen bir yarı geçirgen yüzey görevi de yapar. Son olarak yoğun subkondral kemik ise intervertebral diskin kollajen ağı için sağlam bir tutunma sağlar. Endplate annulus fibrosus altında kalan daha kalın, nucleus pulposus altında kalan daha ince olmak üzere kalınlık açısından farklılık gösterir. Genelde superior endplate inferiora göre daha incedir. Endplate kalınlığı ile diskin proteoglikan içeriği arasında bir pozitif ilişki gösterilmiştir. Bu ilişki özellikle nucleus pulposus altındaki santral endplate arasında vardır. Bu olay endplate'in yüksek proteoglikan içerikli diskin oluşturduğu hidrostatik basınca karşı verdiği cevabın sonucu olan yeniden yapılandırılma işleminin neticesi olabilir. Bu nedenle yaşlanma ve disk dejenerasyonuna bağlı değişiklikler o bölgedeki son plak zayıflamasına sebep olabilir. Endplate'lerin bölgesel maddi özellikleri dikkat çekici ölçüde bulunduğu yere bağlıdır. Sakral ve alt lumbal endplate'ler üst lumbal endplate'lere göre daha

güçlüdür bu nedenle yaşlanan omurgada üst lumbal bölgede kırık görülme sıklığı daha yüksektir. Yük transferinde ve omurganın yapısal bütünlüğünde son plakların önemi laboratuvar deneyleriyle aydınlatılmıştır (45, 47).

Osteoporozda olduğu gibi yaşla beraber vertebral korpus deformitesi BMD kaybıyla yakından alakalıdır. Yaşlanmayla beraber endplate konkavitesinin artması BMD kaybıyla görülür. Tipik olarak boy kısalması disk incelmeye bağlanmaktadır ve bu incelmeden ise normal olan diskin konkav bölgeye göç etmesi sorumludur. Endplate kırıkları vertebra korpusu çökmelerinin başlangıcında önemli bir role sahiptir, ancak bunu spinal osteoporozun konvansiyonel morfometrik ölçümüyle teşhis edilmesi oldukça zordur (45,47).

2.2.4. İntervertebral Disk

Vemon-Roberts'in çalışmalarıyla yaşlılıkla beraber diskteki görülen dejeneratif değişiklikler tanımlanmıştır. Yatay çatlaklar ve diskin merkeziyle kıkırdak endplate'ler arasındaki posterior ve posterolateral yönlü uzanan yarıklar sonuçta annulus fibrosusta da yarıkların oluşumuna sebep olur. Yukarıda sayılan bu makroskopik değişiklikler ölü bir diskin özellikleridir. Mikroskopik incelemede ise annulus fibrosusların dejenerasyonu görülür. Yaygın olarak 50 yaşından sonra vertebranın kenar lezyonları ve annulus fibrosus yırtıkları sonucu annulus kemiğe olan bağlantılarından ayrılır. Konsantre yarıklar ve boşluklar ve merkezden periferik uzanan yarıklar annulus için sık görülen durumlardır. Diskin bağlanma yerlerinde kıkırdak endplate fissürleri yatay yarıklar, kondrosit ölümü, vasküler penetrasyon ve Schmorl nodülü oluşumları görülür. Diskin incilmesi su içeriği kaybı, nucleus dokusunun kollajen liflerle dolması, endplatein zamanla ilerleyen ossifikasyonu ve disk dokusunun protrüzyonu gibi nedenlere bağlı olabilir. Normalde kıkırdak endplate ve annulus çevrelediği nucleusu yerinde tutabilecek güce sahipken bile aşırı yük binmesi durumunda disk dejenerasyonu subkondral kemikte ve posterior ve posterolateral annulus bölümlerinde potansiyel zayıf noktaların oluşumuna neden olabilir. Çünkü bu bölümler daha ince daha zayıf bir şekilde vertebraya tutunan bölgelerdir (46, 47).

2.2.5. Dejenerasyon ve Osteoporozun Beraber Etkileri

Vertebralardaki dejeneratif değişimler ve disk arasındaki bağlantı hala açık bir sorudur. Endplate ve korpus deformiteleri disk dejenerasyonu ile her zaman beraber

görülmesi gereken durumlar değildir. Bir yandan gözlenen boy değişiklikleri disk incelmesini telafi etmek için konkav endplate'in ekstruzyon yaptığını söyleyerek açıklayabilir ama dejenerasyon indikatörleri (MRG sinyal yoğunluğu) daha sonra görülen torakolomber vertebra kırıklarında değişmez.

MRG ve DEXA ölçümleri temel alınarak vertebral BMD ile disk dejenerasyonu arasında negatif bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Daha ciddi seviyede osteoporozu olan hastalarda yüksekliği azalmış ve dejenere olmuş disklere komşu olan vertebra korpuslarının daha az deforme olduğunu ileri sürmüştür. Ciddi osteoporoz ve disk dejenerasyonu olan örneklerde "burst kırığı" görülmemiştir. Daha sonraki analizlerle baskıların normal nucleus pulposusun hidrostatik basıncı sayesinde vertebral endplate'lerin merkezlerinde konsantre olduğu sonucuna varılmıştır. Disk dejenerasyonu ve osteoporotik değişimler arasındaki muhtemel etkileşimler tüm spinal segmentlerin detaylı bilgisayar simülasyonunda incelenmiştir. Bu analizler osteoporozun tek başına bir spinal segmentteki sertliği %35-40 düzeyinde düşürebileceğini göstermiştir. Bu bağlamda nominal yük düzeyi için iç vertebral gerginliğin büyüklüğünün gelişen osteoporozla artacağı tahmin edilmiştir. Ne var ki gerginliğin vertebra korpusu içindeki dağılım tarzı normal ve osteoporotik vertebralara için benzerdir. Aksine disk dejenerasyonu simülasyonları önceki stres-profilometri ölçümlerinde gösterildiği gibi nucleustan annulusa yük değişimini tahmin etmektedir. Dejenere disk için gerginlik büyüklükleri benzerken osteoporozda görülen tersine gerginlik dağılımında önemli farklılıklar vardır (45, 47)

2.3. Vertebral Fraktürlerin Klinik Olarak Tanımlanması

Hem semptomatik, hem de asemptomatik vertebral fraktürlerin morbidite ve mortalite oranlarında artışa yol açtıkları klinik çalışmalarla ispat edilmiştir. Bu fraktürlerle birleşen ve hastanın toplam hayat kalitesinin düşmesine neden olan morbidite fiziksel fonksiyonlarda azalma ve sosyal izolasyon gibi durumlara neden olmaktadır. Yıllık olarak meydana gelmekte olan osteoporotik vertebral fraktürlerin kesin olarak ne zaman ortaya çıktıklarının belirlenmesi halen son derece zordur. Bu klinik olarak tespit edilememiş temel bir orantıdır. Geniş skalalı ileriye yönelik çalışmalar dört vertebral fraktürden sadece tek bir tanesinin klinik olarak tespit edilebilmekte olduğunu göstermektedir (75). Bunun nedeni spesifik semptomların bazı vakalarda belirgin olmaması ve ağrı ve uzunluk azalması gibi olası fiziksel semptomların nedenlerinin belirlenmesindeki güçlülüdür. Bu nedenle sürmekte olan ve

yeni ortaya çıkmış vertebral fraktürlerin spinal radyograflerin hekimler tarafından son derece dikkatli bir biçimde incelenmesi önemli bir hal almaktadır. Bu hem osteoporozu olan, hem de osteoporoz riski taşıyan potansiyel hastaların radyograflerinin hem klinik hem de epidemolojik olarak incelenmesinin gerekliliğine işaret etmektedir. Sırt ağrısı vakalarının %1'den daha azı vertebral fraktürlerle ilişkilidir. Bu nedenle travma ile birlikte ortaya çıkmadığı müddetçe sırt ağrısı şikayetiyle hastaneye başvuran hastalarda vertebral fraktür olduğundan şüphelenilmemektedir.

Travma ile ilgili olan fraktürler klasik osteoporotik fraktürler arasında görülmemektedir. Ayrıca uzun süreden beri devam etmekte olsa bile yükseklik azalmanın klinik olarak tespit edilmesi son derece güçtür. Bazı yükseklik azalmalarının, yaşlanmaya bağlı olarak intervertebral disklerde meydana gelen kompresyon ve postural değişikliklerle ilişkili olduğu kabul edilmektedir. Ancak, yükseklik azalması çok sayıdaki fraktüre bağlı olabilmektedir. Bu fraktürler önemli ve onarımı mümkün olmayan hasarlara yol açabilirler. Bu nedenle yükseklik azalması, 4 mm'yi aşana dek fraktür vakalarının güvenilir bir göstergesi olarak değerlendirilmemektedir.

Sonuç olarak, vertebral fraktürler genellikle klinik hasta değerlendirmelerinde pek fazla dikkate alınmamaktadır ve osteoporoz testlerinde hastaların radyografik değerlendirmelerinin yapılması pek sık rastlanan bir durum değildir. Osteoporozu olan hastaların vertebral fraktürlerinin tespit ve rapor edilmesi ile ilgili gelişmeler, gelecekte meydana gelebilecek olan fraktürlerin önlenmesine yönelik terapötik müdahalelerin potansiyelini arttıracaktır (35, 48-51).

2.4. Vertebral Fraktür Değerlendirmeleri için Görsel Semikantitatif

Yöntemler

İlk standardize yaklaşım Smith tarafından 1960 senesinde ortaya koyulmuştur. Smith ve çalışma arkadaşları, osteoporozun şiddetinin tespit edilmesi için, lateral torakolomber radyograflerinden teşhis edilen vertebral deformasyonların sınıflandırılmasını gerçekleştirmişlerdir. Bu yöntem sadece radyograflerde en şiddetli biçimde deforme olmuş omurların derecelendirilmesini yapmaktadır.

1968 senesinde Meunier, her vertebranın kendi şekline veya deformasyonuna göre değerlendirildiği bir yaklaşım ortaya koymuştur. Bu yaklaşımın kullanılmasıyla T4- L4 arası vertebral yapılar değerlendirilmiştir. Tüm omurların derecelerinin

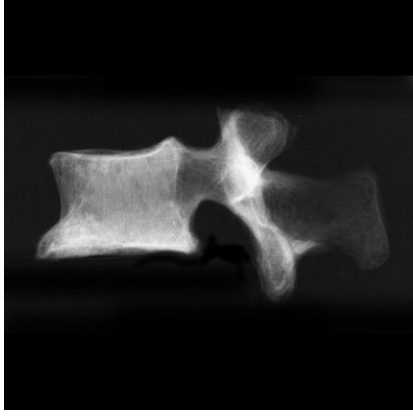
toplamları veya bu toplamın bölümleri ve omurların sayısı “Radyolojik Vertebral Endeks” olarak hesaplanabilir.

Kleerkoper, Meunier’in radyolojik endeksini modife ederek “vertebral deformasyon skoru” olarak adlandırılan çalışmasını ortaya koymuştur. Vertebral deformasyon skorunda T4’den L5’e kadar olan her omur 0’dan 3’e kadar bağımsız olarak skorlandırılmıştır. Bu yapılırken deformasyonun türü esas alınmaktadır. Bu derecelendirme şeması anterior, orta ve posterior vertebral yüksekliklerdeki azalma esas alınarak düzenlenmiştir (sırasıyla h_a , h_m , ve h_p ,) (35). Bir vertebral deformasyon (1’den 3’e kadar derecelendirilmiş) h_a , h_m , veya h_p en az 4 mm veya %15 azaldığında mevcuttur. Meunier’in radyolojik vertebral endeksinde olduğu gibi bu skor halen deformasyon tipine bağlı olarak iş görmektedir.

Bir vertebral deformasyon her zaman bir vertebral fraktürü göstermemektedir, fakat bir vertebral fraktür her zaman için bir vertebral deformasyonu gösterir. Radyolojik açıdan bakıldığında, vertebral deformasyonlar, osteoporotik fraktürler, posttravmatik deformasyonlar ve dejenere yeniden şekillenme, Scheuerman hastalığı (juvenil kifoz), konjental anomali, neoplastik deformasyon ve Paget hastalığı için çok sayıda potansiyel teşhis yöntemi bulunmaktadır. Radyologlara göre vertebral deformasyonların doğru kalitatif sınıflandırması sadece görsel incelemeyle ve radyografinin bir uzman tarafından incelenmesiyle başarılabilir. Vertebral fraktür teşhisi hakkındaki bu perspektif belki de en iyi biçimde Genant’ın öne sürmüştüğü semikantitatif fraktür değerlendirme yöntemi ile yansıtılabilir. Bu yöntem morfolojik değişim ve vertebral yükseklik azalmasının boyutunun yalnızca görsel olarak tayin edilmesiyle fraktürün şiddetinin anlaşılmasını sağlamaktadır ve böylelikle vertebral fraktürlerinin fraktür olmayan diğer deformasyonlardan ayrıştırılmasına olanak sağlamaktadır. Genant’ın görsel Semikantitatif değerlendirmesinde (Tablo 6) her vertebral yükseklik kaybının görsel olarak kolay anlaşılabilirlik derecesi temelinde bir şiddetlilik derecesi alır (53). Diğer yaklaşımlardan farklı olarak deformasyon türü (sıkışma, bikonkavlık ve kompresyon) bu yaklaşımda bir fraktürün derecelendirilmesiyle bağlantılı olmayacaktır (Şekil 19).

Tablo 6: Genant ve ark. protik vertebra kırık skalası (53)

	Wedge deformite	Bikonkav deformite
Grade 0	Normal vertebra korpusu	Normal vertebra korpusu
Grade 1	Hafif kırık	Hafif kırık
Grade 2	Orta derece kırık	Orta derece kırık
Grade 3	Şiddetli kırık	Şiddetli kırık



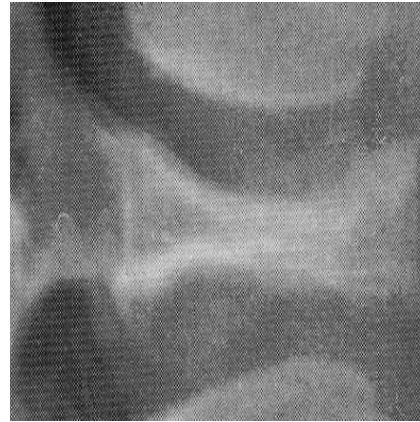
Normal



Wedge



Konkav



Bikonkav

Şekil 19: Osteoporotik kırık sınıflaması.

T4'den L4'e kadar olan torasik ve lomber vertebralar doğrudan vertebral ölçümler yapılmadan görsel incelemeyle derecelendirilecektir.

Normal (derece 0), az miktarda deforme olmuş (derece 1: görüntülenmiş vertebral alanda %20 - %25 azalma), orta derecede deforme olmuş (derece 2: görüntülenmiş vertebral alanda %26 - %40 azalma) ve şiddetli biçimde deforme olmuş (derece 3: görüntülenmiş vertebral alanda %40 ve daha fazla azalma, 0,5 derecesi, bir miktar deformasyon gösteren fakat açık bir biçimde derece 1 olarak

değerlendirilemeyen “sınır” omurunu ifade etmektedir. Yükseklik azalmalarına ek olarak; bitişik omurlar ve beklenen normal görünümle ilgili olarak omurun şeklindeki ve konfigürasyonundaki değişikliklere gerekli dikkat verilmektedir. Bu özellikler yoruma güçlü niteliksel bakış açıları katmaktadır (53)

3. AĞRILI OSTEOPOROTİK VERTEBRA KOMPRESYON KIRIKLARI

3.1. GİRİŞ

Vertebra kırıkları osteoporotik hastalarda en sık rastlanan kırıklardır ve tüm osteoporotik kırık olgularının yaklaşık yarısını oluşturur. Travma olmaksızın veya minör travmadan sonra oluşabilir. Vertebra kırıkları radyolojik olarak gösterilebilir ve vertebra korpus yüksekliğinin % 10-15 veya daha fazla azalması olarak tanımlanır. Şiddetli ağrı olsun ya da olmasın osteoporotik vertebra kompresyon kırıkları uzun dönemde ciddi sorunlara yol açabilir.

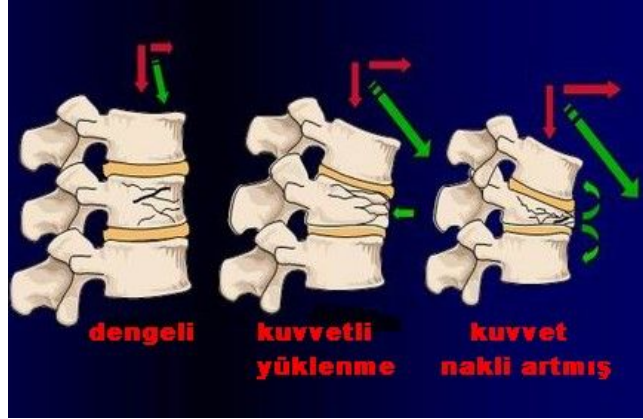
Radyolojik olarak gözlenen vertebra deformitelerinin yaklaşık %25-30'u klinik olarak fark edilir. Bununla birlikte klinik olarak sessiz vertebra kırıklarının bile yaşam kalitesi üzerine kronik ağrı, deformite, yükseklik azalması, iç organların sıkışması, inaktiviteye bağlı psikolojik bozulma gibi olumsuz etkileri vardır. İlk osteoporotik vertebra kompresyon kırığı oluşumu sonraki seviye ve seviyelerde oluşacak osteoporotik vertebra kompresyon kırığı ihtimalini en az 5 kat arttırmaktadır (46).

- Kronik, güçten düşüren ağrı
- Solunum fonksiyonlarında azalma (FVC, FEV1)
- Fiziksel kapasitede azalma
- Sıkışmış abdomenden dolayı erken doymuşluk hissi ve malnutrisyon riski
- Uyku problemleri
- Günlük yaşam aktivitelerinde belirgin kısıtlanma
- Aile bireyleri ve arkadaşlara bağımlılığın artması
- Klinik anksiyete ve/veya depresyon
- Ölüm oranında %23-24 artış
- İş-güç kaybı
- Hastanede yatış süresinin artması

Tüm bu problemler aktivite azalmasına sebep olarak daha fazla kemik kaybına yol açmakta ve yeni kırık ihtimalinin, dolayısıyla sakatlık ve ölüm oranını artması ile sonuçlanan zincirleme döngüye yol açmaktadır.

3.2. BİYOMEKANİK

Vertebra korpusundaki ağırlık merkezi, osteoporozla ilgili olarak ileri taşınmış ve büyük eğilme momenti oluşmuştur (Şekil 20). Vertebral kolonun bu yapısına karşılık olarak posterior kas ve tendonlar konturbalansı arttırmaya çalışırlar. Osteoporotik anterior vertebra korpusu daha fazla kompresif kuvvete maruz kalmaktadır (54).



Şekil 20: Vertebra gövdesine binen yüklerin etkisi ve ağırlık merkezinin öne doğru taşınması.

Anterior korpusa binen yüklerin artması ve momentteki değişiklik, kişide yürüyüş hızının azalmasına, yürüyüş denge bozukluğuna, kas yorgunluğunun artmasına, düşme riskinin artmasına ve total kırık oluşmasına zemin hazırlar. Radyolojik olarak gösterilmiş bir veya daha fazla vertebra kırığı olanlarda yeni vertebra kırığı oluşma riski diğerlerinden 5-10 kat fazladır (46).

3.3. TANI

- a) Anamnez
- b) Fizik muayene
- c) Laboratuvar tetkikleri
 - o Rutin kan tetkikleri,
 - o Hormon profili,
 - o Serum kalsiyum.
 - o Fosfat düzeyi
- d) Görüntüleme yöntemleri
 - o Radyoloji

- Direkt grafiler
- Bilgisayarlı Tomografi
- Manyetik rezonans görüntüleme
- Kemik mineral ölçümü ve dansite içeriği
 - Dual Photon Absorbtiometry (DPA)
 - Dual Enerji X-Ray Absorbtiometry (DEXA)
 - Quantitative Computed Tomography (QCT)
 - Quantitative ultrasaund (QUS)

Osteoporozda klinik, akut olarak bel ağrısının travma olmadan başlamasıyla ortaya çıkar. Spinal deformite, ağrı fonksiyonlarında bozukluk ve azalmış aktiviteye bağlı artmış kemik kaybı görülür. Vertebra kompresyon kırıkları %23-34 arasında mortaliteye sahiptir (56, 57).

3.4. TEDAVİ

3.4.1. Amaç:

Vertebra kompresyon kırıkları osteoporozun komplikasyonlarından olup tedavisinde amaç vertebrayı biyomekanik ve fizyolojik olarak eski stabiliteyi sağlamak amaçlanmalıdır.

Bu amaçlarla hastaya yaklaşırken hastanın ağrılı bir dönemde olduğu unutulmamalı ve konkomitan hastalıklarının izin verdiği ölçüde hemen analjezik tedavisine başlanmalıdır.

Hastaya yaklaşım kısaca 6 basamakta özetlenebilir

1. Erken tanı ve tedavi
2. Ağrının azaltılması
3. Kırık stabilizasyonu
4. Spinal deformitenin düzeltilmesi- korunması
5. Anatomik redüksiyon
6. En kısa sürede mobilizasyon sağlanmalıdır.

3.4.2. Tedavi Seçenekleri

Tanı konduktan sonra hastanın tedavisi için yapılabilecek seçenekler aşağıda özetlenmiştir.

1. Medikal tedavi
 - a. Yatak istirahati
 - b. Nonsteroid-antiinflamatuvar ilaçlar
 - c. Narkotik analjezikler
 - d. Brace-korse tedavisi
2. Fizik tedavi
3. Açık cerrahi tedavi
4. Vertebroplasti
5. Balon kifoplasti

4. VERTEBROPLASTİ - BALON KİFOPLASTİ

4.1. GİRİŞİMLER

4.1.1. Vertebroplasti

Perkütanöz vertebroplasti (PV), bir biyomalzemenin (genellikle polimetil-metakrilat kemik çimentosu) perkütanöz yoldan kırık sahasına enjekte edilerek kırığın stabilize edilmesine ve ağrının giderilmesine olanak veren minimal invaziv bir tedavi yöntemidir (58). 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 (58). Bu olgudaki başarılı sonucun ardından aynı merkezde omurga hemanjiomu olan 6 hastaya daha PV uygulanmış, yine alınan başarılı sonuçlar kadavrular 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 polimetil-metakrilat (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 (49, 58-64).

4.1.2. 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 cesaret vericidir (65, 66).

4.2. ENDİKASYONLAR

- Ağrılı osteoporotik ve osteolitik torakolomber vertebra kırıkları
- Cerrahi dışı 3 hafta tedaviye rağmen ağrısı geçmeyen osteoporotik vertebra kırıklı hastalar
- 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)

4.2.1. 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) 3 aydan daha yaşlı bir kırık fakat kemik taramasında halen sıcak görünmekte ya da çökme olayı çok yakın bir geçmişte gerçekleşmiş.

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 uygun adaylardır (75).

İşlemden önce bütün hastalar ayrıntılı bir fiziksel kontrolden geçmeli, etkilenen vertebranın MRG çekimi yapılmalıdır. Gereken olgularda radyonükleid kemik taraması yaptırılabilir (75). 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 olur. 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 hastalar genellikle vertebroplastiye de iyi cevap vermemektedir.

Girişimin uzun dönem güvenirliliği hakkında henüz yeterli bilgi olmaması nedeni ile genç yaşta kılere vertebroplasti uygulanması önerilmemektedir (75).

Omurganın tümoral lezyonlarında, kırık oluşmadan PV uygulanması da uygulanmakta olan bir yöntem olup, bu alanda henüz yeterli klinik sonuç mevcut değildir (49, 63, 67). Ancak erken dönem çalışmalar, PV uygulanmış omurlarda onkolojik tedaviye olumsuz bir etki saptanmadığını göstermektedir (63).

En iyi sonuçlar, genellikle radyolojik bulgularla uyumlu bölgede palpasyonla ağrı ve hassasiyeti olan olgularda alınmaktadır. PV uygulamasının kırık oluşumunu izleyen birkaç hafta içinde yapılması önerilmekte, 6 aydan geç yapılan PV uygulamaları ile başarılı sonuç alınmasının zor olduğu belirtilmektedir (49,63).

Genç olgularda genellikle PV uygulaması ilk seçenek olmamaktadır, ancak 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 (36, 49, 63, 68). PV işlemi ile ağrıyı geçirebilmek için kırık seviyede lokalize edilebilen ağrısı olan, MRG ile yakın geçmişte oluştuğu gösterilebilen omurga kırığı olan ve şiddetli ağrısı olan olguların tercih edilmesi önerilmektedir (49,59-61, 63).

4.3. HASTANIN BİLGİLENDİRİLMESİ VE ONAYININ ALINMASI

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. Hastaya bu gibi komplikasyonların oluşmasının olası olmadığını ve hiç osteomyelit ve felç vakasının rapor edilmediği de söylenmelidir. Hastanın dikkatini girişimin -eğer hasta çok şiddetli ağrı çekmekteyse ve iyileşmek için küçük bir riski göze almaktaysa- uygulaması gerektiği anlatılmalıdır. Bazı hastalar bu aşamada girişimi kabul etmemektedir (75).

4.4. KONTRENDİKASYONLAR

- Hamilelik
- Kanama diatezi
- Torakalde % 50'den, lomberde % 75'den fazla çökme olanlar
- Yüksek enerjili burst kırıkları ve posterior duvarda kırık olması
- Osteoblastik tümörlü vertebra
- Osteomyelit
- Kullanılan maddelere karşı alerjik durumlar

Osteomyelit ve epidural abse varlığında PV mutfak 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 (49, 59-61, 63, 76).

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 (49, 63, 70).

Genç ve ek sorunları olmayan olgulardaki travmatik omurga kompresyon kırıklarının PV ile tedavisi önerilmemektedir. Bu tür olgularda semptomlar oral analjeziklerle ve breysleme ile kolaylıkla önlenir. Normal kırık iyileşme yeteneğine sahip olduğu düşünülen bu grup olgularda 4-6 hafta içinde kırık iyileşmesi ve ağrı azalma gözlenmektedir (49, 63, 64, 71).

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 (49, 62, 63, 72).

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 (63, 64, 66).

PV ile ağrının azalmasının ne şekilde oluştuğu 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 (36, 59, 64, 72). Vertebroplasti ve balon kifoplastinin karşılaştırılması aşağıdaki gibidir (Tablo 7).

Tablo 7: Vertebroplasti ve balon kifoplastinin karşılaştırılması

Vertebroplasti	Balon Kifoplasti
▪ 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
▪ Yükseklik kaybı sürer	▪ Vertebra yüksekliğini yeniden sağlar.
▪ Nispeten ucuz	▪ Pahalı
▪ Vertebra dışına sızma	▪ Vertebra dışına sızma nadir.
▪ Geçici radiküler ağrı	▪ Spinal deformiteyi önler
▪ Semente bağlı pulmoner embolizm	

4.5. Perkutan Vertebroplasti Cerrahi Teknik

PV uygulaması genellikle lokal anestezi altında yapılabilmektedir, ancak işlem sırasında sedasyon da uygulanabileceği akılda tutularak 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 (76).

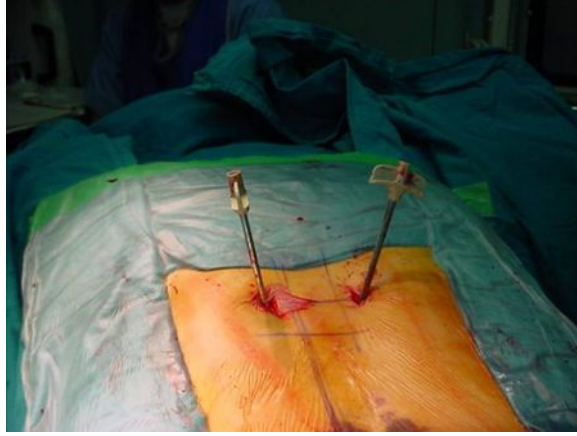
Operasyon odası biplanar ya da C-kollu uniplanar skopi cihazı ile çalışılacak şekilde düzenlenmeli, hastanın yerleştirileceği masanın yüzükoyun pozisyonda yatacak hasta için uygun olmasına ve radyolusen olmasına özen gösterilmelidir.

Hastanın vital fonksiyonlarının takibi için monitörizasyon ekipmanı tam ve çalışır olarak bulunmalıdır (36, 66, 76).

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 görüntüler 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 küçük bir çekiç marifetiyle ilerletilen 10 G kanüller veya çekice gerek duyulmaksızın tutamağından elle bastırılarak ilerletilebilen 11 G Jamshidi kemik biyopsisi kanülleri tercih edilmektedir. Tüm bu kanüllerin geniş lümenleri ve içlerinde trokarları bulunmaktadır. Üst torakal bölge gibi bölgelerde ya da pedikülleri dar olan kimselerde daha dar olan 13 G kanüller tercih edilmelidir (66, 75, 76).

Giriş noktası ve kullanılacak iğne seçildikten sonra ilgili alana denk düşen cilt alanına 11 numara bisturi yardımıyla küçük 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 küçük bir çekiç 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 (36, 76) (Şekil 21).

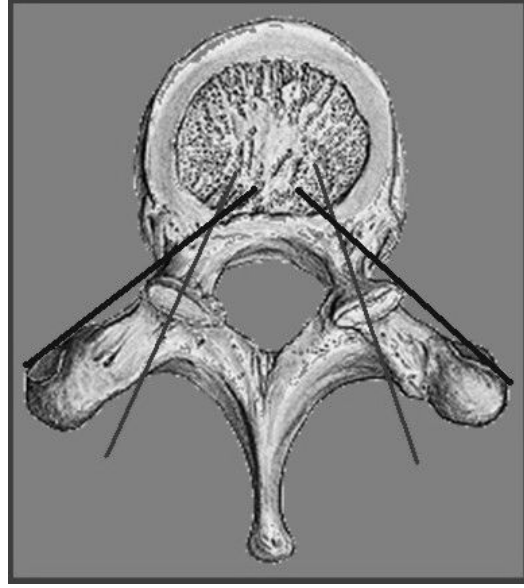
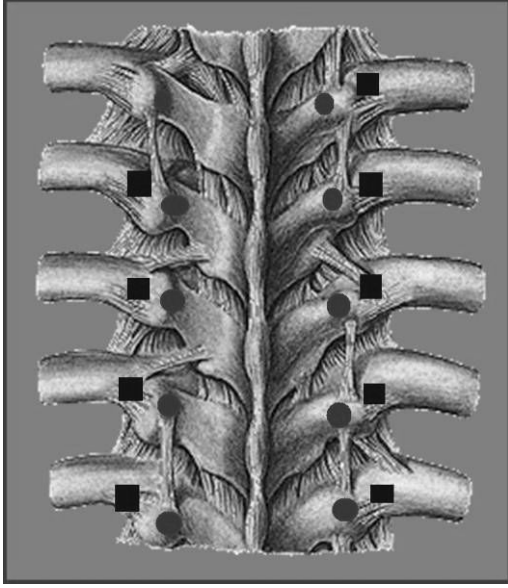


Şekil 21: İki taraflı kanüllerin yerleştirilmesi.

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 (36, 66) (Şekil 22-25).

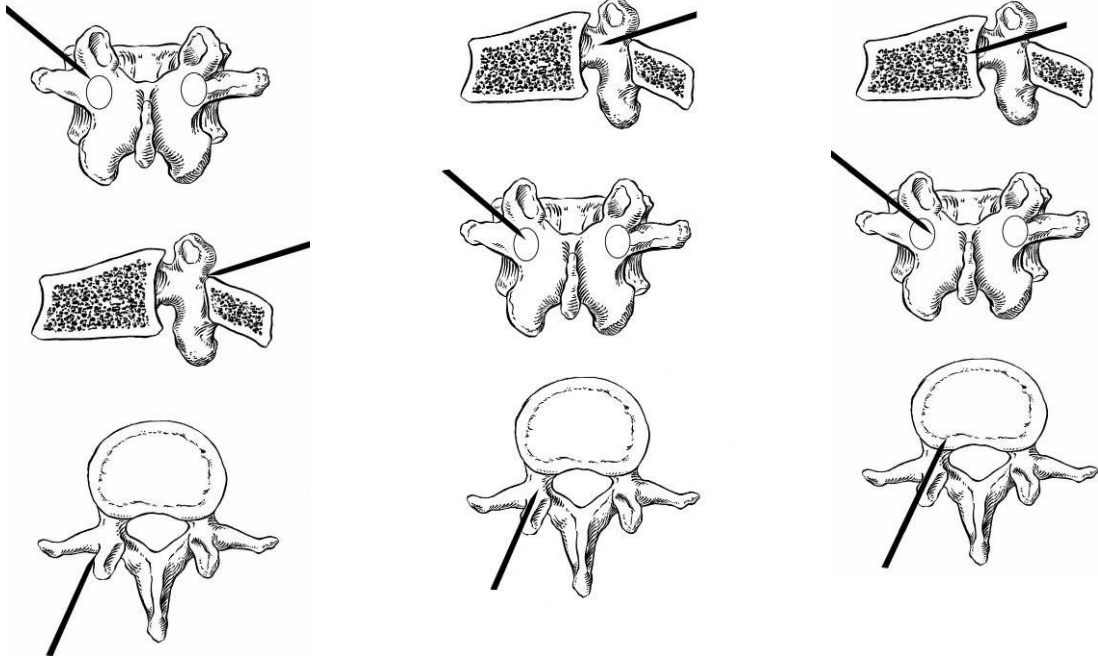
Transpediküler yol cerraha uygulama için belirgin anatomik noktalarla yol göstermesi, omur cismi içine ulaşarak PV uygulaması ya da biyopsi alınması için etkili bir yol olması ve pedikül içinde kalmaya özen gösterilmesi durumunda oldukça güvenli bir yol olması nedeniyle bazı avantajlara sahiptir (66, 76) (Şekil 22, 23).

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 (66). 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 (66, 76) (Şekil 24, 25).



■ Ekstrapediküler yaklaşım. ● Transpediküler yaklaşım.

Şekil 22: Anatomik giriş noktaları



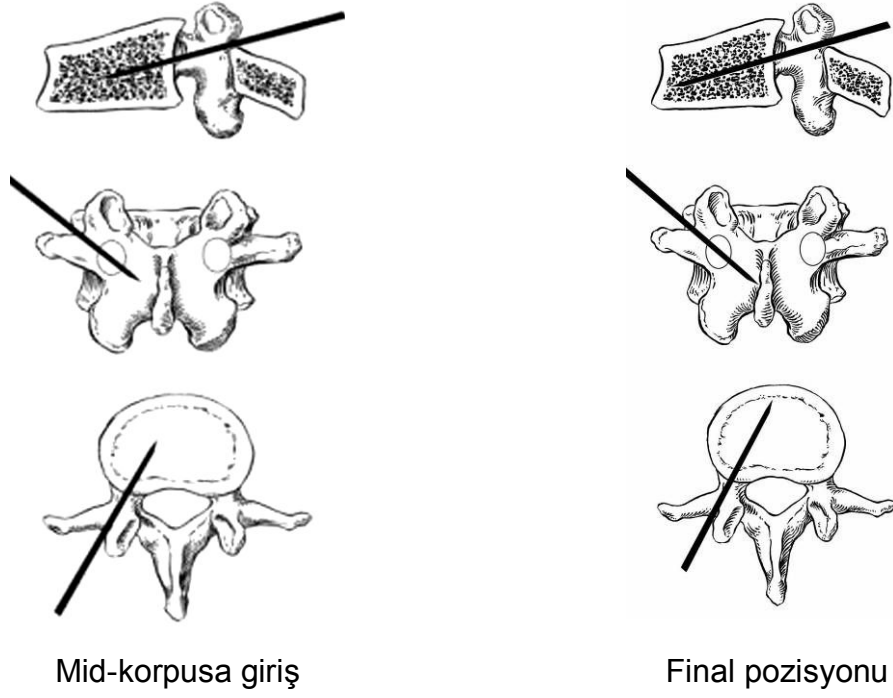
Giriş

Pedikül altında kanül

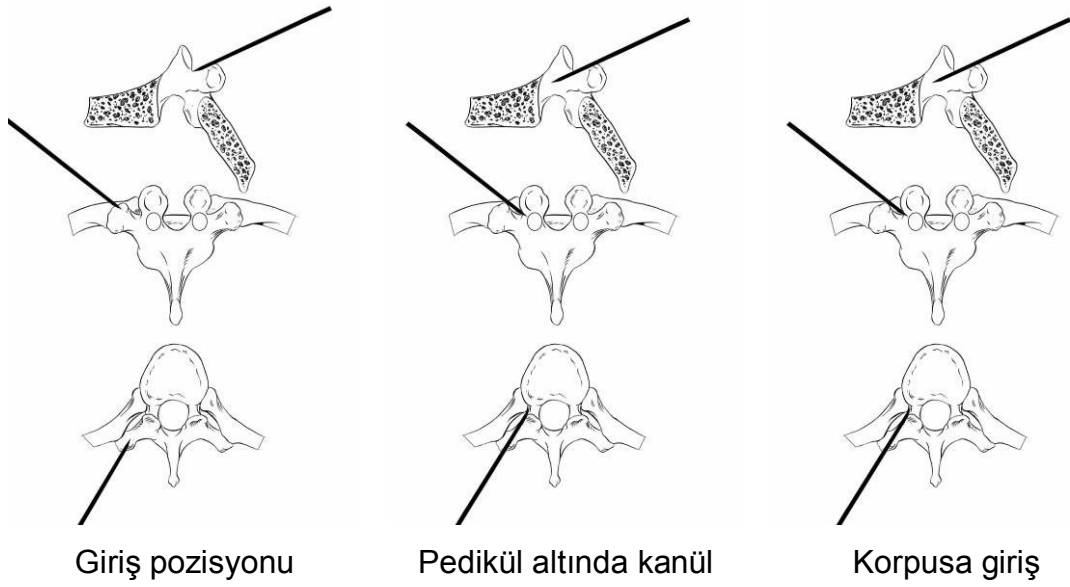
Korpusa giriş

pozisyonu

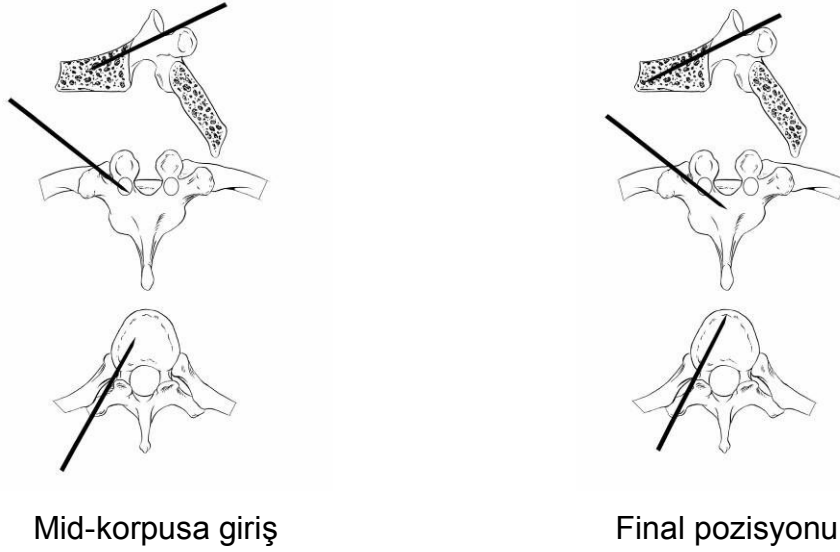
Şekil 23: Transpediküler girişimin şematize edilmesi



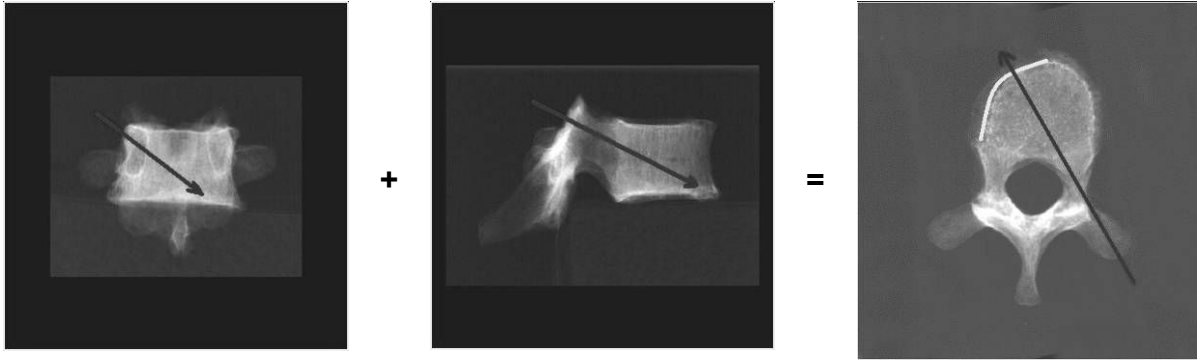
Şekil 23 (devam) : Transpediküler girişimin şematize edilmesi



Şekil 24: Ekstrapediküler girişimin şematize edilmesi.



Şekil 24 (devam): Ekstrapediküler girişimin şematize edilmesi



Şekil 25: Anatomik olarak kanülün gideceği yön

PV uygulamasında biyomalzeme olarak genellikle polimetil-metakrilat kemik çimentosu yaygın olarak kullanılmaktadır (66). 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.

4.5.1. Vertebra ve Epidural Venografi

Venografi vertebradaki venlerin lokasyonlarını ortaya çıkarır. Bu sayede PMMA'nın venlere girdiğinde ne şekil alacağını da önceden gösterir. Venografi kullanımını rutin olarak uygulayanlar olmakla beraber çok yaygın olarak yapılmamaktadır (76). Burada tek kontrendikasyon kontrast madde alerjisi olabilir. Monitörlerden birine bir venogram görüntüsü konur ve referans olarak kullanılabilir. Venografi aynı zamanda vertebraya PMMA enjekte edildiği zaman ne kadar bir dirençle karşılaşılabileceğine dair bir fikir sahibi olunmasına da katkıda bulunur. Genel olarak eğer kontrast enjeksiyonu zorsa PMMA enjeksiyonu da zor olacaktır. Elbette bunun tersi de olabilir. PMMA'nın akışkanlığı da enjeksiyonun kolay ya da zor olması durumunda ayarlanabilir. Vertebraya (vasküler bir alan) fazla miktarda hava enjekte edilmesini önlemek için trokar uzun spinal bir iğne ile serum fizyolojik ile önceden doldurulur. Kontrast son derece yavaş bir şekilde enjekte edilirken uygulayıcı enjeksiyona karşı olan direnci ölçer. Trokar iyi bir konumdaysa paravertebral ve epidural venler dolmadan önce kemik iliği incecik bir ağ şeklinde bir dolgunluk gösterir. Venografi aynı zamanda vertebra endplate ve vertebranın posterior duvarların sağlam olup olmadığını da gösterir.

Kontrast genellikle vertebradaki kırıktan dışarı sızar. Kontrast enjeksiyonu PMMA için kesin bir yol göstermez. Bunun sebebi kontrastın PMMA'ya göre daha akışkan olmasıdır. Kontrast vertebrada bulunan herhangi bir kırıktan dışarı sızmaya her zaman eğilim gösterir. Buna karşın PMMA için bu her zaman geçerli değildir. Kontrast vertebradan dışarı sızarsa PMMA da sızabilir. Fakat yine de PMMA enjeksiyonu başarılı olabilir. Bu gibi durumlarda PMMA'nın akışkanlığı değiştirilerek vertebra içinde kalması sağlanır. Eğer venografi trokarın geniş bir vertebral venin tam ortasında olduğunu gösterirse, trokar birkaç milimetre ileri itilmek suretiyle direkt olarak ven içine enjeksiyon yapılması önlenmiş olur. Trokarın geri çekilmesi aynı sonuca ulaşılmasını sağlamaz. Çünkü PMMA'nın vene girmesine imkan veren geniş bir yol orada kalacaktır. Trokarın ileri itilmesi genellikle vende bulunan deliği kapatmakta ve bu şekilde PMMA'nın vertebraya akmasına imkan sağlamaktadır. Bazı durumlarda kontrast vertebradan çıkıp venlere doğru gitmez buna karşın vertebrayı boyar ya da diske taşar. Bu gibi durumlarda kontrast enjeksiyonu durdurulur. Bunun sebebi vertebrada bulunan fazla miktarda kontrastın PMMA enjeksiyonu başladığında PMMA'yı engelleyeceğidir. Eğer kontrast vertebrayı boyarsa 20-30 ml serum fizyolojik enjekte edilerek kontrastın vertebradan temizlenmesi sağlanır.

4.5.2. 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 (Şekil 26).

Bütün bu karışım steril bir karıştırıcı ile 1 dakika karıştırılır. Enjektör yardımıyla kemik dolgu aletine aktarılır. Sement enjeksiyonu karıştırmaktan 3-4 dakika sonra başlar. Uygun enjeksiyon süresi gerçek süreden ziyade sementin kıvamına bağlıdır. Sement karıştırma kabı içinde test spatülü'nden damlamayacak kadar koyu olmalıdır (Şekil 27). Malzeme karıştıktan



Şekil 26: Sementin karıştırılması

sonra sementin tamamı enjektör içine doldurulur. Hava enjektörden dışarı alındıktan sonra aşağı yukarı 8 tane 1,5 ml. kapasiteli kanüllere enjektör yardımıyla konur.

4.5.3. PMMA Enjeksiyonu

Eğer vertebral yapı sklerotik ise ya da hastanın kemik yoğunluğu yüksek ise ya da venografi esnasında kontrast zorlanılarak enjekte edilebiliyorsa bu durumda sement daha ince olmalıdır. Eğer önemli ölçüde venöz dolgu oluşumu gözlenmeye başlanmışsa uygulayıcı PMMA'nın sertleşmesi için bir iki dakika beklemelidir (Şekil 27). 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



Şekil 27: Sementin kıvamı

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 yükselir. Enjeksiyon vertebra dolana kadar sürdürülür. PMMA epidural alana sızmaya başlamadan ya da bir veni ciddi bir şekilde doldurmadan önce enjeksiyon işlemi durdurulur.

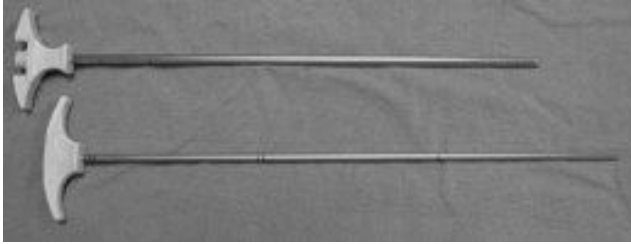


Şekil 28: işlemlerde kullanılan kanüller ve Jamshidi iğnesi.

Çalışma kanülü

K.W.

11 G Jamshidi iğnesi

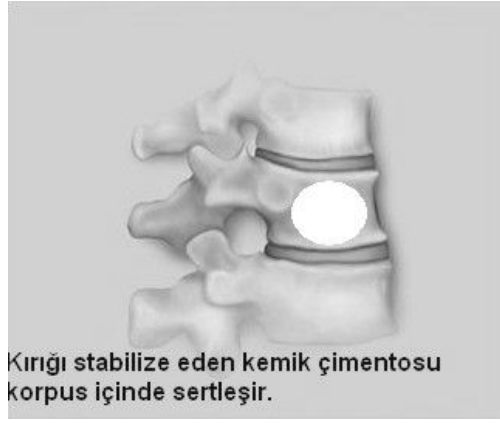


Biyopsi kanülü

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 mümkündür.

4.6. Perkütan kifoplasti Cerrahi Teknik

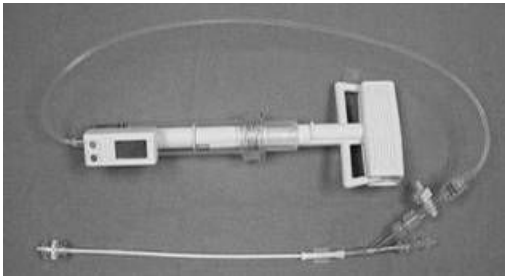
Cerrahi teknik 3 ana cerrahi adımdan oluşur. Vertebra korpusuna erişim, şişirilebilir kemik tamp (balon) ile kırığın redüksiyonu ve kırığın fiksasyonu. Kemiğe erişim adımı vertebroplasti yöntemiyle aynıdır (Şekil 29).



Şekil 29: Balon kifoplasti ile kompresyon kırığının redüksiyonu ve fiksasyonundaki adımlar.

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

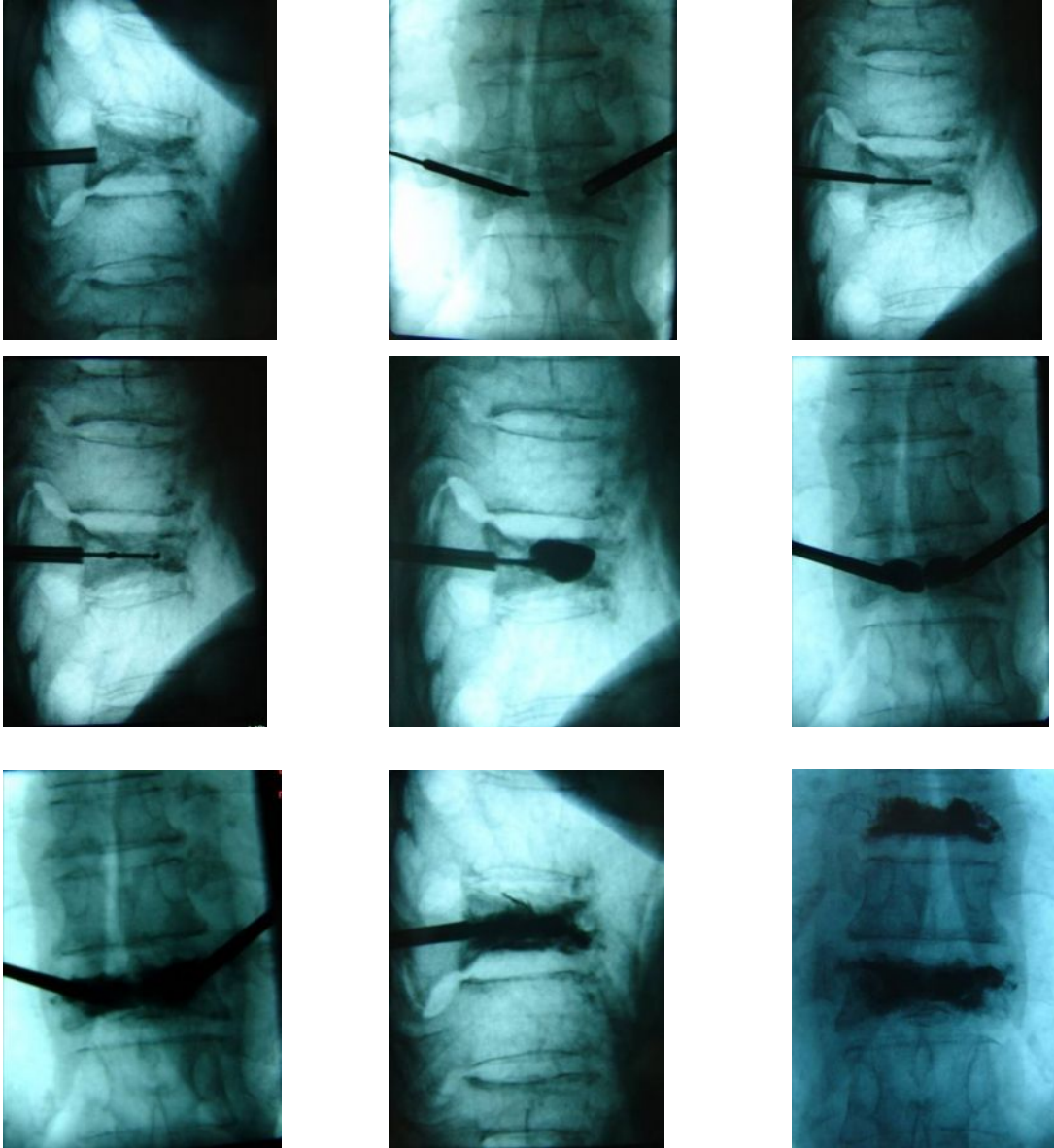
Röntgen görüntüleri, şişirme hacmi ve basınç izlenerek yavaşça şişirilir. Vertebra duvar yüksekliği tamamen redükte olana, balon kortekse 2-3 mm erişinceye ve balon maksimum hacime (220 psi; balon tekrar inerse 350 psi'ye kadar şişirilebilir) ulaşıncaya kadar veya basınç düşmesi olmayıncaya kadar işleme devam edilir. Kullanılan her bir balon için son balon hacmi maksimum 300 psi (20,4 atm) dir. Maksimum volüm 4-6 cc'dir (Şekil 30, 31).





Şekil 31: Balon şişirme tekniği (Inflatible Bone Tamp).

Kemik dolgu aleti röntgen kontrolü altında kavite içine anterior duvarla neredeyse temas edecek biçimde yerleştirilir (Şekil 32).



Şekil 32: Balon Kifoplasti yönteminin intraoperatif floroskopik basamakları

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 1,5 cc alır. Kavite hacmi aşılrken dikkatle izlenir. Kavitenin doldurulması ve sement sızıntısı olmadan bir miktar interdijitasyon olması tavsiye edilir.

Floroskopi ve son radyografilerle çimentonun yeterliliği teyid edilir. Kanül ve kemik dolgu aleti çıkarılarak yara sütüre edilir ve steril bir şekilde kapatılır. Karıştırma kabındaki Sement iyice katılaşımadan hasta kıpırdatılmamalıdır. Özellikle lomber kifoplastilerinde hematomların önlenmesine yardımcı olması açısından hastayı 4 saat supin pozisyonunda tutmalı ve hasta uyandıktan sonra 4 saat gözlem altında tutulması gerekir.

4.7. Postoperatif Gözlem

Her iki teknikte de postoperatif gözlem aynıdır. Hastanın yatakta geçirdiği süre aynı zamanda nöroleptik anestezinin etkisinin geçmesi için gerekli bir süredir, çünkü PMMA birkaç dakika içinde sertleşir. Gerekli ise postoperatif ağrı için ilaçlar uygulanır, hastanın belirgin adale spazmları varsa bir adale gevşetici kullanılabilir. Oturmak ve ayağa kalkmak için girişimden sonraki sabah izin verilir.

Vakaların çoğunda postoperatif ağrı ve adale spazmları şiddetli değildir ve birkaç gün içinde geçerler. Prosedür öncesi uygulanan narkotikler zamanla azaltılır. Hastanın bir problemi varsa daha önce yoksa normal olarak bir hafta sonra telefonla evden takibe başlanır. Bütün hastalar vertebroplasti uygulandıktan 6 hafta sonra kontrol edilirler ve düz filmleri çekilir. Aynı şekilde bir kontrol daha 3. ve 6. ayda yapılır.

Durumu gayet iyi giden bir hasta birden bire kötüleşirse bu yeni bir çökme kırığı olduğuna işaret ediyor olabilir. Bu gibi durumlarda yeni bir MRG istenmeli ve söz konusu şüphenin doğru olup olmadığı kontrol edilmelidir. Ek olarak kemik taraması da istenebilir. Osteomyelit ihtimali her zaman akılda olmalıdır. Yaşlı hastalarda ateşin yükselmeyebileceği akılda tutulmalıdır. Durumu kötüye giden bir hastadan bu ihtimali düşünerek hızla MRG istenmelidir (75).

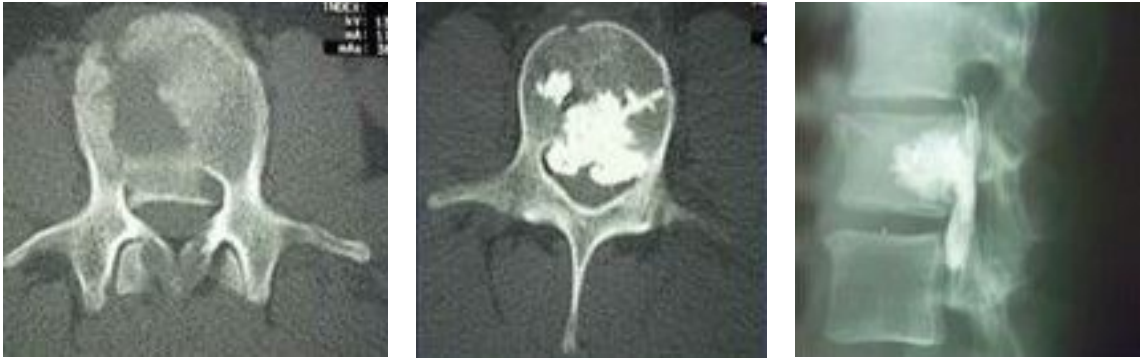
4.8. Komplikasyonlar

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

4.8.1. Çimento 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 (77, 78). PV sonrası görülen klinik yakınmaların çoğu çimento kaçağı ile ilişkilidir ancak hastaların büyük çoğunluğu bu komplikasyonu son derece iyi tolere ederler. 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 (77, 78). Ayrıca çok nadiren vena cava inferior, akciğerler ve aortaya da çimento kaçakları olabilmektedir (78).

Paravertebral yumuşak dokulara olan kaçaklar literatürde bildirilen 2 olgu dışında neredeyse tamamen asemptomatiktir (77, 78). 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 (66, 77, 78) (Şekil 33).



Şekil 33: Burst kırığı komplikasyon-çimento sızması.

İntervertebral foramene olan kaçaklar transpediküler yol tercih edildiği sürece çok nadir olarak gözlenir. Bu yöntem kullanılmasına rağmen olan kaçaklar, kanül-trokar sisteminin yerleştirilişi sırasında pedikülün medial ya da inferior duvarının kırılması ile olabilmektedir (66, 78).

İntervertebral disklere olan çimento kaçaklarına özellikle aşırı çökmeye sahip omurlara PV uygulaması 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 düşünülmektedir, ancak henüz bu mekanik varsayım hakkında yeterli kanıt mevcut değildir (77, 80, 81).

Venöz çimento kaçakları oldukça sık görülmektedir. Ciddi tehlike oluşturmadıkları, ancak nadiren pulmoner emboliye neden oldukları bildirilmektedir. Venöz kaçaklar en sık basivertebral venlere olmaktadır (77-79).

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 (66, 77, 78).

4.8.2. Çimento ile ilişkisiz komplikasyonlar:

Lokal hassasiyet, olguların çoğunda görülen ve ortalama 72 saatte sorunsuz bir biçimde kendiliğinden kaybolan bir durumdur (77, 79).

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 (64, 68, 70-72, 80).

Çimento kaçağı olmaksızın, çimentoyu oluşturan kimyasal maddelerden kaynaklanan kardiyovasküler depresyon da, yine olası bir komplikasyon olarak karşımıza çıkmaktadır (77, 79).

PV sonrası enfeksiyon oldukça nadirdir, literatürde bildirilmiş 1 olgu mevcuttur. Genel olarak cerrahi antisepsi kurallarına uyulması ve profilaktik antibiyotik kullanımı ile enfeksiyon olasılığı minimale indirilebilir (66).

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

5. MATERYAL VE METOD

Bu retrospektif çalışmada Temmuz 2003 ile Mart 2008 yılları arasında İstanbul Bilim Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji AD'nda osteoporotik omurga kompresyon kırığı tanısı ile tedavi edilen hastalar incelendi. Arşiv kayıtları, hasta dosyaları ve radyolojik arşiv tarandı. Konservatif tedavi denenmiş ancak başarısız olunmuş veya baştan itibaren cerrahi girişimi kabul eden hastalar çalışmaya dahil edildi. Olguların hastanede yattıkları süre içerisinde tutulan hastane kayıtları ve periyodik rutin kontrollerde elde edilen veriler incelendi.

Belirtilen tarihler arasında kliniğimizde toplam 227 hastaya kifoplasti ve/veya vertebroplasti işlemi yapıldı. Posterior enstrumantasyon eşliğinde yapılan vertebroplasti veya kifoplasti olguları çalışma dışında tutuldu. Osteoporotik vertebra kompresyon kırığı nedeniyle vertebroplasti yapılan 115 hasta (405 seviye), kifoplasti yapılan 19 hasta (28 seviye) ve her iki tekniğin uygulandığı 14 hasta (65 seviye) olmak üzere toplam 148 hasta (498 seviye) çalışmaya dahil edildi. Hastaneden taburcu olmadan önce tekrar işlem geçirenler hastalar tek işlem geçirmiş olarak kabul edildiler. Farklı zamanlarda değişik seviyelerden işlem gören hastalar ayrı hasta olarak kabul edildi.

Hastaların başvuru anında öyküleri alındı, ağrının karakteri, nasıl ve ne zaman başladığı, travma öyküsü, osteoporoz öyküsü, malignite öyküsü sorgulandı, özgeçmişleri değerlendirildi, fizik muayene ve nörolojik muayeneleri yapıldı ve muayene bulguları kaydedildi.

Olgular travmadan 1 gün ile 2 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. Tedavi öncesi yapılan fizik muayene değerlendirmelerinde olguların hiçbirinde nörolojik defisit saptanmadı.

Olgular tedavi amacıyla kliniğe yatırıldıklarında ağrı dizabilite indeksi (ADİ) ve Oswestry Dizabilite Sorgulaması (ODS) değerleri kaydedildi. Ağrı değerlendirmesinde, 0-10 (0: ağrı yok, 10: dayanılmaz ağrı) VAS ağrı skalası kullanıldı.

Vertebra kompresyon kırığı saptanan ve ağrı sebebi ile yatış yapılan hastaların tümüne hastalığı hakkında bilgi verildi. Hastalara konservatif tedavi hakkında bilgi verildi. Konservatif tedavi denemek istemeyen veya konservatif tedavi ile başarılı olunamayan hastalar vertebroplasti ve kifoplasti hakkında ayrıntılı olarak

bilgilendirildiler. İşlemleri kabul eden ve takibinde işlem yapılan hastalar değerlendirilmeye alındı.

Radyolojik tanıda olguların vertebral kolon ön-arka ve yan direkt grafleri rutin olarak değerlendirildi. Ağrısı olan ve/veya direk grafide bulgu saptanan hastalarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) rutin olarak çekildi. MRG'de osteoporotik kırık bulgusu (T2 ağırlıklı ve STIR sekanslarında korpusta ödem, yükseklik kaybı vb.) saptanan hastalar radyografilerde özellik olmamasına rağmen hastanın fizik muayenesi ile birlikte düşünülerek kırık olarak değerlendirildi. Benzer kliniği olan hastaların MRG bulgularına bakılarak ayırım yapıldı ve sadece kompresyon tipinde olan kırıklar çalışmaya dahil edildi. Gerekli görülen olgularda MRG bulgularının yetersiz görülmesi üzerine ilgili bölgenin 3 boyutlu bilgisayarlı tomografi (3D BT) incelemesi yapılarak spinal kanal ile kırığın ilişkisi araştırıldı. Vücudunda implant bulunan (kardiak pace maker vs.) hastalara MRG çekilemediğinden dolayı sadece 3D BT çekildi ve korpus anteriorunda çökme görülen hastalar değerlendirilmeye alındı.

Kırığın MRG bulgularına göre tahmini yaşına göre kifoplasti veya vertebroplasti açısından hastalar değerlendirildi. Akut ve subakut dönemdeki hastalar (maksimum 3 aya kadar hikayesi bulunan hastalar) ve BT bulgusuna göre çökmesi olan hastalar değerlendirilmeye alındı. Anterior çökmesi 30 dereceden fazla olan hastalara kifoplasti yapıldı. 30 dereceden az çökmesi olan veya 30 dereceden fazla çökmesi olan ve 1 aydan uzun hikayesi bulunan hastalara vertebroplasti yapıldı.

Tüm hastalara preoperatif dönemde bilinen osteoporozu yoksa kemik dansitometrisi yapıldı. Kemik dansitometrisine göre ileri derecede osteoporozu olan hastalara (t skoru $< 3,0$) profilaktik olarak kırık seviyesi üstüne ve altına biyomekanik olarak daha stabil ve dengeli yük binen omur cismine kadar profilaktik olarak vertebroplasti yapıldı. Dolayısıyla bazı hastalara sadece 1 seviye vertebroplasti veya kifoplasti yapılırken bazı hastalara 16 seviyeye kadar vertebroplasti yapıldı. İleri derecede osteoporotik ve 30 dereceden fazla çökmesi olan hastaların ise yapılan kifoplastiye ek olarak alt ve üstteki sağlam seviyelere vertebroplasti ile augmentasyon yapıldı.

Kifoplasti yapılacak hastalar için Denis ve ark. (8) tariflendiği lokal kifoz açısı, anterior kompresyon açısı, vertebra anterior, orta ve posterior cisim yükseklikleri ölçüldü. Lokal kifoz açısı, kırık vertebranın bir üstündeki sağlam vertebranın üst endplate'ine paralel çizilen çizgi ile bir altındaki sağlam vertebranın alt endplate'ine çizilen çizgilerin arasında kalan açıdır. Anterior kompresyon açısı, kırık vertebranın

üst endplate'ine çizilen çizgi ile alt endplate'ine çizilen çizgi arasında kalan açıdır. Vertebra anterior, orta ve posterior cisim yükseklikleri, kırık vertebra cisim yüksekliklerinin bir üst ve bir alt vertebra cisim yüksekliklerinin ortalamasından çıkarılması ile elde edilen farkın bu ortalamaya oranıdır.

Operasyondan en az 6 saat önce olgular aç bırakıldı. Olgular; sedasyon anestezisi altında, prone pozisyonunda, skopi eşliğinde ve ışın geçirgenliği ayarlanmış ameliyat masasında opere edildiler. Hastaların tümüne preoperatif 2 gr. ve postoperatif 1 gr sefazolin sodyum günde 4 kez 24 saate tamamlanacak şekilde cerrahi profilaksi için verildi.

Sedasyon anestezisi altında opere edilen hastalara cilt temizliği ve örtümü takiben cilt, cilt altı dokular kalın spinocan iğne (no:18) ile periosta kadar marcaine enjeksiyonu yapılarak lokal anestezi sağlandı.

Her kırık seviye için işlemler önceki bölümde anlatılan tekniğe uygun olarak gerçekleştirildi. MRG bulgularına göre patolojik kırık olabileceği düşünülen olguların tümünde rutin olarak işlem başlangıcında transpediküler kemik biyopsisi yapıldı ve patolojik olarak incelendi.

Çalışmamızda, olgulara yapılan tüm PV uygulamalarında PMMA kemik çimentosu kullanıldı. Kemik çimentosu, torakal seviyelerde her seviye için yaklaşık 3 cc, lomber seviyelerde ise her seviye için yaklaşık 4 cc hacminde enjekte edildi. Tüm olgularda kyphyx bone filler system vertebroplasti ve kifoplasti setleri ile vertebroplasti ve kifoplasti işlemleri gerçekleştirildi.

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. Operasyondan 3 saat sonra yatak içi harekete izin verildi ve olgular 6. saat sonunda yatak içinde oturtuldu ve ağırlı durumlarına göre yürütüldü veya bir sonraki seferde (post op 6-12 saat içinde) yürümleri sağlandı. Bu süre zarfında olguların vital ve nörolojik bulguları yakından takip edilmiştir.

Olguların tümü ameliyat sonrası erken dönemde mobilize edildiler (post op 6-12 saat içinde). Hiçbir hastaya post op dönemde korse verilmedi. 2 olgu hariç hiçbir olguda operasyona sekonder erken dönem komplikasyon görülmedi. Hastanede yatış süresi postoperatif 1-5 gün arasındaydı. Tüm olguların post op 24-48. saatte ayakta ön-arka ve lateral tüm kolon vertebra grafisi ve yatarak ilgili bölgenin ön-arka ve lateral direk radyografileri alındı. Olgular, ameliyat sonrası dönemde rahat mobilize

olduktan sonra osteoporoz ile ilgili medikal tedavi almaları için ilgili bölüme yönlendirildiler.

Olgular ameliyat sonrası 6. hafta, 3. ve 6. aylarda rutin kontrollere çağrıldılar. Son kontrolde çekilen grafiler, Ağrı Dizabilite İndeksi (ADİ) (Tablo-8) ve Oswestry Dizabilite Sorgulaması (ODS) (Tablo-9) sonuçları kaydedildi ve öncekilerle karşılaştırıldı. Olgularımızın takip süresi minimum 6 ay idi.

İstatistiksel hesaplamalarda “student t testi” kullanıldı. 0.05’den küçük P değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Tablo 8: Ağrı Dizabilite (Sakatlık) İndeksi (ADİ)

	Skorlama	
Ev içi sorumluluklar	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 10 puan
Sosyal aktiviteler	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 10 puan
Boş zaman değerlendirme	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 10 puan
Kendine bakım aktiviteleri	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 10 puan
İş	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 10 puan
Cinsel yaşam	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 10 puan
Yaşam destek aktiviteleri	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 10 puan
Toplam	0 puan	70 puan

Tablo 9: Oswestry Dizabilite Sorgulaması (ODS)

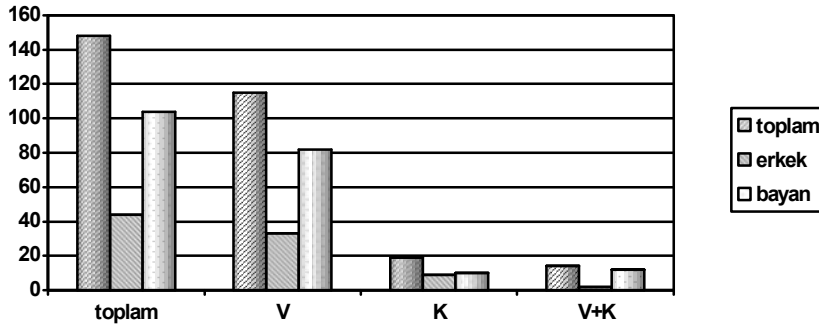
	Skorlama	
Ağrı şiddeti	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Kendine bakım	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Kaldırma-Taşıma	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Yürüyüş	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Oturma	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Ayakta durma	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Uyku	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Cinsel yaşam	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Yolculuk etme	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Sosyal hayat	Dizabilite Yok: 0 puan	Total dizabilite: 5 puan
Toplam	0 puan	50 puan

6. BULGULAR VE OLGU ÖRNEKLERİ

6.1. Bulgular

Osteoporotik veya patolojik vertebra kompresyon kırığı nedeniyle 115 hastaya (405 seviye) vertebroplasti, 19 hastaya (28 seviye) kifoplasti ve 14 hastaya da (65 seviye) vertebroplasti+kifoplasti yapıldı. Vertebroplasti yapılan 115 hastanın 33'ü (%28,7) erkek, 82'si (%71,3) bayan idi. Kifoplasti yapılan 19 hastanın 9'u (%47,4) erkek ve 10'u (%52,6) bayandı. Vertebroplasti ve kifoplastinin birlikte yapıldığı 14 hastanın 2'si (%14,3) erkek ve 12'si (%85,7) bayandı (Grafik 1).

Grafik 1: Vertebroplasti(V), kifoplasti(K), vertebroplasti ve kifoplastinin beraber yapıldığı (V+K) hastaların cinsiyet dağılımı.



Toplam olarak 498 adet seviyeye kifoplasti ve vertebroplasti yapıldı. Hasta başına ortalama seviye 3.36 olarak bulundu. Hastaların yaş ortalaması 74.70 idi (standart sapma 11.95). Erkeklerin yaş ortalaması 75.50 ve kadınların yaş ortalaması ise 74.42 şeklindeydi (Tablo 10). Vertebroplasti yapılan hastaların yaş ortalaması toplamda 73.40 olarak bulundu (standart sapma 13.64). Vertebroplasti yapılan erkeklerin yaş ortalaması 70.84 iken bayanların ise 74.42 olarak bulundu. Kifoplasti yapılan hastaların yaş ortalaması ise 79.26 olarak bulundu (standart sapma 6.99).

Kifoplasti yapılan erkeklerin yaş ortalaması 80.22 ve bayanların 78.40 olarak bulundu. Kifoplasti ve vertebroplastinin beraber yapıldığı hastalarda ise 75.64 olarak bulundu (standart sapma 8.76). Kifoplasti ve vertebroplasti beraber yapılan erkeklerin yaş ortalaması 83.50 iken kadınlarda bu oran 74.33 olarak bulundu.

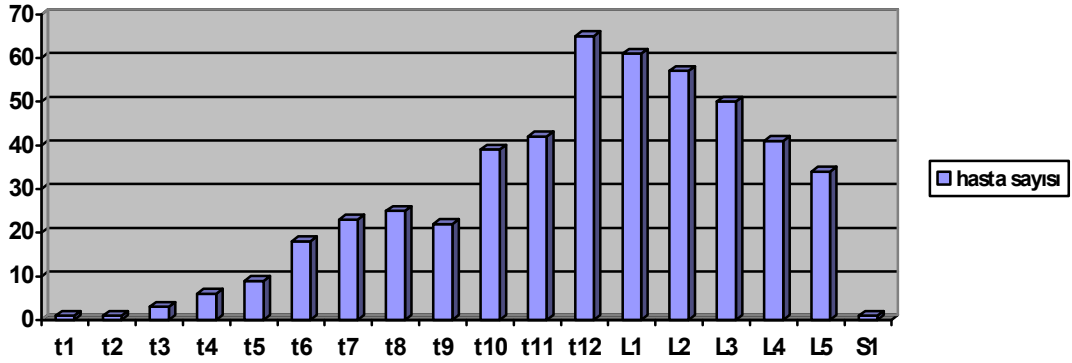
Tablo 10: İşlem yapılan olguların cinsiyete göre yaş ortalamaları.

Cinsiyet	Sayı/yüzde	Ort+Std. Sapma	Min-Maks
Erkek	44 (%29,7)	74.50±13.54	40-95
Kadın	104 (%70,3)	74.42±11.40	37-94
Toplam	148 (%100)	74.70±11.95	37-95

498 adet işlem yapılan vertebra seviyelerinin seviyelere göre incelendiğinde: T1 1, T2 1, T3 3, T4 6, T5 9, T6 18, T7 23, T8 25, T9 22, T10 39, T11 42, T12 65, L1 51, L2 57, L3 50, L4 41, L5 34, S1 1 şeklinde idi.

Böylece işlemlerin 254 (%51,1) seviyesi torakal seviyelerde, 244 (%48,9) seviyesi ise lumbosakral bölgeye yapıldı (Grafik 2).

Grafik 2: İşlem yapılan hastaların seviyelere göre dağılımı



Preoperatif dönemdeki ODS ve ADİ skorlarında postoperatif dönemde anlamlı olarak bulunan düşüş saptandı (Tablo 11).

Tablo 11: Preoperatif ve postoperatif ADİ ve ODS karşılaştırması

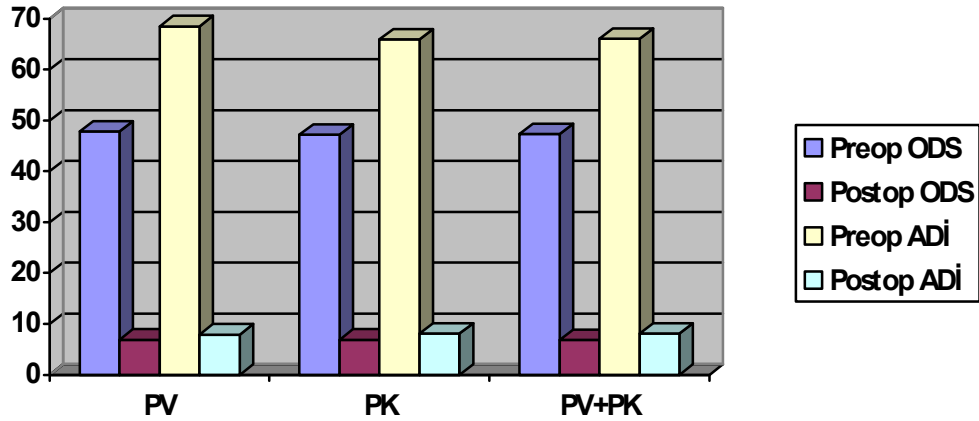
Preop ODS	Postop ODS	Preop ADİ	Postop ADİ
47.6	6.9 P<0,05	67.5	8.0 P<0,05

Perkütan vertebroplasti, kifoplasti ve her iki işlemin bir arada yapıldığı hastalarda preoperatif ve postoperatif ölçülen ODS ve ADİ skorları arasında anlamlı bir düşme saptanırken gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamadı (P>0,5) (Tablo 12, Grafik 3).

Tablo12: Perkütan vertebroplasti (PV) ve perkütan kifoplasti (PK) işlemi geçiren hastaların preoperatif ve postoperatif ADİ ve ODS karşılaştırması

	Preop ODS	Postop ODS	Preop ADİ	Postop ADİ
PV	47.8	6.9	68.5	7.9
PK	47.2	6.9	65.9	8.1
PV+PK	47,3	6,8	66,1	8,1

Grafik 3: Perkütan vertebroplasti (PV) ve perkütan kifoplasti (PK) işlemi geçiren hastaların preoperatif ve postoperatif ADİ ve ODS karşılaştırmasının şematik gösterilmesi.



Preoperatif dönemde hastaların toplamda VAS ağrı skoru ortalaması 8.62 iken bu durum operasyon sonrasında 2.13 olarak bulundu. Vertebroplasti yapılan hastalarda preoperatif VAS skor ortalaması 8,69 iken post op dönemde 2.01 e geriledi. Kifoplasti yapılanlarda preoperatif VAS skoru ortalaması 8,31 iken post op dönemde 2,5 olarak bulundu. Her iki işlem beraber yapılan hastalarda preoperatif VAS skoru 8,24 iken postoperatif dönemde 2.17'e gerilediği görüldü. Yapılmış olan istatiksel inceleme sonucu tüm gruplarda preoperatif döneme göre postoperatif dönemde ağrının anlamlı derecede azaldığı ($p < 0,5$) ve gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür ($p > 0,5$).

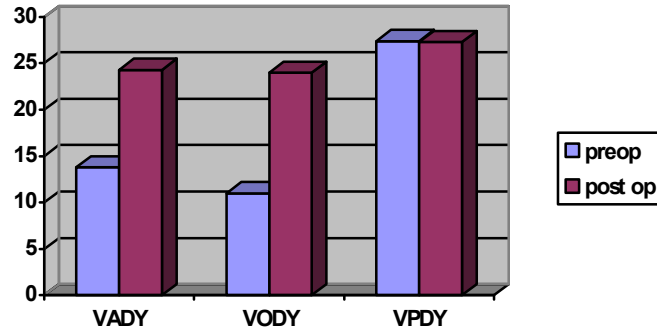
Perkütan kifoplasti geçiren hastaların preoperatif ve postoperatif dönemlerde çekilmiş olan lateral röntgeneogramlarından elde edilen vertebra anterior, orta ve

posterior duvar yükseklikleri ölçüldü. Yapılan istatistiksel incelemede anterior ve orta duvar yüksekliklerinin anlamlı derecede yükseldiği ve posterior duvardaki değişimin ise anlamsız olduğu görüldü (Tablo 13, Grafik 4).

Tablo 13: Perkütan kifoplasti yapılan olguların preoperatif ve postoperatif vertebra anterior duvar yükseklikleri (VADY), vertebra orta duvar yükseklikleri (VODY) ve vertebra posterior duvar yükseklikleri (VPDY) (mm)

	PREOP	POSTOP	P DEĞERİ
VADY	13.8± 6,9	24.3± 3,2	< 0.05
VODY	11.0± 4,5	24.0± 3,4	< 0.05
VPDY	27.4± 4,2	27.3± 3,8	> 0.05

Grafik 4: Perkütan kifoplasti yapılan olguların preoperatif ve postoperatif vertebra anterior duvar yükseklikleri (VADY), vertebra orta duvar yükseklikleri (VODY) ve vertebra posterior duvar yüksekliklerinin (VPDY) şematik gösterilmesi.

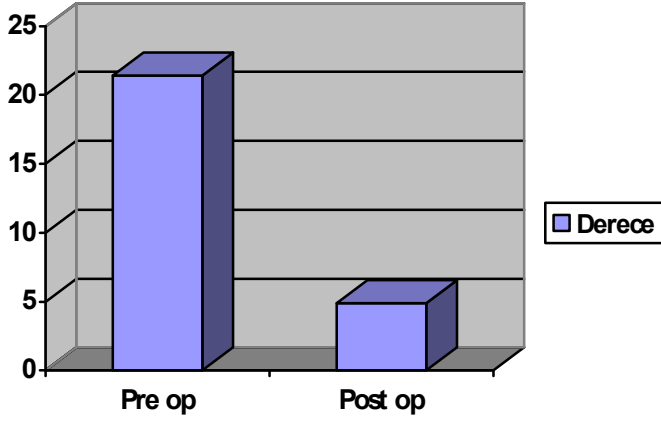


Preoperatif ve postoperatif ölçülen lokal kifoz açıları arasında anlamlı olarak düzelme olduğu görüldü ($p < 0,05$) (Tablo 14, Grafik 5).

Tablo 14: Perkütan kifoplasti olguların preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açıları (LKA) (derece)

	PREOPERATİF	POSTOP	P DEĞER
LKA	21.4 ± 11,3	4.9 ± 3,4	< 0.05

Grafik 5: Perkütan kifoplasti olguların preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açılarının (LKA) şematik gösterilmesi.



Post op dönemde gerçekleşen komplikasyonlar ise çimento ile ilgili ve çimento ile ilgisiz olarak iki kısımda incelendi. Çimento ile ilgisiz olan komplikasyonlar içinde hiçbir hastada yara yeri enfeksiyonu gelişmedi. 1 adet hastada yaşamı tehdit etmeyen pulmoner emboli saptandı ve medikal olarak tedavi edildi. Hasta sorunsuz olarak taburcu edildi.

Çimento ile ilişkili komplikasyonlar ise 7 grupta incelendi.

1. Aşağıdaki diske sement kaçağı
2. Yukarıdaki diske sement kaçağı
3. Anterior yumuşak dokulara sement kaçağı
4. Lateral yumuşak dokulara sement kaçağı
5. Spinal kanal içine sement kaçağı
6. Küçük lokal damarlara sement kaçağı
7. Büyük damarlara sement kaçağı ve sement embolisi.

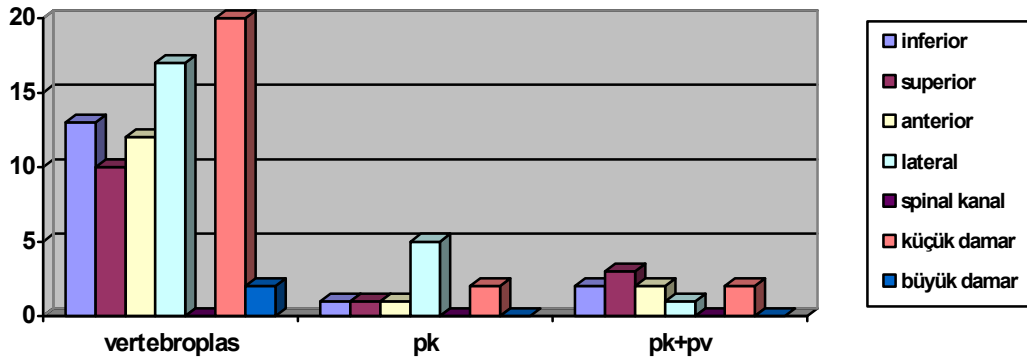
Hastaların post op dönemde çekilmiş olan anteroposterior ve lateral röntgenogramları ve eğer çekilmiş ise ilgili bölgenin BT'si incelendi ve değerlendirildi.

Alınan veriler sonrasında 148 hastada 94 (%63,5) adet komplikasyona rastlandı. 115 adet PV işlemi sırasında 74 (%64,3) adet, 19 adet PK işlemi sırasında 10 (%52,6) adet ve 14 adet PV+PK işlemi sırasında 10 (%71,4) adet komplikasyon olduğu görüldü (Tablo 15, Grafik 6).

Tablo 15: Yapılan işlemler sonrasında gelişen komplikasyonların dağılımı.

	Vertebroplasti	Kifoplasti	Vertebro+Kifoplasti	Toplam
Aşağıdaki diske sement kaçağı	13	1	2	16
Yukarıdaki diske sement kaçağı	10	1	3	14
Anterior yumuşak dokulara sement kaçağı	12	1	2	15
Lateral yumuşak dokulara sement kaçağı	17	5	1	23
Spinal kanal içine sement kaçağı	0	0	0	0
Küçük lokal damarlara sement kaçağı	20	2	2	24
Büyük damarlara sement kaçağı/embolisi	2	0	0	2
Toplam	74	10	10	94

Grafik 6: işlemler sırasında oluşan semente bağlı olan komplikasyonların dağılımı



6.2. Olgu Örnekleri

OLGU 1:

M.E. 77 kadın T6, T8, T9, T11, L1 vertebra kırığı, ileri derece de osteoporotik (t skoru <3,0), kortizon kullanıyor. 2 seans halinde T6-L5 arası 12 seviye vertebroplasti yapıldı.



Preoperatif AP grafi



Preoperatif lateral grafi



Preoperatif MRG



Postoperatif AP ve lateral grafi

Şekil 34: Olgu 1

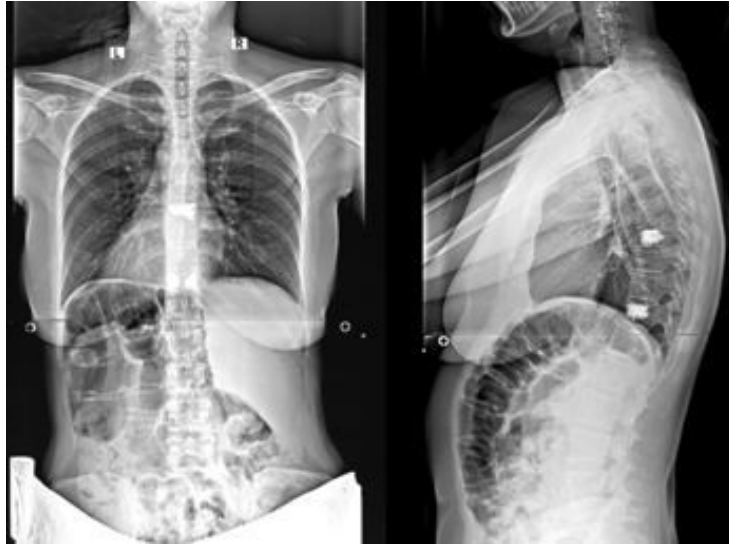
OLGU 2:

GF 38 yaş, Bayan, merdivenden düşme, T9, T12 kırığı, TAH+BSO sebebi ile erken menopoz hikayesi mevcut. Osteoporotik (t skoru 2,0). T9, T12 vertebroplasti yapıldı.



Preoperatif AP ve lateral grafi

Preoperatif sagittal MRG



Postoperatif AP ve lateral grafi

Şekil 35: Olgu 2

Olgu 3:

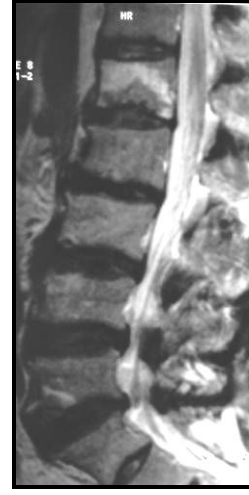
RY, 60 yaş, Erkek, L1 Kompresyon Kırığı, L1 kifoplasti



Preop AP grafi



Preoperatif lateral grafi



Preop MRG



Postop 9.ay AP grafi



Postoperatif 9.ay lateral grafi



Postop CT

Şekil 36: Olgu 3

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

7.1. Tartışma

Osteoporoz tüm toplumu ilgilendiren, yaşlılarda ve özellikle postmenopozal kadınlarda sık görülen, multifaktöryel etiyojolojiye sahip olan, kişilerin yaşam kalitesini etkileyebilen ilerleyici seyirli bir kemik hastalığıdır. Yükselen yaşam beklentisi yaşlı nüfusu arttırmış ve postmenopozal osteoporotik kadınlarda kırık riski artmıştır (82). Bu durum senil osteoporoz ile birleştirildiğinde risk daha da artmaktadır. Yaşam beklentisindeki bu artış ve mevcut sağlık koşullarındaki iyileşme günümüzde osteoporoz'a bağlı kırık oluşumunu önemli bir sağlık sorunu haline getirmiştir. Aynı zamanda ilerleyen teknolojinin beraberinde getirdiği sedanter yaşam nedeniyle osteoporoz ve osteoporotik kırıkların sayısı her geçen gün artmaktadır. Osteoporoz geliştikten sonra hem tedavisi hem de ona bağlı komplikasyonların tedavisi oldukça pahalıya mal olmaktadır dolayısıyla erken tedavi edilmesi kırıkların önlenmesi açısından çok önemlidir. Kemik kitlesinin optimal düzeye getirilmesi, risk ile düşmelerin ve yaşa bağlı kemik kaybının azaltılması için yapılacak yaşam tarzı değişiklikleri, osteoporoz ve ilgili kırıkların önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Osteoporoz'da kırıklar; en sık vertebra, kalça ve el bileğinde oluşmaktadır. En sık görülen ve osteoporoz'un yıkıcılığında başrolü oynayan ise vertebra kırıklarıdır (83-85). Yaşla birlikte kırık riski artmaktadır (85, 86). Vertebra kırığı sonucu boyda kısalma, kifoz, skolyoz gibi spinal deformiteler ile beraber kronik ağrı mizaç değişikliklerine yol açar aynı zamanda göğüs ve karın içindeki organlara baskı, fonksiyonel kapasitesinin azalma, yürüme, eğilip kalkma, cisim kaldırma ve taşıma fonksiyonları olumsuz etkilenerek yaşam kalitesi bozulmaktadır. Sonuçta, bu hastaların morbiditesi artar ve yaşa göre mortalite oranları yükselir (85). Kırıklar çoğunlukla torakolomber bileşkede (alt dorsal ve üst lomber vertebralarda) (T11-L2) görülürken, genellikle kama tipinde olup bikonkav ve kompresyon şeklinde görülebilir (85,87). Vertebra kırıkları sıklıkla tekrarlamakta ve kırık sayısındaki artışa paralel olarak özürülükte artmaktadır. Bir vertebra kırığı olan kadında yaklaşık %20 oranında bir yıl içinde yeni bir vertebra kırığı gelişirken üç yıl içinde 4,5 kat kalça kırığı riski artmaktadır (85, 88-90). Radyolojik olarak saptanan her türlü vertebra kırığı, gelecekteki kırıklar açısından yüksek risk taşımaktadır.

Avrupa Omurga Osteoporozu Çalışma Grubu'nun (91) 19 Avrupa ülkesinde 30 merkezde (Türkiye dahil) yaptığı çalışmada 50 yaş üstü, sırt ve bel ağrısı olan kadın ve erkeklerin %12,2'sinde osteoporotik omurga kırığı saptanmıştır.

Peh ve ark (68) tarafından vertebra kompresyon kırığı nedeniyle perkütan vertebroplasti (PV) ile tedavi edilen 155 olgunun, osteoporotik omurga kırığı saptananlarının %79,97'si kadın ve ortalama yaşları 73,6 olarak bildirilmiştir. Heini ve ark. (36) tarafından PV ile tedavi edilen osteoporotik omurga kırıklı olguların %88,23'ü kadın olup, olguların yaşları ortalama 74 olarak bildirilmiştir. Mckiernan ve ark. (92) 46 olguluk seride olgularının %70'inin kadın olduğunu ve kadın olguların yaş ortalamasının erkeklerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (76).

Bizim serimizde tüm olguların ortalama yaşı $74,70 \pm 11,93$ olarak bulunmuştur. Vertebroplasti yapılan hastaların yaş ortalaması 73.40 olarak bulunmuştur. Literatür ile karşılaştırıldığında bizim serimizdeki hastaların yaş ortalamasının literatür ile paralel olduğu görülmektedir. Ülkemizin sosyoekonomik düzeyi daha düşük olması ve dolayısıyla osteoporozun erken yaşlarda kırıkla komplike olması beklenebilir. Ülkemizden yayınlanan vakalarda da vertebroplasti yapılan osteoporotik vertebra kırıklarının yaşlarının bizim serimize göre daha erken yaşlarda olduğu gösterilmiştir (76, 93). Bu durumun bizim hasta serimizdeki hastaların Türkiye ortalamasının üstünde sosyoekonomik seviyesinin olmasından kaynaklanabilir. Bizim serimizde vertebroplasti hastalarının 9 tanesinin kortizon kullanan 45 yaş altındaki hastalar oldukları düşünülürse yaş ortalamasının daha da yüksek olduğu görülebilir.

Olgularımızın %73,7'si kadındı. Yapılan vertebroplastilerin %71,3'ü, kifoplastilerin %52,6'si ve vertebroplasti ve kifoplasti beraber yapılanların ise %85,7'si bayanlara yapıldı. Vertebroplasti yapılan hastalar dışındaki serimizdeki hasta sayıları düşük olduğu için vertebroplasti yapılanlar temel alındığında bu oranlar literatürdeki oranlarla benzerlik göstermektedir.

Bizim serimizde de olduğu gibi vertebra kompresyon kırıkları sıklıkla ileri yaşlarda görülür. Hastalarda ciddi ağrı yakınması olmaktadır. Analjezik kullanımı, yatak istirahati, fizik tedavi, korse uygulamaları gibi konvansiyonel yöntemler bu hasta grubuna denenmesine rağmen genellikle başarılı olamamaktadır. Diğer yandan yatak istirahati özellikle ileri yaş grubunda kemik kaybına yol açmakta ve kas kondisyon kaybına neden olmaktadır. Bunların her ikisi de farklı mekanizmalarla ağrının artmasına neden olur. Ayrıca bu tedaviler esnasında analjeziklere dirençli şiddetli ağrı, hareket kısıtlanmasına yol açar. Doğal olarak pnömoni ve tromboflebite neden olarak morbiditeyi artırır (94). Sıklıkla ortaya çıkan bu tablo nedeniyle perkütan vertebroplastinin erken dönemde uygulanması önemlidir. Kliniğimizde konvansiyonel tedavide fazla ısrarcı olmadan erken dönemde girişim tercih

edilmektedir. Zira tedavi edilmeyen osteoporotik vertebra kompresyon kırıklarının yaşam kalitesini düşürdüğü ve sonuçta morbidite ve mortalite oranı yükselttiği bilinmektedir. Kado ve ark. osteoporotik vertebra kompresyon kırığı olan hastaların mortalite oranını %23 olarak vermektedir (95-97).

PV ve PK yaparken olgu seçimi, işlemin başarısını direk olarak etkileyen bir faktördür. PV uygulaması ile alınan başarılı sonuçlar, direk radyografi ile kırık saptanan bölgeye uyan noktada, palpasyonla ağrı ve hassasiyeti olan olgularda alınmaktadır. Aynı zamanda kırığın akut veya subakut olduğu dönemde işlemin yapılmasının operasyonun sonucunu pozitif yönde etkilediği gösterilmiştir (49, 67, 72).

MRG ile kırığın yaşını gösteren karakteristik kemik iliği sinyal değişiklikleri saptanabilmektedir. Geçmiş 2-30 gün arasında olan kırıklar akut ve subakut kırıklar olarak adlandırılmakta ve T1 ağırlıklı MRG kesitlerinde hipointens, T2 ağırlıklı MRG kesitlerinde ise hiperintens olarak görüntülenmektedir. Kırıktan yaklaşık 1 ay sonra osteoporotik omurga kırıklarının çoğu tüm sekanslarda normal kemik iliğine izointens sinyal özelliği göstermeye başlarlar. İyileşmiş omurga kırıkları MRG ile tüm sekanslarda normal kemik iliğine göre izointens ya da hipointens sinyal özelliği gösterirler. Bu hipointensitenin nedeni sklerozdur ve skleroz bu dönemde BT ile gösterilebilir. Böyle omurlara çimento veya başka bir biyomalzeme enjekte etmenin oldukça zor, hatta imkansız olduğu ve bu olgularda ağrıyı kontrol etmenin oldukça zor olduğu bilinmektedir (49, 67).

Benyamin ve ark. (72) ise olgu seçiminde fizik muayene ve direk radyografik incelemenin ilk adım olduğunu, MRG ile T2 ağırlıklı sekanslarda kırık omurlarda ödem saptanacağını, eğer hala kırığın yaşı ile ilgili şüphe varsa MRG ile yağ baskılanmış sekanslarda veya STIR (short tau inversion recovery) sekanslarında alınan görüntülerle bu şüphenin giderilebileceğini belirtmişlerdir.

Mckiernan ve ark. (92) PV için olgu seçiminde omurgadaki kırık morfolojisinden çok, ana belirleyicinin ağrı olması gerektiğini söylemişlerdir. Ancak kifoplasti işlemindeki bir amaçta kırığın restorasyonu ve yüksekliğin ve genel omurga diziliminin sağlanması olduğu için bu durum vertebroplasti için geçerlidir.

Bizim çalışmamızda olgu seçiminde olgulardaki sırt ve bel ağrısının geçmesini, travma öyküsünü, osteoporoz öyküsünü ve var olan ağrının kişinin günlük fonksiyonlarına olan etkisini sorguladık. Fizik muayene ile lokal hassasiyet saptanan bölgelerin direk radyografik incelemesi yapıldı. Ardından olguları MRG ile

değerlendirmeye aldık. Direk radyografik incelemelerde olgularımızda %34,61 oranında kamalaşma kırığı, %38,46 oranında ezilme kırığı, %23,07 oranında da bikonkav kırık saptadık. MRG ile T2 ağırlıklı sekanslarda hiperintensite ve omur cisminde %60'den az kompresyon saptanan olguların işlemler için uygun olduğuna karar verdik.

İşlemler için uygun olan anestezi tipleri genel anestezi ve sedasyon anestezisi ile beraber lokal anestezinin kullanılmasıdır. Bizim serimizdeki hastalarımızın hepsine seviye farkı gözetmeksizin sedasyon ve lokal anestezi altında işlem yapıldı. Hiçbir hastaya genel anestezi yapma ihtiyacı olmadı. Serimizdeki hastaların hiçbirinde anestezi ile ilgili problem olmadı. İşlemler sırasında hastayla sözlü iletişim kurularak alt ekstremiteler hareketlerinin kontrol edilebilmesi bu tekniğin bir avantajıdır.

PV ve PK işleminden önce ilgili vertebranın potansiyel çimento kaçağı oluşturabilecek yolların olup olmadığının araştırılması amacıyla skopi eşliğinde radyopak kontrast madde ile muayene yapılması sık başvurulan bir yöntemdir. Literatürde bu yönetime başvuran birçok cerrah mevcuttur (36, 68, 79). Bununla birlikte Verlaan ve ark. (62) PV ve balon kifoplasti ile ilgili çalışmalarında, işlem öncesi radyopak kontrast madde ile inceleme yapılmasının olguların akıbetinde rol oynamadığını bildirmişlerdir. Toplam 205 seviyeli PV uygulanan 137 olgu Vasconcelos ve ark. (98) tarafından değerlendirilmiş ve radyopak kontrast madde ile inceleme yapılmadan da, PV işleminin güvenle uygulanabileceği, ayrıca inceleme esnasında sahaya verilen radyopak maddenin PV sırasında enjekte edilen çimento ile karışabileceği ve ilgili omura hatalı olarak az miktarda çimento enjekte edilmesine yol açabileceği ifade edilmiştir. Bizim serimizdeki hastaların hiç birisine radyopak kontrast madde ile inceleme yapılmamıştır.

Vertebroplasti ve kifoplasti işlemlerinin ağrıyı ortadan kaldırması ile ilgili 2 adet teori ortaya sürülmüştür. Birincisi kırığın daha stabil hala gelmesi ve hareketin azaltılması ikincisi ise kemik çimentosunun polimerizasyonu sırasında oluşan ekzotermik reaksiyonun ısı etkisi ile nörotoksik etkisi ile interosseous ve periosteal sinir uçlarında yaptığı tahribattır. Konulan çimento miktarının analjezik etkisi hala tartışmalı bir konu olup çeşitli çalışmalarda bu konu araştırılmıştır (36, 60, 66, 77, 78). 3-8 ml. kemik çimentosunun ağrıyı azalttığı görülmüştür. Az miktarda konan çimentonun 2,5 ml. kırık riskini azaltmadığı ve takip eden sürede kırıkların tekrarlayabileceği bildirilmiştir (36). Aynı çalışmada Heini ve ark. Ortalama 5,9 ml. Çimento konulan hastalarda ise tekrar kırığa rastlanmadığını ve vertebra hacminin

%15 oranında kemik çimentosunun konulmasının kemik dayanımını arttırdığını göstermişlerdir.

Çalışmamızda, olgulara yapılan tüm PV uygulamalarında PMMA kemik çimentosu kullanıldı. Kemik çimentosu, torakal seviyelerde her seviye için yaklaşık 3 cc, lomber seviyelerde ise her seviye için yaklaşık 4 cc. hacminde enjekte edildi.

Günümüzde PV uygulamaları için yaygın olarak PMMA kemik çimentoları kullanılmaktadır. PMMA kemik çimentosu, kolay elde edilebilir, arzu edildiğinde radyopak özelliğini arttırıcı maddelerin eklenebilir, istenen mekanik özellikleri bünyesinde barındırır ve ucuzdur. Osteokondüktif ve/veya osteoindüktif özelliğinin olmaması, oldukça yüksek ısı üreterek sertleşiyor (polimerizasyon) olması, kardiyopulmoner sisteme toksik etkilerinin olması ve zamanla remodelizasyona uğramaması gibi dezavantajlarına rağmen ortopedistlerin oldukça aşına olmaları nedeniyle PV uygulamaları için tercih edilen ana biyomalzeme PMMA kemik çimentosudur (49, 66).

PMMA kemik çimentoları kullanılarak yapılan PV uygulamaları sonrasında yapılan patolojik incelemelerde implantasyonu izleyen ilk günlerde, enjekte edilen çimentonun etrafında bir nekroz alanı olduğu, bunu takip eden dönemde ise, kemik çimentosuna komşu bölgelerde fibröz doku içerisinde aktif yeni kemik oluşumu ve remodelizasyon olduğu görülmüştür. PV uygulamasından yaklaşık 6 ay sonra, uzun dönem remodelizasyon sonucunda, kemik çimentosunu çevreleyen, kortikal kemikten bir kabuğun ve bu kabuktan etrafa doğru ışınal şekilde uzanan yeni trabeküllerin olduğu bildirilmiştir (62).

PV uygulamasında tüm dünyada yaygın olarak PMMA kemik çimentosu kullanılmaktadır. PV uygulamasında kullanılacak olan ideal biyomalzeme; enjekte edilebilir, kolay elde edilebilir, kolay uygulanabilir, yüksek radyopak özelliklere sahip, uygun akışkanlıkta, uzun sertleşme süresine sahip, sertleşme esnasında fazla ısı üretmeyen, uygun mekanik özellikleri olan, biyolojik olarak kendini enjekte edildiği dokuya adapte edebilen, biyolojik olarak aktif, düşük maliyetli ve yavaş biyodegradasyona uğrama özelliklerine sahip olan bir malzeme olmalıdır (66, 76).

Çalışmamızda PV ve PK uygulaması yapılan 148 olgunun toplam 498 omurunda girişim yapıldı ve biyomalzeme olarak PMMA kemik çimentosu kullanıldı. Bu biyomalzeme, ucuz olması, kolay temin edilebilir ve uygulanabilir olması ve PV uygulamalarında rutin olarak kullanılan ana malzeme olması nedeniyle tercih edilmiştir.

Kırık seviyesinin vertebroplasti veya kifoplasti ile doldurulması bölgesel kifozun (lokal kifoz açısı-LKA) azalmasına sebep olacak ve bu durum hem işlem geçiren seviye hem de alttaki ve üstteki vertebraların fizyolojik yer çekim hattına olan uzaklık ve yönlerini değiştirecektir. Dolayısı ile fizyolojik bir vertebra diziliminin devam etmesi için kırılarak deforme olmuş olan vertebranın vertebroplasti veya kifoplasti ile doldurulmasının ağrı dışında hayat konforu açısından da etkilerinin olduğunu düşünmekteyiz.

İleri derecede osteoporotik hastalar (t skoru <3,0) normal stresler altında bile yüksek kırık riski taşırlar. Kırık sonrasında komşu vertebralarda gelişen nonfizyolojik anormal yükler daha da fazla kırık riskinin artmasını sağlayacaktır. Dolayısı ile osteoporotik hastalarda normal dizilimin devam etmesi osteoporozu olmayanlara göre daha büyük önem taşır.

Literatürde bir osteoporotik vertebra kırığı takiben bir yıl içinde komşu seviyelerde ilave vertebra kırığı gelişme yüzdesi %5 ile %29 oranında olabileceği gösterilmiştir (86, 88-90). Beklenen yaşam süresinin artması ile hastaların ilerleyen yaşlarda daha ağır derecelerde osteoporozu olabileceği ve komşu seviyelerde tekrarlayan kırık geliştirebilecekleri düşünülebilir. Bununda sonucu olarak vertebroplasti ihtiyacının artacağını düşünmekteyiz.

Tekrar kırık geçiren hastalar yatağa belirli bir süre bağımlı kalacak, ağırlı bir dönem geçirecek ve pulmoner emboli başta olmak üzere morbiditeleri artacaktır. Dolayısıyla ileri derecede osteoporotik hastalara bu konu iyice açıklanmalı düşüncesindeyiz. Bu risklerden hastayı uzaklaştırmak için profilaktik olarak kırık seviyenin altındaki ve üstündeki vertebralar çimentolanabilir. Bu sayede ilerideki kırıklar ve beraberinde gelebilecek risklerden de uzaklaşılabilir. Ayrıca profilaktik vertebroplasti ile ilerideki kırılacak komşu vertebraların kifozu attırıp kırık riskini daha da artırmasını ve hayat kalitesini bozmasını önlemiş olur.

Kırık seviyenin komşuluğundaki vertebralar biyomekanik olarak stabil sayılabilecek bölgeye kadar kemik çimentosuyla doldurulmalıdır. Bu seviye yer çekim hattına en yakın vertebra olmalıdır. Biyomekanik bölümünde de anlatıldığı gibi vertebra ne kadar yer çekim hattından uzaklaşırsa o kadar makaslama kuvvetlerine maruz kalır ve taşımak zorunda olduğu yük artar. İleri derecede osteoporotik vertebralar ise bu yüke dayanamayacak ve kırılacaklardır. Bizim hasta grubumuzdaki ileri derecede osteoporotik hastalar (t skoru <3,0) profilaktik vertebroplasti ile üst ve alt seviyelerde yer çekim hattını kesen vertebraya kadar işleme tabi tutulmuşlardır.

PK hasta grubunda yapılan preoperatif ve postoperatif radyolojik ölçümler sonucunda, ortalama anterior duvar yükseklik kaybı %49,7, ortalama orta duvar yükseklik kaybı %59,9 olarak bulunmuştur. Postoperatif düzeltme anterior duvarda %89,0 ve orta duvarda %87,9 olarak saptanmıştır. Preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açısı ölçümleri sonucunda %77 oranında açısal düzeltme saptandı. Son yıllarda yapılan bir çalışmada kırık vertebrada kifoplasti sonrası sağlanan redüksiyon ve korreksiyonda kifoplasti balonunun şişirilmesine sekonder düzeltme yanında hastanın ameliyat masasına yerleştirilmesinin de önemli olduğu bildirilmiştir (97).

Hastanın omurgasının lordotik bir şekil alabilmesi amacıyla uygulanan yatay yerleşimli yastıkların kırık omurganın dinamik mobilitesini artırarak cerrahi işlem sonrası yükseklik kaybının geri kazanımında önemli bir role sahip olduğu ve hastanın ameliyat masasına yerleşiminin bu noktaya dikkat edilerek yapılması önerilmektedir. Bizim kendi olgularımızda da biz bu prensipleri benimseyip transvers yastıklar ile işlem öncesi yerçekiminin redüksiyona yardımını kullandık. Bu şekilde yerleştirilen yastıklar floroskopik görüntüyü ciddi biçimde engellemesine rağmen biz kendi hastanemizde bu nedenle hiçbir hastada yastık koymamayı düşünmedik.

Wong 143 kırıklı 85 hastalık bir serisinde; ortalama duvar restorasyonunu %99 ve ortalama kifozda düzelmeyi %97 olarak bildirmiştir. Aynı seride 85 hastanın 80'ninde (%94) ağrı azalması, iyi ile mükemmel arasında olmuş, 4'ü düzelmemiş biri kötüye gitmiştir. %2.4 oranında minör komplikasyon görülmüştür (100). Lane 121 hastanın 226 vertebrasına Balon Kifoplasti uygulamış, %96 ağrı azalması, %45 ön duvar, %54 arka duvar restorasyonu sağlamış, 1 hastada sement sızması komplikasyon görülmüştür (55).

Garfin ve arkadaşları başka bir serilerinde, %54 anterior duvar, %57 orta duvar, %61 posterior duvar restorasyonu, klinik olarak 7 seviyede sement sızması tespit etmiş ve perioperatif komplikasyon bildirmemişlerdir (94).

Mckiernan ve ark. (92) PV yöntemi ile tedavi edilmiş osteoporotik omurga kırıklı 66 olguyu operasyon öncesinde, operasyon sonrası 1. günde, 2. haftada, 2. ayda ve 6. ayda değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede semptomları, fiziksel fonksiyonları, günlük yaşam aktivitesini ve duygusal durumu sorgulayan "Osteoporoz Yaşam Kalitesi Anketi" kullanılmıştır. Bu ankette PV öncesinde $7,7 \pm 1,8$ olan ortalama VAS değerinin, operasyon sonrası 1. günde ortalama $2,8 \pm 1,8$ 'e düştüğünü ve 6. aydaki takibe dek yaklaşık aynı seyrettiğini ifade etmişlerdir.

Heini ve ark. toplam 17 olgunun ilgili 45 omuruna PV uygulanan çalışmalarında (36), tüm olguların operasyon öncesi ve sonrasındaki ağrıları VAS yöntemini kullanarak ölçmüşler ve olguların operasyon sonrası ağrılarında istatistiksel olarak anlamlı düşüş olduğunu bildirmişlerdir.

Osteoporotik omurga kırıklı olguların PV yöntemi ile tedavi ettikleri çalışmalarında, Benyamin ve ark. (72), ağrının kaynağı ile ilgili tanının doğru konduğu sürece, neredeyse tüm olguların ağrılarının tamamen kaybolduğunu, günlük yaşam aktivitelerinde %80-85'e varan oranda geri kazanım olduğunu bildirmişlerdir.

Diamond ve ark. (64) PV yöntemi ile tedavi edilen akut osteoporotik omurga kırıklı 55 olguda postoperatif ilk günde, konservatif olarak tedavi edilen 24 akut osteoporotik omurga kırıklı olguya oranla, VAS yöntemi ile %53 oranında ağrıda azalma ve %29 oranında fiziksel fonksiyonlarda artış ölçüldüğünü kaydetmişlerdir.

PV uygulaması sonrasında 5 yıla dek takip ettikleri 13 olguda Alvarez ve ark. (63) operasyondan 3 gün sonra VAS değerlerinde 9,1'den 2,1'e gerileme olduğunu, 3 ay sonunda VAS değerinin 1,1 olduğunu, 5. yıl sonunda bu değer 2,2'ye ulaştığını bildirmişlerdir.

155 osteoporotik omurga kırıklı olgunun 310 omuruna PV uyguladıkları çalışmalarında Peh ve ark. (68), ağrıyı VAS yöntemi ile ölçmüşler ve operasyon öncesi ortalama VAS değerinin 8,3 olduğunu ifade etmişlerdir. PV uygulaması sonrasında 324 aylık takip süresi sonunda %47 olguda tam, %50 olguda kısmi ağrı giderimi olduğunu saptamışlardır.

PV yöntemi ile 47 omurunu tedavi ettikleri 29 osteoporotik omurga kırıklı olguyu içeren serilerinde, Jensen ve ark. (61), 26 olguda (%90) işlem sonrası 24 saat içinde ağrıda azalma ve hareketlilikte artış olduğunu bildirmişlerdir.

PV ile tedavi edilen hastalarımızda ise açılmal veya çökme miktarı değerlendirilmemiş olup hastalar ağrı ve yaşam kalitesindeki değişiklik açısından ele alınmış ve preoperatif ve postoperatif değerleri VAS, ODS ve ADİ sorgulaması puanlarında göre ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre preoperatif dönemle karşılaştırıldığında postoperatif dönemde ağrının istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı görülmüştür.

Çalışmamızdaki PV ve PK ile ilişkili komplikasyonları sement ile ilişkili olanlar ve sementle ilişkisiz olanlar olarak 2 grupta inceledik. Sementle ilişkisiz olan komplikasyonlardan hiçbir ciddi komplikasyon ile karşılaşmadık. Hiçbir hastada yara yeri veya işlem ile ilişkili enfeksiyon saptanmadı. Bununla birlikte 1 hastada

postoperatif dönemde gelişen saturasyon düşüklüğü araştırıldı ve pulmoner embolisi olduğu görüldü. Bu hasta anti embolik tedavi ile medikal olarak tedaviye alındı ve sorunsuz olarak taburcu edildi.

İkinci grubu ise sement ile ilişkili komplikasyonlar almaktadır. Sement ile ilişkili komplikasyonları da anatomik yerine göre değerlendirmeye aldık. Bu gruptaki komplikasyonlar ayrıca kendi içinde ciddi ve ciddi olmayan komplikasyonlar olarak değerlendirilebilir. Ciddi olmayan komplikasyonlar; aşağıdaki diske sement kaçağı, yukarıdaki diske sement kaçağı, anterior yumuşak dokulara sement kaçağı, lateral yumuşak dokulara sement kaçağı, küçük lokal damarlara sement kaçağı olarak değerlendirdik. Bu alt gruptaki komplikasyonlar hiçbir hastada semptoma yol açmazken sadece radyografik olarak öneme sahiplerdi.

Ciddi olabilecek komplikasyonlar ise spinal kanal içine sement kaçağı ve büyük damarlara sement kaçağı/embolisi şeklinde değerlendirdik. Hiçbir hastamızda kanala kaçma şeklinde bir komplikasyon görülmedi. Yapılan işlemler sırasında 2 adet büyük damara sement kaçağı ile ilgili ciddi komplikasyon gerçekleşti.

Büyük damarlara embolisi olan hastalardan ilki 46 yaşında karaciğer transplantı geçirmiş kortizon kullanan ve ileri derecede osteoporotik olan bir erkek hastaydı. Hastaya postoperatif saturasyon düşüklüğü olması üzerine çekilen kontrastlı toraks BT'de ana pulmoner arter ayırımında sement embolisi saptandı. Hastanın medikal tedavi ile saturasyonları düzeldi ve taburcu edildi.

İkinci sement embolisi olan 72 yaşında kadın hasta 13 seviyeli vertebroplastiyi takiben postoperatif 26 günde dispne şikayeti ile hastaneye başvurdu. Yapılan tetkiklerinde perikardial effüzyon saptandı. Yapılan ileri incelemede perikard içinde radyopak yabancı madde görülmesi üzerine kalp cerrahisi tarafından opere edildi. Perikard içinden 2x0.3 cm'lik sement parçası çıkartıldı. Hasta post op stabil seyretti, dispnesi düzeldi ve taburcu edildi.

7.2. SONUÇ

Perkütan vertebroplastinin osteoporotik vertebra kırıklarının tedavisinde ağrıyı ve rölatif olarak deformiteyi düzeltip yaşam kalitesini arttırdığı kanıtlanmıştır. İşlem sırasında kullanılan sementin vertebra korpusunda uzun süre ile emniyetli bir biçimde etkisini gösterdiği görülmüştür.

Bununla birlikte değerlendirilen perkütan kifoplastinin yine osteoporotik vertebra kompresyon kırıklarının tedavisinde deformite düzeltici ve kısa sürede ağrı giderici etkisi kanıtlanmıştır.

Osteoporotik vertebra kırıklarının daha sık görüldüğü yaşı ve medikal komorbiditelerin var olduğu hastalarda perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti, minimal invaziv bir cerrahi tedavi yöntemi olarak önemli bir yere sahiptir. Bu işlem ile özellikle genel anestezi de kullanılmadığından cerrahi sırasında ve sonrasında çıkabilecek komplikasyonlar minimuma inmekte, kırık redüksiyonu ve ağrı giderimi sağlanmakta, hastaların hastane de yatış süreleri ve erken mobilizasyon süresi kısaltmakta dolayısıyla sekonder hastalıklar kısmen önlenmektedir.

İleri derecede osteoporotik hastalar sadece kırık seviyenin değil komşu segmentlerin profilaktik olarak vertebroplasti ile sementlenmesinden fayda görürler. Böylece ileride oluşabilecek refraktürlerin önüne geçilmiş ve hastaların hayat kalitesi artırılmış olur.

Özetle; perkütan kifoplasti ve vertebroplasti, osteoporotik vertebra kompresyon kırığını stabilize eden, ağrıyı maksimum düzeyde azaltan, vertebra duvar restorasyonu sağlayan, oluşabilecek spinal deformiteyi önleyen, kısa sürede mobilizasyon sağlayan ve hastanın normal yaşamına dönmesini kolaylaştıran ve böylelikle hastanın yaşam kalitesini artıran altın standart minimal invazif bir cerrahi tedavi yöntemidir.

8. ÖZET

Vertebra kırıklarının tedavisinde konservatif ve cerrahi metodlar tek başına veya birlikte kullanılabilirken; tedavide amaç anatomik redüksiyon, spinal deformiteyi önlemek, ağrıyı azaltmak, vertebra yüksekliğini yeniden sağlamak stabil fiksasyon ve erken mobilizasyon ile hastanın günlük aktivitelerine geri dönmesini sağlamaktır. Bu tezde, kliniğimizde torakolomber osteoporotik vertebra kırıklarına endikasyon dahilinde uygulanan ve minimal invaziv bir yöntem olan perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti uygulamalarımızın sonuçları bildirilmiş ve literatür bilgileri ışığında tartışılmıştır.

Çalışmada 2003-2008 yılları arasında İstanbul Bilim Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde akut ve subakut osteoporotik vertebra kompresyon kırığı tanısı ile perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti uygulanan toplam 148 hasta (498 vertebra) değerlendirmeye alındı. Tedavi öncesi yapılan fizik muayene değerlendirmelerinde olguların hiçbirinde nörolojik defisit saptanmadı. Olgular tedavi amacıyla kliniğe yatırıldıklarında Visual Analog Skala (VAS), Ağrı Dizabilite İndeksi (ADİ) ve Oswestry Dizabilite Sorgulaması (ODS) değerleri kaydedildi. Radyolojik tanıda olguların vertebral kolon ön-arka ve yan direkt grafileri rutin olarak değerlendirildi. Ağrısı olan ve direk grafide bulgu saptanan hastalarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) rutin olarak çekildi. Osteoporotik vertebra kompresyon kırığı tanısıyla olgulara çökme durumu değerlendirilerek perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti yapıldı. Olguların tümü ameliyat sonrası erken dönemde mobilize edildiler ve hiçbir hastaya korse uygulaması yapılmadı. Olgulara ameliyat sonrası dönemde osteoporoz ile ilgili medikal tedavi uygulandı.

Olgularımızın takip süresi ortalama 6 aydır. Olguların yaş ortalaması 74.70 olarak bulundu.(standart sapma 11.95). Erkeklerin yaş ortalaması 75.50 ve kadınların yaş ortalaması ise 74.42 şeklindeydi. Lezyonların 254'ü (%51,1) torakal, 244'ü (%48,9) lomber vertebrada lokalize idi. Hastalar kırık seviyelerine göre incelendiğinde; T1 1, T2 1, T3 3, T4 6, T5 9, T6 18, T7 23, T8 25, T9 22, T10 39, T11 42, T12 65, L1 51, L2 57, L3 50, L4 41, L5 34, S1 1 şeklinde gerçekleşti.

Osteoporotik vertebra kırıklarının daha sık görüldüğü yaşlı ve medikal komorbiditelerin varolduğu hastalarda perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti, minimal invazif bir cerrahi tedavi yöntemi olarak önemli bir yere sahiptir. Bu işlem ile cerrahi sırasında ve sonrasında çıkabilecek komplikasyonlar minimuma inmekte, kırık redüksiyonu ve ağrı giderimi sağlanmakta, hastaların hastane de yatış süreleri ve

erken mobilizasyon süresi kısaltmakta dolayısıyla sekonder hastalıklar kısmen önlenmektedir. Perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti işlemleri, osteoporotik vertebra kompresyon kırığını stabilize eden, ağrıyı maksimum düzeyde azaltan, vertebra duvar restorasyonu sağlayan, oluşabilecek spinal deformiteyi önleyen, kısa sürede mobilizasyon sağlayan ve hastanın normal yaşamına dönmesini kolaylaştıran ve böylelikle hastanın yaşam kalitesini artıran altın standart minimal invazif bir cerrahi tedavi yöntemidir.

İleri derecede osteoporotik hastalar sadece kırık seviyenin değil komşu segmentlerin profilaktik olarak vertebroplasti ile sementlenmesinden fayda görürler. Böylece ileride oluşabilecek refraktürlerin önüne geçilmiş ve hastaların hayat kalitesi arttırılmış olur.

9. SUMMARY

Treatment goals of osteoporotic vertebra compression fractures by both conservative and surgical measures are anatomic reduction, prevention of spinal deformity, cessation of pain, restoration of vertebral height and provision of daily living activities of patients by providing stable fixation and early mobilization. In the current study, we presented the clinical and radiological results of percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty which are minimally invasive surgical techniques and that was performed in thoracolumbar osteoporotic vertebra fractures in defined indications and discussed with the current literature.

We have evaluated 148 patients (498 vertebrae) who underwent percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty procedure due to acute and subacute osteoporotic vertebra fractures in İstanbul Bilim University Orthopedics and Traumatology Clinic between the years 2003 and 2008. The preoperative physical examination of the patients showed no neurological involvement. The preoperative Visual Analog Scale, Pain Disability Index and Oswestry Disability Questionnaire values were recorded. The routine direct roentgenographies for evaluation of vertebral column from anteroposterior and lateral projections were also taken. In patients having pain and objective findings in the X-rays, magnetic resonance investigation of the spine was carried out routinely. Procedures were performed in patients with osteoporotic vertebra fractures. All cases were allowed to mobilize in the immediate postoperative period and no soft orthotics or any other device was prescribed. All patients also received medical treatment related with generalized osteoporosis.

The minimum follow-up period was 6 months. The mean age of the patients was 74.70 years (SD 11.95). Two hundred and fifty four procedures performed at thoracic (51.1%) region, two hundred and forty four (48.9%) procedures performed at lumbosakral region. The importance of minimally invasive surgeries is high in older patients with advanced medical illness in whom osteoporotic vertebral fractures are seen more frequently. By percutaneous vertebroplasty and percutaneous balloon kyphoplasty as a minimal invasive surgery, the rate of postoperative complications decrease, the fracture reduction and pain management are performed successfully, the hospitalization time and the time required for mobilization shortens so that secondary complications related with immobilization are diminished.

Moreover, if the patient have an excessive osteoporosis (t score <3.0), prophylactic vertebroplasty should be done in order to prevent further neighboring vertebral fractures.

In conclusion, percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty are surgical treatments which stabilize the fracture, decrease the pain significantly, provide vertebral height restoration, prevents spinal deformity, makes the mobilization easier and quicker, and provides the patient to return normal daily living activities easily so that it improves the life standard of the patients suffering from osteoporotic vertebral fractures.

10. KAYNAKÇA

1. Alıcı E. Omurga Hastalıkları ve deformiteleri, TC Dokuz Eylül Ün. Yayınları İzmir 1991
2. Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M: New Universal Instrumentation in Spinal Surgery Clin. Ort.,227:10-23,1988
3. Belkoff SM, Maroney M, Fenton DC, et al. An in vitro biomechanical evaluation of bone cements used in percutaneous vertebroplasty. Bone 1999; 25: S23–6.
4. Berlemann and Heini, Percutaneous Balloon Kyphoplasty, A Treatment of Osteoporotic VCF, Unfallchirurg 2002: 105: 2-8 (German)
5. Deramond H, Depriester C, Toussaint P, et al. Percutaneous vertebroplasty. Semin Musculoskeletal Radiol 1997; 1: 285–95.
6. Deramond H, Wright NT, Belkoff SM. Temperature elevation caused by bone cement polymerization during vertebroplasty. Bone 1999; 25 (suppl):17–21.
7. Kaemmerlen P, Thiesse P, Bouvard P, Biron P, Mornex F, Jonas P. Verte'broplastie percutane'e dans le traitement des me'tastases. Technique et re'sultats. J Radiology 1989; 70: 557–62.
8. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine 1983; Nov-Dec; 8(8): 817–31.
9. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. Clin Orthop Relat Res. 1984 Oct; (189):65-76.
10. Yuan H.A., et al, Early Clinical Outcomes with Kyphoplasty, the Minimal Invasive Reduction and Fixation of Painful Vertebral Body Compression Fracture, AANS/CNS, February 23-26, 2000
11. Afifi A D, Bergman R A. Basic Neuroscience, 2nd ed. Urban - Schwarzenberg Inc. 1986 pp 43-91
12. Carpenter MB. Core Text of Neuroanatomy, 3rd ed. Williams Wilkins, 1985 pp 53-95
13. Smith V, Vendel CP, Williams PL, Treadgold S. Basic Human Embryology 3rd ed. Pitman Pub Ltd 1984 pp 102-43
14. 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.
15. Tekelioğlu M. Vertebra embriyolojisi Ege R (Editör). Vertebra- omurga'da. Ankara: Türk Hava Kurumu Basımevi; 1992.s. 15-19
16. Gray, H. Anatomy of the Human Body. [Online Ed.]. Bartleby.com, 2000.
17. Snell RS. Clinical anatomy for medical students. 4th ed. Boston: Little, Brown and Company; 1992.p.941-54.

18. Yaszemski MJ, Augustua AW, Panjabi MM. Biomechanics of the spine. In: Fardon DF, Garfin SR (Eds.). Orthopaedic knowledge update: spine 2. 2nd ed. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2002. p. 15-23.
19. Arıncı K, Anatomi 1. cilt Güneş Kitapevi Ltd Şti. Ankara 1995
20. Belkoff SM, Mathis JM, Jasper LE, et al. The biomechanics of vertebroplasty the effect of cement volume on mechanical behavior. Spine 2001; 26: 1537–41.
21. Belkoff SM, Mathis JM, Deramond H, et al. An ex vivo biomechanical evaluation of a hydroxyapatite cement for use with kyphoplasty. AJNR Am J Neuroradiol 2001; 22: 1212–6.
22. Belkoff SM, Maroney M, Fenton DC, Mathis JM (1999) An in vitro biomechanical evaluation of bone cements used in percutaneous vertebroplasty. Bone 25: 23S–26S
23. Belkoff SM, Mathis JM, Erbe EM, Fenton DC (2000) Biomechanical evaluation of a new bone cement for use in vertebroplasty. Spine 25: 1061–1064
24. White A. A., Panjabi M. M., Clinical Biomechanics of the Spine Second Edition, Jb Lippincott Company. 1980.
25. Panjabi M., Abumi K., Duranceau J., Spinal Stability and Inter-Segmenter Muscles Forces. A Biomechanical Model. Spine 14: 194-199.
26. Panjabi MM, Oxland TR, Lin R-M, McGowen TW. Thoracolumbar burst fracture: A biomechanical investigation of its multidirectional flexibility. Spine 1994; 19 (5): 578–85.
27. Kiefer A, Shirazi-Adl A, Parnianpour M. Synergy of the human spine in neutral postures. Eur Spine J 1998; 7: 471-9.
28. Lane JM, Khan SN, Girardi FP. Bone physiology. In: Farton DFi Garfin SR (Eds). Orthopedic knowledge update; spine 2nd ed. Rosemnont: American Academy of Orthopedic Surgeons; 2002. P.25-33
29. Gerhart TN. Fractures. In Abrams WB, Beers MH, Berkow R (Eds). The Merck manual of geriatrics. 2nd Ed. New Jersey: Merck research laboratories; 1995. P.79-98
30. Müller R, van Lenthe GH. Microarchitectural aspects of quality and competence of bone. Adv Osteoporotic Fract Manag 2004;3: 2-12
31. Kanis JA. Osteoporosis. [Revised Ed.] Edinburgh: Blackwell Science Ltd, 1998.p.5-114.
32. Sommerfeldt DW, Rubin CT. biology of the bone and how it orchestrates the form and function of the skeleton. Eur Spine J 2001; 86-95
33. Cauley, Risk of Mortality Following Clinical Fractures, Osteoporosis Int (2000) 11:556-561
34. Becker et al., Minimally Invasive Kyphoplasty in Osteoporotic and Tumor Patients, EuroSpine 9-2002
35. Cooper et al. (1992) "Incidence of Clinically Diagnosed Vertebral Fractures, Osteoporosis int; 1985-1989". J Boner Miner res; 1992; 7: 221-7

36. Heini PF, Wälchli B, Berlemann U (2000) Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: a prospective study for the treatment of osteoporotic compression fractures. *Eur Spine J* 9: 445–450
37. Lyles KW, Gold DT, Shipp KM, Pieper CF, Matinez S, Mulhausen PL. Association of osteoporotic vertebral compression fractures with impaired functional status. *Am J Med* 1993; 94: 595–601.
38. Wasnich RD (1996) Vertebral fracture epidemiology. *Bone* 18: 179S–183S
39. Melton LJ III. How many women have osteoporosis now? *J Bone Miner Res* 1995; 10: 175–7.
40. Bostrom MP, Lane JM (1997) Future directions: augmentation of osteoporotic vertebral bodies. *Spine* 22: 39S–42S
41. Eastell R, Lambert H (2002) Strategies For Skeletal Health In The Elderly. *Proc Nutr Soc* 61: 173-180.
42. Heini PF, Berlemann U, Kaufmann M et al. (2001) Augmentation of mechanical properties in osteoporotic vertebral bones: A biomechanical investigation of vertebroplasty efficacy with different bone cements. *Eur Spine J* 10: 164–171
43. Belkoff SM, Mathis JM, Fenton DC et al. (2001) An ex vivo biomechanical evaluation of an inflatable bone tamp used in the treatment of compression fracture. *Spine* 26: 151–156
44. Beonist M. Natural history of aging spine. *Eur Spine J* 2003; suppl 2: 86-89
45. Moore RJ. The vertebral end-plate what do we know? *Eur spine J* 2000;9: 92-96
46. Lane JM, Gardner MJ, Lin JT, van der Meulen MC, Myers E. The aging spine: new Technologies and therapeutics for the osteoporotic spine. *Eur Spine J* 2003 12 Suppl 2: 147-154
47. Ferguson SJ, Stefen T. Biomechanics of aging spine *Eur Spine J* 2003; 12 Suppl 2: 97-103
48. Cooper et al., Incidence of Clinically Diagnosed Vertebral Fractures: A Population-Based Study on Rochester, MN, 1985-1989, *J. Bone and Mineral Research*, Vol. 7, No. 2, 1992.
49. Rao RD, Singrakhia MD. Painful osteoporotic vertebral fracture [current concepts review]. *J Bone Joint Surg (Am)* 2003; 85-A: 2010-22.
50. Tencer AF. Biomechanics of fractures and fixation. In; Bucholz RW, Heckman JD (Eds.). *Rockwood and Green's fractures in adults*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Co; 2001.p.3-34.
51. Ismail AA, Cooper C, Felsenberg D, Varlow J, Kanis JA, Silman AJ et al. and the European vertebral osteoporosis study group. Number and type of vertebral deformities: epidemiological characteristics and relation to back pain and height loss. *Osteoporos Int* 1999; 9:206-13.
52. Lippuner K. Medical treatment of vertebral osteoporosis. *Eur Spine J* 2003; 12 Suppl 2:132-41.

53. Grigoryan M, Guemiazzi A, Roemer FW, Delmas PD, Genant HK. Recognizing and reporting osteoporotic vertebral fractures. *Eur Spine J* 2003;12 Suppl 2: 104-12
54. Bridwell, Dewald The Textbook of Spinal Surgery Second Edition, Jb Lippincott-Raven Publishers Philadelphia,1972
55. Lane JM. Osteoporosis: Medical prevention and treatment. *Spine* 1997; 22 (24S):32–7.
56. Aebli et al., Fat Embolism and Acute Hypotension during Vertebroplasty *Spine* 2002; 27: 5; 460-6
57. Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, O'Fallon M, Melton LJ (1993) Population-based study of survival after osteoporotic fractures. *Am J Epidemiology* 137: 1001–1005
58. Mathis JM, Deramond H, Belkoff SM. Introduction: History and early development. In: Mathis JM, Deramond H, Belkoff SM (Eds.). *Percutaneous vertebroplasty*. 1st Ed. New York: Springer-Verlag Inc; 2002. p. 1 -5.
59. Hide IG, Gangi A. Percutaneous vertebroplasty: history, technique and current perspectives. *Clin Radiol* 2004;59: 461-67
60. Mehbod A, Aunoble S, Le Huec JC. Vertebroplasty for osteoporotic spine fracture: prevention and treatment. *Eur Spine J* 2003; 12 Suppl 2: 155-62.
61. Jensen ME, Avery JE, Mathis JM, Kallmes HJ, Cloft HJ, Dion JE. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *Am J Neuroradiol* 1997; 18: 1897-1904.
62. Verlaan JJ, Öner FC, Dhert WJ. Anterior spinal column augmentation with injectable bone cements. *Biomaterials* 2006; 27: 290-301.
63. Alvarez L, P~rez-Higueras A, Quihones D, Calvo E, Rossi RE. Vertebroplasty in the treatment of vertebral tumors: postprocedural outcome and quality of life. *Eur Spine J* 2003; 12: 356-60.
64. Diamond TH, Champian B, Clark WA. Management of acute osteoporotic vertebral fractures: a nonrandomized trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy. *Am J Med* 2003; 114:257-65.
65. Phillips FM, Ho E, Campbell-Hupp M, McNally T, Wetzel FT, Gupta P. Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2003; 28 (19): 2260-5.
66. Mathis JM. Procedural techniques and materials: Tumors and osteoporotic fractures. In: Mathis JM, Deramond H, Belkoff SM (Eds.). *Percutaneous vertebroplasty*. 1st Ed. New York: Springer-Verlag Inc; 2002.p.81-107.
67. Stallmeyer MJB, Zoarski GH. Patient evaluation and selection. In: Mathis JM, Deramond H, Belkoff SM (Eds.). *Percutaneous vertebroplasty*. 1st Ed. New York: Springer-Verlag Inc; 2002. p. 41-59.

68. Peh WG, Gilula LA, Peck DD. Percutaneous vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral body compression fractures. *Radiology* 2002; 223: 121-6.
69. Kallmes DF, Schweickert PA, Marx WF, Jensen ME. Vertebroplasty in the mid- and upper thoracic spine. *Am J Neuroradiol* 2002; 23: 1117-20.
70. 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):11-5
71. Niv D, Gofeld M, Devor M. Causes of pain in degenerative bone and joint disease: a lesson from vertebroplasty. *Pain* 2003; 105: 387-92.
72. Benyamin R, Vallejo R. Vertebroplasty. *Techniques in regional anesthesia and pain management* 2005;9: 62-7
73. Meyer, R.J *Surgery of spine trauma, Section 3.embryology and developmental anatomy of the nervous system and vertebral column*, pp 61-83, Churchill Livingstone Co. London.1989.
74. Erol Temirci Dr. İdiopatik adolesan torakolomber ve lomber skolyoz vakalarında posterior enstrumantasyon sonuçlarımız; İstanbul 2002
75. Sunil K. Singh, MD, Perkütan Vertebroplasti Girişimsel ağrı tedavisi Steven D. Waldman, 2001 70. Bölüm; 707-12;
76. Mert ÇİFTDEMİR Dr. Vertebra kırıklarında vertebroplastinin ağrı üzerine etkinliği. Uzmanlık Tezi, 2006, Edirne
77. Deramond H, Dion JE, Chiras J. Complications. In: Mathis JM, Deramond H, Belkoff SM (Eds.). *Percutaneous vertebroplasty*. 1st Ed. New York: Springer-Verlag Inc; 2002.p.165-74.
78. Laredo JD, Hamze B. Complications of percutaneous vertebroplasty and their prevention. *Semin Ultrasound* 2005; 26: 65-80.
79. Yeom JS, Kim WJ, Choy WS, Lee CK, Chang BS, Kang JW. Leakage of cement in percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures. *J Bone Joint Surg (Br)* 2003; 85-B: 83-9.
80. Schmidt R, Cakir B, Mattes T, Wegener M, Puhl W, Richter M. Cement leakage during vertebroplasty: an underestimated problem? *Eur Spine J* 2005; 14:46fi-73.
81. Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, Westesson PL Vertebroplasty: Cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body. *Am J Neuroradiol* 2004; 25: 175-80
82. Hamerman D. Considerations of osteoporosis prevention in an aging society. *Maturitas* 2000; 37(2):69-73.
83. Cooper C. Epidemiology and public health impact of osteoporosis. *Baillieres Best Pract Res Clin Rheumatol* 1993;7(3):459-77.

84. O'Neill TW, Felsenberg D, Varlow J et al. The prevalence of vertebral deformity in european men and women: The European Vertebral Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 1996; 11: 1010-8.
85. Mahmut Aslan Dr. İnvolyonel osteoporoz hastalarında kemik mineral yoğunluğu ve risk faktörlerinin vertebra kırığı ile ilişkisinin değerlendirilmesi. Uludağ üniversitesi tıp fakültesi fiziksel tıp ve rehabilitasyon A. D. Uzmanlık tezi 2006
86. Roy DK, O'Neill TW, Finn JD et al. Determinants of incident vertebral fracture in men and women: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *Osteoporos Int* 2003; 14: 19-26.
87. Koyuncu H, Karamehmetoğlu SS, Bahadır C, Akgün K Postmenopozal vertebral kompresyon fraktürü sıklığı: Yaş, boy, kilo, boy/kulaç, menopoz süresi ilişkisinin değerlendirilmesi. *Osteoporoz Dünyasından* 1996; 2: 81-4.
88. Johnell O, Kanis JA, Oden A et al. Fracture risk following an osteoporotic fracture. *Osteoporosis Int* 2004; 15: 175-9.
89. Lips P, Von Schoor NM. Quality of life in patients with osteoporosis. *Osteoporosis Int* 2005; 16: 447-55.
90. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C et al. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA* 2001; 285: 320-3.
91. Ismail AA, Cooper C, Felsenberg D, Varlow J, Kanis JA, Silman AJ et al. and the European vertebral osteoporosis study group. Number and type of vertebral deformities: epidemiological characteristics and relation to back pain and height loss. *Osteoporos Int* 1999; 9: 206-13.
92. Mckiernan F, Faciszewski T, Jensen R. Quality of life following vertebroplasty. *J Bone Joint Surg (Am)* 2004; 86: 2600-6.
93. Üzer A. F, Bulutcu E, Öktenoğlu T, Sasani M, Erçelen Ü, Canbulat N, Sarıoğlu A. Ç. Ağrılı Çökme Kırıklarının Tedavisinde Perkütan Vertebroplasti Uygulaması, *Türk Nöroşirurji Dergisi* 2003; 13: 18-25
94. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 2001; 26: 1511-5,
95. Kado DM, Browner WS, Palermo L, et al. Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arch Intern Med* 1999;159: 1215–20.
96. Kado et al, Vertebral Body Fractures and Mortality in Older Women, *Arch int Med*, Vol 159, June 1999

97. 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 15;31(4):435-41
98. Vasconcelos C, Gailloud P, Beauchamp NJ, Heck DV, Murphy KJ. Is percutaneous vertebroplasty without pretreatment venography safe? Evaluation of 205 consecutive procedures. *Am J Neuroradiol* 2002; 23: 913-7.
99. Wong et al, Vertebroplasty / Kyphoplasty, *J Women's Imaging* 2 (3) Aug. 2000
100. Schmidt R, Cakir B, Mattes T, Wegener M, Puhl W, Richter M. Cement leakage during vertebroplasty: an underestimated problem? *Eur Spine J* 2005; 14: 466-73.
101. Monticelli F, Meyer HJ, Tutsch-Bauer E. Fatal pulmonary cement embolism following percutaneous vertebroplasty (PVP). *Forensic Sci Int* 2005; 149: 35-8.
102. Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, Westesson PL. Vertebroplasty: Cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body. *Am J Neuroradiol* 2004; 25: 175-80.