



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
NÖROŞİRÜRJİ ANABİLİM DALI**

**PERKÜTAN VERTEBRAL GÜÇLENDİRME TEKNİKLERİNİN
RADYOLOJİK VE KLİNİK OLARAK ETKİNLİĞİNİN
RETROSPEKTİF ANALİZİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Yasin YETİŞYİĞİT

ANKARA 2016



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
NÖROŞİRÜRJİ ANABİLİM DALI**

**PERKÜTAN VERTEBRAL GÜÇLENDİRME TEKNİKLERİNİN
RADYOLOJİK VE KLİNİK OLARAK ETKİNLİĞİNİN
RETROSPEKTİF ANALİZİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Yasin YETİŞYİĞİT
Tez Danışmanı: Prof. Dr. M. Nur Altınörs

ANKARA 2016

10/06/2016 tarih ve KA 16/217 nolu sayı
**Bu tez çalışması Başkent Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından
desteklenmiştir.**



Sayın Prof. Dr. Mehmet HABERAL
Başkent Üniversitesi Kurucu Rektörü ve Üst Yönetim Kurulu Başkanı



Sayın Prof. Dr. Ali HABERAL
Başkent Üniversitesi Rektörü

ACI KAYBIMIZ



Sayın Prof. Dr. H. Hakan CANER
ANA BİLİM DALIMIZA, ÜNİVERSİTEMİZE OLAN HİZMETLERİNE
TEŞEKKÜRLERİMİZ VE ANISINA SAYGILARIMIZLA
1959-2013

TEŞEKKÜR

Başta bizlere her türlü desteği verip tıp ve uzmanlık eğitimi olanağı sağladığı için üniversitemizin kurucusu Sayın Prof. Dr. Mehmet Haberal'a, rektörümüz Sayın Prof. Dr. Ali Haberal'a, dekanımız Sayın Prof. Dr. Haldun Müderrisoğlu'na sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim süresince her konuda desteklerini yanımda hissettiğim, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım ve yanlarında çalışmaktan gurur duyduğum değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. M. Nur Altınörs'e ve Sayın Prof. Dr. H. Hakan Caner'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim süresince her konuda desteklerini esirgemeyen ve çalışmaktan mutluluk duyduğum değerli ağabeylerim Doç. Dr. Cem Yılmaz'a, Doç. Dr. Salih Gülşen'e, Yrd. Doç. Dr. Erkin Sönmez'e ve Uzm. Dr. Serhat Cömert'e çok teşekkür ederim.

Bu tezin hazırlanmasında her aşamasında emeği geçen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. M. Nur Altınörs'e başta olmak üzere, Sayın Prof. Dr. Ersin Ögüş'e ve Uzm. Dr. Fikret Şahintürk'e katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Uzmanlık eğitimim süresince beraber çalıştığım Uzm. Dr. Engin Fidancı'ya, klinik fizyoterapistimiz Kıvanç Tıgılı'ya, anestezi teknikerimiz Deniz Ustaoglu'na, bölüm sekreterlerimiz ve ameliyathane çalışanlarına teşekkür ederim.

Hayatta bugün bulunduğum yere gelmemde büyük emeği olan, maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bana hayatım boyunca anne ve babamın yokluğunu hissettirmeyen halama ve bu zorlu yaşam koşullarında sürekli yanımda olan eşime sonsuz teşekkürler.

Dr. Yasin YETİŞYİĞİT

ÖZET

Günümüzde ortalama yaşam süresinin uzamasıyla birlikte vertebra kompresyon kırıkları insidansı muhakkak artış gösterecektir. Semptomatik kırıkların çoğu medikal tedaviye cevap vermemektedir. Medikal tedaviye rakip olabilecek en iyi cerrahi yöntem perkütan vertebral güçlendirme teknikleridir. Vertebroplasti (PVP) ve kifoplasti (PKP) olmak üzere iki tip perkütan güçlendirme tekniği vardır. Osteoporoz, travma veya tümör nedeniyle oluşan vertebra kompresyon fraktürlerinde vertebrayı güçlendirmek için kullanılan minimal invaziv işlemlerdir.

Bu çalışmada amaç; Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı Ankara hastanesinde 2002-2016 yılları arasında vertebra kompresyon fraktürü olan 352 hastaya uygulanan perkütan güçlendirme tekniklerinin radyolojik ve klinik olarak etkinliğinin retrospektif olarak incelenerek sonuçlarının değerlendirilmesidir

Hastaların ağrıları vizüel analog skala (VAS) ile değerlendirilecektir. Hastaların yaş, cinsiyet, ağrı süresi, kırık vertebra sayısı ve düzeyleri, kifoz açısı gibi parametreler inceleme için kaydedilip ayrıca işlem sırasında kullanılan sement miktarı, vertebra yükseklik oranları vertebra dışına sement kaçıışının olup olmadığı, preoperatif veya postoperatif dönemde gelişen komplikasyonlar göz önünde bulundurulacaktır.

Medikal tedaviye cevap alınamayan vertebra kompresyon kırıklarında özellikle ağrının giderilmesinde ve vertebranın çökme miktarının artırılmasında yapılan perkütan güçlendirme tekniklerinin, konservatif ve diğer major cerrahi tedavilere göre semptomları daha kısa sürede geçirmesi ve komplikasyonlarının daha az görülmesi avantajlarıyla ön plana çıkması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kifoplasti, Osteoporoz, Perkütan vertebral güçlendirme, Vertebra kırığı, Vertebroplasti

SUMMARY

The incidence of vertebral compression fractures is steadily rising. The most frequent etiologic factor for vertebral compression fracture is osteoporosis. Minor traumas hemangiomas, multiple myelomas, and metastatic lesions are other causes of vertebral compression fractures.

Medical therapy and several surgical approaches are used to treat vertebral compression fractures.

Medical therapy includes bed rest, analgesics, anti-inflammatory drugs and use of bracelets.

Percutaneous vertebroplasty was first used to treat a painful cervical hemangioma in 1987. The method requires percutaneous injection of cement material into the vertebral body to alleviate pain. Shortly after the introduction of the technique, it was used for the management of osteoporotic vertebral compression fractures.

A modified form of vertebroplasty was developed where inflatable bone tamp or sky-bone expander is percutaneously inserted into the vertebral body to create a cavity. Then the cement is injected to fill the cavity. The method known as kyphoplasty not only does alleviate pain but also contributes to restoration of vertebral height and kyphotic angle.

The method has minor complications, the most frequent being the leakage of cement outside the vertebral body. In most cases cement leakage is asymptomatic.

These two surgical techniques are named percutaneous vertebral augmentation surgeries. In our department we have been performing these operations since 2002. The department of Neurosurgery of Başkent University has become one of the pioneers in Turkey in this area. The present study reviews 352 patients in whom vertebroplasty or kyphoplasty has been performed.

The main criteria in evaluating the postoperative outcome is pain relief analyzed by VAS and radiologic parameters such as vertebral body height and kyphotic angle restoration.

The results have shown that percutaneous vertebral augmentation operations are safe, effective and carries reasonably low rate of complications.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. OMURGA ANATOMİSİ.....	2
2.2. VASKÜLER ANATOMİ.....	3
2.3. OSTEOPOROZ	3
2.4. TORAKOLOMBER BİLEŞKE TRAVMALARI.....	5
2.5. TORAKOLOMBER BİLEŞKE TRAVMALARINDA CERRAHİ TEDAVİ	7
2.6. PERKÜTAN VERTEBRAL GÜÇLENDİRME'DE CERRAHİ TEKNİK.....	9
2.7. PERKÜTAN VERTEBRA GÜÇLENDİRME TEKNİKLERİ (Vertebroplasti ve kifoplasti).....	16
2.8. KİFOPLASTİ UYGULAMASINDA AĞRI GEÇMESİNİN MEKANİZMASI.....	18
2.9. UYGULANACAK SEMENT MİKTARI.....	18
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	20
3.1. OLGULAR.....	20
3.2. YÖNTEM.....	20
3.3. İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	21

4. BULGULAR	22
5. TARTIŞMA	29
5.1. KOMPLİKASYONLAR.....	37
5.2. MORTALİTE	42
6. SONUÇ.....	43
7. KAYNAKLAR.....	44



KISALTMALAR

BOS	:	beyin-Omurilik Sıvısı
BT	:	Bilgisayarlı Tomografi
C	:	Servikal
CPR	:	Cardiopulmonary Resuscitation
DEXA	:	Dual Enerji X-Ray absorpsiyometre
FDA	:	Food and Drug Administration
KP	:	Kifoplasti
L	:	Lumbal
MRG	:	Manyetik Rezonans Görüntüleme
OVKF	:	Osteoporotik Vertebra Kompresyon Fraktürü
PMMA	:	Polimetilmetakrilat
PVG	:	Perkütan Vertebra Güçlendirme
SPECT	:	Single-photon emission computed tomography
STIR	:	Short tau inversion recovery
T	:	Torakal
VKF	:	Vertebra Kompresyon Fraktürü
VP	:	Vertebroplasti

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa No:

Resim 1	A: Kırmızı ok, pediküllün gayet iyi şekilde gösterilmesi, B: Pediküllerin PVG yapılmasına olanak vermeyecek şekilde görüntülenememesi	10
Resim 2.	Jamşid İğnesi	11
Resim 3.	Jamşid iğnesinin skopi altında yerleştirilmesi.	12
Resim 4.	Skopi kontrollü ile sement uygulanması	13
Resim 5.	Balon uygulaması işlemi	14
Resim 6.	5 vertebraya PVG uygulaması.	23
Resim 7.	7 seviye PVG uygulanmış hasta'nın postoperatif sagittal röntgen görüntüsü.	25
Resim 8.	7 seviye PVG uygulanmış hasta'nın postoperatif AP röntgen görüntüsü	26
Resim 9.	Postoeratif çekilen kontrol BT'de sementin vertebra cismi içinde oldukça homojen dağılımı	30
Resim 10.	MRG'de kemik iliği ödemi.....	31
Resim 11.	Postoperatif çekilen kontrol BT'de sementin sol paravertebral alana ekstrevasyon.....	39

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1. Maegerl torakolomber kırıklar sınıflaması (MAEGERL)	7
Tablo 2. PVG işlemi yapılan segmentlere göre olguların dağılımı	24
Tablo 3. Patolojilerine göre PVG ameliyatları	26
Tablo 4. Hastalara ilişkin tanıtıcı istatistikler	27
Tablo 5. Preoperatif ve postoperatif kifotik açı değerlendirilmesi	27
Tablo 6. Preoperatif ve postoperatif vertebral kompresyon yüzdesi değerlendirilmesi	28
Tablo 7. Preoperatif ve postoperatif VAS skorları değerlendirilmesi	28

1. GİRİŞ

Günümüzde ortalama yaşam süresinin uzamasıyla birlikte vertebra kompresyon kırıkları insidansı muhakkak artış gösterecektir. Semptomatik kırıkların çoğu medikal tedaviye cevap vermemektedir. Medikal tedaviye rakip olabilecek en iyi cerrahi yöntem perkütan vertebral güçlendirme teknikleridir. Vertebroplasti (PVP) ve kifoplasti (PKP) olmak üzere iki tip perkütan güçlendirme tekniği vardır. Osteoporoz, travma veya tümör nedeniyle oluşan vertebra kompresyon fraktürlerinde vertebrayı güçlendirmek için kullanılan minimal invaziv işlemlerdir.

Bu çalışmada amaç; Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı Ankara hastanesinde 2002-2016 yılları arasında vertebra kompresyon fraktürü olan 352 hastaya uygulanan perkütan güçlendirme tekniklerinin radyolojik ve klinik olarak etkinliğinin retrospektif olarak incelenerek sonuçlarının değerlendirilmesidir

Hastaların ağrıları vizüel analog skala (VAS) ile değerlendirilecektir. Hastaların yaş, cinsiyet, ağrı süresi, kırık vertebra sayısı ve düzeyleri, vertebra yükseklik oranları kifoz açısı gibi parametreler inceleme için kaydedilip ayrıca işlem sırasında kullanılan sement miktarı, vertebra dışına sement kaçıışının olup olmadığı, preoperatif veya postoperatif dönemde gelişen komplikasyonlar göz önünde bulundurulacaktır.

Medikal tedaviye cevap alınamayan vertebra kompresyon kırıklarında özellikle ağrının giderilmesinde ve vertebranın çökme miktarının artırılmasında yapılan perkütan güçlendirme tekniklerinin, konservatif ve diğer major cerrahi tedavilere göre semptomları daha kısa sürede geçirmesi ve komplikasyonlarının daha az görülmesi avantajlarıyla ön plana çıkması planlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. OMURGA ANATOMİSİ

Perkütan VP, KP ve sakroplasti uygulamaları, uygulamanın güvenilirliği, uygun enjeksiyon ve lokalizasyonların bilinmesi için vertebra anatomisinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Normal anatominin yanında patolojik anatomi konusunda da bilgili olunmalıdır. Bunun içinde düz röntgen grafipleri ve bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri konusunda bilgili olunmalıdır. Omurga, kafatası ve göğüs kemikleri ile birlikte aksiyal iskelet sistemini oluşturan ve vücudun ekseninde bulunan hareketli bir sütundur. Vücut ağırlığının büyük kısmını taşıyan ve bu ağırlığı pelvis vasıtasıyla alt taraf kemiklerine aktaran omurga; baş, boyun ve gövdenin hareketlerinde de görev alır. Bu destek ve hareket işlevinin yanısıra omurga, içinde barındırdığı vertebral kanalda omuriliği de saklar. Omurga 33 kemikten oluşmaktadır; 24 vertebra'nın 7'si servikal, 12'si torakal ve 5'ide lomber vertebradır. Sakrum tek parça halinde füzyon olmuş 5 segmentten, koksiks birbirlerine değişik seviyede füzyon olmuş 4 segmentten oluşur. Yetişkin bir erkekte yaklaşık 71 cm olan omurga boyu, yetişkin kadında 61 cm'dir. Bu uzunluğun $\frac{1}{4}$ 'ü diskler, $\frac{3}{4}$ 'ü omurlar tarafından oluşturulur. C1-koksiks'e uzanan intervertebral disk, ligamanlar ve kaslarla bir tüm spinal yapıyı oluşturur. Yan bakışta servikal ve lomber bölgede lordoz, torakal bölgede kifoz mevcuttur. Bu eğrilik derecesi pedikül lokalizasyonu ve korpusa ulaşma açısından perkütan uygulamalarda özellikle kritik ve önemli noktalardandır. Güvenli sement enjeksiyonu için normal vertebra korpus hacminin ve patolojik durumlarda oluşabilecek korpus hacminin bilinmesi gerekmektedir. Lomberden servikale doğru inildikçe korpus hacmi ciddi oranda azalmaktadır. Korpus hacmi yaşa ve kiloya göre değişebilmektedir.

Pediküller omurganın bölümlerine göre çap ve uzunluk olarak farklılık gösterirler. Servikal bölgede aşağıya doğru inildikçe yüksekliği ve genişliği artarken, torakal bölgede üst seviyelerden T6-T7 vertebralarına doğru inildikçe pedikül yükseklikleri ve genişlikleri azalır. Lomber bölgeye doğru inildikçe pedikül yüksekliğinde ve genişliğinde tekrar bir artış söz konusudur (1, 2).

2.2. VASKÜLER ANATOMİ

Omuriliğin arteriyel beslenmesi başlıca tek bir anterior spinal arter ve iki adet posterior spinal arter ile sağlanır. Vertebral arterlerin inen dallarının oluşturduğu anterior spinal arterler dışında segmental spinal arterlerin katkı sağladığı multiple radiküler arterlerden köken alan meduller dallarca baslenir (3, 4). Anterior spinal arter omurilik boyunca anterior median fissürde yerleşir, üzerinde anterior spinal ven bulunur ve linea splendens ile örtülüdür. Servikal ve lumbosakral bölgelerde daha geniş olup çapı yaklaşık 1.1 mm'dir, torakal bölgelerde 0.5 mm ye kadar incelebilir (5). Omuriliğe gelen arterler spinal kanala sinir kökleri ile beraber girer ve kökü takip eder. İntervertebral foramenden sinir ile birlikte girdikten sonra anterior ve posterior spinal arterler olarak ayrılırlar, vertebra ve ligamanın vaskülarizasyonunu ve duranın beslenmesini sağlar. Orta torakal bölgenin altında, %75 sol interkostal lomber arterden köken alan T6-L2 arasından, sıklıkla L1-L2 düzeyinden Adamkiewicz arteri olarak adlandırılan anterior medüller arter, anterior spinal artere önemli katkı sağlar. Omuriliği drene eden venler arterlerin dağılımına benzerlik gösterir. Anterior longitudinal trunkus anteromedian ve anterolateral venlerden oluşur. Sulkal venler omuriliğin anteromedian kısımlarını drene eder. Epidural venöz pleksuslar dura mater ve vertebral periosteum arasında yerleşimlidir ve klivustan sakral bölgeye kadar pek çok seviyede ara bağlantılar yapan iki veya daha fazla anterior ve posterior longitudinal venöz kanalları içerir (6).

2.3. OSTEOPOROZ

Osteoporoz, düşük kemik kütlesi ve kemik mikroyapısının bozulması sonucu kemik kırılabilirliğinin ve kırık olasılığının artması ile karakterize sistemik bir iskelet hastalığıdır (7). Avrupa, Japonya ve Amerika'da 75 milyonda fazla insanı etkiler ve yalnız Avrupa ve Amerika'da yılda 2.3 milyon kırığa sebep olur. Yaşam süresince kalça, vertebra ve ön kol kırık riski koroner arter hastalıkları ile benzer olarak %40 oranındadır. Osteoporoz erken dönem dönemde asemptomatiktir. Hastalığın ilk bulgusu kırık olabilir. Vertebra dışı kırıklar

düşme sonrası gelişirken vertebra kırıkları çoğunlukla spontan gelişir. Vertebral kırıkların 1/3'ü ağrılıdır. El bileği ve diğer kırıklar erken yaşlarda görülürken vertebra ve kalça kırıkları ileri yaşlarda görülür. Kırık oranı yaş ile artar, mortalite ve morbiditeyi etkiler (8).

İnsan organizmasındaki kemik miktarı osteoblastik ve osteoklastik kuvvetler arasındaki denge sonucu oluşur. İskelet iki tip kemikten oluşur. Kortikal kemik (periferik iskelet kemiği) tüm kemik dokusunun %80'ini oluşturur. Trabeküler kemik (aksiyel iskelet, omurga, pelvis ve proksimal femur) kemik iliği ve yağ dolu olan bal peteğine benzer bir yapıdan oluşur, bu nedenle volüm başına daha fazla alan sağlar (9). Osteoporozu belirleyen iki parametre düşük kemik kitlesi ve kemik dokusunun mikro yapısındaki bozukluktur (10).

Kemik yoğunluğunun azalarak kemik trabeküllerinde incelmeye ve Haversian kanalları ile kemik iliği boşluğunun genişlemesi osteoporozun tipik özellikleridir. Osteoporozda yıkım sabit kalmışken kemik yapımı yetersiz bir hal almıştır

Osteoporozu yol açan risk faktörleri arasında aile hikayesi, küçük vücut yapısı, tıbbi özgeçmiş de kırık öyküsü, erken menapoz, kemoterapi almış olmak, yetersiz kalsiyum alımı, yetersiz D vitamini alınımı, sigara tüketimi, hipertiroidizm, kronik renal hastalık ve sistemik steroid kullanımı bulunur (11).

Osteoporozlu kişilerde yaş ilerlemesiyle kırık sıklığı 2-100 kat artar. Kadınlarda erkeklere kıyasla daha sık görülür. Minor bir travma kırık oluşumuna yol açabilir. En sık olarak vertebra kırıklarına rastlanır. Vertebra kırıklarında ilk bulgu sırt ağrısıdır. Ağrı hareketle artar ve kompresyon kırıklarında bu semptom daha çok görülür. Vertebra yüksekliğinin %15'den fazla oranda kaybı kompresyon kırığı olarak kabul edilir (11). Vertebra kırıkları en sık olarak T 12, L1, L2 ve L3 vertebraalarında görülür ve her kompresyon fraktürü boyda yaklaşık 1 cm azalmaya neden olur (9). Vertebra kırığı olan kadınların %20'sinde ilk kırıktan sonraki yıl içinde başka bir vertebra kırığı oluşur (12). Osteoporotik vertebra kırıklarının oluşumunu önlemek amacıyla selektif östrojen reseptör modulatorleri ve bifosfonatların kullanılır. Bu kırıkların tedavisi cerrahi ve konservatif olarak yapılır. Konservatif tedavi uzun süreli yatak istirahati, analjezik alımı ve korse

kullanımından ibarettir. Ancak osteoporotik vertebra kırıkları sıklıkla ileri yaş grubu kişilerde görüldüğü için uzun süreli hareketsizlik kemik dansitede azalma ve kas atrofisi gibi komplikasyonlara yol açma riski taşır. Torakal kırığa sekonder gelişen kifotik deformitenin neden olacağı akciğer vital kapasitesinde azalmaya %9 oranında rastlanır (13).

Cerrahi tedavinin temel riskleri ileri yaş ile internal fiksasyon ve stabilizasyon için yerleştirilecek enstrumanları osteoporotik kemiklerin taşıyamamasıdır.

Osteoporozun tanısı ve izleminde altın standart teknikler dual enerji x-ray absorpsiyometre (DEXA) ve kantitatif bilgisayarlı tomografi ölçümleridir. DEXA ilk kez 1987 yılında kemik mineral yoğunluğunun ölçümünde hızlı, güvenilir bir teknik olarak kullanılmaya başlanmıştır. DEXA ve kantitatif bilgisayarlı tomografi kemiğin organik kısmından çok, mineral içeriğini ölçmektedir.

2.4. TORAKOLOMBER BİLEŞKE TRAVMALARI

Torakolomber bileşke, torakal ve lomber bölge kırıklarının en yaygın görüldüğü yerdir. Fraktürlerin yarısından fazlası T11-L1 arasında görülürken, yaklaşık %30'u L2-L5 bölgesinde görülür (14). Omurganın bu bölgelerine ait kırıkları ilk kez Watson-Jones 1938 yılında sınıflandırmıştır. Ana kriter morfoloji olup başlıca 3 grup vardır. Bunlar: basit kama kırıkları, devamlılığı olan kırıklar, kırık dislokasyonlardır. Yazarın görüşüne göre kırıklar fleksiyon ve ekstansiyon kuvvetleri ile oluşmaktadır. Fleksiyon kuvvetiyle meydana gelen kırıkların tedavisinin ekstansiyon korsesi ile yapılmasını gerektiğini öne sürmüşlerdir (15). Sagittal düzlemde omurga dengesinde önemli olan torakal bölge kifoza, vertebra korpuslarının ön yüksekliklerinin arka yüksekliklerden kısa olması ile sağlanır. Bu yükseklik farkı ve kifozdan dolayı, torakal omurlarda rotasyon eksenini vertebra cisminin ön kısmında kalır. Bu da torakal travmaların çoğunun kompresyon kırığı şeklinde olmasına yol açar (16). Nicoll 1949 yılında bir kırık-çıkığı olan hasta grubunda yaptığı çalışma neticesinde bir sınıflama yapmış, stabilite ve instabilite kavramlarını ortaya atmıştır. Ayrıca interspinöz ligaman bütünlüğünün stabilite için önemli olduğunu ifade etmiştir (17).

Daha sonraki süreç içinde Holdsworth 1963 yılında yaptığı sınıflandırmada 2 kolon teorisini ve radyolojik bulguları temel almıştır. Bu sınıflamada 4 tür zedelenme tanımlanmıştır; fleksiyon, fleksiyon rotasyon, ekstansiyon ve kompresyon. Ek olarak “shear” mekanizması belirlenmiş ve kırıkların stabil veya unstabil oluşlarına göre alt sınıflama yapılmıştır. Stabilite için posterior kemik ve ligamentöz yapıların devamlılığının önemli olduğu öne sürülmüştür (18, 19). Denis iki kolon düşüncesinden farklı olarak 3 kolon teorisini ortaya atmıştır. Bu değerlendirmeye göre vertebra cismi ikiye bölünmüş ve orta kolon tanımlanmıştır. Denis’e göre ön kolonu oluşturan anatomik yapılar 2/3 ön vertebra cismi, komşu anulus, disk, anterior longitudinal ligamanlardır. Orta kolonda vertebra cisminin 1/3 posteriörü, posterior longitudinal ligaman, komşu disk ve anulus bulunur. Posterior kolon ise faset, lamina, posterior ligaman kompleksini kapsar (20). Üç kolon teorisine göre iki kolonun zarar görmesi stabiliteyi bozar. Denis’e göre kompresyon, patlama, fleksiyon-distraksiyon ve kırık dislokasyon olmak üzere 4 tip travma mekanizması mevcuttur. Kompresyon kırıkların en sık görüldüğü bilinmektedir. Fleksiyonda aksiyel yüklenme sonucu gelişir. Nörolojik defisite rastlanmaz. Denis kompresyon kırıklarını kendi içinde 4 alt gruba ayırmıştır. Bunlardan Tip A’da her iki end-plate kırığı görülür. Tip B’de sadece üst, Tip C’de alt end-plate kırığı gözlenir. Tip D’de lateral kamalaşma olup “end-plate” afetzededir (20).

Maegerl uygulanan kuvvetin yönünü temel alarak 1200 hastada yaptığı çalışma sonucu bir sınıflama önermiştir (21), (Tablo 1). Bu sınıflamanın önemi KP ve VP ameliyatlarının hangi tip kırıklarda yararlı olacağını konusunda yol göstermesidir.

Daha yeni bir anlayış olan aospine’nin torakolomber sınıflandırmasına göre torakolomber fraktürler Tip A: kompresyon injürileri, Tip B: distraksiyon injürileri ve Tip C: translasyonel injüriler olmak üzere 3 ana gruba ayrılmaktadır. Kompresyon injürileri basıya uğramış anterior yapıları ifade eder ve 3 alt gruba ayrılır. Bunlar

A0. Minor, yapısal olmayan fraktürler: spinal kolonun yapısal bütünlüğünü bozmayan, transvers proses, spinöz proses kırıkları gibi kırıkları kapsar.

A1. Wedge-kompresyon: vertebra cisminin posterior duvarında bir zarar olmaksızın tek end-plate’de fraktür varlığıdır.

A2. Split: vertebra cismi posterior duvarında zarar olmaksızın her iki end-plate’de kırık olması halidir.

Tablo 1. Maegerl torakolomber kırıklar sınıflaması (MAEGERL)

A.Kompresyon	A1 Sıkıştırıp birbirine kaynatma A2 Ayrılma A3 Patlama
B. Distraksiyon	B1 Arkaya yumuşak dokulara doğru B2 Arkaya arkusa doğru B3 Öne diske doğru
C. Rotasyon	C1 Kompresyon ile C2 Distraksiyon ile C3 Bükülme ayrılma (Shear) ile

2.5. TORAKOLOMBER BİLEŞKE TRAVMALARINDA CERRAHİ TEDAVİ

Tedavinin gayesi olgusuna göre değişmekle beraber nörolojik defisitlerin düzeltilmesi, en azından minimize edilmesi, anatomik dizilimin korunması, erken füzyon, erken mobilizasyon ve rehabilitasyona başlamak ve ağrının giderilmesidir.

Klinik ve radyolojik bulgular eşliğinde verilecek cerrahi karar için belli başlı endikasyonlar şunlardır:

- Spinal instabilite
- Omurga cisminin anterior yüksekliğinin %50’den fazla kaybı
- 30 dereceden fazla açılanma
- Spinal kanala %50’den fazla bası

- e) Fleksiyon-distraksiyon ve translasyonel türü zedelenme
- f) Parsiyel veya tam nörolojik kayıp

Cerrahi tedavi endikasyonu konduktan sonra, yapılacak işlemin anterior mu, posterior mu veya kombine mi olduğuna karar verilir. Günümüzde anterior yük taşımanın kaybolduğu şiddetli patlama kırıkları hariç, bir çok olguda posterior dekompresyon ve stabilizasyon yapılabilir. Temelde yaralanma tipi ve tedavi şekli için aşağıdaki yaklaşım önerilebilir.

1. Kama kompresyon fraktürü

Dekompresyon cerrahisi gerekebilir. Posterior? Anterior?

2. Stabil patlama fraktürü

Dekompresyon cerrahisi gerekebilir. Posterior? Anterior?

3. İnstabil patlama fraktürü

Akut travmada posterior distraktif enstrümantasyon ve dekompresyon

Subakut (>2hafta) travmada anterior dekompresyon ± posterior enstrümantasyon

4. Emniyet kemeri tipi fraktür (Chance fraktürü)

Posterior kompresif enstrümantasyon

5. Fleksiyon distraksiyon yaralanması

Posterior kompresif enstrümantasyon

6. Traslasyonel yaralanma

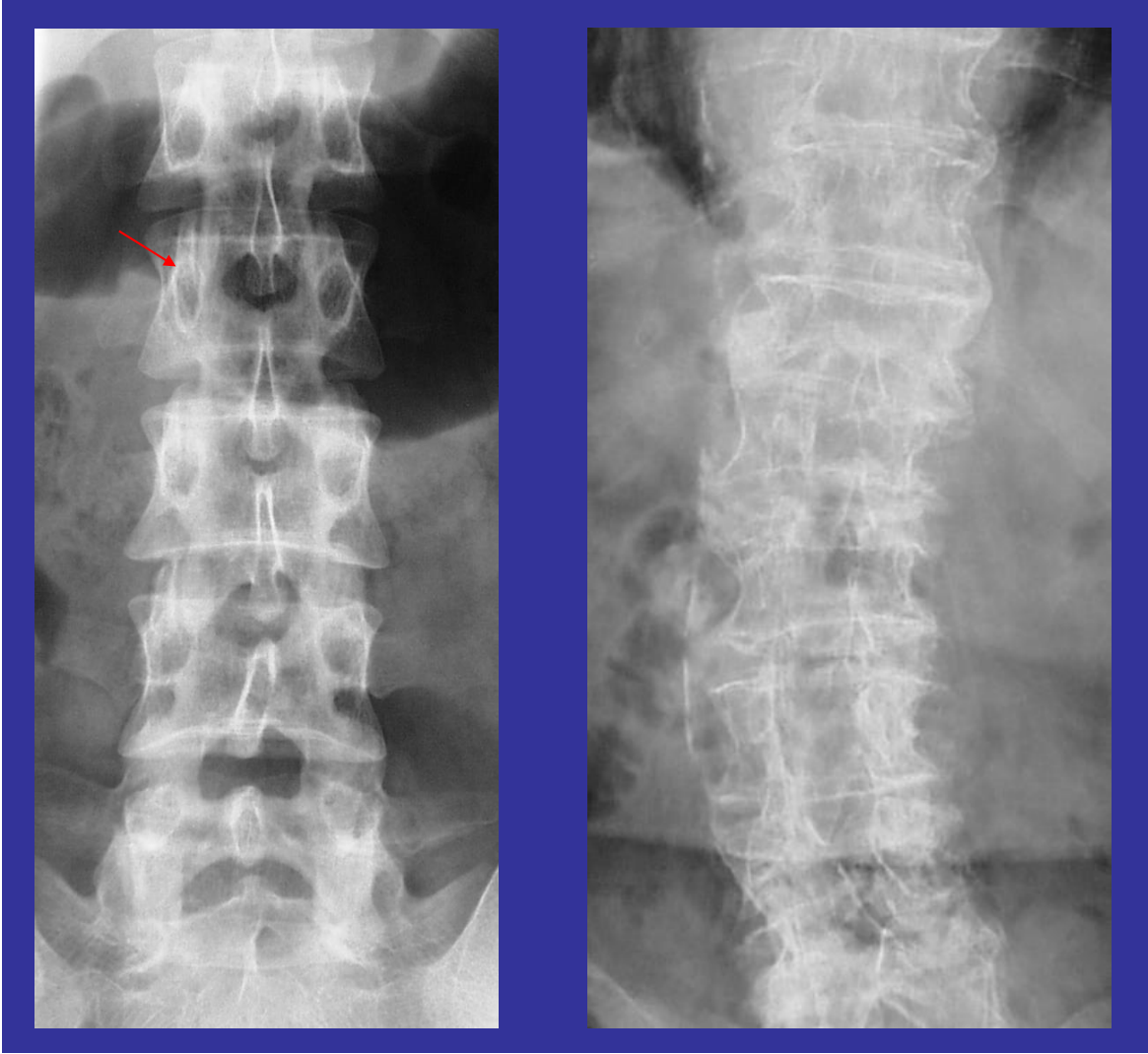
Posterior veya antero-posterior rijit enstrümantasyon

Bu cerrahi tedavi seçenekleri, cerrahın yaklaşımına ve tecrübesine göre farklılık gösterebilir. Aynı zamanda geç cerrahi uygulanan hastalarda posterior yaklaşımla anterior dekompresyon güçleşir. Bu nedenle anterior dekompresyon gerekebilir (22).

2.6. PERKÜTAN VERTEBRAL GÜÇLENDİRME'DE CERRAHİ TEKNİK

PVG ameliyatlari skopi yardımıyla ve ameliyathane koşullarında yapılmalıdır. Genel anestezi altında veya sedasyon artı lokal anestezi ile yapılabilir. Lokal anestezi altında yapılan işlemlerde herşeye karşın hasta ağrı duyabilir, buna bağı olarak şikayet ve hareket etmesi cerrahın işini zorlaştırabilir. Sedasyon lokal anestezi kombinasyonu ile yapılan ameliyatlarda genel anestezinin komplikasyonlarından kaçınılmış olur. Lokal anestezi dozu önemlidir. Hastanın ağrı duyması nedeniyle tekrarlayan anestetik madde enjeksiyonları komplikasyon olarak methemoglobinemiye yol açabilir (23). Önerilen 15-25 mg/kg anestetikten (benzocaine) daha fazla verilmemesidir.

Teknik bakımdan PVG yapılacak vertebranın tercihen her iki pedikülünün görülmesi idealdir (Resim 1). Bir pedikülünün görülmesiyle de işlem gerçekleştirilebilir. Daha emin bir yaklaşım preoperatif dönemde yapılan tetkiklerde pediküllerin visualize edilmesidir. Pedikülleri net olarak görüntülenemeyen vertebraya PVG ameliyatı yapılmaz, yapılmaya çalışılması büyük yanlış olur.



Resim 1. A: Kırmızı ok, pedikülün gayet iyi şekilde gösterilmesi, B: Pediküllerin PVG yapılmasına olanak vermeyecek şekilde görüntülenememesi

Skopide ön-arka görüntüde üst end-plate'in tek çizgi halinde görünmesi sağlanmalıdır. Ön-arka grafiden sonra skopide yan görüntü alınarak end-plate'lerin kırık olmayan taraf da superpoze olduğundan emin olunarak cerrahiye başlanır. Sağ taraftaki pediküllere saat 11, sol taraftaki pediküllere saat 1 hizasından olacak şekilde Jamşid iğnesi yönlendirilir ve pedikülün dış kenarına dokunması hedeflenir. Bu durum skopiyle kontrol edildikten sonra iğne ilerletilir.



Resim 2. Jamşid İğnesi

İğne ucunun ortaya geldiği düşünüldüğünde yan görüntü alınarak iğnenin ideal konum olan pedikülün tam ortasında bulunduğunu görmek gerekir. İğne vertebra içinde öne doğru ilerletilerek ön duvara 2 mm. kadar ulaşınca durulur. Bu aşamada eğer KP yapılıyorsa balon şişirilerek sementin verileceği volüm hazırlanmış olur. Balon basıncının 400 psm'yi geçmemesi önerilmektedir (24).



Resim 3. Jamşid iğnesinin skopi altında yerleştirilmesi.

Sement sürekli skopi eşliğinde, yavaş ve bilateral verilmelidir. Sement kıvamının dış macunu viskozitesinde olması uygun olur. Fazla sıvı kıvamda olursa vertebra cismi dışına kaçabilir, gereğinden fazla sertleşirse vertebra içine gönderilmesi mümkün olmayabilir. Sement miktarı hastaya ve işlemin durumuna göre değişiklik göstermekle birlikte ağrıyı geçirecek minimum volümün 1.5 cc olduğu düşünülmektedir. Öngörülen tüm sement

volümü verildikten sonra iğnelerin çekilmesi için bir kaç dakika beklenilmelidir. Bunun nedeni sementin vertebra içinde tam olarak sertleşmesi ve iğne erken çekildiği takdirde sementin pedikül ve kas dokusu içine çıkmasıdır.



Resim 4. Skopi kontrollü ile sement uygulanması



Resim 5. Balon uygulaması işlemi

Tüm bu işlemler sırasında disk mesafesinde veya vertebral venlerde sement görülmesi, posterior duvarın 1/3'üne doğru sementin gelmesi, epidural mesafede belirginleşme ve bu kompartımda sement saptanması, hastada dispne, satürasyon düşüklüğü gelişmesi ve hastanın ani radiküler ağrıdan şikayet etmesi durumlarında işleme son verilmelidir (25).

PVG ameliyatlarında bazı teknik modifikasyonlarla tedavinin etkinliğini arttırmak ve komplikasyonları azaltmak hedeflenmiştir. Anselmetti ve grubu vertebra duvarında metastatik tutulum olan 40 olguyu prospektif olarak incelemişlerdir. Bu olgularda koil şeklinde polietereeterketon (PEEK) implant vertebra cismi içine yerleştirildikten sonra sürekli dijital floroskopi altında sement enjekte edilmiştir. Yazarlar işlemler sonrasında klinik komplikasyon görmediklerini ifade etmişlerdir. Elde ettikleri olumlu sonuçlara dayanarak PEEK Kiva implantının PMMA ekstrevasasyon riskini azalttığını, bu tekniğin radyoterapi, cerrahi stabilizasyon veya balon kifoplastinin kontrendike olduğu osteolitik vertebral metastazlı hastalarda kullanılabileceğini bildirmişlerdir (26).

Diğer bir minimal invaziv girişim Chen ve grubu tarafından önerilen mesh -taşıyıcı plasti tekniğidir. Bu teknikle kemik genişletici bir aperey ile kemik doku kesilir. Alet kavite oluşturduktan sonra geri çekilir, kavitenin içine mesh yerleştirilir ve kavitenin kenarına ulaşınca kadar mesh genişletilir. Sürekli sement enjeksiyonu mesh taşıyıcının çevre kemik dokuda basınç oluşturmasını sağlar, kırık vertebra yüksekliği tedrici olarak artar. Perfüzyon basıncı belirli bir seviyeye ulaştığında sement mesh taşıyıcıdan dışarı taşarak kemik trabekülleri doldurur. Böylece kemik trabeküller sağlam ve stabilleşmiş olur (27). PVG ameliyatları genel olarak sadece vertebroplasti veya kifoplasti olarak yapılmasına karşın daha kompleks spinal cerrahilerle kombine olarak veya açık şekilde de uygulanabilir (28-30). Boswell ve ark. 51 torakolomber kırığı olan 49 hastada dekompresif laminektomi ve sonrasında açık vertebroplasti yapmışlardır. Yazarlar dekompresif laminektomi ve açık vertebroplasti kombinasyonunun komplike torakal ve lumbal fraktürlerde kemik füzyon veya spinal enstrumantasyon yapılmadan uzun vadede iyi sonuçlar verecek bir yöntem olduğunu öne sürmektedirler (29).

Açık vertebroplastinin enstrumantasyonla kombine yapılması da bildirilmiştir (31).

2.7. PERKÜTAN VERTEBRA GÜÇLENDİRME TEKNİKLERİ (Vertebroplasti ve kifoplasti)

Omurganın travmaya bağlı ve patolojik (osteoporoz, kanser metastazları vb.) kırıklarını tedavi etmek için yakın dönemde üç yeni teknik geliştirilmiştir. Bunlar vertebroplasti, kifoplasti ve stentoplastidir. Bu yöntemler kapalı olarak ciltteki küçük kesilerden uygulanır ve her biri omurganın gövdesine çimento yerleştirilmesini içerir. Vertebroplasti, kırılan kemik içerisine kemik çimentosu yerleştirilmesi işlemidir. Kifoplasti, kemiğin çökmüş olan kırık parçalarının önce balon yardımı ile kaldırılması ve balon çıkarıldıktan sonra bu alanın kemik çimentosu ile doldurulması işlemidir. Stentoplasti, kifoplasti yöntemine benzer bir şekilde çöken kısım kaldırılır. Fakat stentoplastide bu işlem bir balon değil stent adı verilen metalik bir kafes yardımı ile yapılır. Stent yerleştirildikten sonra çıkarılmaz, içi çimento ile doldurulur. Stentin kendisi de yapısal olarak omurganın içerisinde destek oluşturur. Perkütan Vertebroplasti osteoporotik kırık tedavisinde, geleneksel tedaviler yetersiz kaldığında alternatif olabilecek yeni ve en az düzeyde cerrahi gerektiren bir tekniktir.

Vertebroplasti uygulaması ilk dönemlerde tümör rezeksiyonu sonrasında spinal enstrümantasyon için pedikül vidalama işlemleri sırasında oluşan kavite içine sement enjeksiyonu ile başlamıştır. Mekanik yükü taşıması için vertebra korpusuna akrilik veya kemik greft konulmuştur. Açık cerrahi ile gerçekleştirilen bu işlemlerin hem morbidite hem de mortalite riskleri yüksekti. VP tanımı perkütan kanüllerle vertebra korpusuna polimetilmetakrilat (PMMA) enjeksiyonudur. Bu prosedür ilk kez 1984 yılında Galibert ve Deramond tarafından Amiens Üniversitesi Radyoloji Departmanında 54 yaşında şiddetli servikal ağrısı bulunan hemanjiyomlu bir olguya yapılmıştır. Ancak hastanın epidural tümör basısına bağlı dayanılmaz C2 radikülopatisi gelişmiş ve hastaya laminektomi uygulanmıştır. Bundan sonra 1987 yılında Galibert ve ark. tarafından yapılan, tam ağrı iyileşmesi ile sonuçlanan ve literatüre ilk VP uygulaması olarak nitelendirilen girişimdir. Taze kadavra deneyleri ile vertebroplasti uygulamasında yeni ve güvenilir teknik yaklaşımlarının gelişmesini sağlamıştır. Alt torakal ve lomber bölge ile üst torakal ve servikal bölgeler için uygun kanüller ve yaklaşımlar geliştirilerek, polimetilmetakrilat (PMMA)'a radyoopak görünüm kazandırıp, floroskopi ile uygulanabilirliği kolaylaştırılmıştır. İlk klinik

Çalışmalarda torakal bölgeye posterolateral yönelimle girişim yapılmıştır. Fakat bu yaklaşımda kanül trasesinde sement sızıntısı sonucu interkostal radiklopatiye neden olmuştur. Transpediküler uygulama kanül trasesi içerisinde sement kaçağı riskini azaltmıştır. 1988 yılında Lyons niversite Hastanesinde ağrılı osteoporotik fraktürü olan yedi olguya ve bir metastatik fraktüre PMMA enjekte edilmiş ve olguların tümünde ağrıda iyileşme rapor edilmiştir. 1990'lı yıllarda Avrupa'da özellikle spinal metastazlara bağlı vertebra fraktrlерine VP uygulanırken, Amerika Birleşik Devletlerinde osteoporotik fraktürlere uygulanması daha ön plandaydı. Kuzey Amerika'da ilk vertebroplasti 1993 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Virginia niversitesi'nde yapılmıştır. Vertebra kompresyon fraktürü (VKF), hem osteoporotik hastalarda, hem de uzun yaşam beklentisi olan kanserli olgularda yüksek oranlarda görülmektedir. şiddetli ağrılı VKF çok yaygın bir medikal problemdir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 700.000 ile 1.000.000 arasında özellikle osteoporoza bağlı VKF gelişmektedir. Bu değerin Avrupa'da da çok farklı olmadığı düşünülmektedir. Bu fraktürlerin en yaygın nedeni primer osteoporoza bağlı kemik mineralizasyonun azalması, ikinci sırada sekonder osteoporoza yol açan steroid tedavisi, antikonvülzanlar, kanser kemoterapisi ve heparindir. Vertebroplasti bu hastalarda yatak istirahati ve medikal tedavilere ciddi bir alternatif olmuştur. Hızlı uygulama, çabuk mobilizasyon ve düşük mortalite ve morbidite oranları nedeniyle güvenli ve hızlı uygulama, çabuk mobilizasyon ve düşük mortalite ve morbidite oranları nedeniyle güvenli ve ekonomik bir çözümdür. Perkütan balon kifoplasti (KP) uygulaması anjiyoplastide uygulanan balon prensibinden yola çıkılarak geliştirildi. Özellikle osteoporotik vertebra kompresyon fraktürlerin de (OVKF) balon şişirme tekniği ile yükseklik ve sement için kavite oluşturulma mantığından yola çıkıldı. İlk uygulama Reiley tarafından Kaliforniya'da 1993 yılında gerçekleştirildi. T10 - L5 seviyeleri arasında transpediküler, T10 üzerinde ekstrapedikler uygulama için tasarlanan ürün 1998 yılında FDA tarafından onay almıştır. FDA onayını her ne kadar OVKF'leri için alsa da osteolitik tümörler ve miyelomada da başarılı bir şekilde kullanıldı. 2004 Nisan ayında vertebroplasti ve kifoplasti için kullanılacak imentolar FDA tarafından onay almıştır. PVG ameliyatlarında en sık kullanılan sement PMMA'dır. Metilmetakrilat monomerlerinin polimerizasyonu sonucu PMMA polimerlerine dönüşmesiyle oluşur. Kullanımının kolay olması, ucuzluğu, radyoopak maddelerle kombine

edilebilmesi ve kemik dokuya yeterli güç kazandırması başlıca avantajlarıdır. Ancak PMMA'nın osteoindüktif veya osteokondüktif özellikleri yoktur. Verdiği sertlik komşu vertebralarda aşırı yüklenmeye neden olabilir. Sementin cerrahi sonrası vertebra içindeki şekline göre üç ana grup tarif edilmiştir. Bu şekiller a) sementin solid hali, burada bir kitle benzeri görünüm vardır, b) trabeküler paternde sement ince kemik trabekülleri boyunca dağılır, c) karışık tipte sement hem bir kitle görüntüsü verir ve hem de kemik trabeküller arasında yayılır (32-34).

2.8. KİFOPLASTİ UYGULAMASINDA AĞRI GEÇMESİNİN MEKANİZMASI

VP ve KP yapılan osteoporotik olgularda literatürde hastaların %90 – 100'ünde ağrıda iyileşme bildirilmiştir. PVKF'li hasta gruplarında ağrı mekanizması farklı olmasına rağmen hastaların %70 – 100'ünde ağrıda iyileşme rapor edilmiştir. Termik, kimyasal ve mekanik faktörlerin ağrının geçmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Histolojik çalışmalarda sement çevresinde bir nekroz alanı oluştuğu, metilmetakrilat monomer ve iskemi nedeniyle sitotoksik bir hasar meydana geldiği düşünülmektedir. Bazı literatürlerde nekroz üzerine spekülasyonlar vardır. Bu çalışmalarda hayvansal modellerde sement çevresinde nekroz olmadığını bildirmiştir (35). VP ve KP ağrı üzerindeki etkinliği konusunda bilinen tüm literatürler aynı görüştedir. Gill ve ark. tarafından 2007 yılında yapılan ve 31 çalışmayı kapsayan meta-analizde de hem KP'nin hem de VP'nin ağrıyı belirgin azalttığı rapor edilmiştir (36).

2.9. UYGULANACAK SEMENT MİKTARI

VKF'yi stabilize etmenin amacı, vücuttaki diğer fraktürlerin stabilizasyonlarına benzer. Amaç ağrıya neden olan mikrofraktürleri stabilize etmek, mekanik ve biyolojik olarak kararlı bir ortam sağlamaktır. Vertebroplasti ile ilgili ilk tecrübeler olabildiğince sement enjekte edilmesi gerektiği yönünde idi. Artan klinik tecrübeler ve yapılan biyomekanik

alışmalar, küçük miktarda sement enjeksiyonlarının yeterli olabildiğini göstermiştir. Barr ve ark, torakal bölgeye 3 ml ve lomber bölgeye 5 ml sement enjekte edildiğini belirten bir yayında ağrıda %97 oranında düzelme olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ağrı iyileşmesinin daha küçük enjeksiyonlarla da sağlanabileceğini göstermiş, aynı zamanda enjekte edilen sement miktarıyla ağrı iyileşmesi arasında anlamlı korelasyon göstermemiştir. Bu durum hem patolojik hem de osteoporotik olgular içinde geçerlidir. Yapılan bir ex-vivo çalışmada osteoporotik bir vertebrada mekanik stabilizasyon için 2 ml PMMA enjeksiyonunun yeterli olduğu fakat sertliğin restorasyonu için daha büyük miktarlarda sementin (4 – 8 ml) gerekli olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada uygulanan sement miktarı ile mekanik yeterlilik arasında korelasyon olduğunu ifade edilmiştir. Omurga korpus hacminin %30'u oranında sement enjekte edilmesinin yeterli sertliğı sağladığı sonucuna varılmıştır. Bilgisayar modellemesi üzerinde yapılan VP uygulamasında ise korpus hacminin %14'ü oranında sement enjeksiyonun yeterli olduğu savunulmuştur. McCann ve ark, kadavra üzerinde yapılan biyomekanik çalışmada, dört grup oluşturarak, osteoplasti, VP, KP ve kavite oluşturma tekniğini kıyaslamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre dört işlem arasında yükseklik kazanma, mukavemet arasında anlamlı fark bulunmazken, 3 cc'lik bir sement enjeksiyonunun yeterli olacağı sonucuna varılmıştır. KP ile vertebrayı fraktür öncesi sertliğine ulaştırmak ideal gibi görünürse de, üst ve alt vertebraların osteoporotik olduğu düşünülürse sertliğı artan vertebraya bağı komşu segment fraktür riski artmaktadır. Ayrıca fazla sement enjeksiyonu vertebranın fraktür öncesinden daha sert olmasına yol açabileceğı gibi sement sızıntısına zemin hazırlamaktadır (37).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. OLGULAR

Bu çalışma için 10/06/2016 tarih ve KA 16-217 nolu etik kurul onayı alındıktan sonra Başkent Üniversitesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı Ankara Hastanesinde opere edilmiş vertebra fraktürü olan hastaların dosya ve filmleri üzerinden retrospektif analiz yapılmıştır. Çalışmada toplam 122 hasta değerlendirilmiştir. Yaşları 15-96 arasında değişen, yaş ortalaması 73 olan hastaların erkek/kadın oranı 47(%38.5) / 75(%61) şeklindeydi. Hastaların preoperatif ve postoperatif kifotik açısı, VAS (ağrı skalası) değeri ve vertebral kompresyon derecesi kaydedildi. Kifoplasti 73 (%59.8) olguya, vertebroplasti 49 (%40.2) olguya uygulanmıştır.

3.2. YÖNTEM

2002 -2016 yılları arasında Başkent Üniversitesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı Ankara Hastanesinde toplam 352 hastada, 463 vertebraya PVG ameliyatları yapılmıştır. Tüm seri 229 kadın (%65.05) ve 123 erkek'den (%34.94) oluşmaktadır. Kifoplasti 240 olguya (%68.18) ve vertebroplasti 112 olguya (%31.81) uygulanmıştır.

2010-2016 döneminde opere olan 122 hasta istatistiksel değerlendirmeye alınmıştır.

2002-2009 döneminde ameliyat edilen 230 hasta vardır. Bu grupta 154 kadın (%66.95) ve 76 (%33.04) erkek bulunmaktadır. Olguların 167'sine (%72.6) kifoplasti ve 63'üne (%27.39) vertebroplasti yapılmıştır. Hastaların VAS değerleri hasta dosyalarından, lateral grafi ve MRG görüntüleri üzerinden kifotik açıları ve vertebral kompresyon derecesi ölçülüp kaydedildi.

3.3. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel değerlendirme için “Statistical Package for Social Sciences (SPSS) v17.0” (SPSS for Windows version 17.0, Chicago, IL, USA - September 2012 license number: 1093910, Baskent University) istatistik paket programı kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerin tamamı Başkent Üniversitesi Biyoistatistik Anabilim Dalı tarafından gerçekleştirilmiştir.

Sürekli sayısal değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu “Kolmogorov-Smirnov normallik testi” ile değerlendirilmiştir. Sayısal değişkenler normal dağılım göstermediği için tanıtıcı istatistik olarak medyan ile birlikte minimum ve maksimum değerler verilmiş olup kategorik değişkenler için sayı ve yüzdeler sunulmuştur.

Hastalardan tedavi öncesi ve tedavi sonrası alınan Kifotik Açığı, Vertebral Kompresyon Derecesi ve VAS ölçümleri arasında fark olup olmadığı parametrik test ön şartları sağlanmadığından “Wilcoxon testi” ile test edilmiştir.

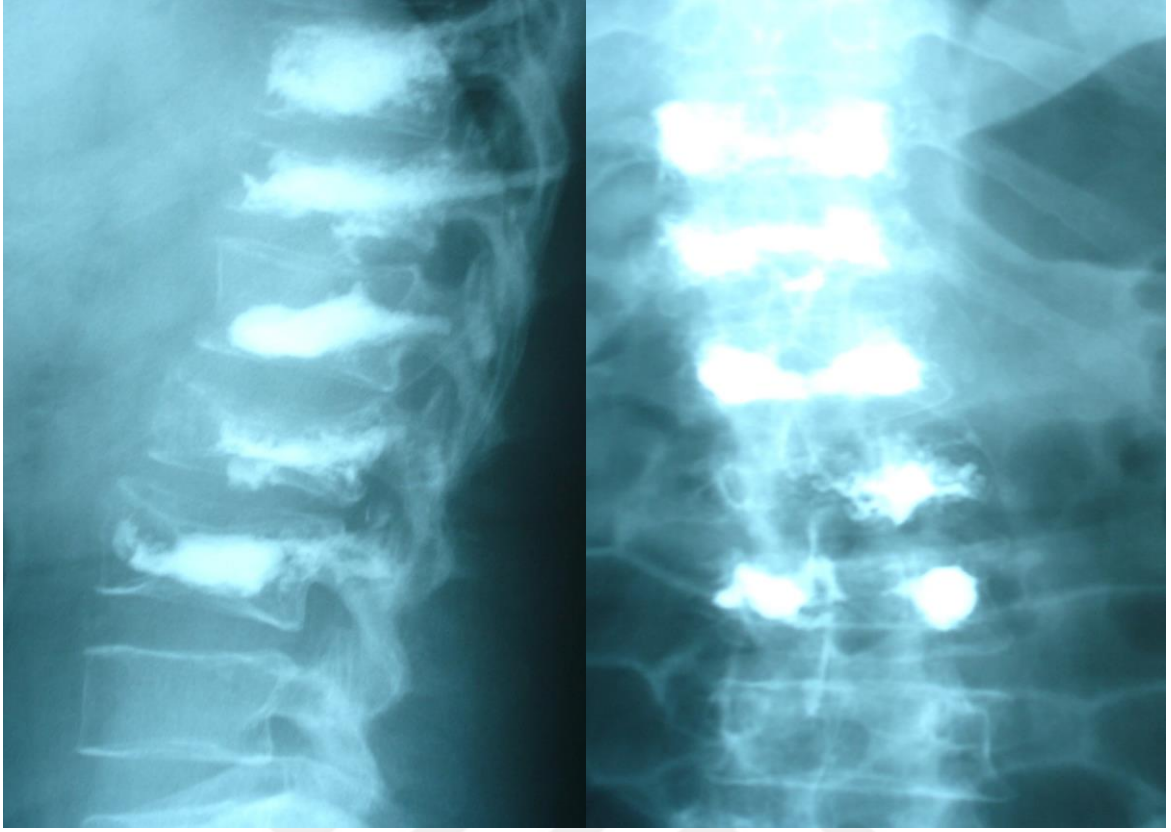
Tüm testler için I. Tip hata olasılığı $\alpha=0,05$ olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı'nda 2002 yılı Ağustos ayından günümüze kadar - Temmuz 2016, 352 hastaya PVG ameliyatı yapılmıştır. Bu rakam sadece Ankara hastanesinde yapılan olguları kapsamaktadır. Başkent Üniversitesinin Ankara dışındaki Beyin ve Sinir Cerrahisi birimi olan 5 merkezde yapılan ameliyatlar bu çalışma kapsamında değildir.

İstatistiki değerlendirme bakımından hasta grubu ikiye ayrılmıştır. Birinci grubu 2002-2009 yılları arasında, ikinci grubu 2010-2016 döneminde ameliyat edilen hastalar oluşturmaktadır. Her iki gruba ait klinik, demografik, preoperatif ve postoperatif değerlendirme bilgileri verilmiş, istatistiki olarak ikinci grup incelenmiştir.

Birinci grup olan 2002-2009 dönemi incelendiğinde 230 hastada 303 segmente PVG ameliyatı yapıldığı görülmüştür. Seride 154 (%66.95) kadın, 76 (%33,04) erkek hasta bulunmaktadır. Olguların yaşları 18-94 aralığında olup ortalama 67.6 yıldır. Cerrahi işlemler 133 olguda genel anestezi (%57.82), 97 olguda sedoaneljezi (%42.17) altında yapılmıştır. Rekürrens nedeniyle 10 olguda işlem başka bir seansta tekrarlanmıştır. Bazı olgularda aynı seansta çoklu segmente PVG uygulanmıştır, bu nedenle tedavi edilen vertebra sayısı 303'tür. Bu grupta bir seansta aynı hastada maksimum 5 vertebra PVG yapılmıştır.



Resim 6. 5 vertebraya PVG uygulaması.

2010-2016 grubunda rekürrens nedeniyle 16 olguda işlem başka bir seansta tekrarlanmıştır. Bazı olgularda aynı seansta çoklu segmente PVG uygulanmıştır. Toplam tedavi edilen vertebra sayısı 160'tır.

Olguların yaşları 15-96 aralığında olup ortalama 73 yıldır. Olguların 75'i kadın, 47'si erkektir.

2002-2009 dönemi ameliyatlarda işlemlere bağlı mortalite %0'dır. Karşılaşılan ciddi komplikasyon yoktur. Üç hastada herhangi bir sorun yaratmayan sınırlı sementin vertebra cismi dışına kaçıışı görülmüştür. Komorbidite açısından incelendiğinde %32 hastada hipertansiyon, %15 hastada koroner damar hastalığı, %10 hastada diyabet ve çoğunluğu kronik böbrek hastalığı olmak üzere %30 hastada diğer hastalıklara ait hikaye alınmıştır. Preoperatif değerlendirmede olguların %94'ü ASA II veya daha yüksek bulunmuştur.

2010-2016 grubunda bir hastada çalışma kanülünden BOS gelmiş, ancak hastada postoperatif dönemde herhangi bir komplikasyon gözlenmemiştir. Toplam 8 (%6.55) hastada sement kaçağı gözlenmiştir. Ancak herhangi bir klinik sorun yaratmamıştır. İleri

yaştaki bir hastada ise anestezi indüksiyonu başlamadan önce operasyon odasında ani kardiyak arrest gelişmiş, yapılan CPR’a cevap vermemiştir.

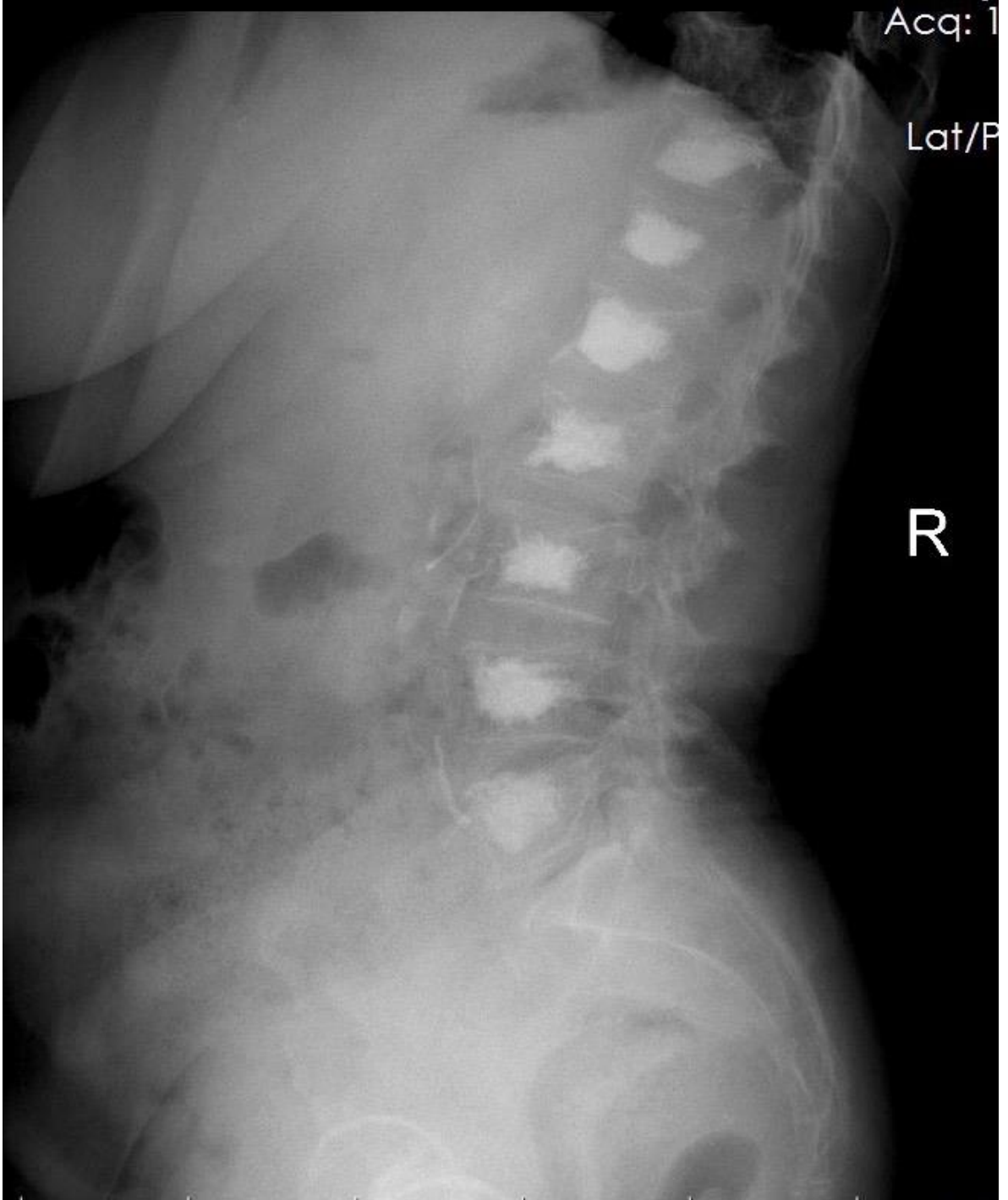
Sement miktarı olguların çoğunluğunda ortalama 6 cc sement verilmiştir. Vertebroplasti uygulanan hastalarda ve değişik nedenlerle tek taraflı yapılan hastalarda daha az miktarda sement verilmiştir.

PVG işlemlerinin yapılan segmentlere göre dağılımı Tablo 2’de gösterilmiştir.

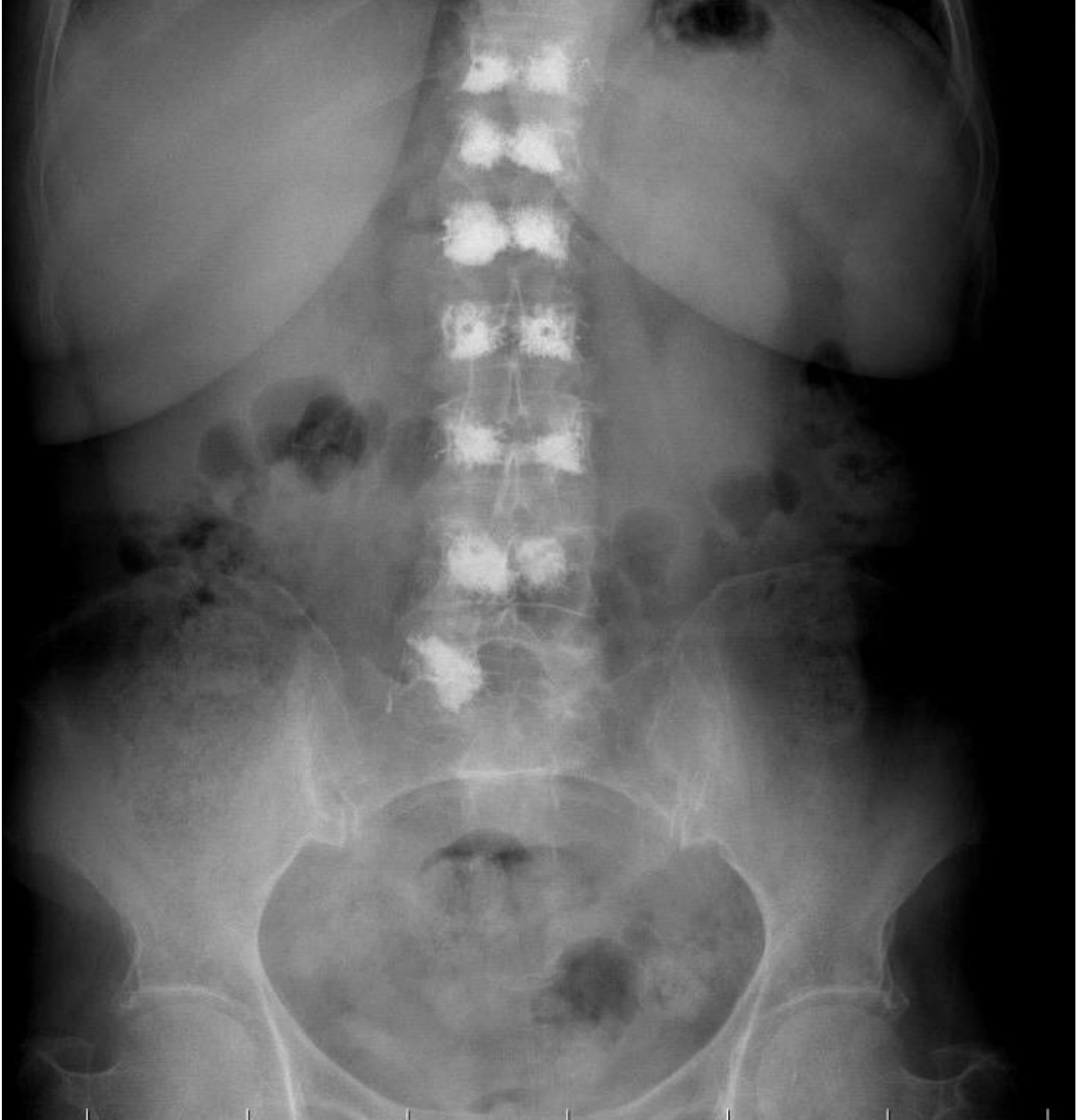
Tablo 2. PVG işlemi yapılan segmentlere göre olguların dağılımı

Vertebra Seviyesi	2002-2009	2010-2016
C7	-	1
T4	-	1
T6	2	2
T7	8	4
T8	5	6
T9	5	2
T10	9	4
T11	22	11
T12	53	24
L1	71	32
L2	56	23
L3	31	21
L4	27	18
L5	12	7
S1	2	4
Total	303	160

Olgulardan 73'üne (%59,8) KP, 49 (%40,2) olguya VP yapılmıştır. Cerrahi işlemler 8 olguda genel anestezi, 114 olguda sedoaneljezi altında yapılmıştır. Bazı olgularda çoklu vertebraya PVG yapılmıştır. Her iki grupta yapılan PVG ameliyatlarının segmentlere göre dağılımı tablo 2'de gösterilmiştir. Çalışmaya alınan 122 hastanın 99'unda (%81,1) tek kırık meydana gelmişken 14'ünde (%11,5) çift kırık vardır. Bir seansta en fazla 7 vertebraya PVG yapılmıştır (Resim 7,8).



Resim 7. 7 seviye PVG uygulanmış hasta'nın postoperatif sagittal röntgen görüntüsü.



Resim 8. 7 seviye PVG uygulanmış hastanın postoperatif AP röntgen görüntüsü.

2002-2009 grubunda vertebra kompresyon kırıklarının etyolojiye göre dağılımı Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Patolojilerine göre PVG ameliyatlari

PATOLOJİ	%
OSTEOPOROZ	62
OSTEOPOROZ ZEMİNİDE MİNOR TRAVMA	21
OSTEOLİTİK VERTEBRAL METASTAZ ve AGRESİF HEMANJİOM	17

2010-2016 grubunun cinsiyete, uygulanan cerrahi tekniğe, kırık vertebra seviyesine, yaş, uygulanan PMMA miktarı, ağrı süresi, operasyon öncesi ve sonrası kifotik açı ve operasyon öncesi kompresyon derecesine ait tanıtıcı istatistikler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Hastalara ilişkin tanıtıcı istatistikler

Değişken	n (%)
Cinsiyet	
Kadın	75 (61,5)
Erkek	47 (38,5)
Teknik	
Kifo	73 (59,8)
Vertebro	49 (40,2)
Kırık Seviyesi	
Torakal	36 (29,5)
Lomber	76 (62,3)
Torakolomber	10 (8,2)
	Medyan (Minimum-Maksimum)
Yaş	73 (15-96)
PMMA Miktarı (cc)	6 (1,5-36)
Ağrı Süresi (Hafta)	4 (1-48)
Operasyon Öncesi Kifotik Açı (derece)	14 (6-33)
Operasyon Sonrası Kifotik Açı (derece)	7,5 (2-28,5)
Operasyon Öncesi vertebra kompresyon miktarı (%)	28,55 (12,7-54,5)
Operasyon Sonrası vertebra kompresyon miktarı (%)	15,5 (5,5-34,4)
Operasyon Öncesi VAS Skoru	100 (80-100)
Operasyon Sonrası VAS Skoru	10 (0-20)

Alınan sonuçlar istatistiksel olarak analiz edildiği zaman aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 5-7).

Hastaların operasyondan önceki kifoz açısı ile operasyondan sonraki kifoz açıları arasındaki fark %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$), (Tablo 5).

Tablo 5. Preoperatif ve postoperatif kifotik açı değerlendirilmesi

Değişken	Medyan (Minimum-Maksimum)	p
Operasyon Öncesi Kifotik Açı (derece)	14 (6-33)	<0,001
Operasyon Sonrası Kifotik Açı (derece)	7,5 (2-28,5)	

Hastaların operasyondan önceki vertebral kompresyon ile operasyondan sonraki vertebral kompresyon arasındaki fark %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). Klinik olarak sagittal düz grafileri değerlendirildiğinde vertebra yüksekliğinde artış tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Preoperatif ve postoperatif vertebral kompresyon yüzdesi değerlendirilmesi

Değişken	Medyan (Minimum-Maksimum)	p
Operasyon Öncesi vertebral kompresyon yüzdesi (%)	28,55 (12,7-54,5)	<0,001
Operasyon Sonrası vertebral kompresyon yüzdesi (%)	15,5 (5,5-34,4)	

Hastaların operasyondan önceki VAS skorları ile operasyondan sonraki VAS skorları arasındaki fark %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,001$). Hastaların klinik olarak ağrılarında azalma tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Preoperatif ve postoperatif VAS skorları değerlendirilmesi

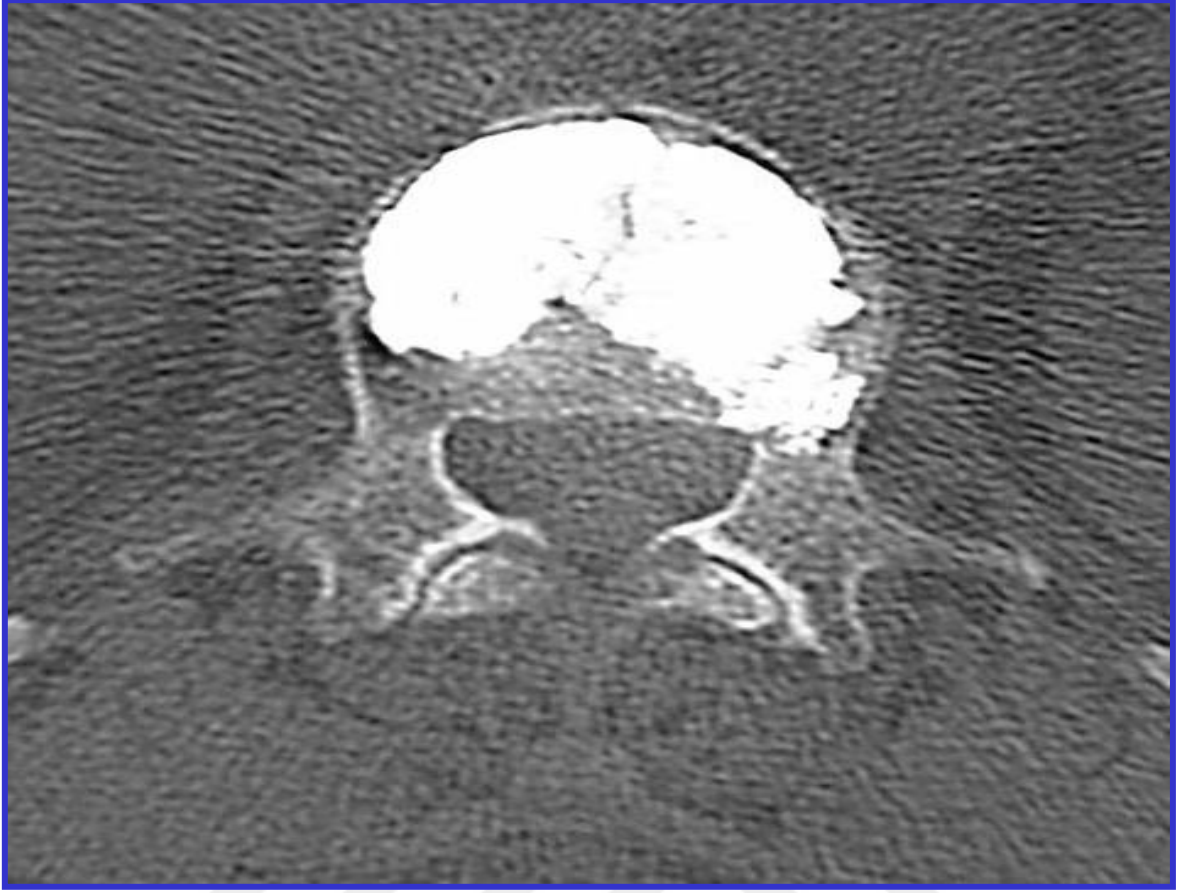
Değişken	Medyan (Minimum-Maksimum)	p
Operasyon Öncesi VAS Skoru	100 (80-100)	<0,001
Operasyon Sonrası VAS Skoru	10 (0-20)	

5. TARTIŞMA

Vertebra kırığı tanısında anamnez önemlidir. Anamnez alınırken travma öyküsünün olup olmadığı, travma öyküsü varsa zamanı, tıbbi özgeçmişte osteoporoz tanısı varlığı ve tedavi altında olup olmadığı, ayrıca hemanjiom, multipl myelom ve tümör tanıları alıp almadığı mutlaka sorulmalıdır.

Nörolojik muayenede defisit bulunması olağan değildir. Muayene sırasında kırık vertebra seviyesinde, orta hatta yapılacak sert palpasyonla hastanın ağrı duyması ve komşu bölgede duyarlılık tipik bir bulgudur.

Tanı için yararlanılan radyolojik tetkikler iki yönlü direkt grafi, BT, MRG ve SPECT'dir. Direkt grafide yeni kompresyon kırığı görülen olgular klinik olarak da uygunsa daha ileri tetkik yapmadan vertebroplasti adayı olurlar. Direkt grafiler sagittal ve koronal balansı gösterdikleri gibi kemik kalitesi ve vertebra cismi çöküklük derecesi hakkında da fikir verirler (38). BT'nin tanıdaki en önemi yararı vertebra posterior duvarının değerlendirilmesidir. Spinal kanala kemik basısının olup olmadığının bilinmesi gerekir. BT ayrıca pedikülün büyüklük ve açılanması hakkında fikir verir. Bu bilgilerle enjeksiyon açısı, iğne çapı ve pedikül çapının belirlenir. Postoperatif dönemde sementin vertebra içindeki dağılımı ve kaçak olup olmadığını anlamak için kontrol BT çekilir (Resim 9).



Resim 9. Postoperatif çekilen kontrol BT’de sementin vertebra cismi içinde oldukça homojen dağılımı

Fraktürün akut oluşu şüpheliyse veya çoklu kompresyon kırığı varsa MRG hangi seviyelerin tedavi gerektirdiğini göstermesi bakımından değerlidir. Metastatik lezyon düşünüldüğünde kesinlikle MRG yapılmalıdır.

MRG’nin STIR kesitlerinde akut kırıklar için belirleyici olan kemik ödemi görüntüsü önemlidir (Resim 10).

Kemik sintigrafisi değişik dönemlerde oluşmuş çoklu kırık olduğu zaman hangi seviyelerin tedavi edilmesi konusunda yardımcı bir tekniktir. Radyoaktif madde tutulumunun daha yoğun olduğu seviyelerin ağrının giderilmesine olumlu yanıt veren bölgeler olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kronik kırıklara eşlik eden akut kırık olduğunda ağrının nedeninin belirlenmesinde yararlıdır. SPECT ilk 3-4 ay sonrası kronik vertebra fraktürlerinde kaynamamaya bağlı enflamasyonun gösterilmesinde kullanılır (39).



Resim 10. MRG’de kemik iliği ödemi

Kifoplasti ve vertebroplasti aynı endikasyonlar ve benzer teknikle yapılmalarına karşın bazı özellikleri nedeniyle farklılıklar gösterirler. Vertebroplastide verilen sement maddesi vertebra içinde dağılır. Kifoplastide balon tarafından hazırlanan volüm içine sement enjekte edilir. Bu nedenle PVG ameliyatlarında en sık rastlanan komplikasyon olan sement maddesinin vertebra cismi dışına kaçmasına daha sık olarak VP’de rastlanır. Vertebroplasti Magerl sınıflaması Tip A1’de, kifoplasti Magerl Tip A1-A3’de daha yararlıdır (40). Kifoplastinin vertebra yüksekliğini ve kifoza düzeltmede vertebroplastide daha üstün olduğu düşünülmektedir. Vertebroplastinin ucuz olma avantajı vardır. Kifoplastide tek seviye için maliyetin 4200 Euro, vertebroplastide tek seviye için maliyetin 35 Euro olduğu bildirilmiştir (41).

İngiltere’de yapılan bir çalışmada balon kifoplastinin hospitalize edilmiş akut osteoporotik vertebra kırıklı hastalarda vertebroplasti ve konservatif tedaviye oranla ekonomik açıdan daha rantabl bir tedavi modalitesi olduğu gösterilmiştir (42). Maliyet analizinin yapıldığı daha yeni bir sistemik araştırmada vertebroplasti ile kifoplasti arasında kesin bir fark

olmadığı ortaya konmuştur (43). Osteoporotik vertebra kırıklarının tedavi maliyetinin 2001 yılında 13.8 milyar dolar olduğu tahmin edilmiştir (44).

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisinin kanıta dayalı ilkeler komitesi 2010 yılında vertebroplasti ve kifoplastinin ağırlı osteoporotik vertebra kompresyon kırıklarının tedavisinde kullanılmasına şiddetle karşı çıktılar (45). Bu görüş 2009 yılında yayınlanan iki randomize kontrollü çalışma sonuçlarına dayanmaktaydı (46, 47). Buna karşın 1990'ların ilk yıllarından 2004 yılına kadar PVG ameliyatları %12.9 oranında artmış ve 2009 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde Nöroşirürji ve Radyoloji dernekleri PVG tekniğini vertebral kırıkların tedavisinde güvenli ve etkili bir tedavi yöntemi olarak kabul ve tavsiye etmişlerdir (48).

Literatürde her iki teknikle yapılan ameliyatların sonuçlarını ayrı ayrı ve birbirleriyle kıyaslayarak bildiren çok sayıda çalışma vardır. Bouza ve ark. maligniteye bağlı spinal kırıklarda meta-analiz sonuçlarını bildirmişlerdir. Vertebra yüksekliğindeki %47 düzelme saptanmış, ancak izlem sonucu anlamlı çıkmamıştır. Benzer şekilde kifotik deformite belirli süre takip neticesinde ameliyat öncesi değerlere düşmüştür. Sement kaçak oranı %6 olarak bulunmuş, ancak bu komplikasyon asemptomatik kalmıştır. Yeni kırık oranı ortalama %10, multipl myelomda %12, diğer metastazlarda %7 olarak bildirmişlerdir. Özet olarak KP'nin kanser metastaz ağrısını gideren, hastanın fonksiyonel durumunu düzelter, kısmen güvenli bir tedavi yöntemi olmasına karşın uzun vadede kifotik deformiteyi düzeltme ve vertebra yüksekliğini artırma bakımlarından etkili olmadığı ortaya çıkmıştır (49). Buchbinder ve ark. vertebroplasti yaptıkları hasta grubu ile kontrol grubunu 6 ay süre ile izlemişler ve sonuçta hastaların ağrısının geçmesinde anlamlı bir fark bulmamışlardır (46). Taylor ve ark. vertebroplasti yapılan 4861 olguyla kifoplasti yapılan 1070 olguyu kıyaslamışlardır. Kifoplasti ağrının geçmesi ve hastanın fonksiyonları bakımından çok üstün bulunmuş, vertebroplastinin hastanın fonksiyonlarını düzelttiği görülmüştür. Bir çalışmada direk kıyaslama yapılmış, ağrının her iki teknikle yapılan ameliyatlarda benzer şekilde geçtiği gözlenmiş, kifotik deformiteyi ve yükseklik kaybını düzeltmek bakımlarından kifoplasti üstün bulunmuştur (50). Hulme ve ark. 4456 vertebroplasti ve 1624 kifoplasti hastasını inceleyerek komplikasyon oranlarını rapor etmişlerdir. Komplikasyon oranları osteoporotik kırıklarda %2, malign patolojilerde %10 olarak saptanmıştır. Nörolojik komplikasyonlar

vertebroplastide %0.6, kifoplastide %0.03 oranında görülürken pulmoner embolizm vertebroplastide %0.03, kifoplastide %0.01 oranında bulunmuştur (51).

Çalışmamızın konusu olan PVG ameliyatlarının endikasyonlarının belirlenmesi amacıyla Röllinghoff ve ark. (52) 2010 yılında yayınladıkları makalelerinde osteoporotik vertebral kompresyon kırıklarında 160 uzmanın görüş birliğine vardığı sement güçlendirme endikasyonlar ve kontraendikasyonlarını özetlemişlerdir. Buna göre endikasyonlar:

- a) Konservatif tedavi ile 2-3 hafta içinde geçmeyen ağrılı osteoporotik vertebra kırığı,
- b) Ağrılı osteoporotik vertebra kırığı nedeniyle hastaneye yatırılmayı gerektiren olgular,
- c) Ağrılı patolojik kırık
- d) Agresif hemanjioma
- e) Kümmell hastalığı

Osteoporotik kırıklara ek olarak osteolitik metastazlar, multipl myelom hastalığında ağrıyı azaltmak ve stabiliteyi sağlamak için ve cerrahi sırasında vida yerleştirme sırasında olası pedikül kırıklarında pediküle destek sağlamak amacıyla PVG ameliyatları yapılır (53).

Mutlak kontrendikasyonlar:

- a) Aseptomatik kırıklar,
- b) Vertebra cisminde osteomyelit hikayesi,
- c) Sement maddesine karşı alerji,
- d) Geri dönüşümsüz koagülopati

Göreceli kontrendikasyonlar ise:

- a) Radikülopati varlığı,
- b) Nöral yapılara kemik basısı
- c) Vertebra cisim yüksekliğinde %70'den fazla azalma
- d) Çoklu patolojik kırıklar

Kompresyon kırıkları kronik ağrı, uyku düzensizliği, depresyon, derin ven trombozu ve günlük fiziki faaliyetlerde ciddi kısıtlamalara neden olur. Ayrıca vertebra yüksekliğinde azalma, kifoz ve vertebra dışı fraktür riskini arttırma gibi sonuçlar doğurur (54). Yapılan tahminlere göre 2025 yılında 50 yaş ve üzeri kadınlarda bir veya daha fazla sayıda vertebra kırığı görülme sıklığı %25'den fazla olacaktır (55). Bir vertebra kırığı olan olgularda başka segmentde vertebra kompresyon kırığı gelişme riski beş kat daha fazladır (56). Bu riske karşı profilaktik olarak kifoplasti yapılan vertebraya komşu segmente vertebroplasti yapılmasının incelendiği bir çalışmada bu uygulamanın komşu segment vertebra kırık riskini azaltmadığı anlaşılmıştır (57). Vertebra kırığı sonrası mortalitenin normal nüfusa göre %16 ile %60 oranında daha fazla olduğu bildirilmiştir (58-60).

Vertebra kompresyon kırıkları için halen üç ana tedavi şekli uygulanmaktadır. Bunlar klasik konservatif tedavi, klasik cerrahi tedavi ve daha yeni olarak perkütan vertebra güçlendirme teknikleridir. Osteoporotik vertebra fraktürleri için uygulanan konservatif tedavi yatak istirahati, analjezik ve anti-inflamatuvar ilaç alımı ve eksternal korse kullanımını içerir. Medikal tedavide kalsiyum preparatları ve D vitamini alınmalıdır. Bu tedaviler ağrının giderilmesinde etkinlik göstermelerine karşın vertebra yüksekliğinin ve kifoz açısının düzeltilmesinde faydalı olamazlar. Ağrılı vertebral metastazlarda yatak istirahati, analjezikler, radyoterapi ve kemoterapi başlıca tedavi modaliteleridir. Bu teknikler perkütan vertebroplasti ve perkütan kifoplasti olarak ayrılmaktadır. Bu tekniğin gelişimi Fransız radyolog Deramond ve gene Fransız beyin cerrahı Galibert'in 1987 yılında perkütan, transpediküler yolla polimetilmetakrilat maddesini vertebra cisminde göndermeleri ile başlamıştır. Daha sonra teknik Mark Reiley tarafından perkütan balon kifoplasti şeklinde modifiye edilmiştir (53, 61).

Anabilim Dalı'mızda Prof. Dr.Mehmet Nur Altınörs ve Prof. Dr.Hakan Hulusi Caner'in 2002 yılı Haziran ayında Almanyanın Murnau kentinde Umfall Klinikum'da cerrahi eğitim ve Hollanda'nın Leiden kentinde kadavra üstünde kurs çalışması yaptıktan sonra bu tür ameliyatların yapılmasına başlanılmış ve ülkemizde bu konudaki öncü kliniklerden birisi olmuştur.

Bu cerrahi yaklaşımın komplikasyonlarını en az düzeyde tutabilmek için doğru endikasyonun konulması ve doğru tekniğin kullanılması gerekir (24).

Osteoporotik vertebra kırığına zemin hazırlayan belli başlı risk faktörleri ileri yaş, kadın cinsiyet, beyaz ırk, demans, gençlik yıllarında kırık öyküsü, erken menapoz, alkol alışkanlığı, sigara içme, östrojen yetersizliği, görme alanı ve görme keskinliğinde azalma, yetersiz fizik aktivite, düşük vücut ağırlığı, kalsiyum yetersizliği ve D vitamin eksikliğidir (62).

Osteoporotik vertebra kırığı riskini fazla olduğu başka bir grup solid organ transplantasyonu yapılan hastalardır. Transplant öncesi altta yatan kemik hastalığı ve transplant sonrası uygulanan immunosupresif tedavi bunun başlıca nedenleridir. Transplant sonrası ilk bir yıl içinde uzun süre hareketsizlik ve yüksek doz immunosupresyon kemik doku kaybına neden olur. Menapoz, ileri yaş, D vitamini düzensizlikleri, paratiroid hormon düzeyi, kadın cinsiyet, transplantın genç yaşta yapılmış olması, transplant öncesi kemik mineral yoğunluğu, erken diyaliz gibi faktörler transplant sonrası kemik kaybına sebep olan faktörlerdir (63-65). Spira ve ark. 28 akciğer transplantı yapılmış olguda cerrahi sonrası ilk yıl içinde % 18 osteoporotik vertebra kırık oranı bildirmişlerdir (66). Başka bir çalışmada kardiyak transplant yapılan hastalarda cerrahi sonrası ilk yıl içinde vertebra fraktür oranı % 14-36 arasında bulunmuştur (67). Karaciğer transplantlı hastalarda daha çok kosta ve vertebra kırıklarının cerrahi sonrası 6-12 ay arasında ve % 24-65 oranında gözlemlendiği rapor edilmiştir (68).

Literatürde solid organ transplantlı hastalarda kifoplasti tedavisi uygulanmasına dair çok az sayıda çalışma vardır (69-71).

Deen ve ark. ilk yayınlarında 6 transplantlı olguda 13 vertebraya yapılan kifoplastinin erken sonuçlarını bildirmişlerdir. Yazarlar balon kifoplastinin organ transplantlı ve vertebra kırığı olan hastalarda ağrıyı giderici ve düşük komplikasyonlu bir tedavi modalitesi olduğunu göstermişlerdir (70). Deen ve ark. ikinci çalışmalarında transplant grubu ile primer osteoporotik grubu kıyaslamışlardır. Her iki grupta ilk bir yıl içindeki izlemde çok etkin bir ağrı giderilmesi olmuştur. Ancak transplant hastalarında daha ağır kemik hastalığı ve erken dönemde vertebra kırıklarının geliştiğini gözlemlemişlerdir. Yazarlar tanı sırasında transplant hastalarında daha yüksek multipl fraktür indidansı saptadıklarını ve balon kifoplasti sonrası yeni fraktür gelişme riskini daha yüksek bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Sönmez ve ark. 30 yıllık bir döneme ait 512 karaciğer ve 2248 böbrek transplant hastasını retrospektif olarak incelemişler ve 7 olguda akut, semptomatik vertebra kırığı saptamışlardır.

Yazarlar 3 haftalık konservatif tedaviye olumlu yanıt vermeyen 7 olguya balon kifoplasti uygulamışlardır. Olgularda etkin bir ağrı giderilmesi sağlanmış ve sagittal denge 2 olguda olumlu şekilde etkilenmiştir (71).

Perkütan vertebra güçlendirme teknikleri ayrıca dev vertebral hemanjiomlarda, multipl myelomda endikasyon taşır. Patolojik kırıkların çoğunluğunu metastatik lezyonlar oluşturur.

Bu tekniklerin lumbal bölge ve en yüksek 4. torakal vertebraya kadar yapılabileceği öngörülmüştü. Ancak bu segmentler dışında yapılan uygulamalar literatürde bildirilmiştir. Servikal vertebralarda görülen metastazlar için yapılan perkütan teknikleri inceleyen bir metaanalizde PubMed ve Medline kaynakları kullanılmış, tümü dördüncü derece olan altı çalışma saptanmıştır (72). Bu yayınların kapsamındaki 120 hastada 135 omurda güçlendirme tekniği uygulanmıştır. Ağrı geçme oranı %89, komplikasyon oranı %4 olarak bildirilmiştir. Hemanjiom veya C2'nin neoplastik lezyonları transoral yolla, alt servikal vertebralarda skopi eşliğinde transpediküler veya anterolateral yaklaşımla tedavi edilir. Sakrumda yapılan uygulamalar daha seyrek (73, 74). Sakroplasti ilk olarak sakrumun metastatik lezyonları için kullanılmıştır. Daha sonra osteoporotik kırıklar içinde uygulanmaya başlanmıştır. Ağrı giderilmesinde ve kişinin fonksiyonel hale gelmesinde yararlı olmasına karşın sakral sinir köklerine zarar ve sakroiliak ekleme enjeksiyon gibi riskler taşır. Sement kaçağı komplikasyonu nedeniyle sakroplastinin sadece 1. Zon kırıklarına yapılması tavsiye edilmektedir.

PVG endikasyonu konduğu zaman KP veya VP tercihi bakımından kesin ilkeler bulunmasa da vertebra cismindeki kompresyon yüzdesi ve kırığın yaşı karar vermekte yardımcı faktörlerdir. Osteoporotik kırığın bir aydan daha yeni olması halinde PVG endikasyonu düşünülmemektedir (75). Bir ay devam eden konservatif tedaviye rağmen ağrı devam ederse ancak o zaman PVG endikasyonu oluşmaktadır. Vertebroplasti %30'dan az kompresyon olan olgularda, kifoplasti %30'dan fazla kompresyon olan olgularda tercih edilmelidir. Fraktür oluşumundan 3 ay ve daha fazla süre geçmişse bu durumda kifoplasti kifoza düzeltemeyeceği için vertebroplasti tercih edilmelidir. Erken ve geç dönemde yapılan vertebroplasti ameliyatlarının sonuçlarının kıyaslandığı bir nonrandomize çalışma yapılmıştır. Kırıktan en az iki hafta sonra yapılan vertebroplasti geç olarak tanımlanmıştır. Torakolomber bileşkedeki akut osteoporotik vertebral kırıklar için uzun vadede VAS, vertebra cisim çökmesi ve segmental kifoz arasında erken ve geç vertebroplasti yapılan hasta

grupları arasında fark olmadığı gözlenmiştir. Sement kaçağına erken vertebroplasti yapılan grupta daha az rastlanmıştır. Çalışmanın ana bulgusu erken dönemde yapılan vertebroplasti sonrası VAS'ta hızlı düzelme görülmesidir (76).

Perkütan güçlendirme tekniklerinin etkileri klinik ve radyolojik olarak değerlendirilir. Ağrının durumu VAS sistemi baz alınarak yapılır. Radyolojik kriterler ise kifoz açısı ve vertebra yüksekliğindeki değişim oranıdır.

Verilen sement hacminin işlemin sonuçlarını etkilediği düşünülmektedir. Roder ve ark. enjekte edilen sement hacmi ile ağrının geçmesi arasında ilişki olduğunu, az hacimde sement verilen hastalarda klinik sonuçların daha az tatminkar olduğunu öne sürerek 4.5 ml'den fazla sement verilmesini önermişlerdir (77). Martincic ve ark. kadavra çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişler ve torakolomber vertebra kırıklarında en az 4-6 ml sement verilmesini tavsiye etmişlerdir (78). Ancak fazla volüm sement verilmesi vertebra dışına kaçak riskini arttırmaktadır. Bu risk vertebroplastide daha fazladır. Ren ve ark. 171 vertebra cisminde yaptıkları araştırmada kifoplastide sement kaçağı risk faktörleri olarak verilen sement hacmini ve vertebra duvarındaki zayıflığı saptamışlardır (79). Buna karşın sement volümü ile ekstremitasyon arasında ilişki olmadığını düşünen yazarlar vardır (77, 80). Genellikle 5-6 ml. sementin yeterli olduğu düşünülmektedir. Balon kifoplastinin olumlu etkileri ağrının giderilmesi yanı sıra kırık vertebra yüksekliğinde artış ve sagittal dengede düzelme sağlamasıdır. Hsieh ve ark. balon kifoplastinin vertebra anterior yüksekliğini %6.5-33, kifoz açısını %6-7.9 oranlarında düzelttiğini bildirmişlerdir (81).

5.1. KOMPLİKASYONLAR

Her cerrahi işlemde olduğu gibi PVG işlemlerinde de komplikasyonlar görülür. Genel olarak komplikasyon oranı %1-9 arasında bildirilmektedir. Komplikasyon riski kompresyon fraktürlerinde en az, vertebra hemanjiomlarında daha fazla, patolojik kırıklarda en yüksektir (82).

Komplikasyonları sistemik ve nörolojik olarak ayırmak gerekir. Sistemik komplikasyonlar lokal ve genel anesteziye ait komplikasyonları, sement karşı gelişen alerjik reaksiyonları, hastanın yaşı ve primer patolojisine bağlı organ komplikasyonlarını kapsar.

Komplikasyonları belli başlı 4 gruba ayırmak mümkündür:

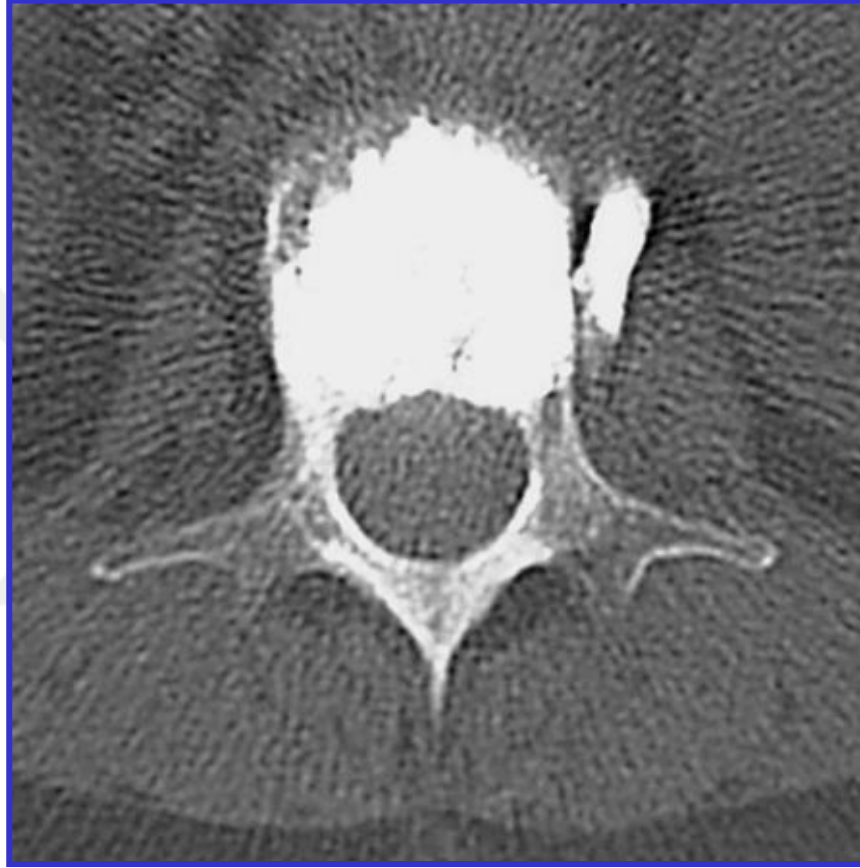
- a) Hematom gelişmesi
- b) Enfeksiyon gelişmesi
- c) Sement kaçağı
- d) PVG sonrası yeni kırıkların gelişmesi

Hematom tüm cerrahi girişimler için ortak bir komplikasyondur.

Vertebrada enfeksiyon şüphesi bile olsa PVG yapılmamalıdır. İşlem öncesi antibiyotik başlanabilir, işlem sonrası gelişecek osteomyelit, epidural apse gibi komplikasyonlar antibiyotiklerle tedavi edilir. PVG ameliyatları sonrası spinal enfeksiyon gelişebileceğine ait yayınlar vardır. Bu risk özellikle immün sistemi baskılayan komorbiditeler bulunan hastalarda daha fazladır (83-85). Zou ve ark. PVG sonrası spinal tüberküloz gelişen iki olgu rapor etmişlerdir (86).

Verilen sementin değişik kompartmanlara kaçağı ve sistemik sirkülasyona geçişi ile oluşan komplikasyonlar en sık görülen komplikasyonlardır. Bir olgularında sementin intrakardiyak kaçağı nedeniyle açık kalp ameliyatı ile bu komplikasyonun tedavi edildiğini bildiren Audat ve ark. (87) yaptıkları literatür taramasında benzer komplikasyonun yaşandığı 15 olgunun varlığını bildirmişlerdir. Bu olguların bir tanesinde sement kateterizasyonla, geri kalan tüm olgularda açık kalp ameliyatı ile sement çıkarılmıştır. Pulmoner emboli ise %3.5-23 oranında saptanmış olup tüm hastalar için postoperatif akciğer grafisi ve bilgisayarlı tomografisi önerilmiştir (88, 89). Embolizasyonun vena kava veya diğer büyük damarlara olduğu olgularda rapor edilmiştir (90, 91). Nörolojik komplikasyonların önemli bir kısmını sementin disk mesafesine, paravertebral alana, epidural ve subdural mesafeye ve foraminal kaçağı oluşturur (55, 92, 93). Fournay ve ark. vertebral kanser tutulumu olan 97 hastada PVG ameliyatlarının güvenilirlik ve etkinliğini araştırmışlardır. Yazarlar 32 kifoplasti olgusunda hiç sement kaçağı gözlemlememişler, 65 vertebroplasti olgusunda %9.2 oranında sement

kaçağı saptamışlardır. Kifoplastide %0 sement kaçağının nedenleri olarak yüksek viskoziteli sement kullanımı, kifoplasti yapılacak olguların doğru seçimi ve göreceli düşük volüm sement verilmesi olarak düşünülmektedirler. (94) PVG ameliyatları sonrası gerek tedavi edilen vertebradaki sementin dağılımı ve gerekse kaçak olup olmadığı direk XR veya BT ile kontrol edilmelidir. Paravertebral alana sement kaçağı olan bir örnek Resim 11’de görülmektedir.



Resim 11. Postoperatif çekilen kontrol BT’de sementin sol paravertebral alana ekstrevasyon

Kırık vertebraya sement verilmesi vertebranın sağlamlığında, şeklinde önemli değişikliklere ve sonuçta komşu vertebralarda artan yüke neden olur. Yeni kırık oluşumları osteoporotik sürecin doğal ilerlemesi veya cerrahi işlemin sonucu olarak gelişir. VERTOS II çalışmasında yeni osteoporotik vertebra kırığı gelişme insidansının ilk yıl içindeki izlem sonucunda vertebroplasti yapılan hasta grubu ile konservatif tedavi uygulanan hasta grubu arasında farklı olmadığı gösterilmiştir. Tek risk faktörünün ilk tanı konduğunda kırık vertebra sayısı olduğu öne sürülmüştür (95).

Hsieh ve ark. PVG sonrası yeni kompresyon fraktür oluşma oranını %9-37 arasında bildirmişlerdir (81). İsviçre kaynaklı bir çalışmada PVG sonrası ilk yıl içinde olguların %20'sinde yeni kırıklar görüldüğü ve bunların %72'sine PVG yapılan vertebraya komşu segmentte rastlandığı rapor edilmiştir (96). Bu komplikasyonun nedenleri kesin olarak bilinmemekle beraber sementin intradiskal mesafeye kaçması, sagittal dengenin bozulması ve altta yatan kemik hastalığı şüpheli faktörler olarak öne sürülmüştür.

Faloon ve ark. PVG ameliyatları sonrası komşu ve uzak segmentlerde kompresyon kırığı gelişmesine ait risk faktörlerini araştırdıkları çalışmada tek değişkenli analizlerde yaş, diabetes mellitus, tütün tüketimi, nonsteroid antiinflatuar ilaç kullanımı ve kadın cinsiyetini risk faktörleri olarak belirlemişler, ancak çoklu değişkene uyarlandığında hiç bir faktörün yeni kırık oluşumunda risk faktörü olmadığını gözlemlemişlerdir. Bu seride kifoplasti yapılan hasta grubu ile konservatif tedavi uygulanan hasta grubu kıyaslanmış, konservatif tedavi gören grupta yeni vertebral kırık gelişme riski cerrahi gruba göre 2.28 kat fazla bulunmuştur (97). Bu komplikasyonu önlemek için profilaktik komşu segmente de PVG yapılması düşünülmüştür. Tek seviye kırığa komşu vertebraya profilaktik vertebroplasti yapılmasının komşu vertebrada fraktür riskini azaltmadığı gösterilmiş ve bu nedenle profilaktik vertebroplastinin faydasının ek bir vertebroplasti işlemi riskinden fazla olmadığı öne sürülmüştür (57). PVG ameliyatı sonrası aynı vertebrada kompresyon görülmesinin nedenlerinin incelendiği bir çalışmada sement ile end-plate arasındaki mesafenin önemli olduğu görülmüştür (98). PVG ameliyatı yapılan iki vertebra arasında kalan vertebraya yüklenme adaha fazla olur. Bu durumdaki vertebralar “sandviç” vertebra olarak tanımlanmaktadır. Yi ve ark. 290 olguluk, 363 osteoporotik vertebra ve 27 sandviç kırığı olan randomize edilmiş hasta popülasyonunu 4 yıl izlemişlerdir. Takip sonucunda vertebroplasti yapılan grupta konservatif tedavi uygulanan grupta yeni vertebra kırığı oluşum insidansını aynı bulmuşlardır (99). Trouillier ve ark. kifoplastiye bağlı komplikasyonların bazen major rekonstrüktif spinal cerrahi gerektirdiğine işaret etmişler, başka merkezlerde yapılan kifoplasti ameliyatlarından sonra komplikasyon görülen ve tedavi ettikleri 12 olgudan yola çıkarak kifoplasti için uygun endikasyonları ve dikkat edilmesi gereken kırık özelliklerini belirlemişlerdir. Buna göre aşağıdaki durumlarda kırığı anstabil kabul etmektedirler:

- a) anterior ve/veya inferior end-plate'lerin vertebra cisminin geri kalan kısmından ayrılması,
- b) pedikül köküne yakın vertebra cisminin 1/3 posteriorunda olan A2.3 fraktür,
- c) posterior vertebral cismin tutulumu

Yazarlar stabil görülen fakat anstabil duruma dönüşebilecek fraktürlerinde önemsenmesini tavsiye etmektedirler. Bu durumlarda sementin enjekte edileceği az bir kemik volümü kaldığını, potansiyel olarak iyileşecek kemikle verilen sement arasında uygunsuz bir orantı olduğunu düşünmektedirler (100).

Rajah ve ark. 75 seviyede kifoplasti yapılan, patolojik kompresyon kırığı olan 37 kanser olgusunu retrospektif olarak incelemişlerdir. Olgularının % 5.3'ünde ameliyattan sonra geç dönemde yapısal komplikasyonlar gelişmiş, bu komplikasyonlar dekompresyon ve stabilizasyon ile tedavi edilmiştir. Kifoplastinin başarısız olduğu tüm olgularda tedavi öncesi üç veya daha fazla kortikal duvarda fraktür saptanmıştır. Yazarlar bu duruma yol açan faktörler arasında vertebra cisminin bütünlüğünü, posterior gerilim bandının yeterliliğini ve kifoplasti yapılan seviyenin bileşke oluşunu saymışlardır (101).

Pitton ve grubu BT kılavuzluğunda gerçekleştirdikleri ilk 500 vertebroplasti olgusunu incelemişlerdir. İşleme bağlı, ameliyat sonrası ilk 30 gün içinde mortalite oranını %0,4 (251 olguda 1 mortalite) olarak saptamışlardır. İşleme bağlı morbidite %2.8 (251 olguda 7 olgu) oranında bulunmuştur. BT ile yapılan postoperatif kontrollerde sement kaçağı %55.4 olarak belirlenmiştir. Kaçak %25.2 oranında disk mesafesine, %16 oranında epidural venöz pleksusa, %7.2 oranında paravertebral damarlara olmuştur. Ortalama bir yılı aşkın izlem sonucunda komşu veya uzak vertebralarda sekonder kırık oranı %17.1 bulunmuştur. İntradiskal sement varlığının komşu vertebralarda yeni kemik kırığı gelişmesiyle ilişkisi olmadığı anlaşılmıştır (102).

Hentschel ve ark. merkezlerinde vertebroplasti ve kifoplasti yaptıkları kanserli hastaları incelemişlerdir. Yazarlar hastaları PVG endikasyonu olan ve literatürde PVG için kontrendike kabul edilen bulgulara sahip hastalar olarak ikiye ayırmışlardır. Toplam 53 hastada 132 kırık vertebraya PVG yapılmıştır. PVG endikasyonu olan grupta 114 seviyede 12 komplikasyon (%11), kontrendikasyon olan grupta 18 seviyede 7 komplikasyon (%39) görülmüştür. En sık rastlanan komplikasyon vertebra anteriorundan sement kaçışı olup

venöz sisteme geçiş görülmemiş ve hiçbir hastada açık cerrahi ile sementin çıkarılması gerekmemiştir (103). Cotten ve arkadaşları metastaz ve multi myelom tanısı almış 37 hastada 40 PVG ameliyatı yapmışlardır. Komplikasyon olarak 15 epidural, 8 intradiskal, 2 venöz sisteme sement kaçağı g zlemlemişlerdi. Foraminal kaçak görülen 8 hastanın 2'sinde sinir kökü basısını gidermek için dekompresif cerrahi yapılmıştır.

Sement kaçışı görülen 25 hastadan birisinde femoral nöropati gelişmiştir (104).

5.2. MORTALİTE

Epidemiyolojik alışmalar vertebral kompresyon kırıklarının uzun vadede mortaliteye etkili olduğunu göstermiştir. Bir araştırmada 10 yıllık mortalitenin semptomatik vertebra kırık vertebra sayısı ile ilişkili olduğu saptanmıştır (44).

Vertebral kompresyon fraktürlerinde mortalite riskini kifoplasti, vertebroplasti ameliyatları ile tedavi edilen ve konservatif tedavi uygulanmış hasta gruplarında inceleyen bir çalışma kapsamına toplam 858,978 olgu alınmıştır. Bu olguların 119,253' ne kifoplasti, 63,693' ne vertebroplasti yapılmış ve 4 yıllık izlem sonunda cerrahi yapılan grupta yaşamda kalma oranı %60.8, konservatif tedavi uygulanan grupta %50 bulunmuştur. Kifoplastide bu oran %62.8, vertebroplastide %57.3 olarak saptanmıştır. Kifoplasti yapılan olgularda relatif mortalite riski vertebroplasti yapılan olgulara göre %23 daha az bulunmuştur (105).

6. SONUÇ

Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı Ankara Hastanesi'nde 15 yıllık bir periyotta 352 hastada, 463 vertebrada gerçekleştirdiğimiz perkütan vertebra güçlendirme ameliyatlarında mortalite %0'dır. Çok az sayıda olguda sement maddesinin asemptomatik ekstremitasyonu görülmüştür. Hiçbir hastada ciddi nörolojik, sistemik veya enfeksiyöz natürlü komplikasyon yaşanmamıştır. Kifoplasti, vertebroplasti ve sakroplasti olarak isimlendirilen bu tekniklerle doğru endikasyon ve doğru hasta seçimiyle yapılan ameliyatlar neticesinde özellikle ağrının giderilmesinde çok başarılı sonuçlar alınmıştır. Oldukça güvenli olan bu cerrahi yaklaşımların radyolojik olarak postoperatif değerlendirme kriterleri vertebra yüksekliğinin artırılması ve kifotik açının restorasyonudur. İstatistiksel analizlerimiz bu parametrelerde de anlamlı olumlu sonuçlar vermiştir. Edindiğimiz bu geniş deneyim sonucunda perkütan vertebra güçlendirme ameliyatlarının osteoporotik zeminde gelişen vertebra kırıkları, minor travma sonrası gelişen kırıklar, osteolitik metastatik lezyonlar, multipl myelom ve agresif hemanjiom patolojilerinde güvenli ve etkin bir şekilde kullanılabileceğini ifade ederiz.

7. KAYNAKLAR

1. Ugur HC, Attar A, Uz A, Tekdemir I, Egemen N, Genc Y. Thoracic pedicle: surgical anatomic evaluation and relations. J Spinal Disord. 2001;14 (1):39-45.
2. White AA, 3rd, Panjabi MM. The basic kinematics of the human spine. A review of past and current knowledge. Spine (Phila Pa 1976). 1978;3 (1):12-20.
3. Charles YP, Barbe B, Beaujeux R, Boujan F, Steib JP. Relevance of the anatomical location of the Adamkiewicz artery in spine surgery. Surg Radiol Anat. 2011;33 (1):3-9.
4. Gillilan LA. The arterial blood supply of the human spinal cord. J Comp Neurol. 1958;110 (1):75-103.
5. o H. Blood supply to human spinal cord. Arch Neurol. 1966;15.
6. K K. Omuriliğin Vasküler Anatomisi ve Kan Akımı. In: Zileli M, Özer AF, editor. Omurilik ve Omurga Cerrahisi. 1. İzmir: İntertıp; 2014. p. 87-9.
7. Group WS. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. 1994 Contract No.: 1129.
8. Pouilles JM, Tremollieres F, Ribot C. [Vertebral bone loss in perimenopause. Results of a 7-year longitudinal study]. Presse Med. 1996;25 (7):277-80.
9. Kaufmann TJ, Wald JT, Kallmes DF. A technique to circumvent subcutaneous cement tracts during percutaneous vertebroplasty. AJNR Am J Neuroradiol. 2004;25 (9):1595-6.
10. Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. [Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty]. Neurochirurgie. 1987;33 (2):166-8.
11. Weill A, Chiras J, Simon JM, Rose M, Sola-Martinez T, Enkaoua E. Spinal metastases: indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. Radiology. 1996;199 (1):241-7.

12. Bono CM, Heggeness M, Mick C, Resnick D, Watters WC, 3rd. North American Spine Society: Newly released vertebroplasty randomized controlled trials: a tale of two trials. *Spine J.* 2010;10 (3):238-40.
13. Kinkade S, Stevermer JJ. Vertebroplasty for osteoporotic fracture? Think twice. *J Fam Pract.* 2009;58 (12):654-6.
14. Triantafyllou SJ, Gertzbein SD. Flexion distraction injuries of the thoracolumbar spine: a review. *Orthopedics.* 1992;15 (3):357-64.
15. Watson-Jones R. The results of postural reduction of fractures of the spine *J Bone Joint Surg.* 1938;20:567-86.
16. Naderi S ÖS. Spinal stabilite ve instabilite. *Marmara Nörolojik Bilimler Dergisi.* 1998;1:3.
17. Nicoll EA. Fractures of the dorso-lumbar spine. *J Bone Joint Surg Br.* 1949;31B (3):376-94.
18. Holdsworth F. Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52 (8):1534-51.
19. Holdsworth FW, Hardy A. Early treatment of paraplegia from fractures of the thoracolumbar spine. *J Bone Joint Surg Br.* 1953;35-B (4):540-50.
20. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine (Phila Pa 1976).* 1983;8 (8):817-31.
21. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J.* 1994;3 (4):184-201.
22. Önen M R NS, Zileli M. Torokolomber Travmalar. In: Zileli M ÖAF, editor. *Omurilik ve Omurga Cerrahisi.* 1. İzmir: İntertıp; 2014. p. 949-59.
23. Ellis FD, Seiler JG, 3rd, Palmore MM, Jr. Methemoglobinemia: a complication after fiberoptic orotracheal intubation with benzocaine spray. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77 (6):937-9.

24. C. CHY. Vertebroplasti ve Kifoplasti. In: Şenel A ÇS, Dalbayrak S, Temiz C, Arslantaş A, editor. Omurga cerrahisinde Komplikasyon ve Revizyon. 10. Ankara: Türk Nöroşirurji Derneği; 2010. p. 212.
25. Özkara E AA. Osteoporotik Vertebra Kırıklarında Vertebroplasti ve Kifoplasti In: Şenel A ÇS, Dalbayrak S, Temiz C, Arslantaş A, editor. Omurga Travmalarında Tedavi Prensipleri. 11. Ankara: Türk Nöroşirurji Derneği; 2011.
26. Anselmetti GC, Manca A, Tutton S, Chiara G, Kelekis A, Facchini FR, et al. Percutaneous vertebral augmentation assisted by PEEK implant in painful osteolytic vertebral metastasis involving the vertebral wall: experience on 40 patients. Pain Physician. 2013;16 (4):E397-404.
27. Chen C, Li D, Wang Z, Li T, Liu X, Zhong J. Safety and Efficacy Studies of Vertebroplasty, Kyphoplasty, and Mesh-Container-Plasty for the Treatment of Vertebral Compression Fractures: Preliminary Report. PLoS One. 2016;11 (3):e0151492.
28. Allegretti L, Mavilio N, Fiaschi P, Bragazzi R, Pacetti M, Castelletti L, et al. Intra-operative vertebroplasty combined with posterior cord decompression. A report of twelve cases. Interv Neuroradiol. 2014;20 (5):583-90.
29. Boswell S, Sather M, Kebriaei M, Lydiatt K, Bowdino B, Tomes D, et al. Combined open decompressive laminectomy and vertebroplasty for treatment of thoracolumbar fractures retrospective review of 41 cases. Clin Neurol Neurosurg. 2012;114 (7):902-6.
30. Weitao Y, Qiqing C, Songtao G, Jiaqiang W. Open vertebroplasty in the treatment of spinal metastatic disease. Clin Neurol Neurosurg. 2012;114 (4):307-12.
31. Pan J, Qian ZL, Sun ZY, Yang HL. Open kyphoplasty in the treatment of a painful vertebral lytic lesion with spinal cord compression caused by multiple myeloma: A case report. Oncol Lett. 2013;5 (5):1621-4.
32. Kim YJ, Lee JW, Kim KJ, Chung SK, Kim HJ, Park JM, et al. Percutaneous vertebroplasty for intravertebral cleft: analysis of therapeutic effects and outcome predictors. Skeletal Radiol. 2010;39 (8):757-66.

33. Oka M, Matsusako M, Kobayashi N, Uemura A, Numaguchi Y. Intravertebral cleft sign on fat-suppressed contrast-enhanced MR: correlation with cement distribution pattern on percutaneous vertebroplasty. *Acad Radiol.* 2005;12 (8):992-9.
34. Lane JJ, Maus TP, Wald JT, Thielen KR, Bobra S, Luetmer PH. Intravertebral clefts opacified during vertebroplasty: pathogenesis, technical implications, and prognostic significance. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2002;23 (10):1642-6.
35. Verlaan JJ, Oner FC, Slootweg PJ, Verbout AJ, Dhert WJ. Histologic changes after vertebroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A (6):1230-8.
36. Gill JB, Kuper M, Chin PC, Zhang Y, Schutt R, Jr. Comparing pain reduction following kyphoplasty and vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures. *Pain Physician.* 2007;10 (4):583-90.
37. R ÖM. Vertebra Korpus Fraktürlerinde Perkütan Balon Kifoplasti Uygulamasının Klinik ve Radyolojik Sonuçlarının Değerlendirilmesi [Uzmanlık]. İstanbul: T.C. DR LÜTFİ KIRDAR KARTAL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ 2008.
38. Crowley RW YH, Mc Kistic MS. Osteoporotic Fractures evaluation and treatment with vertebroplasty and kyphoplasty. In: HC W, editor. *Youmans Neurological Surgery.* 6. Chine: Elsevier Saunders 2011.
39. Cömert S SECH. Vertebroplasti ve Kifoplast. In: Zileli M, Özer AF, editor. *Omurilik ve Omurga Cerrahisi.* 3. İzmir: İntertıp Yayınevi; 2014.
40. Heini BF WB, Berlemann U. Percutaneous traspedicular vertebroplasty with PMMA: operative technique and early results. *Eur Spine J.* 2000;9:445-50.
41. A A. Osteoporotik kırıkların tedavisinde perkütan vertebroplasti ve kifoplasti Türk Ortopedi Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi. 2003;9 ((1-2)).
42. Svedbom A, Alvares L, Cooper C, Marsh D, Strom O. Balloon kyphoplasty compared to vertebroplasty and nonsurgical management in patients hospitalised with acute osteoporotic vertebral compression fracture: a UK cost-effectiveness analysis. *Osteoporos Int.* 2013;24 (1):355-67.
43. Stevenson M, Gomersall T, Lloyd Jones M, Rawdin A, Hernandez M, Dias S, et al. Percutaneous vertebroplasty and percutaneous balloon kyphoplasty for the treatment

of osteoporotic vertebral fractures: a systematic review and cost-effectiveness analysis. *Health Technol Assess*. 2014;18 (17):1-290.

44. McGirt MJ, Parker SL, Wolinsky JP, Witham TF, Bydon A, Gokaslan ZL. Vertebroplasty and kyphoplasty for the treatment of vertebral compression fractures: an evidenced-based review of the literature. *Spine J*. 2009;9 (6):501-8.
45. Esses SI, McGuire R, Jenkins J, Finkelstein J, Woodard E, Watters WC, 3rd, et al. The treatment of symptomatic osteoporotic spinal compression fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011;19 (3):176-82.
46. Buchbinder R, Osborne RH, Ebeling PR, Wark JD, Mitchell P, Wriedt C, et al. A randomized trial of vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral fractures. *N Engl J Med*. 2009;361 (6):557-68.
47. Kallmes DF, Comstock BA, Heagerty PJ, Turner JA, Wilson DJ, Diamond TH, et al. A randomized trial of vertebroplasty for osteoporotic spinal fractures. *N Engl J Med*. 2009;361 (6):569-79.
48. Li L, Ren J, Liu J, Wang H, Wang X, Liu Z, et al. Results of Vertebral Augmentation Treatment for Patients of Painful Osteoporotic Vertebral Compression Fractures: A Meta-Analysis of Eight Randomized Controlled Trials. *PLoS One*. 2015;10 (9):e0138126.
49. Bouza C, Lopez-Cuadrado T, Cediell P, Saz-Parkinson Z, Amate JM. Balloon kyphoplasty in malignant spinal fractures: a systematic review and meta-analysis. *BMC Palliat Care*. 2009;8:12.
50. Taylor RS, Taylor RJ, Fritzell P. Balloon kyphoplasty and vertebroplasty for vertebral compression fractures: a comparative systematic review of efficacy and safety. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31 (23):2747-55.
51. Hulme PA, Krebs J, Ferguson SJ, Berlemann U. Vertebroplasty and kyphoplasty: a systematic review of 69 clinical studies. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31 (17):1983-2001.
52. Rollinghoff M, Zarghooni K, Schluter-Brust K, Sobottke R, Schlegel U, Eysel P, et al. Indications and contraindications for vertebroplasty and kyphoplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130 (6):765-74.

53. Belkoff SM, Mathis JM, Fenton DC, Scribner RM, Reiley ME, Talmadge K. An ex vivo biomechanical evaluation of an inflatable bone tamp used in the treatment of compression fracture. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26 (2):151-6.
54. Hierhofer J FH, Westphalen K, Baumann C, Schulz R. Incidence of Symptomatic Vertebral Fracture in Patients After Percutaneous Vertebroplasty. *Cardio Vasc Intervent Radiol*. 2008;31:1178-83.
55. Savage JW, Schroeder GD, Anderson PA. Vertebroplasty and kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2014;22 (10):653-64.
56. Han SL, Wan SL, Li QT, Xu DT, Zang HM, Chen NJ, et al. Is vertebroplasty a risk factor for subsequent vertebral fracture, meta-analysis of published evidence? *Osteoporos Int*. 2015;26 (1):113-22.
57. Eichler MC, Spross C, Ewers A, Mayer R, Kulling FA. Prophylactic adjacent-segment vertebroplasty following kyphoplasty for a single osteoporotic vertebral fracture and the risk of adjacent fractures: a retrospective study and clinical experience. *J Neurosurg Spine*. 2016:1-7.
58. Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, O'Fallon WM, Melton LJ, 3rd. Population-based study of survival after osteoporotic fractures. *Am J Epidemiol*. 1993;137 (9):1001-5.
59. Ismail AA, O'Neill TW, Cooper C, Finn JD, Bhalla AK, Cannata JB, et al. Mortality associated with vertebral deformity in men and women: results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *Osteoporos Int*. 1998;8 (3):291-7.
60. Lavelle WF, Khaleel MA, Cheney R, Demers E, Carl AL. Effect of kyphoplasty on survival after vertebral compression fractures. *Spine J*. 2008;8 (5):763-9.
61. Garfin SR, Reilley MA. Minimally invasive treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures. *Spine J*. 2002;2 (1):76-80.
62. Alexandru D, So W. Evaluation and management of vertebral compression fractures. *Perm J*. 2012;16 (4):46-51.
63. Jeon HJ, Kim H, Yang J. Bone disease in post-transplant patients. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2015.

64. Kulak CA, Borba VZ, Kulak J, Jr., Custodio MR. Osteoporosis after transplantation. *Curr Osteoporos Rep.* 2012;10 (1):48-55.
65. Kulak CA, Borba VZ, Kulak Junior J, Custodio MR. Bone disease after transplantation: osteoporosis and fractures risk. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2014;58 (5):484-92.
66. Spira A, Gutierrez C, Chaparro C, Hutcheon MA, Chan CK. Osteoporosis and lung transplantation: a prospective study. *Chest.* 2000;117 (2):476-81.
67. Shane E, Rivas M, Staron RB, Silverberg SJ, Seibel MJ, Kuiper J, et al. Fracture after cardiac transplantation: a prospective longitudinal study. *J Clin Endocrinol Metab.* 1996;81 (5):1740-6.
68. Baccaro LF, Boin IF, Pedro AO, Costa-Paiva L, Leal AL, Ramos CD, et al. Decrease in bone mass in women after liver transplantation: associated factors. *Transplant Proc.* 2011;43 (4):1351-6.
69. Deen HG, Aranda-Michel J, Reimer R, Putzke JD. Preliminary results of balloon kyphoplasty for vertebral compression fractures in organ transplant recipients. *Neurosurg Focus.* 2005;18 (3):e6.
70. Deen HG, Fox TP. Balloon kyphoplasty for vertebral compression fractures secondary to polyostotic fibrous dysplasia. Case report. *J Neurosurg Spine.* 2005;3 (3):234-7.
71. Sonmez E, Comert S, Akdur A, Karakaya E, Gulsen S, Yilmaz C, et al. Balloon Kyphoplasty Is a Safe and Effective Option for the Treatment of Vertebral Compression Fractures in Solid-Organ Transplant Recipients. *Exp Clin Transplant.* 2016.
72. De la Garza-Ramos R, Benvenuti-Regato M, Caro-Osorio E. Vertebroplasty and kyphoplasty for cervical spine metastases: a systematic review and meta-analysis. *Int J Spine Surg.* 2016;10:7.
73. Atalay B, Caner H, Yilmaz C, Altinors N. Sacral kyphoplasty for relieving pain caused by sacral hemangioma. *Spinal Cord.* 2006;44 (3):196-9.
74. Deen HG, Nottmeier EW. Balloon kyphoplasty for treatment of sacral insufficiency fractures. Report of three cases. *Neurosurg Focus.* 2005;18 (3):e7.

75. Lovi A, Teli M, Ortolina A, Costa F, Fornari M, Brayda-Bruno M. Vertebroplasty and kyphoplasty: complementary techniques for the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures. A prospective non-randomised study on 154 patients. *Eur Spine J.* 2009;18 Suppl 1:95-101.
76. Son S, Lee SG, Kim WK, Park CW, Yoo CJ. Early Vertebroplasty versus Delayed Vertebroplasty for Acute Osteoporotic Compression Fracture: Are the Results of the Two Surgical Strategies the Same? *J Korean Neurosurg Soc.* 2014;56 (3):211-7.
77. Roder C, Boszczyk B, Perler G, Aghayev E, Kulling F, Maestretti G. Cement volume is the most important modifiable predictor for pain relief in BKP: results from SWISSspine, a nationwide registry. *Eur Spine J.* 2013;22 (10):2241-8.
78. Martincic D, Brojan M, Kosel F, Stern D, Vrtovec T, Antolic V, et al. Minimum cement volume for vertebroplasty. *Int Orthop.* 2015;39 (4):727-33.
79. Ren H, Shen Y, Zhang YZ, Ding WY, Xu JX, Yang DL, et al. Correlative factor analysis on the complications resulting from cement leakage after percutaneous kyphoplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture. *J Spinal Disord Tech.* 2010;23 (7):e9-15.
80. Kaufmann TJ, Trout AT, Kallmes DF. The effects of cement volume on clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006;27 (9):1933-7.
81. Hsieh MK, Chen LH, Chen WJ. Current concepts of percutaneous balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: evidence-based review. *Biomed J.* 2013;36 (4):154-61.
82. McCall T, Cole C, Dailey A. Vertebroplasty and kyphoplasty: a comparative review of efficacy and adverse events. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2008;1 (1):17-23.
83. Abdelrahman H, Siam AE, Shawky A, Ezzati A, Boehm H. Infection after vertebroplasty or kyphoplasty. A series of nine cases and review of literature. *Spine J.* 2013;13 (12):1809-17.
84. Lin WC, Lee CH, Chen SH, Lui CC. Unusual presentation of infected vertebroplasty with delayed cement dislodgment in an immunocompromised patient: case report and review of literature. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2008;31 Suppl 2:S231-5.

85. Shin JH, Ha KY, Kim KW, Lee JS, Joo MW. Surgical treatment for delayed pyogenic spondylitis after percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty. Report of 4 cases. *J Neurosurg Spine*. 2008;9 (3):265-72.
86. Zou MX, Wang XB, Li J, Lv GH, Deng YW. Spinal tuberculosis of the lumbar spine after percutaneous vertebral augmentation (vertebroplasty or kyphoplasty). *Spine J*. 2015;15 (6):e1-6.
87. Audat ZA, Alfawareh MD, Darwish FT, Alomari AA. Intracardiac Leakage of Cement During Kyphoplasty and Vertebroplasty: A Case Report. *Am J Case Rep*. 2016;17:326-30.
88. Duran C, Sirvanci M, Aydogan M, Ozturk E, Ozturk C, Akman C. Pulmonary cement embolism: a complication of percutaneous vertebroplasty. *Acta Radiol*. 2007;48 (8):854-9.
89. Zaccheo MV, Rowane JE, Costello EM. Acute respiratory failure associated with polymethyl methacrylate pulmonary emboli after percutaneous vertebroplasty. *Am J Emerg Med*. 2008;26 (5):636 e5-7.
90. Kao FC, Tu YK, Lai PL, Yu SW, Yen CY, Chou MC. Inferior vena cava syndrome following percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33 (10):E329-33.
91. Athreya S, Mathias N, Rogers P, Edwards R. Retrieval of cement embolus from inferior vena cava after percutaneous vertebroplasty. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2009;32 (4):817-9.
92. Sabuncuoglu H, Dincer D, Guclu B, Erdogan E, Hatipoglu HG, Ozdogan S, et al. Intradural cement leakage: a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *Acta Neurochir (Wien)*. 2008;150 (8):811-5.
93. Cosar M, Sasani M, Oktenoglu T, Kaner T, Ercelen O, Kose KC, et al. The major complications of transpedicular vertebroplasty. *J Neurosurg Spine*. 2009;11 (5):607-13.
94. Fourney DR, Schomer DF, Nader R, Chlan-Fourney J, Suki D, Ahrar K, et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients. *J Neurosurg*. 2003;98 (1 Suppl):21-30.

95. Klazen CA, Venmans A, de Vries J, van Rooij WJ, Jansen FH, Blonk MC, et al. Percutaneous vertebroplasty is not a risk factor for new osteoporotic compression fractures: results from VERTOS II. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2010;31 (8):1447-50.
96. Spross C, Aghayev E, Kocher R, Roder C, Forster T, Kuelling FA. Incidence and risk factors for early adjacent vertebral fractures after balloon kyphoplasty for osteoporotic fractures: analysis of the SWISSspine registry. *Eur Spine J*. 2014;23 (6):1332-8.
97. Faloon MJ, Ruoff M, Deshpande C, Hohman D, Dunn C, Beckloff N, et al. Risk Factors Associated with Adjacent and Remote- Level Pathologic Vertebral Compression Fracture Following Balloon Kyphoplasty: 2-Year Follow-Up Comparison Versus Conservative Treatment. *J Long Term Eff Med Implants*. 2015;25 (4):313-9.
98. Li D, Wu Y, Huang Y, Augustine B, Yue J. Risk factors of recompression of cemented vertebrae after kyphoplasty for osteoporotic vertebral compression fractures. *Int Orthop*. 2016;40 (6):1285-90.
99. Yi X, Lu H, Tian F, Wang Y, Li C, Liu H, et al. Recompression in new levels after percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty compared with conservative treatment. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2014;134 (1):21-30.
100. Trouillier HH, Birkenmaier C, Seidl T, Jansson V. Complications following kyphoplasty in unstable osteoporotic vertebral body fractures. A guide to correct fracture analysis. *Acta Orthop Belg*. 2013;79 (5):488-94.
101. Rajah G, Altshuler D, Sadiq O, Nyame VK, Eltahawy H, Szerlip N. Predictors of delayed failure of structural kyphoplasty for pathological compression fractures in cancer patients. *J Neurosurg Spine*. 2015;23 (2):228-32.
102. Pitton MB, Herber S, Koch U, Oberholzer K, Drees P, Duber C. CT-guided vertebroplasty: analysis of technical results, extraosseous cement leakages, and complications in 500 procedures. *Eur Radiol*. 2008;18 (11):2568-78.
103. Hentschel SJ, Burton AW, Fourney DR, Rhines LD, Mendel E. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty performed at a cancer center: refuting proposed contraindications. *J Neurosurg Spine*. 2005;2 (4):436-40.

104. Cotten A, Dewatre F, Cortet B, Assaker R, Leblond D, Duquesnoy B, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology*. 1996;200 (2):525-30.
105. Edidin AA, Ong KL, Lau E, Kurtz SM. Mortality risk for operated and nonoperated vertebral fracture patients in the medicare population. *J Bone Miner Res*. 2011;26 (7):1617-26.

