



**T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**MALİGN VE BENİGN VERTEBRAL KIRIKLARIN TEDAVİSİNDE
PERKÜTAN VERTEBROPLASTİ**

Dr. Mehmet Fatih İNECİKLİ

UZMANLIK TEZİ

BURSA - 2010



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

MALİGN VE BENİGN VERTEBRAL KIRIKLARIN TEDAVİSİNDE
PERKÜTAN VERTEBROPLASTİ

Dr. Mehmet Fatih İNECİKLİ

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Bahattin HAKYEMEZ

BURSA - 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
Özet	ii
İngilizce Özet (Summary)	iii
Giriş	1
Vertebra Anatomisi.....	1
Vertebral Kolonun Biyomekaniği.....	9
Vertebra Fraktürlerine Genel Bakış.....	16
Ağrı Değerlendirme.....	23
Ağrı Tedavisi.....	28
İnvaziv Girişimlerde Genel Endikasyonlar.....	32
Görüntüleme Yöntemleri.....	32
Vertebroplasti Öncesi Değerlendirme.....	33
Vertebroplasti Endikasyon, Kontrendikasyon ve Komplikasyon.	35
Vertebroplasti Tekniği.....	38
Gereç ve Yöntem	45
Bulgular.....	59
Tartışma ve Sonuç.....	69
Kaynaklar.....	80
Teşekkür	89
Özgeçmiş.....	90

ÖZET

Vertebroplasti (VP), vertebra stabilizasyonu ve ağrı tedavisi için kullanılan bir yöntemdir. Bu teknikle kırılan vertebra korpusu, kemik sementi ile doldurularak, vertebranın güçlenmesi ve ağrının azalması hedeflenir. Biplan anjiyografi cihazı ve 3 boyutlu anjiyografi yazılımları gibi yeni yöntemlerle VP işlemi daha kolay uygulanabilmektedir. Çalışmamızda, malign ve benign nedenli vertebral fraktürlerinin tedavisinde, perkütan vertebroplastinin yapılabilirliğini amaçladık.

Çalışma 45 olguda, toplam 106 vertebral fraktürde gerçekleştirildi. Vertebra kırıkları Genant's Sınıflaması'na göre sınıflandırıldı. Ağrı, Visual Analogue Scale (VAS) kullanılarak derecelendirildi. VP öncesi ve sonrasında VAS skorları kaydedildi. Biplan skopi yardımıyla ve anestezi eşliğinde 58 vertebra (%54.8) bipediküler, 48 vertebra (%45.2) tek taraflı transpediküler yaklaşım uygulandı.

Olguların ortalama yaşı 62.4 idi. L₁ vertebra (%19.8) fraktürü ve grade III fraktür (%46.3) daha sıklıkta idi. Vertebral kollapsı en sık malignite nedeniydi (%53.8). VP öncesi, VAS skoru ortalama 8.39, VP sonrası 2.05 olarak ölçüldü. Unipediküler yaklaşımla VAS skoru 2.3'e, bipediküler yaklaşımla 1.84'e geriledi. VP ile ağrı azalma, istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.001$). Unipediküler ve bipediküler yaklaşımın, ağrıyı azaltmada, istatistiksel açıdan aralarında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$). İşlem sırasında %18.8 komplikasyon gelişti.

Malign ya da benign nedenli vertebral fraktüre sekonder gelişen ağrılarda VP, ağrıyı azaltmada etkin bir yöntemdir. Biplan anjiyografi ve 3 boyutlu uygulamalar, VP işleminin uygulama kolaylığını artırabilir, gelişebilecek komplikasyonları azaltabilir ve işlemin süresini kısaltabilir. Bu tekniklerle tek seansta birden fazla seviyeye VP işlemi daha kolay uygulanabilir, zaman ve maliyet tasarrufu sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Vertebroplasti, ağrı tedavisi, tedavi etkinliği.

SUMMARY

Percutaneous Vertebroplasty In Treatment Of Malignant And Benign Vertebral Fractures

Vertebroplasty (VP) is a technique used for stabilizing vertebra and treating the pain in vertebral fractures. Through filling bone cement in vertebral corpus, spine is strengthened and pain is diminished. VP is applied more easily with new procedures such as biplane angiography device or 3 dimensional angiography software. In our study, we aimed the possibility of using percutaneous vertebroplasty in treatment of vertebral fractures caused by malign and benign reasons.

106 level vertebral fractures determined in 45 cases. Grading of vertebral fractures were done according to Genant's classification. Visual Analogue Scale (VAS) was used to evaluate pain. VAS results were recorded before and after VP. One sided transpedicular approach was applied to 48 vertebra (45.2%) and bipedicular approach was applied to 58 vertebra (54.8%); both with the help of biplane scopy and anesthesia.

The average age of the patients was 62.4. Mostly fractures in L₁ vertebra were observed (19.8%) and grade III fractures were frequent (46.3%). It was determined that vertebral collapse was mostly caused by malignancy (53.8%). The average VAS score was calculated to be 8.39 before VP, and 2.05 after VP. With unipedicular approach the VAS score went down to 2.3, whereas with bipedicular approach it dropped to 1.84. It was found to be meaningful that there was a statistically correlated pain reduction with this procedure ($p < 0.001$). No statistically meaningful difference between unipedicular or bipedicular approach in reduction of pain was found ($p > 0.05$). During the application, the complication rate of this intervention was 18.8%.

VP is efficient in diminishing pain developed secondarily to vertebral fracture with malign or benign reasons. Biplane angiography and 3

dimensional applications may make this intervention easier, reduce the possible complications and reduce the duration of the application. With these applications, VP can be applied to more than one levels in one session and they can shorten cost and time.

Keywords: Vertebroplasty, pain treatment, treatment efficiency.

GİRİŞ

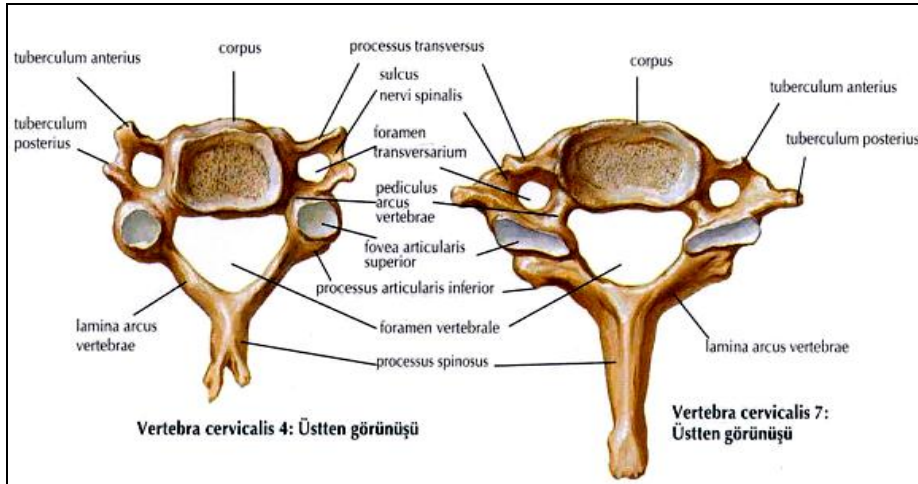
Vertebroplasti (VP); malign ya da benign nedenli vertebra korpus kırıklarının tedavisinde, kılavuz görüntüleme eşliğinde uygulanan minimal invaziv bir tedavi yöntemidir. Vertebrayı güçlendirmek için, perkütan girilerek, vertebra korpusunun kemik sementi veya başka bir materyal ile doldurulması işlemidir. VP, ilk olarak 1987 yılında ağırlı bir servikal hemangioma olgusuna uygulanmıştır (1, 2). Daha sonraki yıllarda bu işlem ağırlı osteoporotik korpus kırıklarında tedavi amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda malign ve benign nedenli vertebral kompresyon kırıklarında, vertebranın stabilizasyonu ve ağrının tedavisi için etkin bir yöntem olarak kullanılmaktadır. VP işlemi ile zayıflamış vertebra korpusu kemik sementi ile doldurulurak omurganın güçlenmesi ve ağrının azalması sağlanır. Bu tekniğin geliştirilmesinde, sement enjeksiyonu ile vertebra korpusu kırıklarının yapışacağı ve ağrının giderileceği mantığı yatmaktadır. Servikal bölgeden lomber bölgeye kadar kullanılabilir. Bu minimal invaziv teknik ile hastaların ağrıları erken sürede, yüksek oranlarla giderilmekte ve olgular bir an önce mobilize edilerek günlük yaşamlarına geri dönebilmektedir .

Vertebra Anatomisi

Vertebral kolon, 33 vertebra içerir (7 Servikal, 12 Torakal, 5 Lumbal, 5 Sakrum, 4 Koksiks). Servikal (C) ve lumbal (L) vertebralarda öne konveksite (lordoz), torakal ve sakral vertebralarda arkaya konveksite (kifoz) vardır.

Tipik vertebra; korpus ve arkus'tan oluşur. Korpuslar, intervertebral disklerle kartilaginöz türü eklem yaparlar. Torasik vertebralarda kosta başı ile eklem yapan yüz bulunur. Tipik vertebraların, spinöz proses, transvers proses ve artiküler proses olmak üzere üç çıkıntısı vardır. Spinöz proses, servikal vertebralarda çatallıdır (bifid). Servikal vertebralardaki transvers proseslerde foramen transversariumlar bulunur, torakal vertebraların transvers prosesleri kostaların tuberkulumları ile eklem yapar. Artiküler prosesler üst ve alt vertebra ile plana tipi eklem yaparlar. Mamillar proses ve aksesuar proses sadece lumbal vertebralarda bulunur. Vertebral foramenler,

vertebral kanalı oluşturur. İçinde spinal kord, meninxler, sinir kökleri ve damarlar bulunur. Nöral foramenler, iki komşu vertebra'nın pedikülleri arasında bulunur. İçinden spinal sinirler geçer. Foramen transversarium'dan ise vertebral arter (C₇ hariç) ve ven ile otonom sinirler geçer. İntervertebral disk, axisten sakruma kadar her iki vertebra korpusu arasında bulunur (atlas ile axis arasında yoktur). Merkezinde nukleus pulposus, onu çevreleyen anulus fibrosus vardır. Diskin periferleri hariç avasküler yapısı vardır. Atlas ve aksis birinci ve ikinci servikal vertebra olup her ikisi de diğer beş vertebradan (C₃-C₇) belirgin yapısal ve işlevsel farklılıklar gösterirler. C₃-C₇ vertebraları servikal bölgeyi oluştururlar. Bu vertebralar transvers çıkıntılarında vertebral arter ve venlerin geçişini sağlayan sağlı sollu foramenlerinin bulunması ile diğer bölge omurlarından kolayca ayırt edilebilir (Şekil-1) (3,4,5).



Şekil-1: Servikal vertebraların anatomik yapıları (4,5).

Vertebraların Bölgesel Karakteristikleri

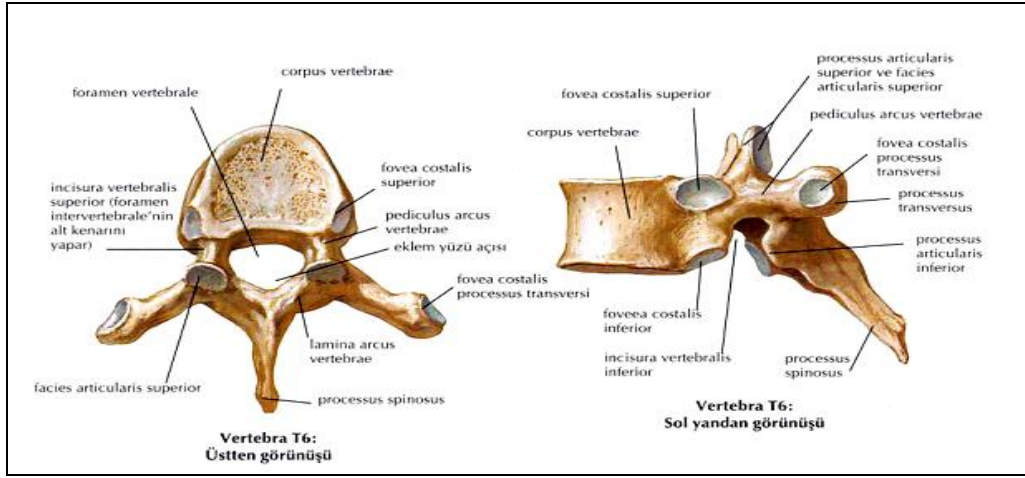
Atlas (C₁): En geniş servikal vertebradır. Korpus ve spinöz prosesi yoktur. Oksipital kondiller ile atlantookspital eklemi, axis ile atlantoaksiyal eklemi yapar.

Axis (C₂): Transvers prosesi en küçüktür. Densi bulunur ve atlasın ön arkusu ile eklem yapar.

C₃-C₆: Transvers proseslerde foramen transversariumlar ile ön ve arka tuberkulümler bulunur.

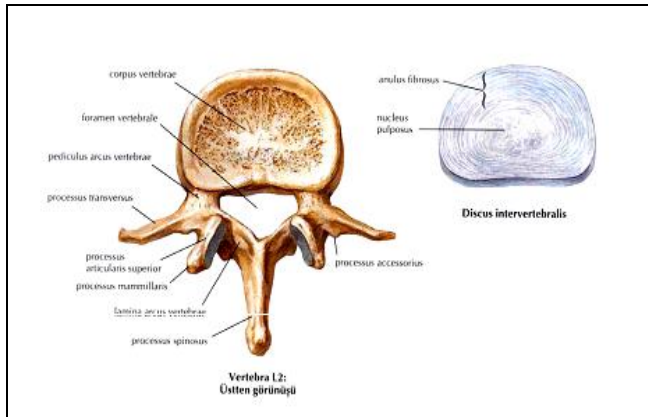
C₇: Vertebra prominens olarak da adlandırılır. Çatalı olmayan, uzun bir spinöz prosesi vardır. Nukal ve supraspinöz ligamanlar buraya tutunur.

Torasik vertebralar (Şekil-2): Korpusları servikallerden büyüktür. En karakteristik özellikleri, korpuslarının yan tarafında kostalarla eklem yapan yüzlerinin bulunmasıdır. Üst yüz eş kosta ile alt yüz bir alttaki kosta ile eklem yapar. 2. vertebradan 8. vertebraya kadar olan torakal vertebralar tipiktir. Bir, dokuz, on, onbir ve onikinci vertebralar, diğerlerinden farklılıklar gösterirler (3).



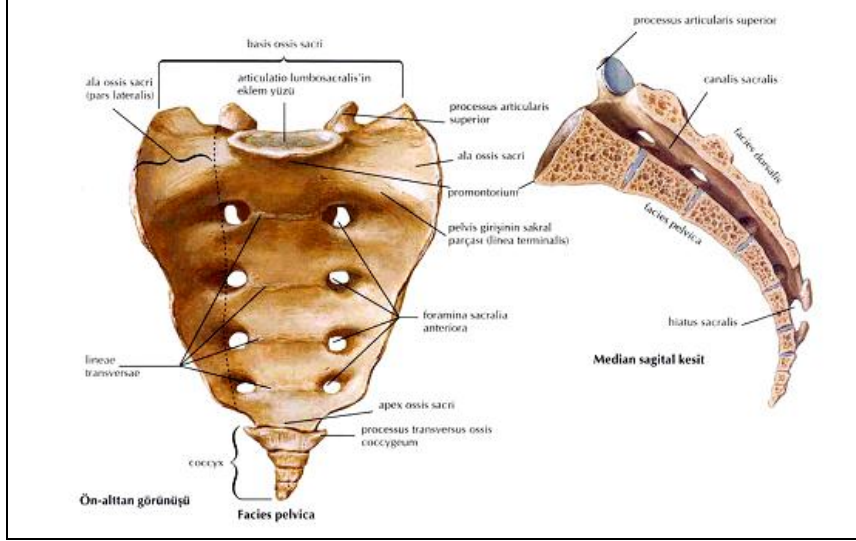
Şekil-2: Torakal vertebraların anatomik yapıları (4,5).

Lumbal vertebralar: Vertebraların ortak anatomik yapılarına ek olarak mamillar ve aksesuar prosesleri vardır. Laminası geniş, kısa ve kuvvetlidir. Transvers çıkıntıları kaburgaların karşılığı olduğu için kotsal proses olarak isimlendirilir (Şekil-3). 5. lumbal vertebra, en büyük vertebradır (3).

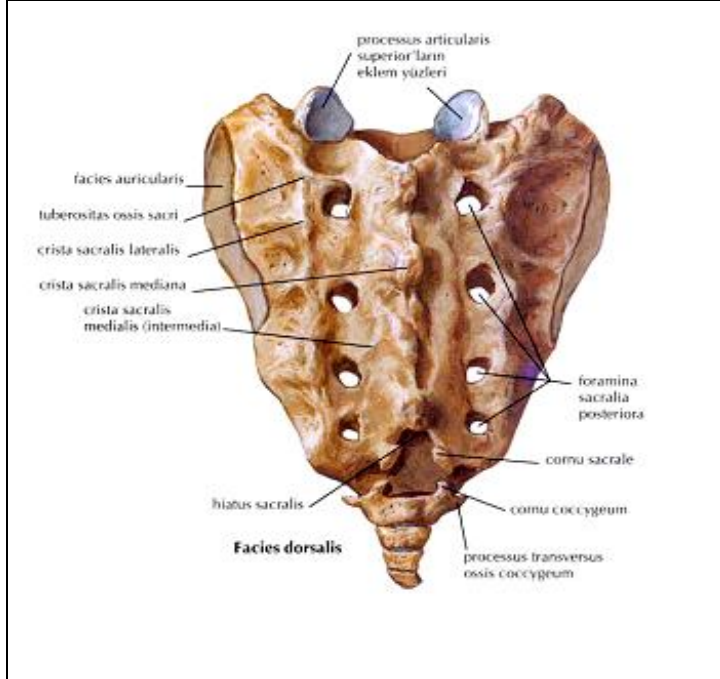


Şekil-3: Lumbal vertebraların anatomik yapıları (4,5).

Sakrum: 5 adet sakral vertebra birleşimiyle oluşur (Şekil-4, 5). Promontorium, sakral hiatus önemli yapılarındandır (3). Koksiks: Son 4 rudimenter vertebranın birleşmesinden oluşur (Şekil-4, 5). Bazen 5, bazen de 3 vertebra kalıntısından oluşabilir (3).



Şekil-4: Sakrum ve koksigeal yapıların ön ve yandan görünüşleri (4,5).



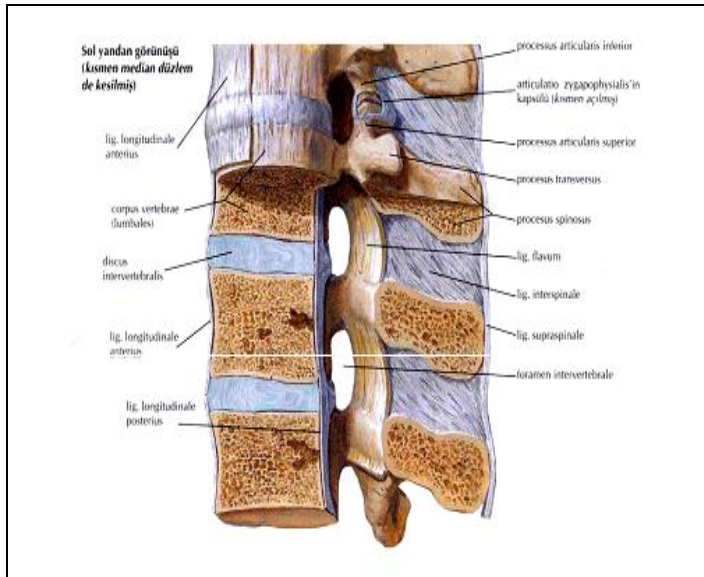
Şekil-5: Sakrum ve koksigeal yapıların arkadan görünüşleri (4,5).

Vertebral Kolon Ligamanları

Anterior longitudinal ligaman (ALL): Oksipital kemik ile sakrum arası vertebral korpus ve disklerin önünde uzanır. Vertebral kolonun ekstansiyonunu sınırlar, anulus fibrosusu önden destekler. Posterior longitudinal ligaman (PLL), oksipital kemik ile sakrum arası vertebral korpus ve disklerin arkasında uzanır. Vertebral kolonun fleksiyonunu sınırlar, anulus fibrosusu arkadan destekler (Şekil-6).

Flavum ligamanı: Ardışık iki vertebra laminasını birbirine bağlar. Vertebral kanalın arka duvarını oluşturur. Lumbal ponksiyon esnasında bu ligaman delinir ve epidural aralığa ulaşılır.

Nukal ligaman: Boynun iki taraf arka kasları arasında median hattaki fibröz septumdur. Supraspinal ligamanın 7. servikal vertebradan yukarı doğru kalınlaşmasıdır.



Şekil-6: Vertebral kolon ligamanları (4,5)

Vertebral Vasküler Sistem

Arteriyeel Sistem

Arteriyeel sistem paterni medulla oblongatadan konus medullarise kadar uzanan üç longitüdinale kanal ile sağlanır. Biri anteriomedian pozisyonda ve diğere ikisi posterolateral pozisyondadır. Her üç sisteme transvers sayılabilecek segmental radikülomedüller arterler eşlik eder (6).

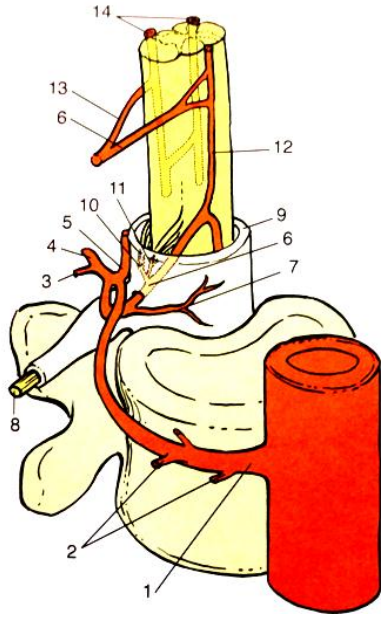
Anteromedian pozisyonda anterior spinal arter yer alır. Vertebral arterden çıkan iki dalın birleşmesi ile meydana gelir. Yine radikülomedüller arterlerler eşlik eder. Korda değişik lokalizasyonda yaklaşık 44 santral (sulkal) dal verir (6).

Posterolateral pozisyonda iki adet posterior spinal arter yer alır. Vertebral arter veya PICA'dan ayrılır ve her iki tarafta piamaterde pleksiform kanalları oluşturur. Piamaterde küçük pleksus yapan arterlere a. vasocorona denir ve hem anterior hem de posterior spinal arterlerle ilişkilidir (7).

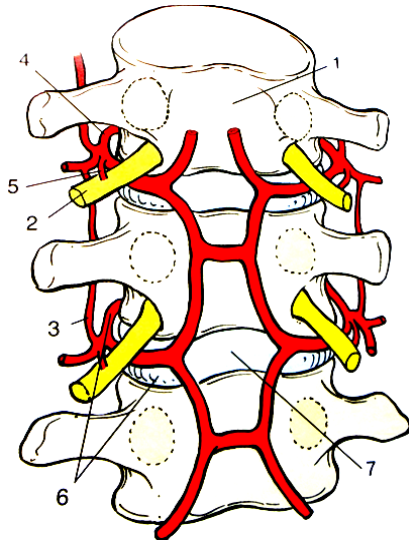
Spinal kordu besleyen dallar, radikülomedüller arterlerdir ve primer olarak asendan servikal, derin servikal, vertebral, posterior interkostal ve lateral sakral arterlerin spinal dallarından çıkar. Radikülomedüller arterler kan ihtiyacının fazla olduğu yerlerde geniştirirler (6).

Ortalama 8 anterior ve 12 posterior besleyici radikülomedüller dal vardır. Özellikle büyük anterior besleyici dal olan arteria radikularis anterior manga veya Adamkiewicz arteri torakolomber bölgenin en önemli arteridir. Genelde sol taraftan ve T₉-T₁₁ arasında bir yerden çıkar (8).

Diğer önemli bölge medulla oblongata ve spinal kordun bileşkesidir ve oksipital arterin dalları ile beslenir. Ventral ve dorsal kökler spinal korda ulaşmayan anterior ve posterior radiküler dallarla beslenir. İntramedüler sirkülasyon, anterior spinal arterden çıkan santral arter ve posterior spinal arter ile a. vasocoronadan çıkan periferik arterler tarafından sağlanır. Bu arterler vertebralar düzeyinde birbirleriyle anastomoz yaparlar. Özellikle aortadan çıkan segmental arterlerden orijinlenen somatik dallar, vertebraların beslenmesini sağlarlar (Şekil-7). Dorsal somatik dallar, retrokorporeal alanda hegzogonal anastomozları oluştururlar (Şekil-8) (6).



Şekil-7: Vertebraların arteriyel yapıları. 1, segmental arter 2, somatik dallar 3, müsküler dallar 4, dorsospinal kök 5, paravertebral anastomozlar 6, radikulomedüller arter 7, dorsal somatik dal 8, spinal sinir 9, dura mater spinalis 10, dorsal sinir kökünün radiküler dalı 11, radiküler dalların ön sinir kökü 12, anterior spinal arter 13, dorsal radikulomedüller arter 14, posterior spinal arter (9)

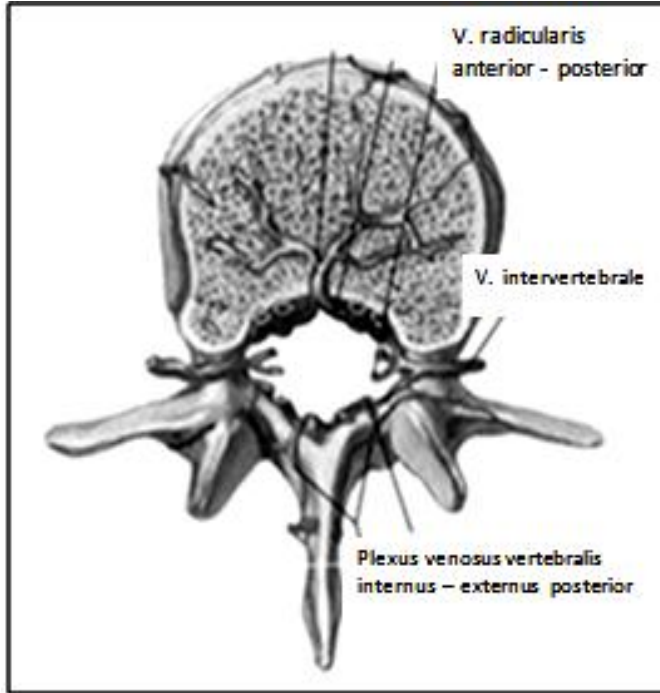


Şekil-8: Dorsal somatik dalların retrokorporeal alanda oluşturdukları anastomozlar. 1, vertebra korpusu 2, spinal sinir 3, pretransvers longitudinal anastomozlar 4, segmental arter 5, radiküler arter 6, intervertebral disk ve dorsal somatik dal (9).

Venöz Sistem

Valvaları olmayan, anastomozlar yapan ven plexuslarıdır (Şekil-9).

Eksternal vertebral venöz plexus: Plexusun ön kısmı vertebral kolonun önünde, arka kısmı arkusların arkasındadır. İnternal vertebral plexusu; intervertebral, bazivertebral, posterior interkostal, lumbal ve lateral sakral venlerine bağlar. İnternal vertebral venöz plexus, vertebral kanal duvarı ve dura mater arasında yer alan epidural aralıktadır (Şekil-9). Venöz kanı medulla spinalis, vertebralar, vertebral venler, baziler plexus, oksipital sinus ve sigmoidal sinüslerde alır. Yukarıda sinüslerle, aşağıda ise azigos ve kaval sistemle ilişkidir. Akciğer, meme ve prostat karsinomlarının merkezi sinir sistemine yaptığı erken metastazların yolu olabilir. Ayrıca VP sırasında, pulmoner sement emboli gelişmesi, bu venöz yapılar vasıtasıyla olmaktadır. Vertebral ven: Foramen magnum ve subokspital bölge çevresindeki venöz plexuslardan başlar, vertebral arterlerle beraber foramen transversariumlardan ilerleyerek brakiosefalik vene boşalır. Anterior spinal ven, posterior spinal venler, anterior ve posterior radiküler venler ise vertebral venöz drenajı sağlayan diğer vasküler yapılardır (5,6).

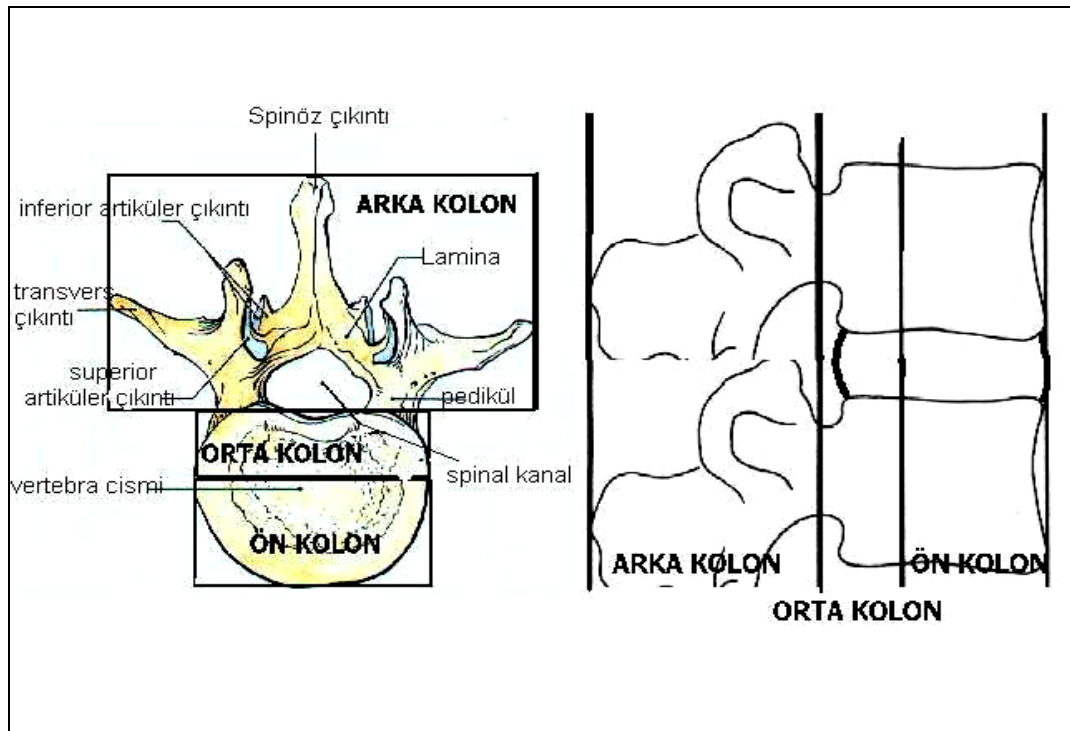


Şekil-9: Vertebral venöz yapılar.

Vertebral Kolonun Biyomekaniği

Vertebral kolonu oluşturan vertebral yapılar üç kısma ayrılır (Şekil-10). Sınıflandırmada en çok Denis'in üç kolon teorisi kullanılmaktadır (10) .

1. Ön kolon: Korpusun 2/3 önü, intervertebral disk 2/3 ön kısmı ve ALL.
2. Orta kolon: Korpusun 1/3 arkası, intervertebral disk 1/3 arka kısmı ve PLL.
3. Arka kolon: Pediküllerden itibaren vertebral arkus bölgesi ve posterior ligamentöz kompleks (lig. flavum, interspinöz ve supraspinöz lig.).



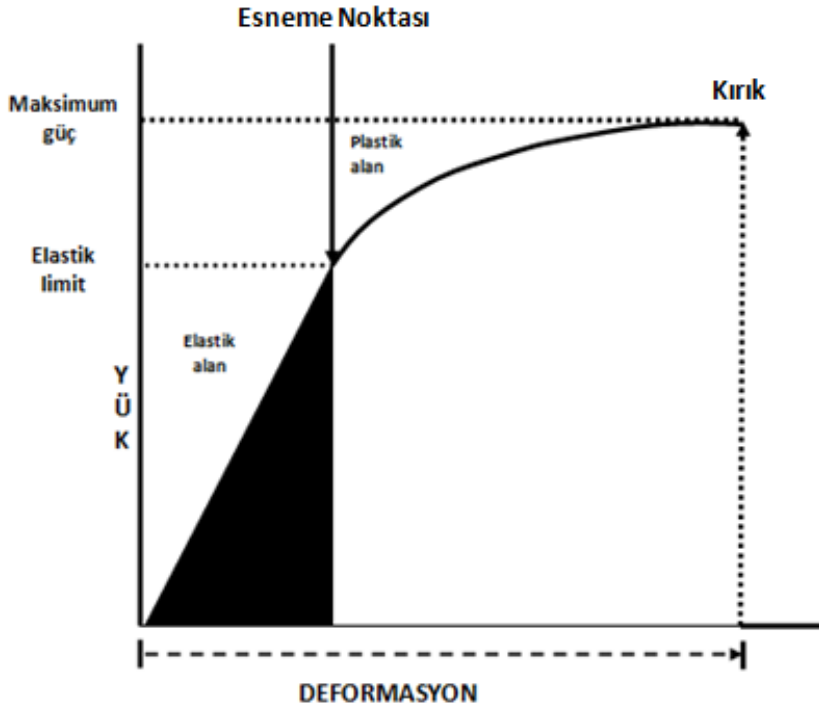
Şekil-10: Vertebral kolon kısımları (10).

Spinal stabilitenin bozulması, spinal kolonun fizyolojik yükler altında yerdeğiştirme özelliklerinin (altı serbestlik derecesinin) büyük bir deformite olmaksızın kaybetmesi durumudur. İnstabilitede nörolojik defisit veya ağrının olup olmaması bir kriter değildir (11). Spinal kolonun iki kolona dayalı stabilite tanımlaması ilk olarak Holdsworth'un klinik deneyimlerine göre yapılmıştır. Holdsworth'a göre spinal stabilizasyon için posterior ligaman kompleksin (interspinöz ve supraspinöz ligaman, ligamentum flavum ve apofizyal eklem) sağlam olması gereklidir (12).

Basit patlama (burst) kırığı, posterior ligamanların sağlam olduğu durumda stabil kabul edilir. Posterior ligamanların hasarında en az bir anterior kolon (vertebra korpusu, ALL, PLL, intervertebral disk) hasarı eşlik ederse, unstabil kabul edilir. Vertebral kolon stabilizasyonunu sağlayan yapılar; kemik ve eklem yapıları, ligamanlar ve kaslardır. Kemik yapı, stabilizasyonu sağlayan tek katı yapı olması ile önem taşımaktadır. Bu yapının kısmi veya total fraktürü lokalizasyona göre stabilizasyonu etkileyebilir. Stabilizasyonda eklem yapılarından en önemlisi faset eklemlerdir. Ligamanlar içerisinde stabilizasyona en fazla katkıda bulunan ALL'dir. ALL ekstansiyon hareketi sırasında bir gerilme bandı görevi görmektedir. PLL ise ALL'den daha zayıf olmakla birlikte, fleksiyon hareketi sırasında bir gerilme bandı oluşturmaktadır. Vertebra %50'den çok çökmüş ve posterior ligaman kompleksi sağlam ise stabildir. Ancak bu görüş, gerçekte spinal kordun nasıl bir tehdit altında olduğunu yansıtmamaktadır. Yalnızca posterior ligaman kompleksinin hasarı ile instabilitenin gelişmeyebileceği biyomekanik çalışmalarca kanıtlanmıştır (13, 14).

Posterior ligaman kompleksinin tek başına hasarında instabilite gelişmeyebileceği, ancak bu yapının PLL ve intervertebral diskin posterior kısmı ile birlikte hasarlanması durumunda instabilitenin gelişebileceği ortaya konmuştur. Spinal kolonun fizyolojik hareketleri dışında anatomisinde meydana gelen değişiklikler ile stabilizasyon için gerekli yapının bozulması yük-deformasyon eğrisi ile açıklanmaktadır (Şekil-11) (15).

Yük - deformasyon grafiğinin karakteristiği, kemiğin hem şekline hem de doku özelliklerine bağlıdır. Esneme noktasına kadar yük ve deformasyon arasında lineer bir ilişki (elastik bölge) vardır. Bu noktadan sonra yük deformasyon eğrisinin eğimi azalır (plastik bölge). Elastik bölgede yük kaldırıldığında kemik eski şekline geri dönerken plastik bölgede kemikte meydana gelen mikrohasar kalıcı deformasyona neden olur.



Şekil-11: Yük-deformasyon eğrisi (16).

Bu eğrinin lineer kısmı, fizyolojik bölge olarak kabul edilir. Bu bölgede yük ortadan kalktığında deformasyon da geri dönmektedir. Travmatik bölgede ise spinal kolonda anatomik olarak hasar vardır ancak kalıcı instabilite yoktur. Eğrinin bu kısmı klinikte mikrotravmaların etkisinin görüldüğü bölgedir. Bu bölgeden sonra ise deformasyonun büyük olduğu posttravmatik bölge bulunmaktadır. Burada spinal kolon instabildir ve deformasyon için gereken yükün çok fazla olması gerekmemektedir. Düşük yükler altında büyük deformasyonlar ortaya çıkmaktadır. Spinal kolonun biyomekanik olarak stabil olması direkt olarak bu yapının anatomik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Vertebra korpusunun, çekme yüklerine dayanımının basma yüklerinden daha fazla olmasının nedeni, vertebranın dış kısmındaki sert kortikal kemik kısmı ve vertebra korpusu içerisinde lameller yapıda olan spongios kemik yapıdan kaynaklanmaktadır. Çekme yükleri ile ilk hasar disk-endplate bölgesinde olurken vertebra korpusu sağlam kalmaktadır (16).

Fasetler genel olarak aksiyal yükü %20 oranında taşımaktadır. Özellikle servikal bölgedeki lordotik vertebra diziliminden dolayı ekstansiyon sırasında taşıdıkları yük %50 oranına varmaktadır (17). İstirahat halinde vertebra korpusu ve fasetlerden geçen yük dağılımı dengedeysen, kuvvet vektörü faset eklemlerinin 5mm kadar önünden geçtiğinde, temel yük geçişi vertebra cisminde olmakta, fasetlerden yük geçişi olmamaktadır (18).

Spinal kolonun bütünlüğünü sağlayan ve elastik bölgeden sorumlu ana yapı ligamanlardır. Vertebral kolonda eklemler nötral bölgeden sorumluyken, ligamanlar sayesinde elastik bölge aralığı oluşmaktadır. ALL, bunlar içerisinde en sağlam yapıdır. PLL ise en sağlam olarak orta torasik bölgede bulunmaktadır. Ligamentum flavum, içerdiği elastin nedeni ile çekme yüklerine dayanımı oldukça fazladır. Torakal bölge spinal kolonun hareket kabiliyeti en az olan bölgesidir. Bu bölgede bulunan kostovertebral eklemlerden dolayı hareket yeteneği kısıtlanırken, basma yüklerine dayanımı kostavertebral eklem olmadığı duruma göre dört kat fazladır (19). Kosta eklemleri nedeniyle ekstansiyon %70 düzeyinde kısıtlanmaktadır. Bu bölgede faset eklemleri T₁-T₉ arasında öne translasyonu engeller. Alt torakal bölgedeki fasetler lomber bölgedekilere uyum sağlamaktadır. Buna bağlı olarak öne doğru translasyon daha kolay olurken, aksiyal rotasyon engellenmektedir. Fleksiyonu engelleyen en önemli yapı ise PLL'dir. Lomber bölgede birleşik hareket oldukça fazladır. Fleksiyon-ekstansiyon hareketi L₁ seviyesinde 12-14 dereceden, L₅'de 18 dereceye kadar artmaktadır. Lateral bükme hareketi biraz daha sabit kalmaktadır. Her bir segmentte yaklaşık 7-9 derece kadardır. Aksiyal rotasyon ise her bir segmentte 3 derece kadardır (20).

Vertebral Fraktürlerin Biyomekaniği

Kırık, biyomekanik açıdan kemiğin yapısal yetersizliği olarak tanımlanabilir. Yetersizlik, kemiğe uygulanan yüklerin kemiğin yük taşıma kapasitesini aşması sonucu oluşur. Kemiğin yük taşıma kapasitesi; geometrisine (şekil, boyut ve kemik kütlelerinin dağılımı), doku özelliklerine ve uygulanan yükün yönü ve büyüklüğüne bağlıdır (21, 22).

Kemik, elastik dönem boyunca yapılan yüklenmenin 6 katını plastik dönemde karşılayabilir. Yükler artırılarak uygulanmaya devam eder ve kemiğin yetersizlik noktasına ulaşırsa kırık ortaya çıkar. Yük - deformasyon eğrisinde, elastik bölgenin eğimi kemiğin sertliğini gösterir (22-24). Vertebraya ait trabeküler kemik, vertikal doğrultuda, transvers doğrultuya göre daha güçlüdür.

Kemik, iki ana yapıtaşı (mineral ve kollajen) içeren bileşik bir materyaldir. Normal bir kemikte mineral içerik sertlik ve gücü sağlarken, kollajen içerik ise enerji absorbe edebilme yeteneğini ve yumuşaklığını sağlar. Kemik viskoelastik yapıdadır. Bu nedenle daha hızlı yüklenme karşısında daha fazla enerji depolar, daha sert ve güçlü duruma gelir. Kortikal kemik trabeküler kemikten daha sert olup daha fazla yüke karşı koyabilir ancak deforme olabilme yeteneği daha azdır. Kortikal kemiğin kırılması için orijinal uzunluğunun %2'sinin aşılması yeterli iken, trabeküler kemikte bu oran %7'dir (25, 26). Mekanik yaklaşım dikkate alındığında; kırıklar kemiğin yapısal yetersizliğinin bir göstergesidir. Kemiğe uygulanan yük, spesifik aktivitelere bağlıdır ve uygulanan yükün yönü ve büyüklüğü ile değişir (27-29).

İskelete uygulanan yükler ve kemik gücü arasında, farklı vücut biçimine sahip kişilerde, kemik mineral yoğunluğu (KMY) açısından ilişki vardır. Biyomekanik açıdan bakıldığında; bir miktar düşük KMY'ye sahip daha küçük vücut yapılı bir kişi, aynı KMY'ye sahip daha büyük vücut yapısındaki bir kişiye göre kırık açısından daha düşük risk altındadır. Düşme sırasında uygulanan yükler büyük vücut yapılı kişilerde daha küçük kişilere göre daha fazladır. Bir kemiğin kırığa direnme yeteneği (kemiğin gücü) kemiğin miktarına (kütle), kemik kütlelerinin uzaysal dağılımına (şekil ve mikromimari) ve kemiği oluşturan materyalin intrinsik özelliklerine bağlıdır. Kemiğin yeniden şekillenmesi ise, kemik gücünü etkileyen özelliklerdeki değişikliklere aracılık eden biyolojik bir süreçtir. Kemiğe uygulanan yükler ve sonucunda kemikte oluşan deformasyon arasındaki ilişki, kemiğin yapısal özelliklerine, boyutu ve şekline bağlıdır. Kortikal ve trabeküler kemiğin intrinsik biyomekanik özelliklerini yansıtır (30).

Trabeküler kemiğin materyal özelliklerini etkileyen pek çok faktör vardır. En önemlileri, gerçek dansite (volümetrik fraksiyon) ve trabeküler ağın mikroyapısal düzenidir. Trabeküler kemiğin dansitesi ile gücü arasında lineer olmayan bir ilişki mevcuttur. Dansitedeki küçük değişimler, trabeküler kemik gücünde dramatik değişimlere neden olur. Trabeküler kemik örneklerinde gerçek dansite ile kemiğin kompressif gücü arasındaki ilişkinin incelendiği bir in vitro çalışmada, trabeküler kemiğin daha az kompressif güç göstermesi için 0.10 g/cm^3 altında gerçek dansiteye sahip olması gerektiği ve ilişkinin eksponansiyel özellik taşıdığı saptanmıştır. Bu kompressif güç, rutin ve düşük seviyeli günlük aktivitelerde bile kemiğin kırılmasına neden olabilir (30).

Resch ve ark. (31) tarafından yapılan bir çalışmada, 0.11 gr/cm^3 gerçek kemik dansitesine sahip erkeklerin %25 oranında vertebral kırık riskine sahip oldukları, 0.05 gr/cm^3 lük değerlerde ise bu oranın %99 olduğu gösterilmiştir. Ancak, kemik dansitesi trabeküler kemiğin mekanik gücünü açıklamada yetersiz kalır.

Trabeküler kemiğin mikromimari yapısı önemlidir. Trabeküler yapı; belli bir hacimdeki trabekül sayısı, ortalama trabekül kalınlığı, trabeküller arası mesafe ve birbirleri ile olan bağlantının derecesi ile karakterizedir. Trabeküler kemiğin primer mimarisini horizontal ve vertikal trabeküller oluşturur. Vertikal trabeküller, horizontal trabeküllere göre daha fazladır. Yaşlanma ve osteoporoz oluşumu ile kemik dansitesinde azalma ve trabeküler kemik yapısında değişiklikler oluşur. Trabeküllerin kalınlığı ve sayısı azalır. Vertikal trabeküller vertebrayı kompressif güçlere karşı desteklerken, horizontal trabeküller çapraz destek yapı davranışı gösterir. Horizontal trabeküllerin kaybı vertikal trabeküllerin desteklenmeyen uzunluğunun artmasına ve eğilmelere karşı olan gücünde azalmaya neden olur. Tersine bir ya da daha çok horizontal desteğin korunması, kemik dansitesinde çok az değişiklik ile birlikte trabeküler kemiğin eğilmelere karşı gücünü belirgin derecede etkileyecektir. Silva ve Gibson, trabeküler kemiğin analitik bir modeli üzerinde yaptıkları çalışmada, kemik kütlelerinde aynı miktarda bir azalma için, trabeküler elemanlarının kaybının trabeküler

desteklerde incelmeye göre kemik gücü üzerine 2-5 kat daha zararlı olduğunu göstermişlerdir (32).

Trabeküler kemik özelliklerine etki eden bir diğer mekanizma ise, artmış rezorbsiyon aktivitesi sonucu oluşan kaviteleridir. Bu kaviteler lokal zayıf bölgeler olup trabeküler çatlakların başlamasına öncülük edebilirler. Yapılan bir çalışmada, hem trabeküler incelmenin hem de rezorbsiyon kavitelerinin, vertebranın trabeküler kemik gücünde azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (33).

Kortikal kemiğin biyomekanik özelliklerinin başlıca belirteçleri ise, porozite ve kemik matriksinin mineralizasyon yoğunluğudur. Kortikal kemiğin sertlik ve gücündeki değişimin %80'inden fazlası bu iki belirteç ile açıklanabilir (34). Yaş ile (özellikle 40 yaşından sonra) endosteal kemik rezorbsiyonunda artış sonucu, kortikal kemiğin porozitesi artar. Artmış kortikal kemik porozitesi, kalça, vertebra ve el bileği kırıkları için önemli bir predispozan faktördür. Kortikal kemiğin mekanik davranışını etkileyen diğer özellikler; kemiğin histolojik yapısı, kollajen içeriği ve oryantasyonu, kollajen çapraz bağlarının doğası ve uzunluğu, sement çizgilerinin sayısı ve dağılımı ile mikrohasarın varlığıdır (24, 27).

İskelete uygulanan yükler, kompresyon veya gerilme kuvvetlerinin eğilme veya bükülme kuvvetleri ile kombinasyonu şeklindedir. Eğilme ve bükülmeye direnç, appendiküler iskelette en yüksek stresi oluşturur. Kompresyon ve gerilme yüklenmelerine direnç ise doğrudan kemiğin kesit alanı ile orantılıdır. Kemiğin geometrisinde yaş ile ilgili değişiklikler, kemiğin gücünü korumaya yöneliktir. Kemik dokunun materyal özelliklerinde yaş ile ilgili azalma, trabeküler ve kortikal kemiğin yeniden düzenlenmesine neden olur. Bu değişiklikler, appendiküler iskelette endosteal rezorbsiyon ile birlikte periostal genişleme şeklindedir. Böylece kortikal kalınlık azalırken kemiğin dış çapında artış olur. Kemiğin dış çapındaki artışlar eğilme ve bükülme yüklerine karşı direncini artırır (35).

Kemiğin makro ve mikromimarisine ek olarak matriks özellikleri de mekanik özellikleri etkiler. Kemiğin mekanik özelliklerini etkileyen bu belirteçler; matriks kompozisyonu, organik ve inorganik içerik oranı, matriks

mineralizasyonunun derecesi, mineral kristal boyutu, kollajen çapraz bağların doğası ve dağılımı ile matriks mikrohasarının miktarıdır. Matriksin mineralizasyon derecesi, kortikal kemiğin mekanik özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Kortikal kemiğin elastik modülüsü ve gücü matriks mineralizasyonunun derecesi ile pozitif ilişkilidir. Ancak kortikal kemiğin enerji absorbe edebilme yeteneği mineral içeriğinin artması ile azalır. Kemik remodeling hızındaki değişiklikler, kemiğin mineralizasyon derecesini etkileyebilir. Remodeling süresince yeni kemik göreceli olarak daha az mineralizedir ve tam mineralize olabilmesi için zaman gerekir. Hızlı remodeling durumunda, süreç tamamlanmadan tekrar rezorbsiyon başladığı için, kemik tam olarak mineralize olamaz (23, 36).

Yaşam boyunca iskelet üzerine binen fizyolojik yüklenmeler kemikte yorgunluk hasarı oluşturur. Oluşan mikrohasar, remodeling aktivasyonunun başlamasına neden olur. Kemik döngüsünün aşırı baskılanmasının mikrohasar tamiri için kemik kapasitesini azaltabileceği ve sonuç olarak mekanik özelliklerin azalmasına neden olacağı düşünülmektedir (37, 38).

Vertebral Fraktürlere Genel Bakış

Vertebral kolon yaralanmaları, her yaşta ve her cinste görülebilir. Ülkemizde her yıl yaklaşık 15.000 dolayında yeni vertebra kırığı görüldüğü tahmin edilmektedir. Vertebra fraktürlerin başlıca nedenleri: yüksekten düşmeler, trafik kazaları, iş kazaları, günlük yaşama ait kazalar, göçük altında kalmalar, spor yaralanmaları, ateşli silah yaralanmaları ve vertebrada primer bir patoloji (tümör, enfeksiyon, osteoporoz, metabolik kemik hastalıkları vb.) olarak sıralanabilir. Tüm yaralanmaların %5 kadarı vertebra kırıklarıdır. Vertebra kırıklarının %50 den fazlası torakolumbar bölgede ($L_1 > T_{12} > L_2 > T_{11}$) görülür ve tüm spinal kord yaralanmalarının %40'ı T_{12} - L_1 bölgesindedir. Servikal vertebra yaralanmalarında nörolojik defisit %40'a ulaşmaktadır. Torakolumbar yaralanmalarda ise nörolojik defisit %10-38 arasında değişen oranlarda görülmektedir. Kırıklar indirekt yolla fleksiyon, ekstansiyon mekanizmaları ve bunlarla birlikte torsiyonel, kompressif, translasyonel ya da distraktif kuvvetlerin birleşimi sonucu, vertebral kolona

etki eden ani akselerasyon ve deselerasyon güçleri sonucu oluşur. Direkt yolla ise kuvvetin vertebral kolonu ve spinal kordu yaralaması ile olur.

Osteoporotik Vertebra Fraktürleri

Osteoporoz kemik mineral kaybı sonucu kemiklerin zayıflaması, kemik kitlesinde ve gücünde azalma, kemiğin mikromimarisinde bozulma sonucu, kemik kırılabilirliğinde artma ile karakterize iskelet sistemi hastalığıdır. Günümüzde ciddi bir halk sağlığı sorunu olan osteoporoz, aynı zamanda vertebra kompresyon kırıklarının (VKK) da en sık nedenidir. Kemik yapımı ve yıkımı arasındaki denge bozulur. Genellikle yıkım sabit kalırken, kemik yapımı yetersiz kalmaktadır. Bunun sonucu olarak kemiklerin yük taşıma ve dayanıklılığında azalma ve kırık riskinde artış olmaktadır. Osteoporotik omurganın yük taşıma kapasitesi azalır ve zayıflamış omurga lokalize ağrıya neden olur. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) postmenapozal beyaz kadınların %25'i etkilenirken bu oran 80 yaş üzerinde %70'e ulaşmaktadır (39). Yaşlanan nüfusta osteoporoz ciddi bir sakatlık nedenidir (40).

Osteoporoz gelişimi için bazı risk faktörleri tanımlanmıştır. Bunlar; ailede kalça kırığı öyküsü, Asya ırkı, kadın cinsiyet, düşük vücut ağırlığı, erken menapoz (45 yaşından önce), kalsiyum ve D vitamini açısından fakir diyet, ileri yaş (> 65 yaş) sedanter yaşam ve egzersiz yapmama, antiepileptik ilaç kullanımı, hipertiroidizm, kortikosteroid, alkol ve sigara kullanımı sayılabilir (41).

Osteoporozun tanısı ve izleminde altın standart teknikler dual enerji x-ray absorpsiyometre (DEXA) ve kantitatif bilgisayarlı tomografi (BT) ölçümleridir. DEXA ilk kez 1987 yılında kemik mineral yoğunluğunun ölçümünde hızlı, güvenilir bir teknik olarak kullanılmaya başlanmıştır. DEXA ve kantitatif BT, kemiğin organik kısmından çok, mineral içeriğini ölçmektedir. Kemik mineral yoğunluğu ile kırık riski arasında anlamlı bir ilişki bulunduğundan DEXA, osteoporozun tanısında en kabul edilir yöntem olmuştur (42).

Elli yaş üzerinde vertebra kırığı, kalça eklemine ilgilendiren kırıklar veya el bileği çevresi kırık görülme oranı erkeklerde %13, kadınlarda ise %40 civarındadır. Osteoporozlu hastaların %80'ini kadınlardır. Osteoporozun en

önemli bulgusu, kırık oluşumundaki artıştır. Kırıklar sıklıkla düşük enerjili travmalar ile oluşur ve en sık vertebra, kalça eklemi ve el bileği çevresinde görülür. Düşük enerjili travmalar ile oluşan kırıklar çoğu kez ilk semptomdur. Bu nedenle ayrıntılı özgeçmiş ve aile öyküsü, vertebra deformitelerinin varlığı ve boy uzunluğunda azalma dikkatle incelenmelidir. (43, 44). Vertebra kırıkları osteoporozla bağlı kırıklar içerisinde en sık görülen kırıklardır (45).

Osteoporotik vertebra kırığı görülme sıklığı yaşa bağlıdır. 45 yaş altında erkek ve kadınlarda oluşma sıklığı 20/100000 iken, 85 yaş üzerinde bu oran 1200/100000'e kadar çıkmaktadır. 50 yaş üzerinde vertebra kırığı oluşma sıklığı ABD'de %26, Avrupa'da 19 ülkede yapılan bir çalışmada %6–20 arasında saptanmıştır. Ülkemizde bu oran %9 düzeyindedir (43).

Vertebra kırıkları sıklıkla torakolomber bileşke (T₁₂-L₁) ve orta torasik bölgede (T₇-T₈) görülür (46). Vertebra kompresyon kırıkları genellikle ağrı ile birlikte vertebrada çökme ile sonuçlanmaktadır (47). Bu hastaların yaklaşık %75'inde ağrı kronik bir sorun olarak görülür. Bir torasik vertebra kompresyon kırığının neden olduğu kifoz, hastanın zorlu vital kapasitesinde %9 oranında azalmaya neden olmaktadır (48).

Osteoporotik vertebra kompresyon kırığı gelişen hastalarda aynı zamanda başka bölgelerde kırıklar, beslenememeye bağlı kilo kayıpları ve ağrıya bağlı psikolojik sorunlar görülmektedir (49). Osteoporozla sekonder VKK gelişen hastalarda, diğer seviyelerde vertebra kırıkları ve başta kalça çevresi kırıkları olmak üzere osteoporozla bağlı kırık görülme sıklığında belirgin artış saptanmıştır. Üç yıllık takiplerde kalça çevresi kırığı gelişme riski 2.8 kat artmış iken, yeni vertebra kırığı gelişme riski ise 5 kat artmış görülmektedir (50, 51).

VKK olan hastaların beş yıllık sağ kalım süresi, kalça kırığı olan hastalara göre azalmıştır. Yapılan bir çalışmada, osteoporotik vertebra kırığı olan hastalarda 5 yıllık sağ kalımın %16, kalça kırığı saptanan hastalarda ise %18 oranında olduğu saptanmıştır (52). Olgularda çoğunlukla travma öyküsü yoktur veya düşük enerjili travma öyküsü bulunmaktadır. İlk başvuru yakınması sıklıkla kırık seviyesinde veya bel bölgesinde hissedilen ağrıdır.

Bu ağrı radiküler tarzda yayılabilir (53). Osteoporoz varlığı saptansa bile vertebra kırığı ve osteoporoza neden olabilecek ikincil nedenler mutlaka incelenmelidir. Bunlar arasında osteomalazi, multipl myelom, metastatik malign tümörler (meme kanseri, prostat kanseri, renal hücreli karsinom, akciğer kanseri), hipertiroidizm, hiperparatiroidizm ve böbrek yetmezliği, başlıca nedenler arasında sayılabilir (54).

Röntgenografik (RG) inceleme ilk basamaktır ve sıklıkla vertebrada çökme kırıklarını göstermek için yeterlidir. BT ve MR görüntüleme, eşlik eden ikincil nedenlerin saptanmasında ve kırığın anatomik tiplendirilmesinde önemlidir. T2 ağırlıklı (T2A) selektif yağ baskılı ve Short Tau Inversion Recovery (STIR) sekanslarda intensite artışlarının izlenmesi, kemik iliği ödemi ve kırığın kaynamadığını gösterir (55). MR ile sinyal değişiklikleri gösterilen osteoporotik fraktürlerde VP işlemi, yaşam kalitesini artırıp semptomları giderdiği için öneri halinde sunulmaktadır (56).

ABD'de, osteoporoz nedeniyle yılda 700.000 VKK oluşmaktadır (57, 58). Bu kırıklar sonucu ağrı, boy kısalması, kifoz, skolyoz gibi spinal deformiteler, göğüs ve karın içindeki organlara baskı, mobilitede bozulma ve fonksiyonel kısıtlılık olabilmektedir. Bu hastalarda morbidite artışıyla birlikte, yaşa göre mortalite oranlarında %15-30'a yükselme bildirilmektedir (59).

Non-Osteoporotik Travmatik Vertebra Fraktürleri

Vertebralara kırılma nedeni genellikle çok ağır bir travmadır. Vertebra, sağlam yapıda olduğundan ve onu saran fibröz dokularla çok iyi korunduğundan, kırılması ancak çok şiddetli darbelere bağlıdır. Otomobil kazalarında, düşmelerde, çok ağır bir yükü oynatmaya ya da kaldırmaya çalışırken ya da ani atlama ve sıçramalar sırasında vertebralarda fraktürler olabilir. En tehlikeli kırılmalar, servikal bölgede olanlardır. Çünkü bu bölgedeki travmalarda, spinal kordun hasarına ve kanamasına yol açan kırıklar sonucu tetraparezi veya tetrapleji gelişebilmektedir.

Malign Nedenli Vertebra Fraktürleri

Son yıllarda kanser hastalarında yeni tedaviler ile yaşam süresinin uzaması, hayat kalitesinde artış beklentisini de beraberinde getirmiştir. Bu da ağrının yönetimini gözden geçirmemizi zorunlu kılmaktadır. Vertebral

kompresyon kırıkları boy kısalığı, kifoskolyotik deformiteler akut veya kronik ağrı ve mobilizasyonda kısıtlılık gibi pek çok kez hospitalizasyon gerektiren morbiditelere eşlik eder. Paraspinal kas spazmı nedeniyle skolyoz, kompresyon fraktürleri nedeniyle kifoz görülebilir. Bu hastalarda myelopati; kompresyon sonrasında yumuşak doku kitlesinin spinal korda basmasından, fraktür parçalarının kanalda medulla spinalis'e kompresyonundan veya intradural metastazlardan olabilir. Biyomekanik çalışmalar, vertebra korpusunun, aksiyel yükün yaklaşık %80'ini taşıdığı gösterilmiştir. Vertebra korpusu, metastazların en sık gerçekleştiği yerlerden biri olduğu için, bu bölgenin yıkıcı lezyonlarının omurgaların yük taşıyıcı kapasitesi üzerine önemli etkisi olmaktadır. Bu kapasite direkt olarak tümör boyutu, sağlam vertebrara korpusu miktarı ve kemik mineral yoğunluğu ile yakından ilişkilidir. Aksiyel yüklenme ile yapısal olarak öneme sahip vertebralarda sıklıkla kompresyon kırıkları oluşmaktadır. Diğer yandan posterior elemanların invazyonu ve zedelenmesiyle hastalarda dislokasyon ve translasyonel deformasyonlar oluşabilmektedir. Metastatik vertebra tutulumu ile oluşan litik lezyonlar, bir taraftan ağrıya yol açarken, bir yandan da fraktür ve instabiliteye neden olur. Bu instabilite, omurga kolonlarının bütünlüğünde bozulma ile seyreden belirgin instabilite olabildiği gibi, başlangıçta problemsiz gibi görünen ama minör travma ile belirginleşen potansiyel instabilite şeklinde de olabilir (60).

Spinal metastazlarda ağrı çoğunlukla ilk semptomdur (61). Ağrı, bu hastaların yaşam kalitesini sınırlayan önemli bir morbidite nedenidir. Narkotik ve analjezik kullanımı, korse kullanımı, radyoterapi, hormon ilaçları, sitotoksik ajanlar ve bifosfonatlar ağrıyı azaltmak amacıyla kullanılmakta ve çoğu zaman yetersiz olmaktadır (62).

Kemik dokusunun en sık tümörleri metastatik tümörlerdir ve tüm kanser tanılı hastaların %10-30'unda semptomatik spinal metastazlar vardır. En sık vertebral kolon etkilenir ve neoplazi nedeniyle ex olan hastaların %36'sında spinal tutulum izlenmektedir. Kanser tipleri arasında en sık meme, akciğer, prostat, tiroid ve renal kanserler spinal metastaza neden olurlar (63, 64).

VP'nin malign vertebral kırıklarda uygulamaları giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır. VP, ağrı kontrolünün yanı sıra, uygulandığı vertebrayı güçlendirerek stabiliteyi artırmaktadır. Açık cerrahi yöntemler, dekompresyon ve stabilizasyonun sağlanması için idealdir, ancak %25'e varabilen komplikasyon oranıyla sadece ağrı kontrolü için yapılmasından kaçınılmaktadır (65). Bu açıdan bakıldığında VP, açık ameliyat endikasyonlarını sınırlamıştır. Tüm bu nedenlerden dolayı, vertebrayı güçlendirici perkütan bir işlem olan VP, farklı bir seçenek olarak gündeme gelmektedir. Osteolitik malignitelerde tedavinin temel amacı stabilizasyondur. Malign çökmelerde VP ile 24. saatte ağrıda belirgin azalma olduğu görülmüştür (66). Diğer bir çalışmada ise VP ile ağrıda belirgin azalma ve 7. ayda fonksiyonel durumda %50 iyileşmenin olduğu bildirilmektedir (67).

Özellikle radyasyona hassas tümörlerde radyoterapi sonrası ağrı ve tümörün büyümesi kontrol altına alındığında veya yok olduğunda, tümörün vertebrada bıraktığı boşluğu doldurmak ve stabiliteyi artırmak için VP işlemlerinin uygulanması önerilmektedir (68). Sağlıklı vertebrada patlama kırığı kuvvetli yüklenme altında oluşurken, metastatik tutulumu olan vertebrada, fizyolojik yük altında bile patlama kırığı olabilmektedir (69). Genellikle yaygın ve multifokal metastatik spinal lezyonlar konvansiyonel radyoterapiye ek uygulanan konservatif tedavi yöntemleri (analjezik, korse, yatak istirahati, kortikosteroid) ile tedavi edilirler. Başarılı bir radyoterapinin ağrı kontrolü sağlaması iki hafta kadar alırken, kemik kuvvetine olan etkisi 4 ayda olabilmektedir. Her ne kadar ağırlı omurga hemanjiomları için tasarlanmış olsalar da perkütan VP, ağırlı kemik metastatik lezyonları için efektif bir tedavi yöntemidir (70).

Tümöral lezyonun vertebranın ne kadarını etkilediği, stabiliteyi belirleyen en önemli faktördür. Tschirhart ve ark. (71) vertebranın %15'inin tümör tarafından tutulduğu durumlarda, vertebra korpusunun lateraline yapılan ve vertebra korpusunun %17'lik kısmını kapsayan PMMA enjeksiyonu ile vertebra stabilitesinin normale döndüğünü göstermişlerdir. Kemik sementin, çökmüş vertebra içine enjeksiyonu, ağrı için etkili bir

tedavidir. Sementin mekanik desteğiyle ağrıyı giderdiği varsayılsa da, sementin bizzat kendisi de analjezik etkilidir (70).

Malign nedenli vertebral kollapse korpusun tümü doldurulamasa da ağrı yok olabilmektedir. VP'nin ağrıyı azaltma mekanizması, PMMA polimerizasyonu sırasında oluşan ısı ile sinir uçlarının hasarı, mekanik kazanımlar, tekrarlayan mikrokırıkların önlenmesi ve disk içi basıncın artması ile annulusta artan yük miktarının azalması olarak sıralanabilir. Bir çalışmada VP yapılan hastaların %86'sında ağrı tamamıyla geçmiş ya da daha iyi olmuştur. Tümör tiplerini karşılaştırma amaçlı bir seri yayınlanmamıştır. Ancak yayınlanan serilerde tümör tiplerine göre ağrının azalmasında bir farklılık görülmemektedir (72).

Yapılan çalışmalarda metastatik çökmelerde VP endikasyonları geliştirilmektedir. Teknik, omurganın kırılması sonrası olan ağrı kontrolünde güvenilir ve etkilidir. Cerrahiye aday olmayan olgularda VP, radyoterapi ile birleştirildiğinde, ağrı kontrolünü sağlayabilmektedir (70). Fournay ve ark. (68) yaptığı çalışmada, patolojik vertebra kırığı olan 97 hastanın %84'ünde ağrı orta derecede veya tamamen geçmiştir.

Vertebra Fraktürlerinin Derecelendirilmesi

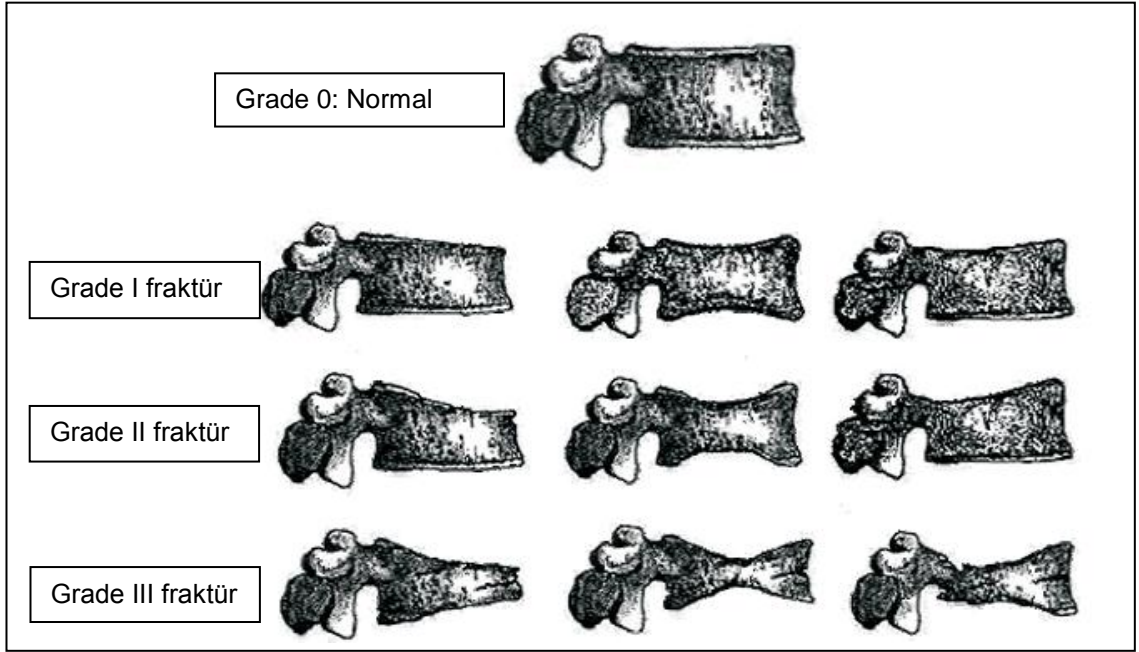
Vertebra fraktür derecelendirilmesi, uygun vertebra seviyelerine göre ön-arka ve yan röntgenogramlar kullanılarak, Genant's Sınıflaması'na göre (Şekil-12) yapılmaktadır (73) ve üç kısma ayrılır.

Buna göre;

Grade I vertebra kırığı: Hafif derece vertebra kırığı. Vertebra korpus yüksekliğinde %20 – 25 kayıp mevcuttur.

Grade II vertebra kırığı: Orta derece vertebra kırığı. Vertebra korpus yüksekliğinde %26 – 40 kayıp mevcuttur.

Grade III vertebra kırığı: İleri derece vertebra kırığı. Vertebra korpus yüksekliğinde %40'ın üzerinde kayıp mevcuttur.



Şekil-12: Genant's Sınıflaması vertebral fraktür derecelendirmesi (73).

Ağrı Değerlendirmesi

Ağrının Tanımı

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Çalıştayı'na (International Association for the Study of Pain=IASP) göre ağrı; “var olan veya olası doku hasarına eşlik eden veya bu hasar ile tanımlanabilen, hoşça gitmeyen duysal ve emosyonel deneyim ve bir korunma mekanizması” olarak tanımlanır. Bu tanıma göre ağrı her zaman öznedir. Bu nedenle değerlendirirken hem fiziksel hem de fiziksel olmayan bileşenler birlikte göz önünde tutulur. Birçok faktör (cinsiyet, din, dil, ırk, sosyokültürel çevre) ağrı eşliğini, dolayısıyla da ağrılı uyarana tepkiyi belirler. Bu bakımdan hekimler tarafından ağrı gerçek olarak ele alınmalı, objektif bir bulgu tespit edilmese bile hemen psikolojik olarak değerlendirilmemelidir. Geçmişte sadece çeşitli hastalıkların bir bulgusu kabul edilen ağrı, günümüzde artık başlı başına bir sendrom olarak kabul edilmektedir. Primer ağrı nedeninin ortadan kaldırılması, ağrıyı gidermek için kesin yoldur.

Ağrının sınıflandırılması (74)

1. Nörofizyolojiye göre

- a. Nosisseptif
 - i. Somatik
 - ii. Visseral
- b. Nöropatik
 - i. Santral
 - ii. Periferik
- c. Psikojenik

2. Süreye göre

- a. Akut
- b. Kronik

3. Etyolojik faktöre göre

- a. Kanser ağrısı
- b. Postherpetik nevralsi
- c. Orak hücreli anemie
- d. Artrit ağrısı

4. Ağrı bölgesine göre

- a. Baş ağrısı
- b. Yüz ağrısı
- c. Bel ağrısı
- d. Pelvik ağrı

Nosisseptif ağrı: Nosisseptörler, sinir sistemi dışındaki tüm doku ve organlarda bulunan reseptörlerdir. Nosisseptörlerce algılanan uyarılar, ağrı ileten lifler ile omuriliğe, oradan talamusa ve serebral kortekse taşınarak ağrı olarak algılanır. Nosisseptif ağrı, somatik ve visseral ağrı olarak iki alt gruba ayrılır. Bu ikisi arasındaki temel farklılık somatik ağrının duysal liflerle, visseral ağrının ise sempatik liflerle taşınmasıdır. Somatik ağrı daha yoğun ve acı vericidir; visseral ağrı ise yaygın ve zor tarif edilebilen bir ağrı olduğundan değerlendirilmesi daha güçtür.

Yansıyan ağrı: Uyarının olduğu bölgelerden başka yerde hissedilmesidir. Stimülasyonun primer bölgede algılanmadığı durumlarda görülür. Örneğin miyokard enfarktüsünde miyokarda doku hasarı olurken sadece sol kola yayılan ağrıdan yakınır. Yansıyan ağrı sıklıkla viseral organların yaralanmasında veya hasarında görülür ve ağrı deriye ait bölgelere yayılır.

Psikojenik ağrı: Fiziksel bulgular olmadan görülen ve kişinin zihninden kaynaklanan ağrılardır. Bu duygu, kişide ağrı olarak algılanmaktadır.

Nöropatik ağrı: Sinir sistemindeki bir primer lezyonun başlattığı ya da neden olduğu ağrıdır. Keskin bir ya da birden fazla sinir kökü boyunca spazma benzer bir ağrıdır. Bu ağrının sık görülen iki tipi yüzde trigeminal nevralsi, alt gövdedeki siyatik ağrısıdır. Ekstremitelerdeki periferik sinirin

yaralanması ile ciddi yanıcı bir ağrı hissedilir. Nöropatik ağrının nosiseptif ağrıdan en belirgin farkı, nosiseptif uyarının sürekli olmasıdır. Santral nöropatik ağrıda, talamik ağrı, inme sonrası ağrı, parapleji sonrası ağrı, kuadripleji sonrası ağrı gibi ağrıya yol açan bir lezyon vardır. Bu ağrı sendromları tedavisi en zor olan durumlardır. Periferik nöropatik ağrı ise, periferik sinir sisteminde postherpetik nevralji, diyabette görülen ağrılı nöropatiler gibi inatçı ağrılı durumlardan sorumlu bir lezyon olduğu durumlardır.

Radiküler ağrı: Sinir köklerinin veya bir spinal sinirin dorsal kök ganglionunun stimülasyonuna bağlıdır. Sinir köklerinde gerilme, ödem veya kompresyona bağlı olarak gelişir. Bıçak gibi batan, vurup geçen, elektrik çarpar nitelikte bir ağrıdır. Somatik ağrı: daha çok somatik sinir lifleriyle taşınan ağrıdır. Ani olarak başlar, keskindir, iyi lokalize edilir; batma, sızlama, zonklama tarzındadır. Sinirlerin yayılım bölgesinde algılanır. Genellikle travma, kırık, çıkık gibi durumlarda görülen ağrı somatik ağrı olarak isimlendirilir (74).

Vertebral Fraktüre Bağlı Gelişen Ağrının Değerlendirmesi

Ağrıyı algılama, tanımlama ve bu ağrıya gösterilen reaksiyon, kişiden kişiye değişmektedir. Temelde subjektif kriterler taşıyan bu durumu, objektif olarak değerlendirmek çok güçtür. Bu nedenle hastadan çok iyi anamnez almak, hastayı devamlı gözlemek ve uygun ölçüm yöntemlerinden yararlanmak, hastanın başlangıçta değerlendirilmesi için yardımcı olacağı gibi, sonraki değerlendirmeler için de referans olacaktır. Hastayı her basamakta değerlendirirken; fizik, psikolojik, sosyal ve çevresel faktörler göz önüne alınmalı, karşılıklı etkileşime neden olarak ağrının düzeyine etkili olabileceklerini kabul etmelidir (75). Bu nedenle kişiler arasında ağrı kalitesinin değerlendirilmesinde standarda varmak olası değildir. Ağrının yeri, ağrı örneği, ağrının süresi, hastaların verdikleri bilgilerde farklılıklar göstereceği gibi, bu farklılıklar, hastanın depresyonu ve sinirliliğine de katkıda bulunabilir (76- 78).

Ağrı değerlendirilmesinde sorunu bütünüyle çözebilecek bir yöntem gerçekleştirilememiştir. Ancak soruna yaklaşım şekli ve mantığı, ağrı tedavisi ile ilgili araştırmalar, ağrı ile ilgili bilgilerimizin artması, bu konuda gelecek için umut vaad eder görünmektedir (79).

Ağrı şiddetini kategorize eden skalalar başlangıçta "5 nokta sözel skalası" " gibi "az"dan "dayanılmaz" a kadar, ağrı şiddetini belirleyen bireysel deneyim ile yanıtlanan tek boyutlu özellikteydiler. Bunlar yeterli açıklık sağlayamamaları nedeni ile eleştiri almaktadırlar. Bu nedenle daha sonra kullanılan bazı çok boyutlu skalaların daha güvenilir olabilecekleri gündeme gelmiştir. Kronik Ağrı Değerlendirmesi ise nosiseptif afferent uyarıların yanında, kognitif, emosyonel, harekete getirici ve çevresel faktörlerin de katılmış olması nedeni ile ağrı değerlendirmesinde; subjektif yapısının getirdiği güçlük ile birlikte güvenilir olmama özelliğini taşımaktadır (80).

Ağrı Değerlendirme Yöntemleri

Tek ölçütlü bireysel ağrı değerlendirme yöntemleri, doğrudan ağrıyı ölçmeye yönelik olup, olgu kendisi değerlendirme yapar (81).

Sözel Tanımlama Skalaları

Kategori skalaları: Hastanın durumunu tanımlayabileceği en uygun kelimeyi seçmesine dayanır. Ağrı şiddeti, hafiften dayanılmaz dereceye kadar, 4 kategoriye ayrılır. Hasta bu kategorilerden durumuna uygun olanı seçer (82).

-Basit kategori skalası; "Yok-Az-Orta-Şiddetli",

-Betimsel kategori skalası (83, 84); "Şiddetli-Orta-Hafif-Yok" gibi dört nokta veya yaygın olarak 1-10 sayısal skala gibi birkaç yol ile hesaplanabilir.

Klinik çalışmalar, tıbbi tedaviler sonrasında ağrının duygusal ve etkilenme nedeni ile sözel değerlendirmelerde değişiklik olmaktadır. Sözel değerlendirme skalaları şiddete göre sıralanmıştır. Halbuki kişinin deneyimi sıralamada farklılıklara neden olabilir. Bu nedenle sorgulamada hastanın kendi sıralamasını öğrenmek gerekir (82).

Sayısal Değerlendirme Skalaları

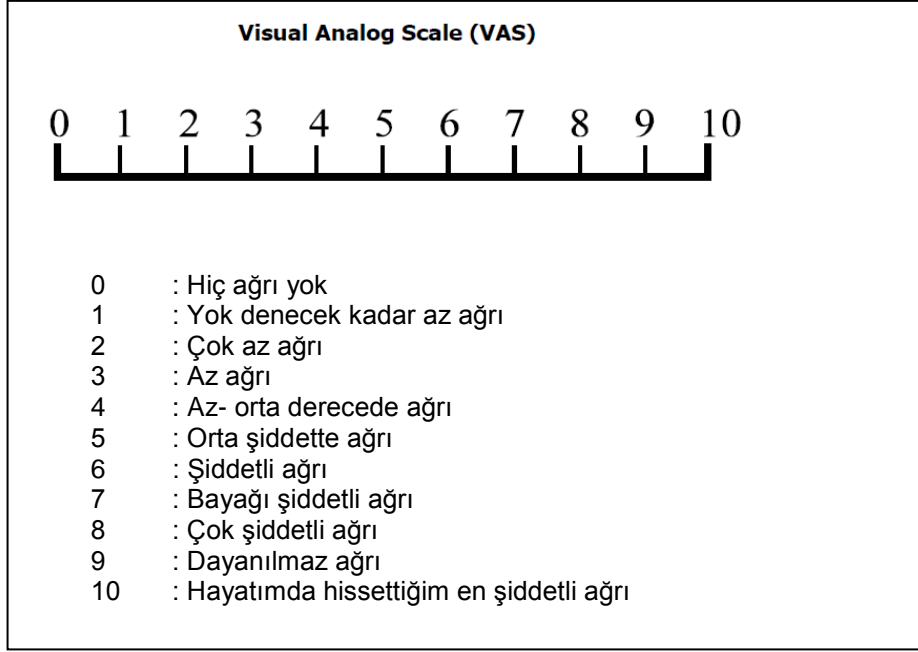
Ağrı şiddetinin değerlendirilmesinde hastanın ağrısını sayılar ile açıklar. Skalalar ağrı yokluğu "0" ile başlar, dayanılmaz ağrı 10 ve 100 gibi düzeye varır (83). Sayısal skalalar; ölçümlerde hassasiyeti, ağrı şiddeti tanımını kolaylaştırmayı, skora ve kayıta kolaylığı sağladıkları için daha çok benimsenmektedir. Oldukça farklı sayısal skala varlığına karşılık genellikle 0-10'u içeren 11 nokta skalaları, ya da yanıtın daha çok değişkenliği için geniş açılı skalalar kullanılmaktadır. Ağrının izlenmesinde sayısal değerlendirme skalaları, olumlu ve olumsuz yönleri ile eleştirilmesine karşılık, çok kullanılması nedeniyle oldukça değerli bir yöntem durumundadır (83).

Görsel Analog Skala (=Visual Analogue Scale; VAS)

Çoğunlukla 10cm uzunluğunda, yatay ya da dikey; "ağrı yok" ile başlayıp "dayanılmaz ağrı" ile biten bir hattır. Bu hat sadece düz bir hat olabileceği gibi, eşit aralıklar halinde bölünmüş ya da ağrı tanımlamada, hat üzerine konan tanımlama kelimelerine de sahip olabilir (84, 85).

VAS kullanmanın avantajları; ağrı şiddetinin değerlendirilmesine daha uygun yöntem olması, 5 yaş üzerindeki hastalar için kolay anlaşılır ve uygulanabilir olması, VAS ile değerlendirmelerde düzenli bir dağılımın gerçekleşmesi, sözlü ağrı değerlendirme ile karşılaştırıldığında daha hassas olması ve ölçümlerin tekrarlanabilir olması olarak sıralanabilir (76).

VAS, sayısal olarak ölçülemeyen bazı değerleri sayısal hale çevirmek için kullanılır. Çizginin başlangıç ve sonlanma noktaları enine çizgilerle belirtilmiştir. Değerlendirmeyi yapan kişi, skala ile aynı boyda, fakat dikey çizginin her 1/10'luk kısmının işaretlenmiş olduğu bir ölçek kullanarak hastanın koyduğu işaretin kaçınıcı 1/10'luk bölme karşılık geldiğini saptar. Bu bölmenin numarası kişinin 10 üzerinden tatmin olma derecesini gösterir. Hasta tarafından VAS ile yapılan değerlendirmenin aynı anda sayısal olarak değerlendirilebilmesi amacı ile bir ölçek geliştirilmiştir (85) (Şekil-13).



Şekil-13: Visual Analog Scale (VAS) çizelgesi ve değerlendirmesi (85).

VAS, ölçeklenebilir bir skaladır. Yani, bir numaralama sisteminin olmayışı, puanlamanın istenen değer üzerinden yapılabilmesine olanak verir. Bununla birlikte, yeterince hassas olduğu düşünüldüğünden 10 üzerinden yapılacak bir puanlama uygun görülmüştür. Son derece sadedir ve doldurulması zaman almaz. Hastalığa özgü ya da sağlık sisteminden etkilenebilecek sorular içermediğinden tüm hastalık grupları için her dilde ve her coğrafyada uygulanabilir. Dikkat edilmesi gereken en önemli konu, hastanın kendisine sorulan tatmin olma durumunun neyi içerdiğini, başka bir deyişle tatmin olup olmadığı sorulan şeyin ne olduğunu anlamış olması gerekmesidir (85).

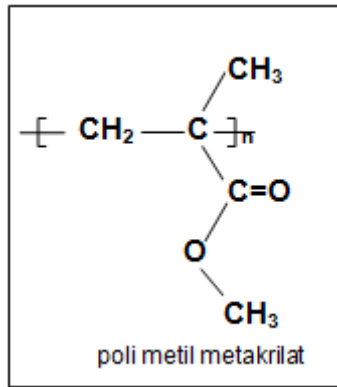
Ağrı Tedavisi

Ağrı tedavisinin belirli bir düzene uygun bir şekilde planlanması ve başlangıçta konservatif tedavi yöntemlerinin uygulanması gerekir. Öncelikle hastanın semptomları kontrol altına alınarak, ağrı nedeni ile oluşan fonksiyon bozuklukları mümkün olduğu kadar giderilmeye çalışılır. Konservatif tedavi yöntemleri; kısa süreli yatak istirahati, antiinflamatuvar ilaçlar hatta opioid analjezik kullanımı, aktivasyon için egzersiz ve fizik tedavi uygulamalarını

kapsar. Kronik ağrı tedavisi planlanırken semptomların kontrolü, ağrı nedeni ile bozulan fonksiyonların düzeltilmesi ve iyileşmeyi geciktiren yapısal, tıbbi ve psiko-sosyal nedenlerin önlenmesi olmak üzere üç ana hedef göz önünde bulundurulur. Son yıllarda konservatif tedavi yöntemlerinin yetersiz kaldığı çeşitli ağrı sendromlarında, invaziv teknikler kullanılmaktadır. Bu uygulamalar planlandığında mutlaka multidisipliner bir yaklaşım gereklidir. Hastanın fizik tedavi, psikiyatri, ortopedi ve nöroşirurji tarafından değerlendirmeleri yapılmalıdır. İnvaziv yöntemleri kullanma noktasına ulaşıldığında endikasyonlar, beklentiler ve sınırlamalar dikkatle belirlenmelidir. Metastatik vertebra tutulumu olan hastalarda ağrının kemikten kaynaklandığı net olarak belirlenmelidir. Aksi takdirde hasta, yapılacak işlemde fayda görmeyecektir. Özellikle multifokal vertebral tutulumu olan hastalarda bu konu dikkate alınmalı ve ağrıya neden olan segment veya vertebra tutulumu dışında olası kaynaklar belirlenmelidir. Ağrının tipi ve yayılımı da önemlidir. Radiküler ağrı tanımlanıyorsa mutlaka bası bulgusu araştırılmalı ve VP işleminden kaçınılmalıdır (86).

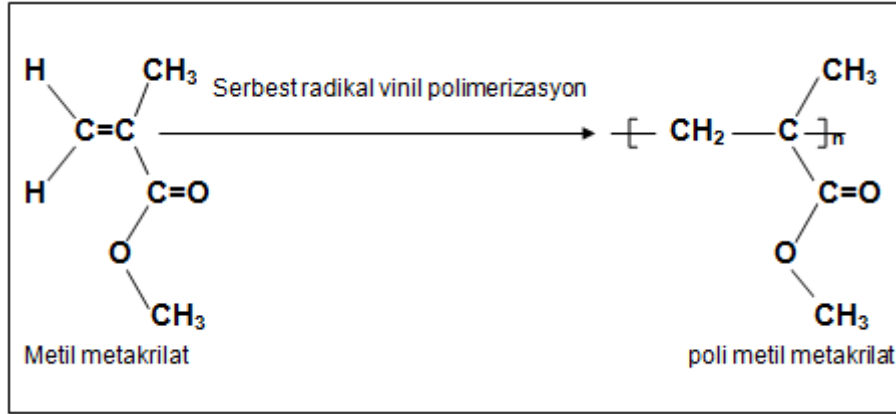
Kemik Sementi (Polimetilmetakrilat)

Polimetilmetakrilat (Poli Metil Met Akrilat = PMMA), inert bir bioaktif maddedir. Yirminci yüzyılın başlarında, iyi biyouyumluluğa ve yeni bir yapıya sahip polimetilmetakrilat bulunmuştur (Şekil-14).



Şekil-14: PMMA kimyasal formülü.

1960'larda PMMA, total kalça protezi uygulamalarında, femoral ve asetabular komponent ile kemik arasında bir dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Sıvı formda bulunan Metilmetilakrilat, PMMA tozu ile reaksiyona girerek sementin sertleşmesini sağlar (Şekil-15)



Şekil-15: Metilmetakrilat sıvısı ile polimetilmetakrilat (PMMA) tozu reaksiyonu.

Polimer tozu ve sıvı monomer bir araya geldiğinde polimerizasyon prosesi başlar. Monomer polimerizasyonu sırasında tozun orijinal polimer taneciği hamur kıvamındaki kütleyle bağlanır. Kütle kıvama bağlı olarak karışımdan 7-15 dakika sonra sertleşmeye başlar. Sement yapışkan kıvamda olmamalıdır. Eğer viskozite çok düşük olursa, sement kanama basıncına dayanamayabilir ve kanın sement içine girmesini engeller. Karıştırılan toz ve sıvının polimerizasyon reaksiyonu boyunca sementin viskozitesi önce yavaş daha sonra ise hızlıca yükselir. Kemik sementi düşük ve yüksek viskoziteli sementler olarak iki gruba ayrılır. Düşük viskoziteli sementler uzun akışlı karışım fazına sahiptir. Düşük viskoziteli sementlerin uygulamaları sırasında sıkı bağlanmaya ihtiyaç duyulur. Bunun sonucu olarak kısa süreli çalışma olanağı sağlar. Yüksek viskoziteli sementler kısa akışkanlı karışım fazlarına sahiptir ve yapışkanlıkları hızlıca gevşer. Bu çalışma için daha uzun süre sağlar. Çalışmalarda düşük viskozitelilerin klinik sonuçlarının yüksek viskozitelilerden daha iyi olduğu bildirilmektedir (87).

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

VP'de kemik sementi olarak kullanılacak ideal biyomalzeme; enjekte edilebilir, kolay elde edilir, kolay uygulanabilir, uygun akışkanlıkta, yüksek

radyoopak özellikte, uzun sertleşme süresine sahip, sertleşme sırasında fazla ısı üretmeyen, biyolojik olarak kendini enjekte edildiği dokuya adapte edebilen, biyolojik olarak aktif ve düşük maliyetli olmalıdır. Bu açıdan tüm dünyada yaygın olarak PMMA kullanılmaktadır (88, 89).

PMMA dışında bu amaçla kullanılacak diğer biyomalzemeler, kompozit kemik ve kalsiyum fosfat kemik sementleridir. Kompozit kemik sementi kabaca, seramikle birleştirilmiş akrilik sement olarak tanımlanır. Mekanik özellikleri PMMA ile benzerlik göstermelerine karşın, yüksek maliyeti, kullanımını kısıtlamaktadır (89) . Kalsiyum fosfat kemik sementi ise, trikalsiyum fosfat (TCP) temelli, kalsiyum karbonat ve fosfat tuzlarından oluşmuş, enjekte edilmeye uygun kıvama getirilmiş kimyasallardır. TCP kemik sementlerinin bir kısmında, hayvansal ya da mercan kaynaklı veya sentetik hidroksiapatit (HA) tuzları da bulunur. TCP sementleri, osteokondüktif özelliklerinin ve biyolojik uyumlarının yüksekliğine rağmen, istenen sertleşme süresine sahip değildir ve arzu edilen mekanik özellikleri bünyelerinde barındırmazlar. Heini ve ark. PMMA, TCP ve kompozit kemik sementlerinin vertebra fraktürleri tedavisine yönelik VP uygulamalarındaki etkinliğin araştırıldığı çalışmalarında, kompozit kemik sementlerinin PMMA'ya iyi bir alternatif olduğunu göstermişlerdir (89). Verlaan ve ark. kalsiyum fosfat sementlerinin, süregen torklara ve makaslama kuvvetlerine direncinin, akrilik esaslı PMMA'ya oranla daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (90).

Omurgada PMMA, ilk olarak vertebral hemanjiomanın tedavisinde kullanılmıştır. Kemik sementi, daha sonra omurganın metastatik hastalıklarında ağrılı lezyonların tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır. Ağrı yakınması olan ve uygulanan diğer farmakolojik veya nonfarmakolojik yöntemlere yanıt vermeyen hastalarda yeni ve etkili bir tedavi seçeneği olarak sunulmuştur. VP sırasında PMMA miktarı hakkında çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Farklı miktarlar belirtilse de en uygun doz aralığının, uygulanacak vertebraya göre 3-8 ml aralığında değişmektedir (88, 91). Mehbod ve ark. (92) kullanılan kemik sementi tipinin, miktarının ve uygulamanın, yapıldığı vertebra hacminin %15'i kadar ya da vertebra başına 3,5 ml kemik sementinin istenen sertliği sağlayacağını belirtmişlerdir. Heini ve ark. (93)

gerekinden daha az miktarda kemik sementi enjeksiyonunun rekürren fraktürlere neden olduğunu göstermiştir. Çalışmalarında, ortalama 5,9 ml kemik sementi enjeksiyonu ile istenen diencin sağlandığını, 2,5 ml enjeksiyon yaptıkları bir vertebrada ise tekrar çökme olduğunu belirtmişlerdir.

İnvaziv Girişimlerde Genel Endikasyonlar

Kronik ağrılı hastalarda, invaziv uygulamalara yönelmek ve hangi yöntemin en uygun olduğunu seçiminde temel kararlar, hastaların fizik/psikolojik muayene ve ileri radyolojik, laboratuvar tetkiklerin sonuçlarına ait tüm bilgilerin ayrıntılı değerlendirilmesinden sonra verilir. Her yöntemin kendine ait özel endikasyonları bulunur. Ancak invaziv girişime karar verirken, hastalarda özellikle, disk hernisi veya bulgingine bağlı tüm akut, subakut, kronik semptomların, postural değişikliklere yol açan ağrıların herhangi bir nedenden oluşan sinir hasarına bağlı olarak gelişen nöropatik ağrı yakınmalarının, miyofasyal sendromu ya da faset eklem sendromu tanısının, sinir köküne tümör invazyonuna bağlı radiküler ağrının olmasına dikkat edilir. Yaşlı hastalarda kronik ağrı tedavisinde ilaçlı tedavi, fiziksel rehabilitasyon ve psikolojik tedavi genellikle yeterlidir. Son yıllarda bu popülasyonun ağrı kontrolünde invaziv uygulamalar yaygınlaşmaktadır. Ağrı kontrolünde algoritmalar konusunda kesin bir fikir birliği yoktur. Bu popülasyonda ağrı kontrolünde uygun yöntemin seçilmesinde multidisipliner yaklaşımlara gereksinim duyulur. Kronik ağrılı yaşlı hastanın tedavisinin düzenlenmesinde, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) analjezik kullanım ilkeleri ile Amerikan Geriatri Derneği'nin önerileri birlikte değerlendirilir. Birçok klinisyen ilaç tedavisi uygulamalarının, yaşlı hastalarda yan etkilere yol açabileceğini, invaziv girişimlerin erken dönemde uygulanmasının gerekli olduğunu ileri sürmektedir. Böylece invaziv girişimler sayesinde, daha az analjezik ilaç gereksinimi doğacak ve yan etki olasılığı daha az olacaktır (94).

Güncel Görüntüleme Yöntemleri

VP işlemleri sıklıkla floroskopi ve monoplan anjio cihazları eşliğinde yapılmaktadır. Son yıllarda biplan anjiyografi cihazlarının kullanımı ile VP

işlemi daha kolay uygulanır duruma gelmiştir. Teknolojinin gelişmesi ile güncel görüntüleme yöntemleri (GGY) kullanıma girmiştir. Bu yöntemler biplan anjio cihazına eklenmiş yeni yazılımları ve özellikleri içermektedir. Bu özelliklerden bazıları şunlardır:

- 3 Boyutlu anjiografi BT (3B-Anjio BT)
- Anjio ünitesinde BT görüntüsü elde etme (Dyna-CT gibi)
- İş istasyonları ile desteklenme

Özellikle Dyna-CT ve 3B-Anjio BT, yüksek riskli vertebra kırıklarında uygulanan VP işleminde önemli katkılar sağlamaktadır. Vertebra plana, rotoskolyozu bulunan olgular, travmatik fraktürler, fragmente vertebra kırığı, T₈ ve üstü vertebralar ile L₅ vertebraya yönelik yapılan VP uygulamalarında, işlemin daha kontrollü bir şekilde yapılmasına katkı sağlayabilmektedir.

Vertebroplasti Öncesi Değerlendirme

Hasta seçiminde en önemli nokta, ağrının asıl kaynağının vertebra olması ve bu ağrının 8-12 hafta medikal tedaviye yanıt vermiyor olmasıdır. Fizik muayenede ağrılı vertebranın palpasyonla saptanması önemlidir. Direkt grafilerde korpusta kırığın görülmesi veya MR ile STIR sekanslarda ödemin saptanması endikasyonun konmasında önemlidir. VP işleminin ağrıyı nasıl ortadan kaldırdığı ile ilgili temel mekanizma olarak; PMMA'nın sinir uçlarına direkt toksik etkisi veya bu maddenin polimerize olurken açığa çıkardığı ısının yaptığı etkiden kaynaklandığı sanılmaktadır. PMMA polimerize olurken nosiseptörlerde ısı hasarı oluşturmakta, intraosseöz ağrı reseptörlerinde kemotoksositeye yol açmaktadır. Ayrıca mekanik stabilizasyonda ağrıyı azaltmaktadır (95). Kırık vertebra korpusunun içine sement enjeksiyonu, vertebra korpusunda sertlik ve direnç artışı sağlar. Böylece kırık uçlarında oluşan ağrılı mikrohareketleri engeller ve mekanik stabilizasyon oluşturarak ağrı palyasyonu sağlar (96).

Hastanın öyküsü, özgeçmisi ve eşlik eden hastalıkları dikkatle incelenmelidir. Travma sonucu oluşmuş ise, travma tipi, eşlik eden sistemik hastalıklar ve vertebral kollaps açısından risk faktörleri değerlendirilmelidir. Operasyon öncesi rutin laboratuvar testleri yapılmalı ve mutlaka kanama

parametreleri incelenmelidir. Ön-arka ve yan grafiler ile kırık belirlenmelidir. BT, kırık vertebra gövdesini değerlendirmede daha üstündür. Özellikle multidedektör BT (MDBT) sagittal reformat imajlarla değerlendirme daha yararlıdır. Yükseklik kaybı, spinal kanal içinde kemik parçası, vertebra posterior duvarı, eklem yüzlerinin bütünlüğü ve osteolitik fraktür varlığı BT ile değerlendirilir. RG ve BT ile öykü birleştirildiğinde akut ve kronik kırık ayrımı yapılabilmektedir. MR ile kemik iliği ödeminin varlığı kırığın akut/kronik olduğunu belirlemede ve sekonder nedenleri değerlendirmede önemlidir. Hastaların devamlı kullandıkları ilaçların (tansiyon ilaçları gibi) girişim öncesi alınması sağlanmalıdır. Ayrıca hastanın ilaçlarının girişim sırasında kullanılabilecek bazı ilaçlarla etkileşimi ve invaziv uygulamalara ait mutlak kontrendikasyonlar göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca hemorojik diatezi olduğundan şüphelenilen ve özellikle asetil salisilik asit (Aspirin^R) kullanan hastalarda kanama zamanı uzayacağından, kanama zamanı, pıhtılaşma zamanı, protrombin zamanı (PT) ve aktive parsiyel tromboplastin zamanı (aPTT) bakılmalıdır. Diabetik hastalarda vertebroplasti işlemi dikkatli uygulanmalı ve kan şekeri takibi yapılmalıdır. Anatomik bozukluklarda, postlaminektomi hastalarında, füzyon operasyonu geçirenlerde ve epidural/intratekal alanda kateter, stimülasyon elektrotu gibi kalıcı cihaz bulunanlarda işlem dikkatle uygulanmalıdır. Kronik ağrı kontrolü amacıyla özellikle spinal alan etrafında uygulanacak girişimlerde solunumsal veya hemodinamik komplikasyonların gelişme olasılığı göz önünde bulundurulmalıdır. Acil destek malzemeleri (maske, ağız yolu, oksijen kaynağı, defibrilatör, aspirasyon cihazı, laringoskop ve entübasyon tüpleri) ve ilaçlar (atropin, efedrin, epinefrin, lidokain, bikarbonat vs.), damar yolu kanülleri ve intravenöz sıvılar hazır bulunmalıdır. Hastalar girişime damar yolu açık olarak alınmalıdır. Girişim sırasında kalp tepe atımı, tansiyon ve oksijen satürasyonu monitörizasyonu sağlanmalıdır (97).

VP uygulamaları, steril operasyon odası koşullarında (ameliyathane şartlarında) gerçekleştirilmelidir. Tüm diagnostik, prognostik ve terapötik girişimlerde C-kollu skopi cihazı ve skopinin oblik açılardan görüntülemesine

olanak sağlayan operasyon masası kullanılmalıdır. Ayrıca skopi cihazının iğnenin ilerletilmesini ekranda gösterebilecek hafızası bulunmalıdır

Vertebroplasti Endikasyonları, Kontrendikasyonları ve Komplikasyonları

Benign ya da malign nedenli vertebra kırığı tanısı konmuş, ağrı ve hareket kısıtlılığı ile başvuran yaşı hastalarda ilk basamak olarak konservatif tedavi düşünülür. Konservatif tedaviye ne kadar süre ile devam edilmesi gerektiği konusunda ortak bir görüş yoktur. Uygun hastalarda 3–4 hafta steroid olmayan analjezikler, opioidler, yatak istirahati ve ortez ile mobilizasyon, uygulanabilecek tedavi seçenekleri arasındadır. Vertebra kırığı saptanan ve konservatif tedaviye yanıt vermeyen, ağrı şikâyeti olan hastalarda, perkütan VP işleminin uygulanabilmektedir. Bazı vertebra bölgelerinde oluşan kırıkların tedavisinde konservatif tedavi etkili olamamaktadır. Özellikle, torakolomber geçiş bölgesi (T₁₁-L₂), düzeylerindeki burst kırıkları, 30 dereceden fazla sagittal açılanması olan kama şeklindeki anterior kompresyon kırıkları ve takipler sırasında vertebrada ilerleyici çökme gelişen hastalarda, konservatif tedavinin başarısı oldukça düşüktür. Kırık varlığı düz grafiler ile doğrulanmalıdır. Uygulanacak BT ve MR yöntemleri ile vertebra gövdesindeki kemik ödeminin durumu, kırığın akut ya da kronik oluşu ile altta yatan litik metastazlar gibi ikincil nedenler saptanabilir. Basit ve her hastaya uygulanabilir bir teknik olarak gözükse de perkütan VP yapılamayacağı veya göreceli kontrendike olduğu durumlar da vardır (98).

Endikasyonlar (98-101):

- Primer veya sekonder osteoporoz
- Travma sonrası gelişen vertebral kollaps
- Vertebra korpusu içerisine lokalize primer tümörler
 - Benign (Hemanjiom)
 - Malign (Multipl Myelom)
- Osteolitik metastatik tümörler
- Vertebral osteonekroz

- Cerrahi bir stabilizasyon işlem öncesi patolojik zayıflık gösteren vertebra korpusuna takviye amaçlı
- Anevrizmal kemik kistleri

Kontrendikasyonlar (99-102):

- Hastanın onayının olmaması
- Gebelik
- Koagülopati
- Vertebra kollapsına bağlı olmayan ağrı
- Vertebra plana (vertebra yüksekliğinde %70'den fazla çökme)
- Diskitis
- Epidural abse
- Osteomyelit
- Aktif sistemik enfeksiyon varlığı, sepsis
- Kemik sementine (PMMA) allerji hikayesi
- Kortikal bütünlük kaybı ve posterior duvar defekti
- Kardiyopulmoner ciddi rahatsızlık
- Vertebra kırığına eşlik eden radiküler ağrı
- Spinal kord basısı (önce cerrahi dekompresyon uygulanmalı)

Rölatif Kontrendikasyonlar (99-102):

- Vertebra dorsal kısım bütünlüğünün kısmı ya da tam bozulması
- Bir yıldan uzun süre var olan kırık
- Prone pozisyonda yatamayacak hastalar (genel anestezi gerekli)
- Spinal kanal içinde kırık parçası
- Aynı seansta üç seviyeden fazla VP işlemi
- Epidural vertebra kompresyonu.
- Sedoanaljezi altında kooperasyona engel mental durum bozukluğu

Komplikasyonlar (54, 57, 103-105):

- Kanama.
- Kot ya da vertebral posterior eleman kırığı
- Geçici ateş
- Ağrı
- Termojenik etki sonucu sinir kökü irritasyonu
- Vertebral pedikül fraktürü
- Epidural hematoma
- Kanserli hastalarda postoperatif venöz tromboemboli
- Osteoporoz ve yüzükoyun pozisyona bağlı kosta kırığı
- Pnömotoraks
- PMMA'nın değişik bölgelere kaçması:
 - Epidural aralığa
 - Paravertebral bölgeye veya foraminal alana
 - Spinal kanala
 - İntervertebral disk mesafesine
 - Paravertebral venöz pleksus ile pulmoner sisteme
 - İğne geri çekilirken cilt altına
- Uzun dönem komplikasyonlar; sement ile kemik arasındaki yabancı cisim reaksiyonuna bağlı lokal kemik yıkımının artması, mekanik kuvvetlerdeki değişiklikler nedeniyle, tedavi edilen vertebra ve komşu vertebralarda kırık riskinin artması durumudur (55).

Komplikasyonların çoğu minor durumlardır ve klinik açıdan önemsizdirler. En sık karşılaşılan, VP'nin uygulandığı bölgeye göre %2-73 oranında sementin vertebra korpusu dışına çıkmasıdır. Bu risk osteolitik ve vasküler lezyonlarda daha siktir. Kaçakların nörolojik komplikasyon riski her zaman göz önünde tutulmalıdır (106). VP işlemi sırasında kısa dönemde komplikasyonlar, %10'un altındadır ve başlıca sementin epidural veya foraminal kaçağına bağlıdır (107). Sement kaçağı genel olarak VP olgularının %65'inde (%30-73) gözlenmiştir (108, 109). Lieberman'a göre küçük asemptomatik sement kaçakları sonuçları etkilemez ve tedavinin bir komplikasyonu değildirler (110, 111).

Metastatik vertebradan sement sızması %85.7'ye varan oranlarda bildirilmiştir (111, 112). Kemik sementinin sızmasını etkileyen pek çok faktör mevcuttur. Bunlardan ilki, verilen PMMA miktarıdır. PMMA miktarının stabiliteyi etkilemediği gösterildikten sonra, daha az miktarlarda enjeksiyon tercih edilmektedir (113). Klinik duruma göre lomber vertebraya 3-8 ml, torasik vertebralara 2-5 ml PMMA'nın vertebra korpusuna enjeksiyonu yeterlidir. Verilen PMMA'nın kıvamının uygun katılıkta olması da sızmayı azaltır. PMMA'nın anteriora veya paravertebral mesafeye sızması, genellikle sorun yaratmamaktadır (113).

Vertebroplasti Tekniği

Fransız radyolog Galibert ve Fransız beyin cerrahı olan Deramond 1984 yılında, Amiens'te (Fransa) agresif vertebral hemanjioma nedeniyle zarar görmüş C2 vertebraya ilk perkütan VP işlemini, PMMA kullanarak yapmışlardır (1, 2). Daha sonra floroskopi yardımı ile benzer perkütan teknik kullanılarak osteoporoz veya metastaz nedeniyle gelişen vertebra kırıklarına PMMA enjeksiyonu uygulanmıştır. Avrupa'daki ilk uygulamalardan sonra VP, ABD'de Virginia Üniversitesinde girişimsel nöroradyologlar tarafından uygulanmıştır.

VP uygulama tekniği, zaman içinde değiştirilerek daha geniş giriş iğnelerinin kullanılması ve kemik sementi içine kaçak riskini azaltmak için radyopak baryum katılması ile daha güvenli hale getirilmiştir. VP işleminden 30 dakika önce profilaktik antibiyotik intravenöz olarak verilmektedir.

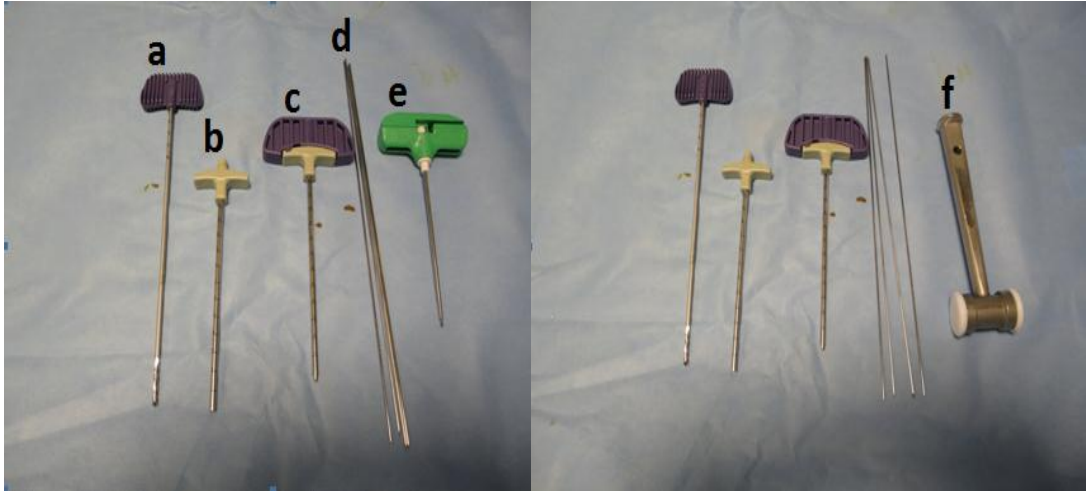
VP işlemi sırasında değişik anestezi seçenekleri bulunmaktadır. Bunlar; lokal anestezi, sedoanaljezi ve genel anestezidir. Bilinçli sedasyon da uygulanabilir. Sedoanaljezi yönteminde, hastalara anestezik maddeler genel anestezi dozuna ulaşmayacak düzeyde verilir. Olguların bilinci açıktır. Analjezik etkili medikasyonlar, sedatif ilaçlara göre daha etkindir. Genel anestezi, tıbbi durumu uygun olan hastalarda kullanılabilecek diğer bir anestezi yöntemidir.

Olgu, operasyon masasına prone pozisyonda yatırılır. Bu esnada sırt kesiminin düz durması için, karın bölgesine yastık konularak destek sağlanır.

Operasyonda kullanılacak malzemeler steril şartlarda açılır ve masaya düzgünce yerleştirilir. Klinik kullanım olarak çeşitli üreticilerin değişik VP setleri bulunmaktadır (Şekil-16, 17, 18).

Bunlardan bazıları:

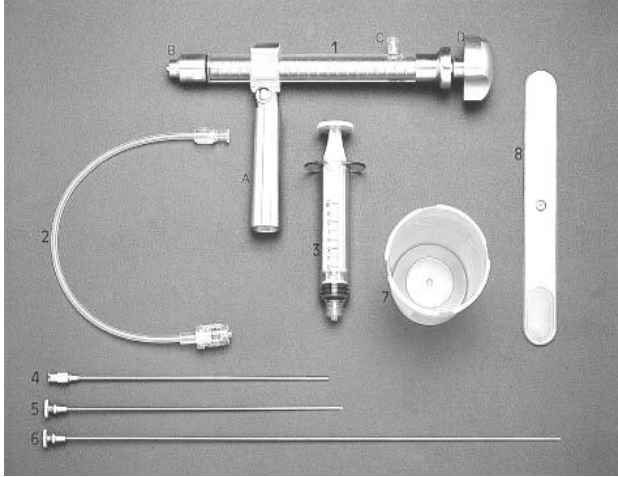
- Optimed, CEMENT Vertebroplasti Sistemi
- Cook Medical, Osteo-Force High Pressure Injector Set, Vertebroplasti Seti
- Mendec Spine Vertebroplasti Kiti
- Mini Malax Vertebroplasti Kiti
- Kyphon Vertebroplasti Seti



Şekil-16: Vertebroplasti işleminde kullanılan malzemeler. **a:** Hassas burgu (drill), **b:** Vertebroplasti kanülü (yedek), **c:** Vertebroplasti kanülü kompleksi, **d:** Kılavuz, **e:** Kemik girişim iğnesi **f:** Çekiç.



Şekil-17: Vertebroplasti işleminde kullanılan malzemeler. **a:** Metilmetakrilat sıvısı, **b:** PMMA tozu, **c:** Kemik doldurma cihazları (bone filler device).



Şekil- 18: Vertebroplasti işleminde kullanılan materyaller. 1, özel vida sistemli enjektör (A, sap; B, luer-lock uç; C, lateral port; D, vidalı pompa); 2, yüksek basınçlı plastik boru; 3, 10ml enjektör; 4, 14G iğne; 5, kısa stilet; 6, uzun stilet; 7, sement karıştırma kabı; 8, karıştırma kaşığı.



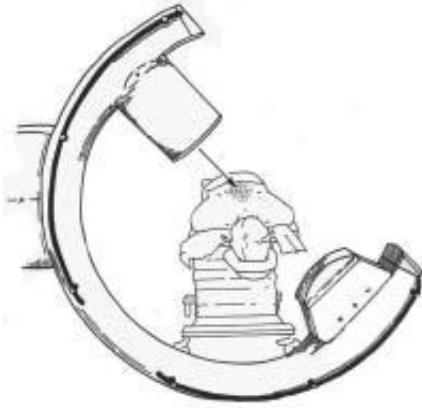
Şekil-19: Perkütan vertebroplasti malzemeleri. Kemik sementi, basınç tabancası, kemik girişim iğnesi, 10G iğne, dayanıklı plastik kap.

Giriş noktası, pedikülün superior lateral kadranıdır. Skopi cihazı ile uygun seviye ve pozisyon belirlenir. Lomber ve torakal vertebraların anatomik farklılığı nedeniyle giriş açıları da farklılık gösterir. Uygun plandaki skopi eşliğinde, uygun açı ile vertebra pedikülü lateral kesimine kadar ilerlenir. Genellikle transpediküler yaklaşım uygulanır (Şekil-20). Vertebra pedikülüne bir diğer girişim şekli de oblik yaklaşımdır. Anjio cihazının C kolu, torakal seviyeler için 20-30°; L₁-L₃ seviyeleri için 45-50°; L₄ seviyesi için 50-55°; L₅ seviyesi içinse 55-60° oblik pozisyona çevrilir (Şekil-21). Lateralde bulunan anjio cihazının diğer kolu ise sabit kalır.

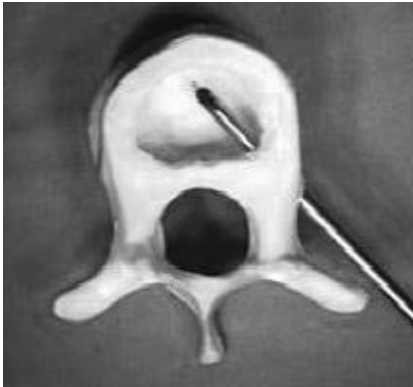
Diğer bir seçenek ise, parapediküler yaklaşımdır (Şekil-22) ve sıklıkla torasik vertebrada uygulanır. Parapediküler yaklaşımda kanül, pedikül lateral kenarı ile kaburga başı arasından ilerletilir.



Şekil-20: Transpediküler yaklaşım.

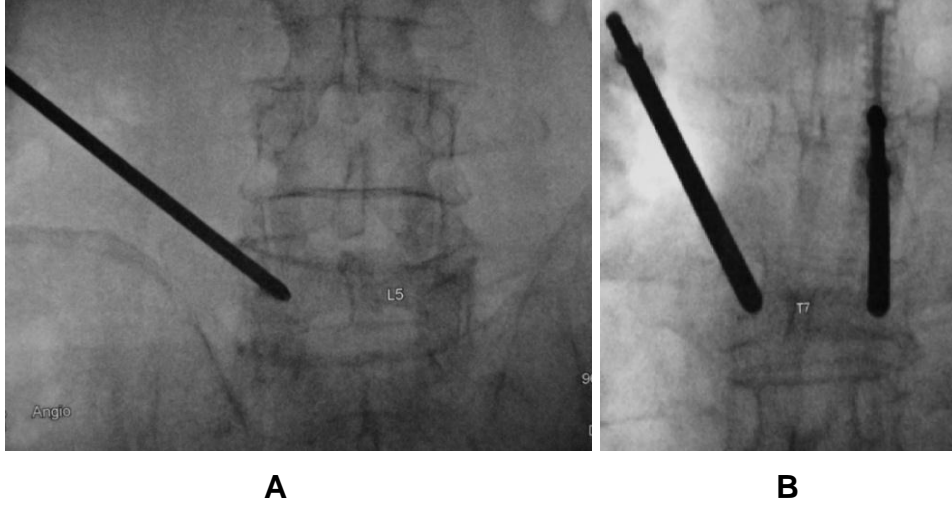


Şekil-21: Oblik yaklaşımda anjio cihazı C kolunun şematik olarak pozisyonu.



Şekil-22: Parapediküler yaklaşım.

VP, unipediküler veya bipediküler yolla uygulanabilir (Şekil-23). Tek pedikülden VP yapılacak ise, iğnenin orta noktaya yönlendirilmesi açısından, girişin daha oblik olması gerekmektedir.



Şekil-23: A. Tek taraflı (unipediküler) yaklaşım. **B.** Çift taraflı transpediküler (bipediküler) yaklaşım.

Kadavra omurgası ile yapılan bir biyomekanik çalışmada, unipediküler ve bipediküler yöntem karşılaştırılmıştır (114). Bu iki yöntem arasında, osteoporotik vertebra korpusunda kuvvet ve sertlik oluşturması açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tatmin edici sonuca ulaşabilmek için önemli olan, stabilizasyon sağlayacak kadar sementin verilmesidir.

Unipediküler enjeksiyon uygulanan bir çalışmada, orta hattı geçecek kadar verilen sement yeterli kuvveti sağlamış ve herhangi bir komplikasyona rastlanılmamıştır (115). Ancak vertebra korpusunun santral vertikal aksını geçmeyecek miktarda uygulanan sement, biyomekanik olarak yeterli sayılmalıdır. Eğer sement sadece korpusun bir yanına yayılırsa, diğer taraftan da girilerek enjeksiyon uygulanmalıdır. Aksi takdirde tek tarafın direncinin iyi olması durumunda, uzun dönemde koronal planda direnci zayıf tarafa doğru vertebral kolonda bükülme riski yüksektir.

Sement hazırlanması steril bir kap içerisinde ya da otomatik karıştırıcılar ile değişik firmalarca çok fazla farklı oranlar içermemekle birlikte, kemik sementi tozu (%68 methyl metacrylate-styrene-copolymer, barium

sulphate (%30), benzoyl peroxide (%2) ve sıvısı (%99.1 methyl metacrylate), %0.9 N-dimethyl-p-toluidine, 75 ppm. Hydroquinone gibi maddeler eklenir.

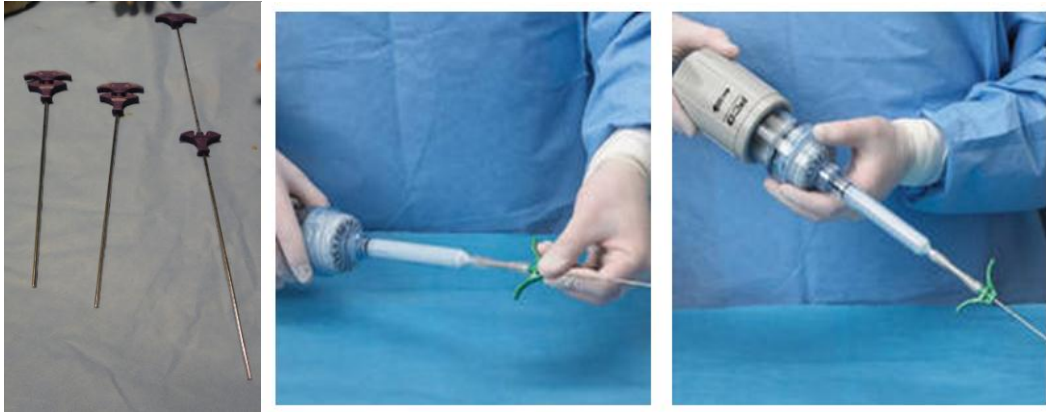
Sement, vertebra korpusuna enjekte edilmeden, ne kadar uygulanabileceğine dikkat etmek gerekir (Tablo-1).

Vertebra	Teorik Hacim	Doldurulabilir hacim	%50 kollaps hacmi
C ₅	7.2	3.6	1.8
T ₉	15.3	7.65	3.8
L ₃	19.6	9.8	4.9

Tablo-1: Vertebra korpuslarının hacim değerleri

Sement uygun kıvama ulaştınca, kemik doldurma cihazları ile vertebra korpusu içine dikkatli şekilde enjekte edilir (Şekil-24). Yapılan çalışmalarla, lomber vertebralara 3-5 ml, torasik vertebralara 2-3 ml ve servikal vertebralara ise 1-2 ml sement enjeksiyonunun yeterli olduğu, vertebrada uygun kuvvet ve sertlik oluşturduğu gösterilmiştir (116).

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



Şekil-24: Sementinin vertebraya enjekte edilmesini sağlayan cihazlar.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir. Uludağ Üniversitesi Araştırma Etik Kurulu'nun 20.07.2010 tarih ve 2010-5/12 no'lu kararı ile onaylanmıştır.

I. Olgu Seçimi

Bu çalışma 08.04.2008 ve 19.08.2010 tarihleri arasında, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi'nin Nöroloji, Nöroşirürji, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon, Radyasyon Onkolojisi ve Dahiliye Anabilim Dallarına bel ya da sırt ağrısı nedeniyle başvuran hastalar arasında, yapılan fizik muayene ve radyolojik incelemeler sonucunda, malign ya da benign vertebra kırığı saptanan hastalardan yapıldı. Tıbbi kayıtların tümü retrospektif olarak değerlendirildi. Vertebra kırığı saptanan olguların yaşı, cinsiyeti, ağrının başlama zamanı, kırık vertebra seviyesi, travma ve mekanizması, eşlik eden veya geçirilmiş diğer kırık varlığı, eşlik eden hastalıklar, vertebra kırığına yönelik risk faktörleri kaydedildi. Olguların demografik özellikleri yanında vertebral kollaps nedenleri ve dereceleri, VP girişim şekilleri, vertebra seviyeleri, işlem sırasında gelişen komplikasyonlar, işlem öncesi ve sonrası 3 aylık dönemdeki VAS skorları araştırıldı.

Vertebra kırığı saptanan ve VP endikasyonu bulunan olguların tıbbi yönetimi, Radyoloji ve ilgili Anabilim Dalı hekimleri tarafından gerçekleştirildi. Olguların tanısal radyolojik tetkikleri; RG, BT ve MR'den oluşmaktaydı. Takip süresi her olgu için 3 ay olarak belirlendi. Belirtilen tarihler arasında, 45 olguda 106 seviye vertebraya VP işlemi uygulandı. Olguların demografik özellikleri tablo-2'de gösterilmiştir.

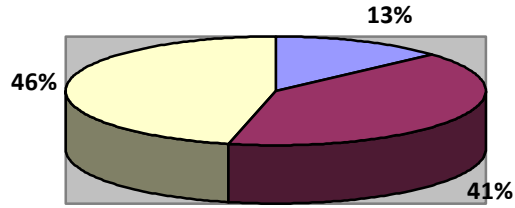
Cinsiyet	Vertebroplasti Uygulama Sayısı	Vertebroplasti Uygulama Oranı	Yaş Aralığı	Ortalama Yaş
Kadın	30	%66.7	37 - 86	63.7
Erkek	15	%33.3	19 - 81	59.9
TOPLAM	45	%100	19 - 86	61.8

Tablo-2: Olguların demografik özellikleri

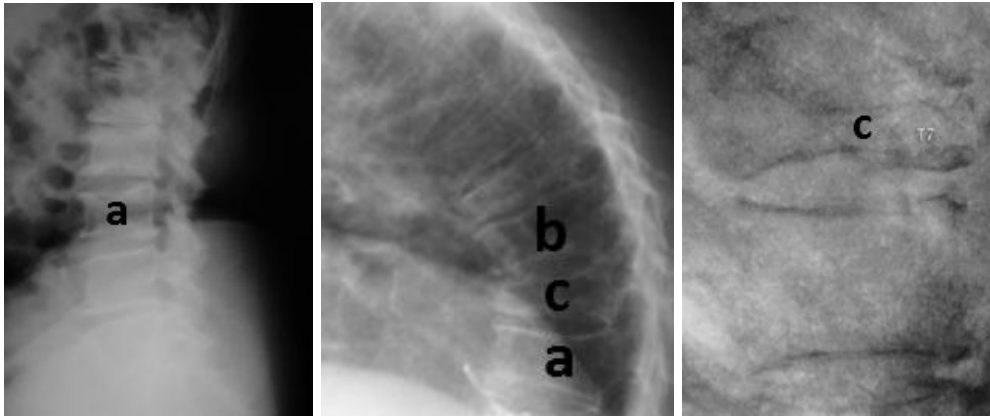
Vertebralarn fraktür derecelendirilmesi, uygun vertebra seviyelerine göre ön-arka ve yan röntgenogramlar kullanıldı. Genant Sınıflaması'na göre (Şekil-25) derecelendirme yapıldı (Tablo-3, 4).

Vertebral Fraktür Derecesi	Vertebroplasti Uygulanan Seviye	Oranı
Grade I Fraktür	14	%13.2
Grade II Fraktür	43	%40.5
Grade III Fraktür	49	%46.3
TOPLAM	106	%100

Tablo-3: Genant Sınıflamasına göre olgulardaki vertebral kollaps dereceleri

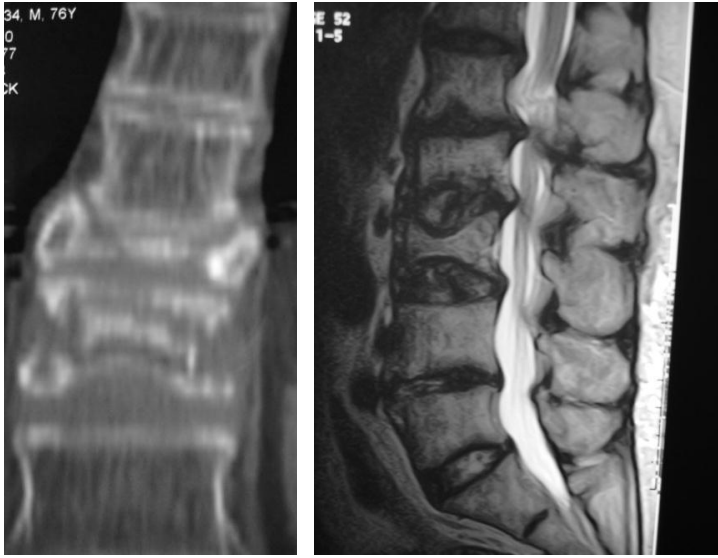


Tablo-4: Vertebral kollaps dereceleri



Şekil-25: Genant's Sınıflaması'na göre röntgenografik olarak vertebral kırıklarının derecelendirilmesi. **a:**Grade-I, **b:** Grade-II, **c:** Grade-III

Malign ve benign nedenli vertebra kırığına yönelik MR inceleme (T1A, T2A ve STIR sagittal, T2A aksiyel imajlar) yapıldı. BT ve MR ile detaylı anatomik inceleme ve eşlik eden sekonder patolojiler yönünden değerlendirme yapıldı (Şekil-26). MR görüntülemesinde T2A ve STIR sekanslarda kemik iliği ödemi gösteren hiperintensitenin varlığı, vertebra cismi içinde gaz oluşumu ve/veya vakum fenomeni (cleft sign - yarık belirtisi) kaynamamış vertebra kırığı olarak değerlendirildi (Şekil-27, 28).



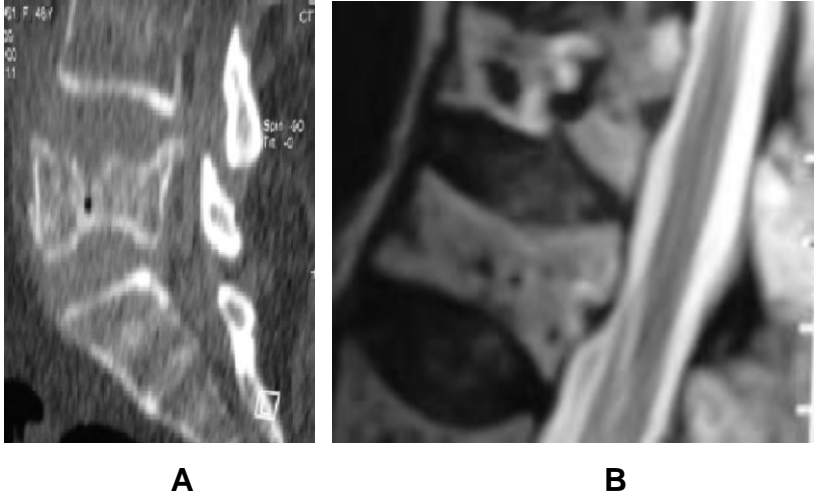
A

B

Şekil-26: A. Vertebra kırığının BT görüntüsü. B. MR görüntü.



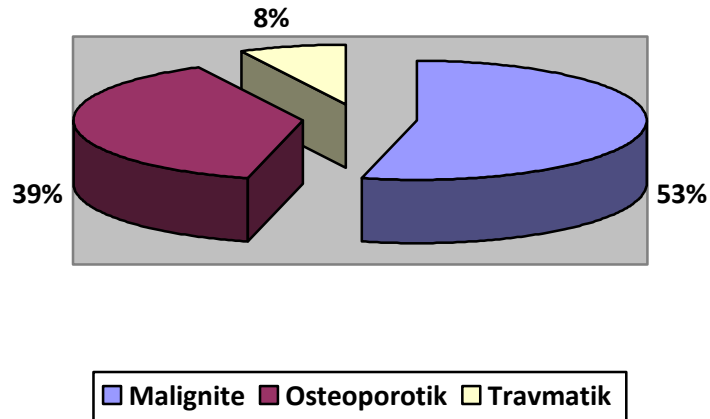
Şekil-27: MR'de, T2A ve STIR sekanslarda, akut vertebral fraktürü temsil eden ödem ile uyumlu intensite artışları izlenmekte.



Şekil-28: **A.** BT'de, sagittal reformat imajda, kırığa bağlı hava dansitesi (cleft sign). **B.** MR'de, T2A sekansta, sagittal imajda, vertebra korpusu içinde gaz oluşumu ve/veya vakum fenomeni (cleft sign, yarık belirtisi).

Olguların çoğunda vertebral kollaps nedeni, malign vertebral lezyonlardı. Bunun yanında osteoporotik ve travmatik vertebral kırıklarına da VP yapıldı (Tablo-4)

Vertebral Fraktür Nedenleri	Vertebroplasti Uygulanan Seviye	Oranı
Malign vertebral kollaps	57	%53.8
Osteoporotik	41	%38.7
Travmatik	8	%7.5
TOPLAM	106	%100



Tablo-4: Vertebral fraktür nedenleri

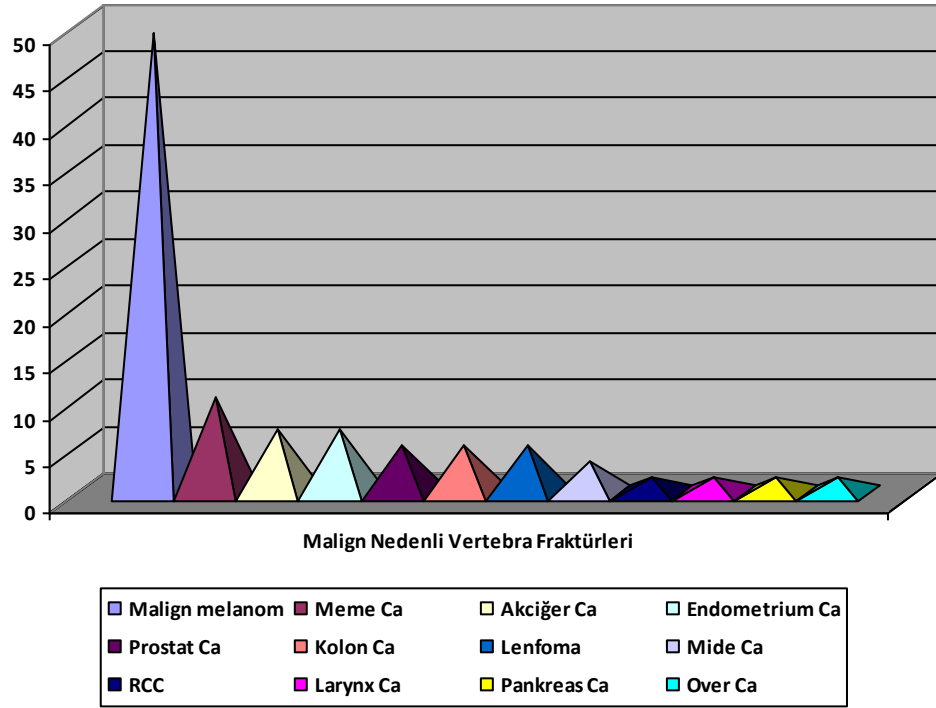
Malign nedenli vertebra kırıklarının en sık nedeni multiple myeloma idi (Şekil-29). Bunu metastatik lezyonlar takip etmekteydi (Tablo-5, 6).



Şekil-29: Multiple myeloma tanılı olgunun, sagittal planda T2A sekansında, elde olunmuş serviko-torasik ve torako-lomber MR imajları.

Malign Vertebral Kollaps Nedenleri	Vertebroplasti Ugulanan Seviye	Oran
Malign Melanom	28	%26.4
Meme Ca Metastazı	6	%5.6
Akciğer Ca Metastazı	4	%3.7
Endometrium Ca Metastazı	4	%3.7
Prostat Ca Metastazı	3	%2.9
Kolon Ca Metastazı	3	%2.9
Lenfoma Tutulumu	3	%2.9
Mide Ca Metastazı	2	%1.9
Renal Hücreli Ca Metastazı	1	%0.95
Larynx Ca Metastazı	1	%0.95
Pankreas Ca Metastazı	1	%0.95
Over Ca Metastazı	1	%0.95
TOPLAM	57	%53.8

Tablo-5: Metastatik vertebral kollaps nedenleri



Tablo-6: Malign nedenli vertebral kırıkların kendi aralarındaki dağılımları

Osteoporozla bağlı gelişen vertebra fraktürlerinin en sık nedeni, senil osteoporoz idi (Tablo-7).

Osteoporotik Vertebral Kollaps Nedeni	Vertebroplasti Uygulanan Seviye	Oranı
Senil Osteoporoz	24	%22.6
Steroid Kullanımına Bağlı	11	%10.4
Postmenapozal	6	%5.7
TOPLAM	41	%38.7

Tablo-7: Osteoporotik vertebral kırık nedenleri

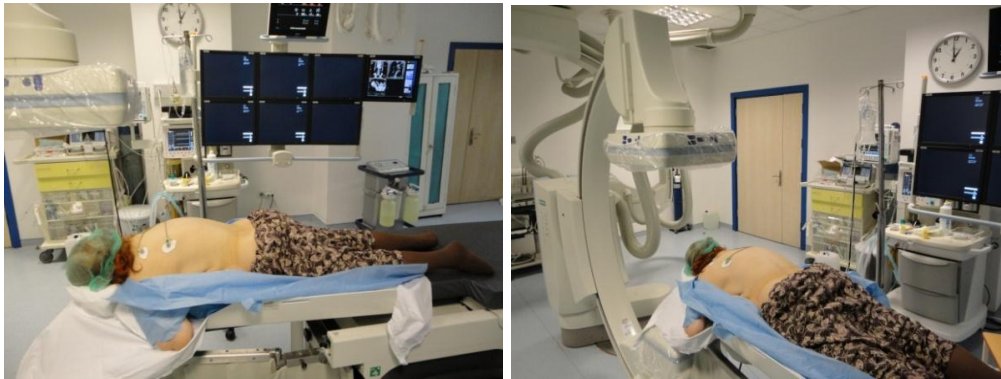
II. Vertebroplasti Tekniği

İşlem öncesinde tüm olgular, VP işlemine uygunluk açısından uygun tetkiklerle değerlendirildi. Anesteziye uygunluk açısından onay alındı. Tüm olgulara onam formu dolduruldu.

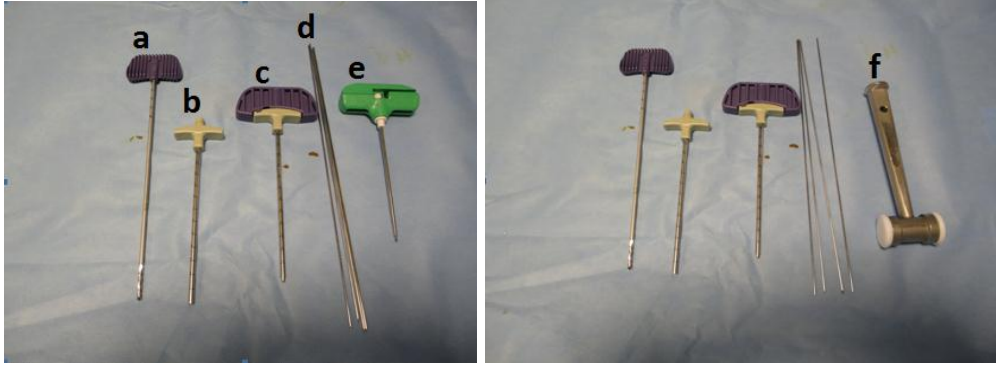
Tedavilerin tümü, anjiyografi ünitesinde, 3B-BT destekli biplan C kollu anjio cihazı (AXIOM ARTIS, Siemens, Erlangen, Germany) eşliğinde uygulandı (Şekil-41). Elde olunan imajlar, Leonardo iş istasyonu (Siemens Medical Solutions) ile değerlendirildi.

Operasyon öncesinde tüm olgulara 1. kuşak sefalosporinlerden Sefazolin Na 1gr (Sefazol^R, Cezol^R) ile antibiyotik profilaksisi intravenöz yapıldı. Daha sonra olgulara lokal ve sedoanaljezi uygulandı. Sedoanaljezi için midazolam 1 mg/ml (Dormicum^R) 0.1 mg/kg dozunda ve fentanyl citrate 50 mikrogram/ml (Fentanyl citrate^R) 1-2 mikrogram/kg dozunda intravenöz yapıldı. İşlem süresince olguların kan basıncı, EKG ve oksijen saturasyonu monitörize edildi. Olgulara ait görüntüleme yöntemleri (RG, BT, MR) son kez değerlendirildi. Hangi seviyeden hangi teknik uygulanacağı tekrar gözden geçirilerek VP işlemi için gerekli kararlar alındı. Radyasyondan korunmak için gerekli malzemeler (kurşun yelekler, gözlük vs.) giyildi. Bone, maske ve galoş uygun şekilde takıldı. Tüm olgular operasyon masasına prone pozisyonda yatırıldı. Bu esnada sırt kesiminin düz durması için, karın bölgesine yastık konularak destek sağlandı (Şekil-30).

Operasyonda kullanılacak malzemeler steril şartlarda açıldı ve masaya düzgünce yerleştirildi (Şekil-31). Uygun cilt temizliği ve örtme yapıldıktan sonra (Şekil-32) floroskopi eşliğinde işlemin yapılacağı uygun seviye belirlendi.



Şekil-30: VP işleminde hastanın operasyon masasında pozisyonu

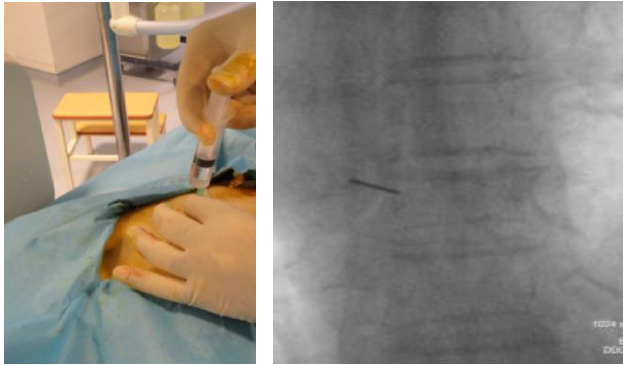


Şekil-31: VP işleminde malzemeler. **a:** Hassas burgu (drill), **b:** VP kanülü (yedek), **c:** VP kanülü kompleksi, **d:** Kılavuz, **e:** Kemik girişim iğnesi **f:** Çekiç.



Şekil-32: Vertebroplasti işleminin yapıldığı steril şartlarda operasyon odası.

Lokal anestezik madde, cilt – cilt altı ve vertebra pedikülünde giriş noktası etrafındaki periost ve çevre dokuya yeterli dozda uygulandı. Enjektör iğnesi, girişim iğnesine kılavuz olması için pedikül ucunda bırakıldı (Şekil-33). İğne, pedikülün altında vertebra korpusu ile kemik kontağı sağlanana kadar ilerletildi.



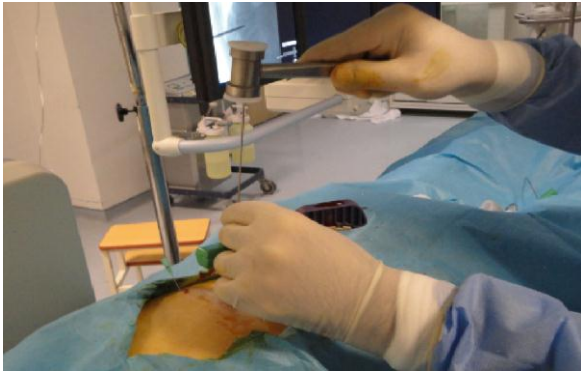
Şekil-33: Lokal anestezi uygulaması ve enjektör iğnesinin pedikül ucundaki floroskopik görünümü.

Lokal anestezi ile cilde 2-3mm insizyon yapıldı. Olgulara tek ya da çift taraflı transpediküler yaklaşım uygulandı (Şekil-34). Kyphon 11 G kemik girişim iğnesi (Angiotech Medical Device Technologies Inc., Florida, USA) ile vertebra pedikülüne uygun açı ile ulaşıldı. Çekiç yardımıyla kemik girişim iğnesi, vertebra korpusu 1/3 arka kesimine kadar ilerletildi.

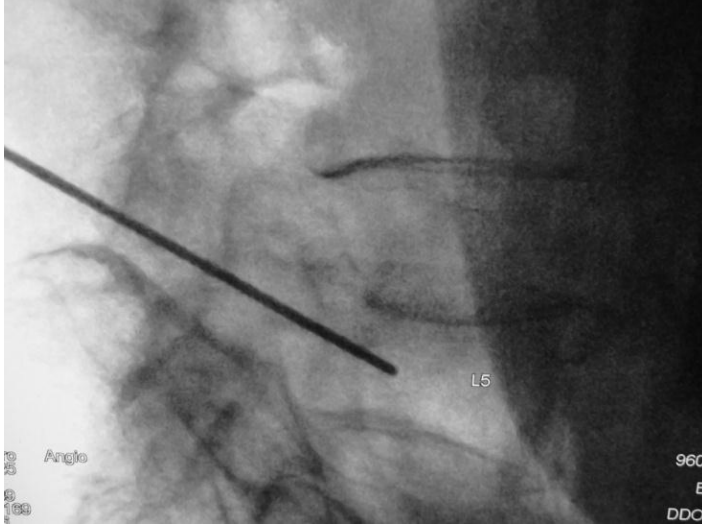


Şekil-34: 11G kemik giriş iğnesi ile tek taraflı transpediküler yaklaşımla, çekiç yardımıyla vertebra korpusuna ilerleme.

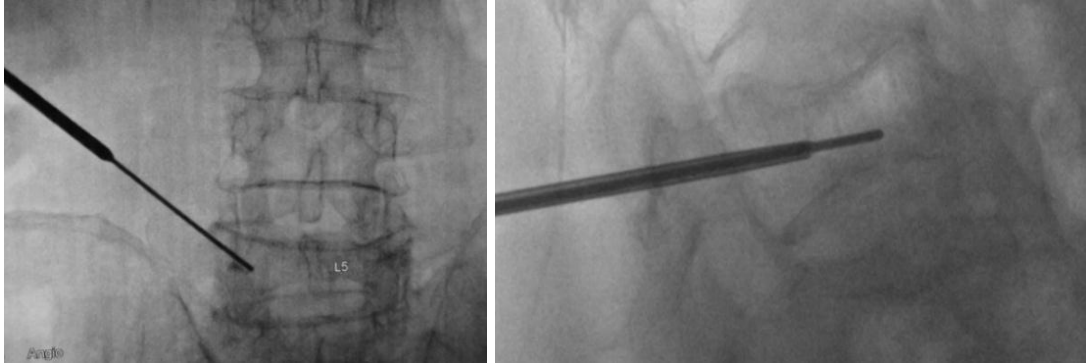
Vertebra korpusuna sement uygulaması için, koaksiyel sistem olan Kyphx kemik girişim sistemi (Kyphon Inc., Crossman Ave Sunnyvale, USA) kullanıldı. Kemik giriş iğnesinin iğne kısmını oluşturan mandreni çekilerek kanülünün içerisinden kılavuz tel yerleştirildi (Şekil-35). Çekiç ile nazik vuruşlarla vertebra korpusunun 1/3 ön kesimine kadar uygun açı ile kılavuz tel ilerletildi (Şekil-36). Kılavuz üzerinden kanül yerleştirilerek (Şekil-37) korpus içerisine çekiç yardımıyla girildi (Şekil-38). Kanüllerin konumu ön-arka ve yan görüntüler ile kontrol edildi.



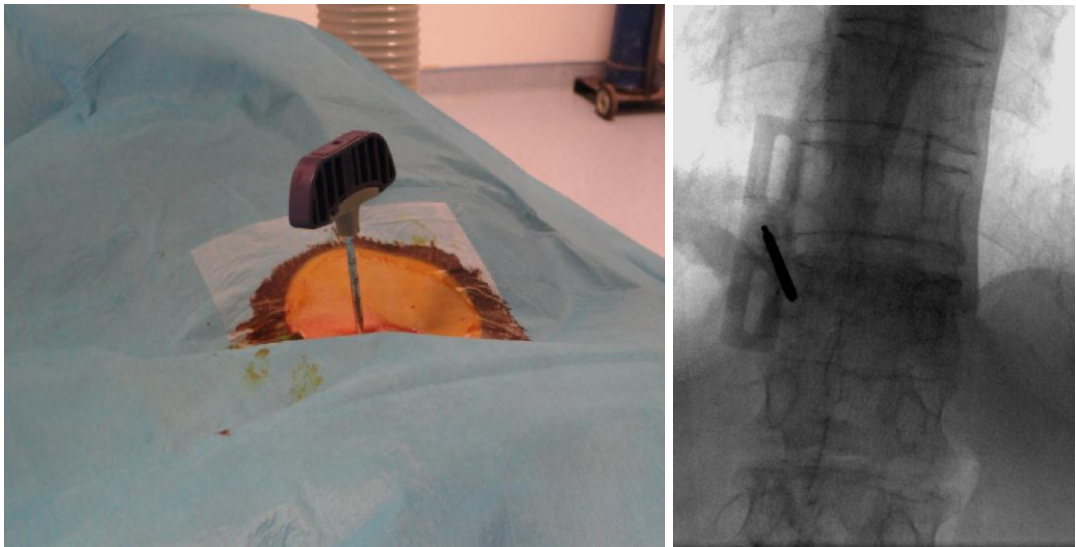
Şekil-35: Kılavuz telin vertebra korpusu içerisine çekiç vasıtasıyla tek taraflı transpediküler yerleştirilmesi.



Şekil-36: Kılavuz telin vertebra korpusu içerisine çekiç vasıtasıyla tek taraflı transpediküler yerleştirilmesi.

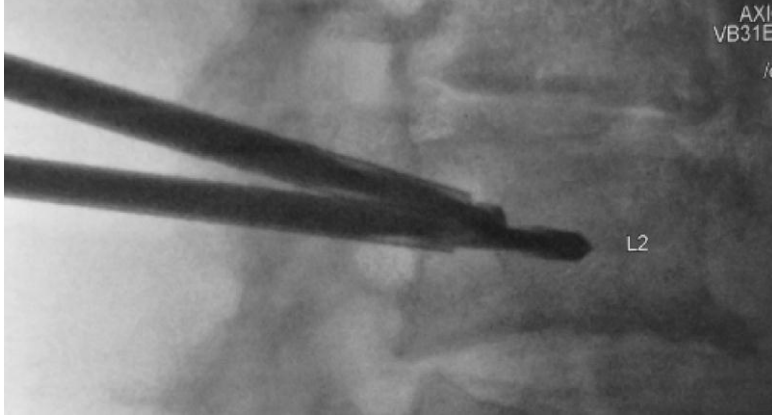


Şekil-37: Kılavuz tel yardımıyla VP kanülünün transpediküler yerleştirilmesi



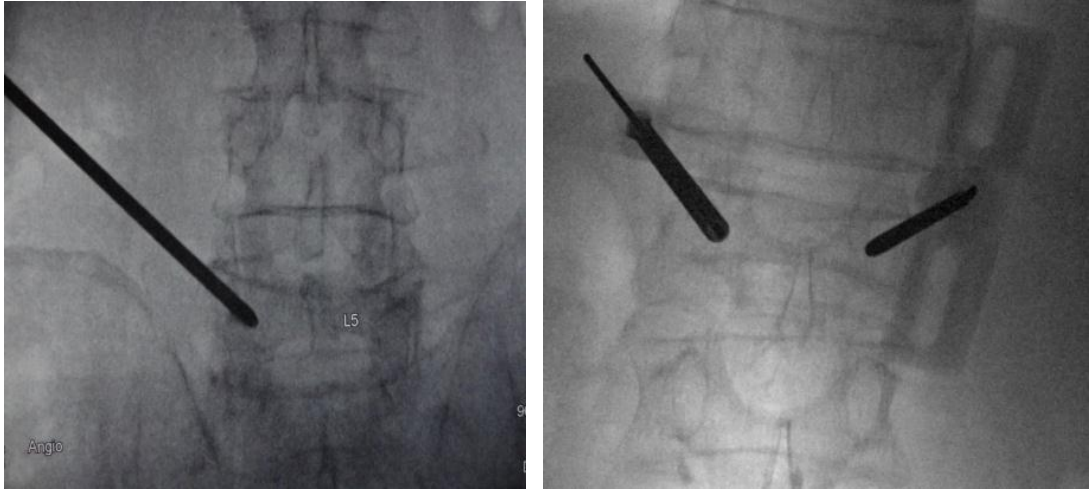
Şekil-38: Vertebra kanülünün tek taraflı transpediküler yerleştirilmesi

Kanül içerisinden hassas burgu (drill) korpus içesine yerleştirildi ve burgulama işlemi ile vertebra korpusu içerisinde kavite oluşturuldu (Şekil-39).

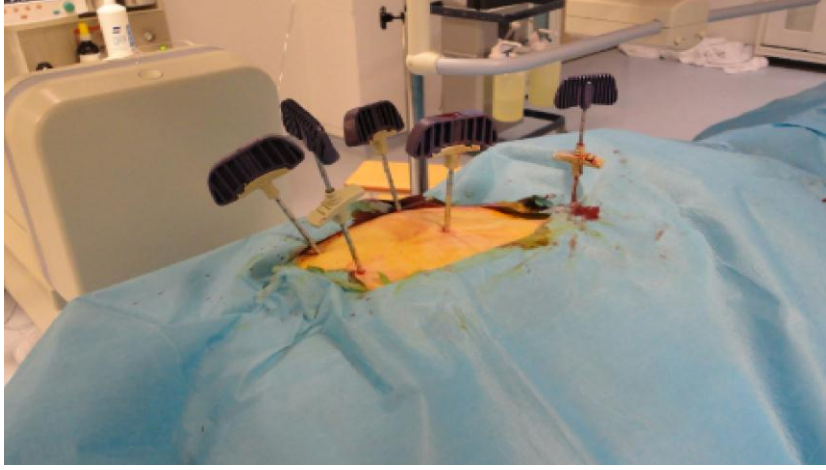


Şekil-39: Vertebra korpusu içerisine burgu (drill) yerleştirilmesi.

Bipediküler yaklaşım tercih edildi ise giriş yerinin simetriğinden, diğer pedikülden vertebra korpusuna ilerlenerek, girişim sistemi yerleştirildi (Şekil-40, 41).

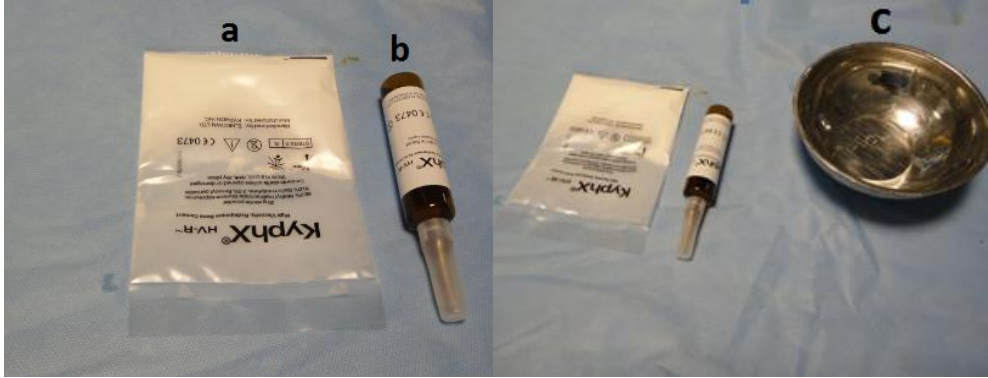


Şekil-40: Tek ve çift taraflı transpediküler (bipediküler) uygulama.



Şekil-41: Tek ve çift transpediküler yaklaşımla VP uygulaması yapılan olgu

KyphX HV-R yüksek viskoziteli radyopak kemik sementi (Elmdown LTD., London, England), steril şartlarda metal bir kaptaki uygun kıvamda hazırlandı. Bunun için bir kap içerisine 20 gr. steril yüksek viskoziteli radyopak kemik sementi tozu (%68 methyl metacrylate-styrene copolymer, %30 barium sulphate, %2 benzoyl peroxide) döküldü. Tozun üzerine 9 gr steril sıvısı (%99.1 methyl metacrylate (monomer), %0.9 N,N-dimethyl-p-toluidine, 75 ppm. Hydroquinone) eklendi (Şekil-42).



Şekil-42: a: Polimetilmetakrilat (PMMA) tozu, b: Metilmetakrilat sıvısı, c: Steril metal kap.

Toz halindeki PMMA ile metilmetakrilat sıvısının karıştırma işlemi, metal ya da sert plastikten yapılmış dayanıklı kaplarda yapıldı. Toz ile sıvı en az 3 dakika sürekli karıştırıldı. Sement uygun kıvama ulaştığında, 20 cc enjektöre çekildi. Daha sonra sement 3 adet 1.5 cc kapasiteli kanüller içine dolduruldu (Kyphon Inc., Crossman Ave Sunnyvale, USA) (Şekil-33). Sement

6. dakikadan itibaren korpus içerisine enjekte edilmeye başlandı, en geç 10 dakika içinde tamamlandı (Şekil-34). Olgularımızda vertebra seviyesi ve vertebral fraktür durumuna göre, 4-8 cc (ortalama 6 cc) sement uygulandı. Sement enjeksiyonu, vertebra gövdesinin anterior 2/3'üne ve inferior-süperior end-plate ulaştığında sonlandırıldı. Sement korpus içinde yeterli sertliğe ulaşana kadar beklendi. Kanül yavaş şekilde çıkartılarak işlem sonlandırıldı.

İşlem sırasında bazı olgularda anjio cihazının Dyna CT ve 3B-BT özelliğinden faydalanıldı (Şekil-43). 19 olguya (%42.2) Dyna CT yapıldı (Tablo-8). Travmatik, ileri derecede kollaps, rotoskolyoz ve fragmente vertebra kırığı olan, T₈ ve üzeri vertebra ile L₅ vertebrada kullanıldı.

Vertebral Fraktür Derecesi	Dyna CT Uygulaması Yapılan Olgu Sayısı	Oranı
Grade III	14	%31.1
Grade II	3	%6.7
Grade I	2	%4.4
TOPLAM	19	%42.2

Tablo-8: Olgularda Dyna CT kullanımı



Şekil-43: Vertebroplasti işlemi esnasında, 3B-BT uygulaması

İşlem sonrası, birinci saatte prone pozisyonda, ikinci saatte ise supin pozisyonda olmak üzere, toplamda iki saat yatak istirahatini takiben hastalar yürütülerek taburcu edildi.

Hastalar VP işlemi sonrası 3. ayda kontrole çağrıldı. Kontrolde olguların vertebraları, ön-arka ve yan röntgenografiler ile gereklilik halinde BT ya da MR tetkikleri ile incelendi. VAS skorları kaydedildi.

III. İstatistiksel Analiz

VP öncesi ve sonrasındaki VAS skorları değerlendirildi. Verilerin istatistik analizi Statistical Package for Social Sciences for Windows 13.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) istatistiksel paket programında yapıldı.

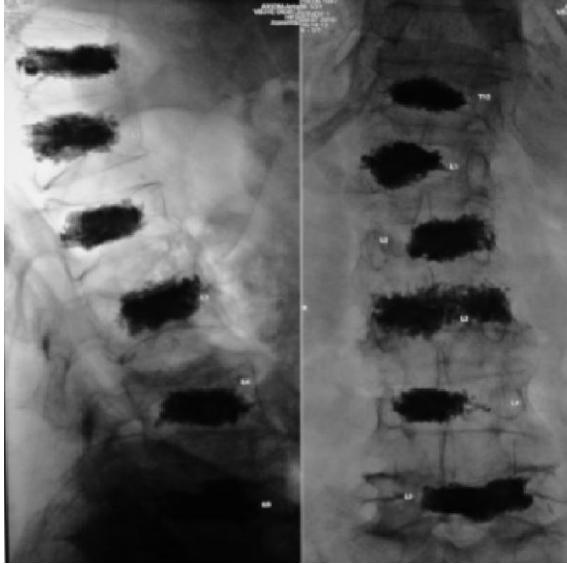
Ağrı skorlarına ait ölçümler; ortalama, standart sapma, medyan değer, minimum ve maksimum değerler ölçüldü. Grup içi karşılaştırmalarda Wilcoxon Sıra Toplam Testi kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmalarda Mann Whitney-U Testi ile VP öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldı. Çalışmada $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

48 vertebraya (%45.2) tek taraflı transpediküler (47 sol transpediküler, 1 sağ transpediküler yaklaşım), 58 seviyeye (%54.8) çift taraflı transpediküler (bipediküler) yaklaşım uygulandı. 13 olguya birden fazla seans VP yapıldı (Tablo-9). Tek seansta en fazla 6 seviyeye VP uygulandı (Şekil-44).

Seans Sayısı	Olgu Sayısı	Oran
1 Seans	32	%71
2 Seans	11	%24.6
3 Seans	2	%4.4
TOPLAM	45	%100

Tablo-9: Olgulara uygulanan vertebroplasti seans sayıları

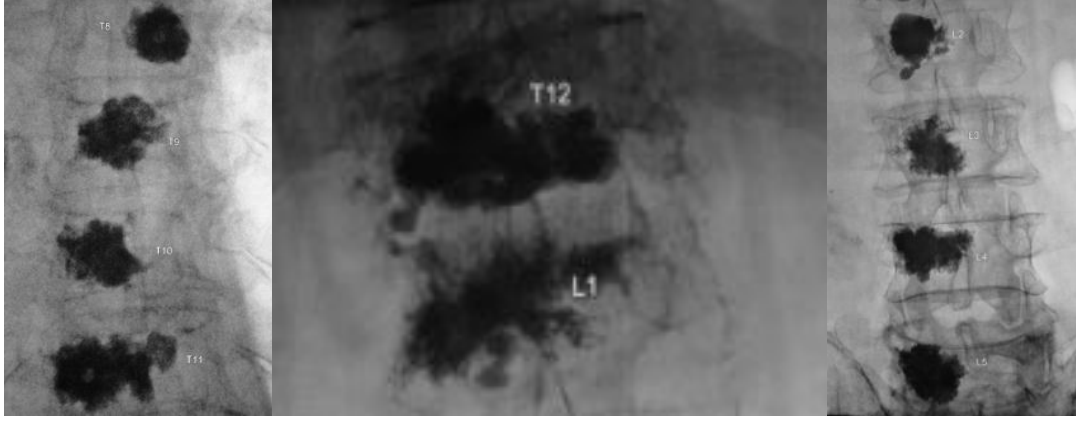


A

B

Şekil-44: Tek seansta 6 seviye VP işlemi **A.** Yan grafi **B.** Ön -arka grafi

Bir olguya en fazla yapılan vertebroplasti seviye sayısı 10 idi ve toplam 3 seansta uygulandı (Şekil-45).



A

B

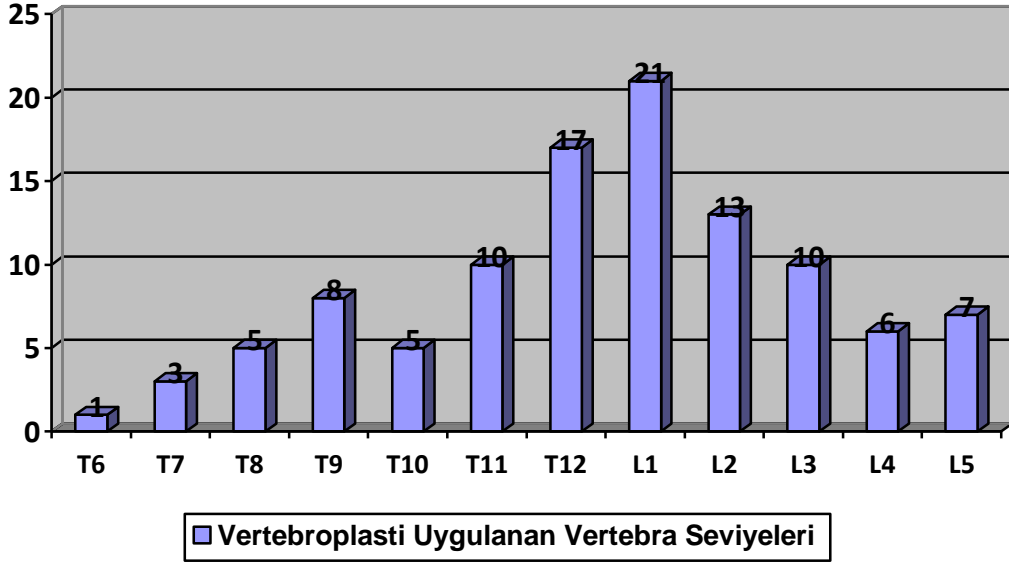
C

Şekil-45: A. Toplam 10 seviye VP işleminin birinci seansında 4 seviye (T₈-T₁₁) B. İkinci seansında 2 seviye (T₁₂-L₁) C. Üçüncü seansında 4 seviye işlem yapıldı (L₂-L₅).

Vertebral kolonun en proksimalinde uygulanabilen VP seviyesi T₆ idi. En fazla VP yapılan vertebra seviyesi ise 21 seviye (%19.8) ile L₁ vertebra düzeyi idi (Tablo-10, 11).

Vertebroplasti Uygulanan Seviye	Vertebroplasti Uygulama Sayısı	Oranı
T ₆	1	%0.9
T ₇	3	%2.8
T ₈	5	%4.7
T ₉	8	%7.5
T ₁₀	5	%4.7
T ₁₁	10	%9.4
T ₁₂	17	%16.2
L ₁	21	%19.8
L ₂	13	%12.3
L ₃	10	%9.4
L ₄	6	%5.7
L ₅	7	%6.6
TOPLAM	106	%100

Tablo-10: Vertebroplasti uygulanan vertebra seviyeleri



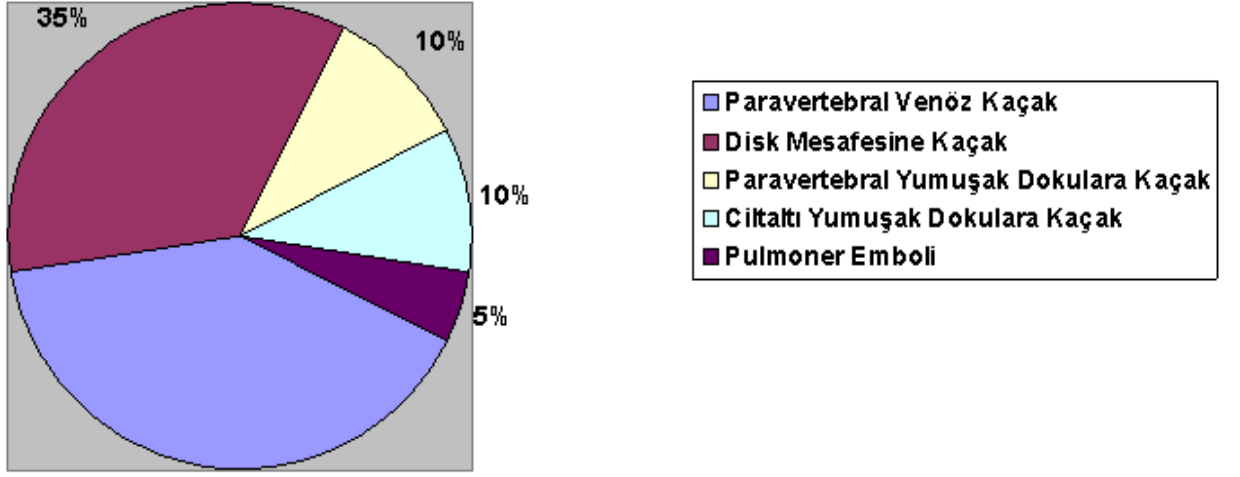
Tablo-11: Vertebra seviyelerinin kendi aralarındaki değerlendirmeleri

VP işlemi sırasında 20 seviyede (%18.8) komplikasyon gelişti (Tablo-12).

Komplikasyon Şekli	Seviye Sayısı	Oran
Paravertebral venöz yapılarla sement kaçağı	8	%7.5
İntervertebral disk aralığına sement kaçağı	7	%6.6
Paravertebral yumuşak dokuya sement kaçağı	2	%1.9
Ciltaltı yumuşak dokuya sement kaçağı	2	%1.9
Pulmoner emboli	1	%0.9
TOPLAM	20	%18.8

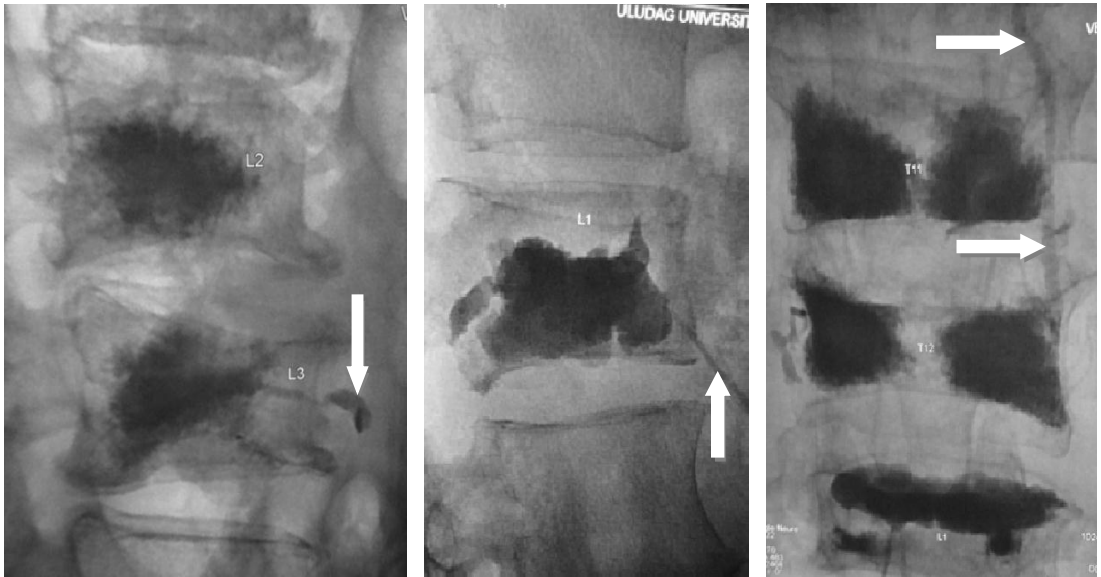
Tablo-12: VP sırasında gelişen komplikasyonlar

VP işlemleri sırasında gelişen komplikasyonların kendi aralarındaki yüzdelik değerlendirmeleri tablo-13'de verilmiştir.

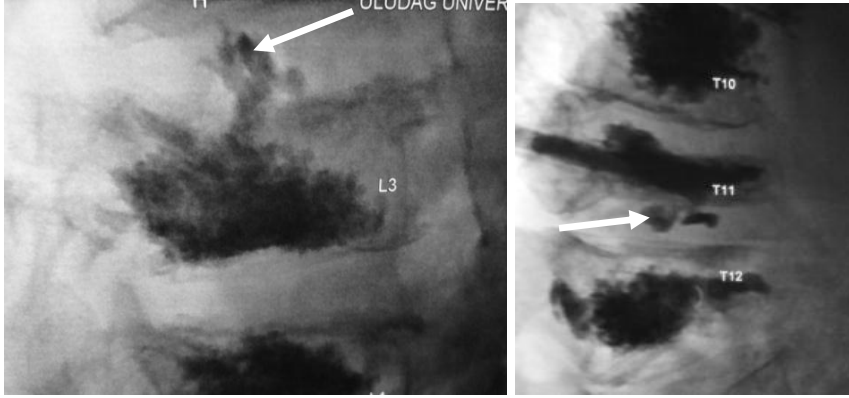


Şekil-13: Vertebroplasti sırasında gelişen komplikasyonların kendi aralarındaki dağılımları.

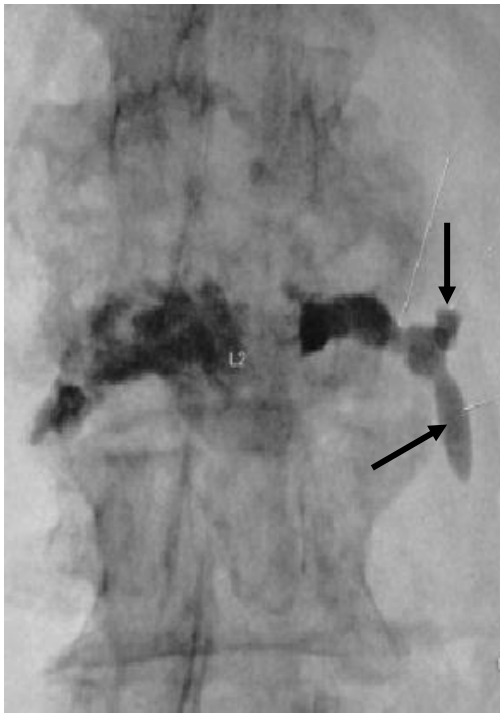
Vertebroplasti uygulaması sırasında gelişen komplikasyonların görüntüleri şekil-46, 47, 48, 49 ve 50'de sunulmuştur.



Şekil-46: Paravertebral venöz yapılarca sement kaçağı (beyaz oklar).



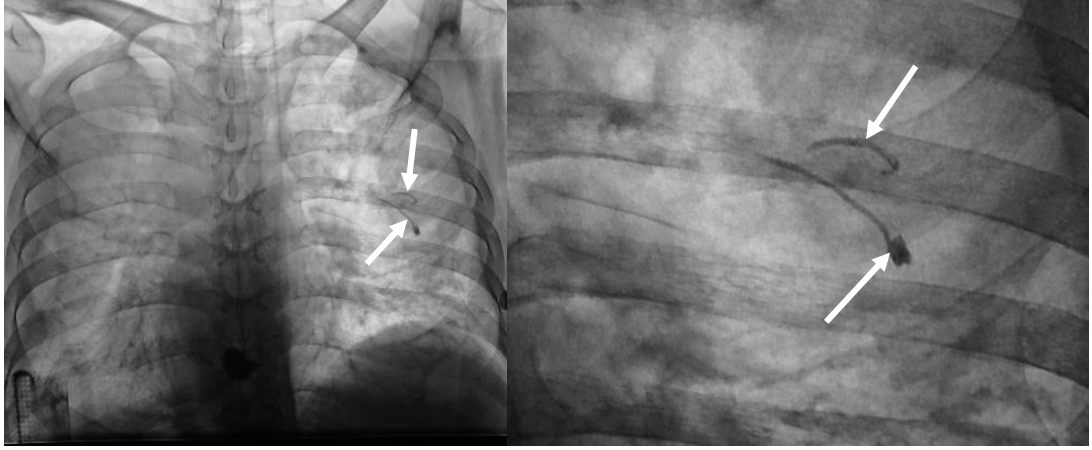
Şekil-47: İntervertebral disk mesafesine sementi kaçağı (beyaz oklar).



Şekil-48: paravertebral yumuşak dokuya sement kaçağı (siyah oklar).



Şekil-49: Ciltaltı yumuşak dokuya sement kaçağı (siyah oklar).



Şekil-50: Pulmoner sement embolisi (beyaz oklar).

Tüm olguların VP öncesi ortalama VAS skoru ortalama 8.39 ± 0.07 , VP sonrasında ise 2.05 ± 0.01 ölçüldü. VP öncesi median değer 8.0 minimum değer 7.0 maksimum değer ise 10.0 idi. VP sonrası median değer 2.0 minimum değer 0.00 maksimum değer ise 5.00 olarak belirlendi.

Unipediküler yaklaşımda; VP öncesi ortalama VAS skoru 8.39 VP sonrasında ise 2.30 olarak ölçüldü. İşlem öncesi standart hata değeri 0.105, median değer 8.0, minimum değer 7.0 ve maksimum değer 10.0 olarak hesaplandı. İşlem sonrası ise, standart hata değeri 0.16, median değer 2.0, minimum değer 0.00 ve maksimum değer 5.00 olarak belirlendi.

Bipediküler yaklaşımda; VP öncesi ortalama VAS skoru 8.38, VP sonrasında ise 1.84 olarak ölçüldü. İşlem öncesi standart hata değeri 0.093, median değer 8.0, minimum değer 7.0 ve maksimum değer 10.0 olarak hesaplandı. İşlem sonrası ise, standart hata değeri 0.13, median değer 2.0, minimum değer 0.00 ve maksimum değer 5.00 olarak belirlendi.

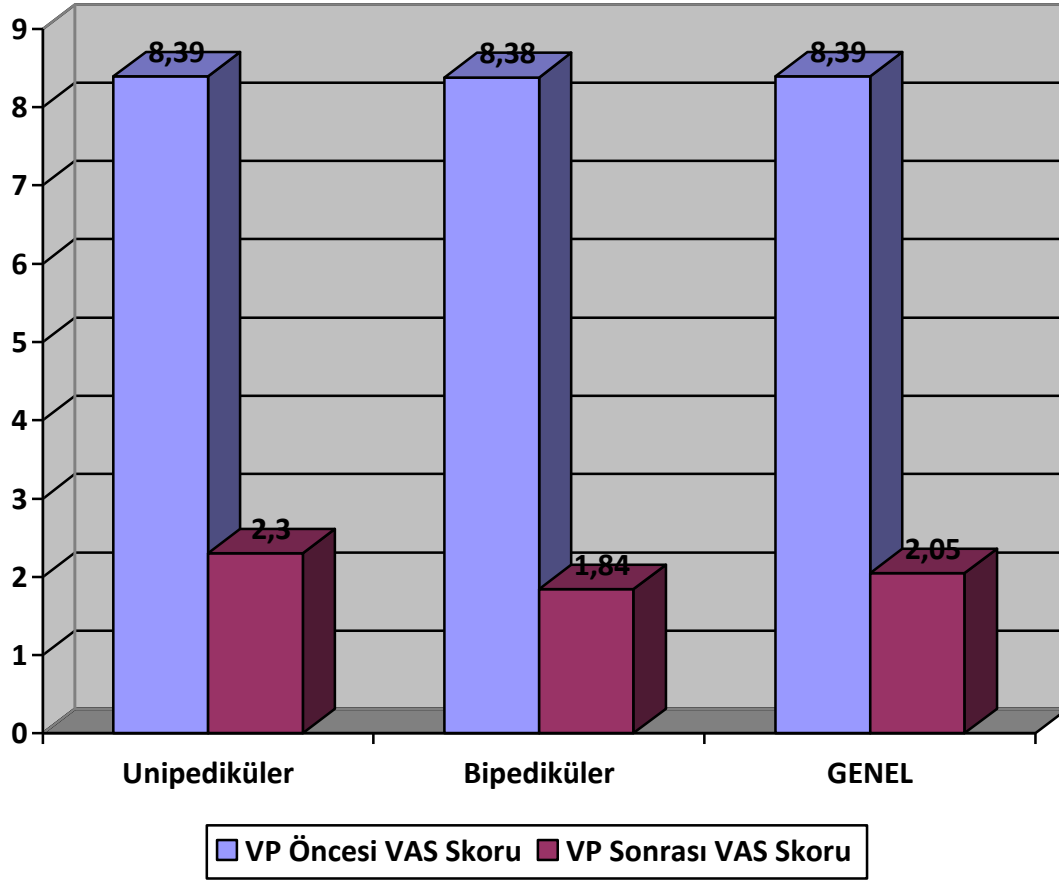
Bu veriler ışığında VAS skorlarında, VP işlemi sonrasında, VP öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0.001$).

Unipediküler ve bipediküler yaklaşımların, ağrıyı azaltma üzerindeki etkinliğin araştırıldığı Mann Whitney-U testine göre, istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0.05$).

Tek ve çift pediküler yaklaşımlarda VAS skorlarındaki değişimler tablo-14 ve 15'te gösterilmiştir.

Vertebroplasti Yaklaşım Şekli	Vertebroplasti Öncesi VAS Skoru	Vertebroplasti Sonrası VAS Skoru	Ağrı Azalması
Tek Taraflı Transpediküler	8.39	2.30	3.647
Çift Taraflı Transpediküler	8.38	1.84	4.554
ORTALAMA	8.386	2.05	4.090

Tablo-14: Vertebroplasti öncesi ve sonrasında belirlenen VAS skorları

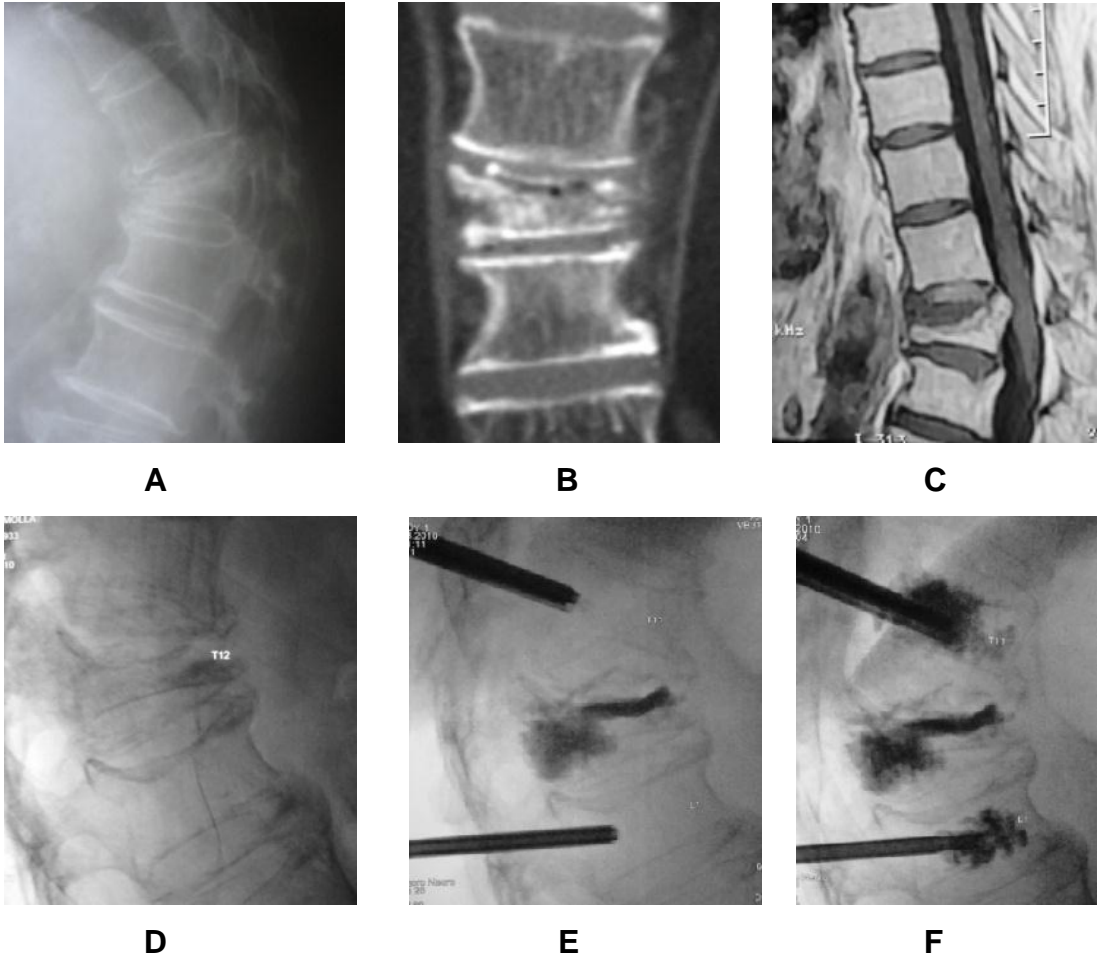


Tablo-15: Yaklaşım farklılığına göre VAS skorlarındaki değişimler.

Olgu Örnekleri

1. Olgu:

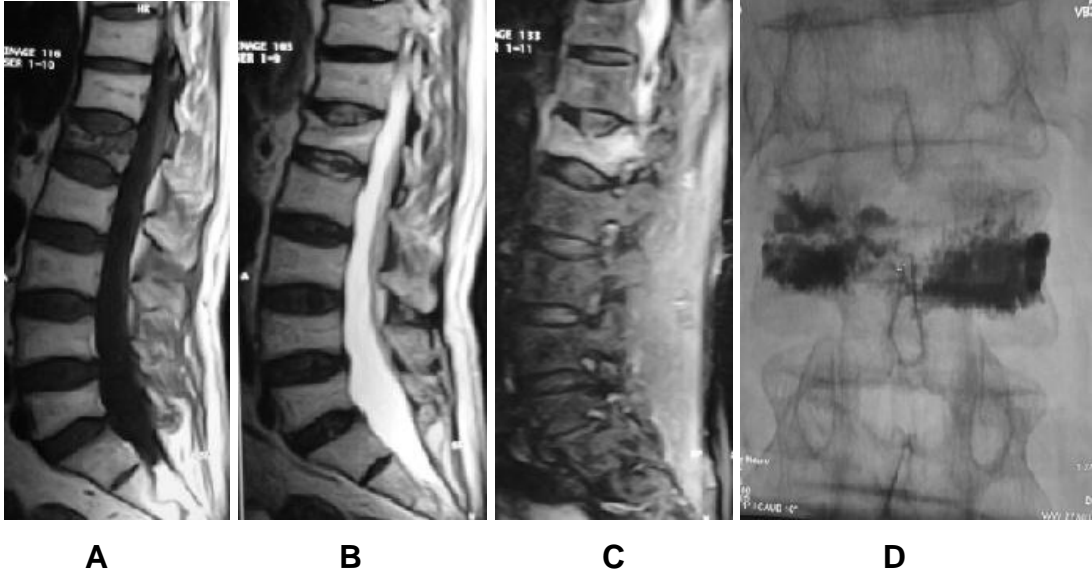
L.M. 67 yaşında erkek olgu. Kolon Ca. Metastatik vertebral fraktür. Şiddetli sırt ve bel ağrısı şikayeti mevcut. İlk başvurusunda (A), T₁₂ vertebrada grade III fraktür saptandı. İşlem sırasındaki gözlemlerde T₁₁ ve L₁'de grade II kollaps tespit edildi (D). T₁₁-T₁₂ bipediküler, L₁ sol transpediküler yaklaşım uygulandı. VAS skoru VP öncesi 9, VP sonrası 2 olarak belirlendi.



Şekil-51: A. T₁₂ vertebrada kama tarzında grade III fraktürü bulunan olgunun yan röntgenogramı B. Koronal reformat BT'de üst end-plate fraktürü C. T1A MR görüntüde hipointens ödem alanı izlenmekte D. Olgunun işlem sırasında lateral grafisi (2 ay sonra) E. T₁₂ VP işleminde kırık hattı ve korpus sementle dolduruldu F. T₁₁'e çift taraflı transpediküler, L₁'e tek taraflı transpediküler sement enjeksiyonu yapıldı

2. Olgu:

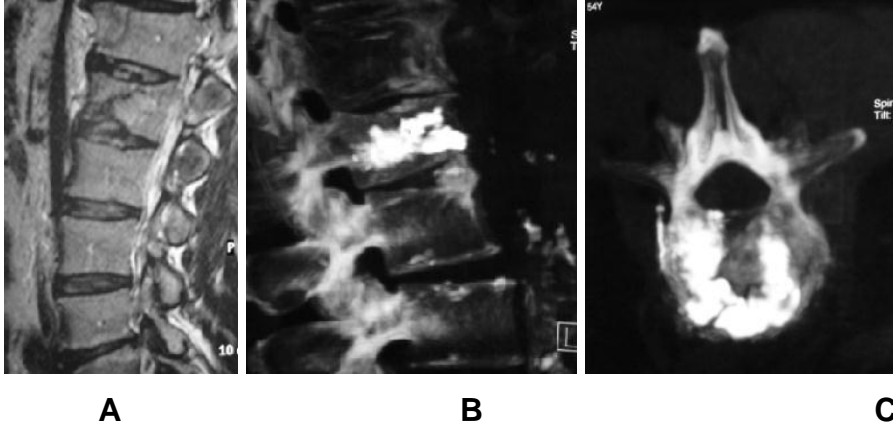
G.B. 70 yaşında erkek olgu. Prostat Ca. Metastatik L₁ vertebra fraktürü mevcut. Şiddetli bel ağrısı şikayeti var. Yapılan tetkiklerde grade III fraktür saptandı. L₁ vertebraya yönelik bipediküler yaklaşımla VP uygulandı. VP öncesi VAS skoru 10, VP sonrası 1 olarak kaydedildi.



Şekil-52: **A.** L₁ vertebrada grade III fraktür. T1A sagittal görüntüde hipointensite izlenmekte **B.** T2A sagittal görüntüde hafif hiperintens izlenmekte **C.** STIR görüntüde akut kırık göstergesi olan kemik iliğinde diffüz ödem bulguları dikkati çekmekte. **D.** VP sonrası anterior posterior grafisi.

3. Olgu:

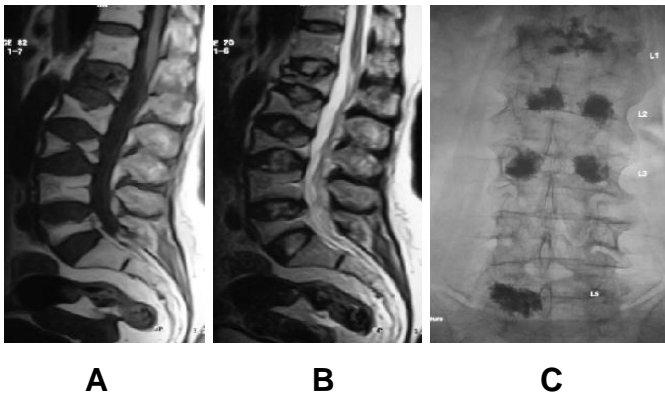
F.Ö. 54 yaşında erkek olgu. Travma öyküsü mevcut. Grade II L₁ vertebra fraktürü ve bel ağrısı şikayeti mevcut. 3B-BT ile bipediküler yaklaşımla VP uygulandı. VP öncesi VAS skoru 8, sonrası 3 olarak belirlendi.



Şekil-54: A. Non osteoporotik, travmatik grade II fraktür. STIR sagittal imaj. B. Lateral 3B sagittal reformat görüntü C. Aynı olgunun aksiyel düzlemde sementin dağılımını gösteren imaj dikkati çekmekte.

4. Olgu:

Ş.K. 60 yaşında kadın olgu. Senil osteoporoza sekonder gelişen çok sayıda grade III vertebral fraktürleri mevcut. Şiddetli bel ağrısı şikayeti var. Tek ve çift taraflı transpediküler yaklaşımla VP uygulandı. VP öncesi VAS skoru 9, VP sonrası 1 olarak belirlendi.



Şekil-55: A. Osteoporotik fraktür. T1A sagittal imaj B. T2A sagittal imaj. C. VP uygulaması sonrası anterior posterior grafi.

TARTIŞMA VE SONUÇ

VP, malign ya da benign nedenli vertebra korpus kırıklarının tedavisinde, kılavuz görüntüleme eşliğinde uygulanan bir tedavi yöntemidir. Vertebrayı güçlendirmek için, perkütan girilerek, vertebra korpusunun kemik sementi veya başka bir materyal ile doldurulması işlemine denir. VP işlemi, ilk olarak 1987 yılında Fransa'da Deramond ve ark. tarafından ağırlı bir servikal hemangioma olgusuna uygulanmıştır (1, 2). Daha sonraki yıllarda bu işlem, ağırlı osteoporotik korpus kırıklarında ve maligniteye bağlı vertebral kollaps olgularında tedavi amaçlı kullanıldı. VP işlemi ile zayıflamış vertebra korpusu kemik sementi ile doldurulurak vertebranın kompresif yüklere karşı direncinin artırılması ve ağrının azaltılması hedeflenmektedir. Son yıllarda tanı tetkiklerinin artması ve uygulama ile birlikte artan tecrübeye paralel olarak popülaritesi hızla artan VP, minimal invaziv bir tekniktir. Osteoporoz, metastatik lezyonlar ve travmaya sekonder gelişen vertebra kırıklarının prevalansının artması, uygulama sıklığını da yaygınlaştırmıştır. Bu tekniğin temelinde, akrilik enjeksiyonu ile vertebra korpusu kırıklarının stabilize olacağı ve ağrının giderileceği mantığı yatmaktadır.

Enfeksiyondan kaçınmak için steril koşulların sağlanmasına özen gösterilmelidir. Uygulama öncesinde MR kontrolü ile uygulanacak seviye belirlenir. İşlem, hasta yüzüstü pozisyonda konumlandıktan sonra, lokal anestezi ve sedoanaljezi eşliğinde, skopi ya da BT altında yapılır. Çökmüş olan vertebra gövdesine sıklıkla transpediküler yolla girilir. İşlem tek taraflı ya da iki taraflı yapılabilir. Ekstrapediküler yöntem de kullanılabilir. Gövdeye girildikten sonra, kanülün pozisyonu skopi ile hem ön-arka hem de yan projeksiyonda değerlendirilir. Pozisyondan emin olunduktan sonra kemik sementi enjekte edilir. Bu minimal invaziv teknik ile hastaların ağrıları erken sürede, yüksek oranlarla giderilmekte ve olgular bir an önce mobilize edilerek günlük yaşamlarına geri dönebilmektedir. Olgu seçimi, VP uygulamalarının başarısını direk etkileyen bir faktördür. Uygun olmayan olgulara yapılan VP işlemlerinde kötü sonuçlar alınmaktadır. VP için en yüz güldürücü sonuçlar, RG incelemede kırık saptanan bölgeye uyan noktada, palpasyonla ağrı ve

hassasiyeti olan olgularda alınmaktadır. Vertebra korpus yüksekliğinde %70'den fazla kayıp olması durumunda, VP işleminde kanülün yerleştirilmesi ve kemik sementi enjeksiyonu ile ilgili teknik güçlükler yaşanabileceği ve komplikasyon oranlarının yükseleceği bildirilmiştir. Gerçek bir vertebra plana'nın VP yöntemi ile tedavisinin olguya çok az yarar sağlayacağı, belki de hiç faydası olmayacağı belirtilmektedir. Benyamin ve ark. (117) olgu seçiminde ilk adımın fizik muayene ve direk RG inceleme olduğunu, MR ile T2A sekanslarda kırık ve vertebralarda ödem saptanacağını, eğer hala kırığın yaşı ile ilgili şüphe varsa, yağ baskılamalı sekanslarla (STIR) bu şüphenin giderilebileceğini belirtmişlerdir. Yeom ve ark. (118) fizik muayene ile lokal hassasiyet saptanan seviyelerden MR inceleme yaparak, vertebra korpusunda ödem, kanama, vakum fenomeni ile uyumlu sinyal intensite değişikliği bulunan olgulara VP uygulamışlardır. Aynı çalışmada, skleroze olmuş ve iyileşmiş vertebralarda aşırı kollaps izlenen vertebral seviyelere VP uygulamasının uygun olmadığını göstermişlerdir. VP sonrası yaşam kalitesi ile ilgili yayınlarında, Mckiernan ve ark. (119) VP için olgu seçiminde vertebradaki kırık morfolojisinden çok, ana belirleyicinin ağrı olması gerektiğini belirtmişlerdir.

Vertebral fraktürlerde MR ile kırık yaşını gösteren karakteristik sinyal intensite değişiklikleri saptanabilmektedir. MR görüntülerde T1A imajlarda hipointens, T2 STIR imajlarda hiperintens kemik iliği görünümü 2-30 gün arası kırıkları gösterir ve akut-subakut kırıklar olarak adlandırılır. İyileşmiş ya da kronik vertebral fraktürler, MR ile tüm sekanslarda, normal kemik iliğine göre izointens ya da hipointens özellik gösterirler. Bu hipointensitenin nedeni sklerozdur. Bu dönemde skleroz en iyi BT ile gösterilebilir. Özellikle radyoterapi alan metastatik çökmelerde vertebralarda skleroze görünümüne olabilmektedir. Böyle vertebralara sement enjekte etmenin oldukça zor, hatta imkansız olduğu ve bu olgulara ağrı gideriminde istenen düzeye ulaşamadığı bildirilmektedir. (91, 120). VP uygulamasının, kırığın akut veya subakut olduğu dönemde yapılmasının, işlemin sonucunu pozitif yönde etkilediği gösterilmiştir (91, 117, 120). Direk radyografilerde kompresse

olduğu saptanan vertebraları MR ile görüntüleyen Perez-Higureas ve ark. (121) MR'de anormal sinyal gösteren olgulara VP uygulamıştır.

Vertebra korpus kırıkları cinsiyet açısından kadınlarda daha fazla görülmektedir. Mckiernan ve ark. (119) yayınladıkları 46 olguluk seride, olgularının %70'inin kadın olduğunu ve kadın olguların yaş ortalamalarının, erkeklerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Heini ve ark. (93) VP ile tedavi ettikleri vertebral fraktürlü olguların %88.23'ünün kadın olduğunu ve ortalama yaşın 74 olduğunu bildirmişlerdir. 45 olguda 106 seviye VP uyguladığımız çalışmamızda, olguların %66.7'si kadınlardan oluşmaktaydı. Olguların tamamında ortalama yaş 61.8 idi. Kadınların yaş aralıkları 37-86, erkek olguların yaş aralıkları ise 19-81 olarak belirlendi.

VP, sıklıkla osteoporotik ve malignite nedenli vertebra kırıklarına uygulanmaktadır. Bunlardan, günümüzde ciddi bir halk sağlığı sorunu olan osteoporoz, kemik yapısında zayıflamaya neden olan metabolik bir kemik hastalığıdır. Aynı zamanda vertebra kompresyon kırıklarının da en sık nedenidir. Osteoporozla bağlı vertebral fraktür sıklığının belirgin şekilde arttığı, insidansının yılda 117/100 bin kişi veya 438.750 kişi/yıl olduğu bildirilmiştir (122). Vertebra kompresyon kırığı olan bir hastada yeni VKK gelişme riskinin beş kat arttığı gösterilmiştir (123). Osteoporotik vertebra kırıklarının hastada oluşturduğu en önemli yakınma ağrıdır; bu sorun nedeniyle daha önce hareketli olan hastalar yatağa bağımlı hale gelebilmektedir. Yaşlı hastalarda yatağa bağımlılığı ve morbiditeyi artıran en önemli patolojilerden biri osteoporotik vertebra kırığıdır. Bu yaralanmalar en sık torakolomber geçiş bölgesinde görülür ve en sık girişimsel işlemler bu bölgedeki kırıklara uygulanır (124, 125).

VP uygulamasında bir diğer önemli nedeni de maligniteye bağlı vertebra korpus kırıklarıdır. VP metastatik vertebra tutulumu olan hastalarda ağrı kontrolü ve vertebranın stabilitesini artırmak için uygulanan kolay ve güvenilir bir yöntemdir. Vertebral pimer ya da metastatik tümörü olan birçok hastada yaşam kalitesinin iyileşmesine katkıda bulunmaktadır. Kemik tutulumu maligniteye sekonder metastaz gelişen ikinci en sık dokudur. Kanser hastalarının %30'unda spinal bir metastaz bulunur. Kanser tipleri

arasında en sık meme, akciğer, prostat ve renal kanserler spinal metastaza neden olurlar (126, 127).

Son yıllarda kanser hastalarında yeni tedaviler ile yaşam süresinin uzaması, hayat kalitesinde artış beklentisini de beraberinde getirmiştir. Bu da ağrının yönetimini gözden geçirmemizi zorunlu kılmaktadır. Metastatik vertebra tutulumu ile oluşan litik lezyonlar bir taraftan ağrıya yol açarken, bir yandan da fraktür ve instabiliteye neden olur. Bu instabilite vertebral kolonun bütünlüğünde bozulma ile seyreden belirgin instabilite olabildiği gibi, başlangıçta problemsiz gibi görünen ama minör travma ile belirginleşen potansiyel instabilite şeklinde de olabilir (60).

VP ile vertebral stabilite sağlanırken, ağrı kontrolünün de olması ciddi bir avantajdır. Osteolitik vertebra lezyonları, hastada sıklıkla tedaviye yanıt vermeyen ağrıya neden olmaktadır. Konservatif tedavinin faydasız olduğu hastalarda açık cerrahi girişim hastanın hastanede kalış süresini uzatmakta, morbidite ve mortaliteye neden olmaktadır. Cerrahi esnasında kullanılacak implantların osteolitik yapı yüzünden olan yetmezlik riski nedeniyle VP uygulaması, her geçen gün artmaktadır. Tümör için yapılan vertebroplasti işleminde osteoporoza göre daha fazla kanamanın olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Epidural mesafesinde basısı olmayan, açık cerrahiye aday olmayan olgularlar ve ağrı kontrolünde konservatif tedavinin başarısız olduğu metastatik vertebra tutulumunda VP çok hızlı ve etkin bir şekilde ağrıyı geçirebilir. Özellikle radyoterapiye sensitif tümörlerde radyoterapi sonrası ağrı ve tümörün büyümesi kontrol altına alındığında veya yok olduğunda, tümörün vertebrada bıraktığı boşluğu doldurmak ve stabiliteyi artırmak için bu işlemlerin uygulanması önerilmektedir (68). Sağlıklı vertebrada patlama kırığı kuvvetli yüklenme altında olabilirken, metastatik nedenli infiltrate olmuş vertebra fizyolojik yük altında da olabilir. Patlama kırığı olduğunda kemik parçalarının kanala girmesiyle veya tümörün omurilik üzerindeki mekanik basısının ani artışıyla nörolojik defisit gelişebilir. Bu yüzden metastatik tutulumu olan vertebraya profilaktik vertebroplasti uygulaması gelişebilecek fraktürlerin önlenmesinde etkin olabilmektedir. (69). Bizim çalışmamızda en fazla vertebral fraktür nedeni %53.8 oranla, malign vertebral kollaps olarak

belirlendi. Malign nedenler arasında en sık neden, %26.4 görülme oranıyla multiple myelom idi. Metastatik vertebral kollaps nedenleri arasında ilk sırada meme Ca metastazı gelmekteydi (tüm vakaların %5.6'sı, malign nedenli olgularının %10.5'i). Yapılan pek çok çalışmada, sıklıkla vertebral fraktür nedeni olarak osteoporoz belirlenmiştir. Ancak bizim olgularımızda %38.7 oranla ikinci sıklıkta izlendi. Osteoporozun en sık sebepleri ise %58.5 ile senil osteoporoz ve %26.8 ile steroid kullanımına sekonder gelişen osteoporoz olarak belirlendi.

VP uygulaması için pek çok araştırmacı tarafından önerilen yöntem, bilinçli sedasyon (sedoanaljezi) ile desteklenmiş lokal anestezi (91, 93, 128, 129). Sedoanaljezi ve lokal anestezi altında VP işlemi uygulaması, genel anestezi ile ilgili risklerin ortada kaldırılması, işlem ve sementin enjeksiyonu sırasında olgu ile sözlü iletişim kurmasına olanak sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir. İşlemin süresini kısaltması ve genel anestezi ile ilişkili olası risklerin ortadan kalkması nedeniyle, ayrıca işlem sırasında olgu ile sözlü iletişim kurmamıza olanak sağladığı için çalışmamızda, sedoanaljezi ile desteklenmiş lokal anestezi yöntemi tercih edilmiştir.

VP, tek taraflı transpediküler (unipediküler) veya çift taraflı transpediküler (bipediküler) yolla uygulanabilir. Unipediküler enjeksiyon uygulanan bir çalışmada, orta hattı geçecek kadar verilen sement yeterli kuvveti sağladığı ve herhangi bir komplikasyona neden olmadığı gösterilmiştir (113). Ancak vertebra korpusunun santral vertikal aksını geçmeyecek miktarda uygulanan sement, biyomekanik olarak yeterli sayılmamalıdır. Eğer sement sadece korpusun bir yanına yayılırsa, diğer taraftan da girilerek enjeksiyon uygulanmalıdır. Aksi takdirde tek tarafın direncinin iyi olması durumunda uzun dönemde koronal planda direnci zayıf tarafa doğru omurgada bükülme riski yüksektir. Kadavra vertebra ile yapılan bir biyomekanik çalışmada ise unipediküler ve bipediküler yöntem karşılaştırılmıştır (114). Bu iki yöntem arasında osteoporotik vertebra korpusunda kuvvet ve sertlik oluşturması açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tatmin edici sonuca ulaşabilmek için önemli olan, stabilizasyon sağlayacak kadar sementin verilmesidir. Transpediküler

yaklaşımın yanında ekstrapediküler yaklaşım da uygulanabilir. T₈ ve üzeri seviyelerdeki vertebralarda, korpus ve pedikül ilişkisinin farklı olması nedeniyle ekstrapediküler yol önerilmektedir (91, 130, 131). Belirtilen seviyelerde pedikül yerleşimlerinin, vertebra korpusu ile neredeyse dik açı yapacak şekilde olması nedeniyle, transpediküler giriş esnasında spinal kanala girme olasılığı vardır (117).

Pediküler yapının uygun olması nedeni ile VP işlemi çoğunlukla lomber ve torakal bölgede kullanılırken, servikal bölgede pediküler yapının oldukça ince olması ve vertebral arterlerle yakın komşuluğu nedeni ile sık kullanılan bir teknik olmamıştır. Feydy, anterolateral girişimle perkütan vertebroplasti tekniğini geliştirirken, Mont'Alverne aynı girişimle üst servikal vertebroplasti de yapılabileceğini göstermiştir (67, 126, 127). Teknik, perkütan yapılabileceği gibi mini açık teknikler ile de yapılabilmektedir (117). Anterolateral ve transoral yolla ve posterior yoldan üst servikal bölgeye ulaşılabileceği gösterilmiştir (132, 133). Serimizde VP uygulanan en sık vertebra seviyesi sıklık sırasına göre % 19.8 oranla L₁, % 16.2 ile T₁₂, %12.3 ile L₂ şeklindeydi. Bizim seride vertebral kolonun en proksimalinde uygulanabilen VP seviyesi T6 idi. Olgulara sıklıkla bipediküler yaklaşım tercih edilmiştir (%54.8). %45.2 olguda ise unipediküler yaklaşım uygulandı. VP işlemi %71 oranında tek seansta tamamlandı. Ancak %24.6 oranında olgulara ikinci seans, %4.4 oranında ise üçüncü seans VP işlemi yapıldı.

VP uygulamasında kemik sementi olarak kullanılacak ideal biyomalzeme; enjekte edilebilir, kolay elde edilir, kolay uygulanabilir, uygun akışkanlıkta, yüksek radyopak özelliklere sahip, uzun sertleşme süresine sahip, sertleşme sırasında fazla ısı üretmeyen, biyolojik olarak kendini enjekte edildiği dokuya adapte edebilen, biyolojik olarak aktif, düşük maliyetli olmalıdır. Tüm dünyada yaygın olarak PMMA kullanılmaktadır. Şu anda, PMMA dışında bu amaçla kullanılabilecek diğer biyomalzemeler, kompozit kemik sementleri ve kalsiyum fosfat kemik sementleridir. Verlaan ve ark. (90) kalsiyum fosfat sementlerinin, süregen torklara ve makaslama kuvvetlerine direncinin, akrilik esaslı PMMA kemik sementlerine oranla daha düşük olduğunu belirtmiştir. Vertebra korpusuna enjekte edilebilecek uygun PMMA

miktarı 3-8ml arasında değişmektedir. Mehbod ve ark. (92) kemik sementi tipinin, miktarının ve uygulamanın, yapıldığı vertebra hacminin en az %15'i kadar olması gerektiğini vurgulamaktadır. Vertebranın 3.5 ml kemik sementi ile istenilen sertliği sağlayacağı belirtilmiştir. Heini ve ark. (93) gerekenden daha az miktarda kemik sementi enjeksiyonunun, rekürren fraktürlere neden olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmalarında, ortalama 5.9 ml kemik sementi enjeksiyonu ile istenen direncin sağlandığını, 2.5 ml enjeksiyon yaptıkları bir vertebrada ise tekrar çökme olduğunu belirtmişlerdir. Cheng-Ta ve ark. (134) yaptıkları çalışmada, 4 ml sementin ağrının azalması ve iyi bir klinik sonuç elde etmede yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalarla, lomber vertebralara 3-5 ml, torasik vertebralara 2-3 ml ve servikal vertebralara ise 1-2 ml sementin yeterli olduğu, vertebrada uygun kuvvet ve sertlik oluşturduğu gösterilmiştir (116). Serimizin tamamında, yüksek viskoziteli radyopak kemik sementi kullanılmıştır. Yüksek viskoziteli sementlerle daha iyi klinik sonuçlar bildirilmektedir (87). Çalışmamızda her bir vertebra korpusuna, ortalama 3-6.5 ml. arasında PMMA uygulaması yapılmıştır.

VP ile ilişkili komplikasyonlar değişen oranlarda görülse de genellikle bu komplikasyonların klinik öneminin olmadığı görülmektedir. VP ile ilişkili komplikasyonlar başlıca kosta kırıkları, sement kaçakları, pedikül kırıkları, nörit ve enfeksiyondur. En çok korkulan, spinal kanala sement kaçağıdır. Önemli komplikasyonlardan birisi de korpus dışına sementin sızmasıdır. En sık karşılaşılan ise, intervertebral disk aralığına kaçaktır. İntervertebral disk mesafesine sement kaçağının komşu vertebraların biyomekaniğini bozduğu ve yeni kırıkların oluşmasına zemin hazırladığı öne sürülmüştür (135).

Sement kaçağının azaltılmasında ve komplikasyonların önlenmesinde en önemli basamak uygun radyolojik tetkiklerin tamamlanması ile kırık anatomisinin iyi anlaşılması ve doğru hasta seçimidir. Sement uygulanmasının skopi eşliğinde basamak basamak takip edilmesi ve sementin uygun kıvama geldiği zaman enjekte edilmesi kaçağın önlenmesinde yararlıdır. Komplikasyonlar en sık, PMMA'nın seviyeye göre %2-73 oranında vertebral korpusun dışına çıkması ile olmaktadır (106). VP yapılan seviyeye bağlı komplikasyonlar, %0-17 arasında değişirken,

hasta bazında oranlar (çoklu seviye tutulumu olduğu için) %0-33 civarındadır (107). Sement kaçağı genel olarak VP olgularının %65'inde (%30-73) bildirilmektedir (108, 109). Metastatik vertebradan kaçak osteoporotiklerden daha çok olup, %85.7'e çıkmaktadır (111, 112). 21 olguda 29 seviyeye VP uygulaması yapan Schmidt ve ark. (136) VP sonrası sement kaçaklarını incelemiştir. Yan RG ile %34, ön-arka ve yan RG ile %48 oranında saptanabildiğini bildirmişlerdir. BT ile yapılan incelemeler sonucunda kemik sementi kaçaklarını belirleme oranını %66-74 olarak saptamışlardır. 137 olguya 205 seviye VP uygulayan Vasconcelos ve ark. (137) serisinde %25,4 komplikasyon belirtmiş, bunun %16,6 oranında paravertebral venöz yapılara sement kaçağı, %8,8 oranında ise intervertebral disk mesafesine sement kaçağı olduğunu bildirmişlerdir. Mckiernan ve ark. (119) çalışmasında 66 olgunun 10'unda (%15) kemik sementi kaçağı saptanmıştır. 10 olgunun 8'inde diske, 1 olguda segmenter venöz yapılara, 1 olguda ise çevre yumuşak dokulara kaçak olduğunu, ancak bu kaçakların hiç birinin klinik bulgu vermediğini belirtmişlerdir. Çoğu çalışmalarda küçük sement kaçaklarının anlamlı olmayıp, tedavinin bir komplikasyonu kabul edilmemektedir (110, 111). Komşu vertebralarda oluşan kırıklar, intervertebral disk aralığına sement kaçağı olan olgularda daha sık görülmüştür (138). Bu komplikasyon, VP sonrası osteoporozun tıbbi tedavisi ve özellikle bifosfonatlar ile antiresorptif tedavi uygulanan hastalarda azaltılmaktadır (139). Bizim çalışmamızda komplikasyon, toplamda %18.8 oranında gelişti. Bunlar arasında paravertebral venöz yapılara kaçak %7.5 oranla en sıklıkla. %6.6 oranında intervertebral disk aralığına, %1.9 oranında paravertebral yumuşak dokuya, %1.9 oranında ciltaltı yumuşak dokuya PMMA kaçağı izlendi. VP uygulamasında en çok korkulan komplikasyonlardan birisi olan pulmoner sement embolisi 1 olgumuzda (%0.9) gözlemlendi. Ancak gerek işlem sırasında ve gerekse işlem sonrası dönemdeki takiplerinde olguda semptom saptanmadı. Olgularımızda spinal kanala kemik sementi kaçağı izlenmedi.

PMMA toksisitesi nedeniyle tek seansta iki veya daha fazla segmente VP yapılması sıklıkla önerilmemektedir (140). Bir çalışmada tek seansta 4 ve

üzeri segmente yapılan enjeksiyonlarda komplikasyonlar bildirilmemiştir (141). Bununla beraber 4 ve daha fazla segmente enjeksiyon gerektiren olguların tüm VP işlemleri arasında %10'u geçmediği ve nadir durumlarda gerekirse yapılabileceği de bildirilmiştir (85, 141). Çalışmamızda bir seansta en fazla 6 seviyeye VP uygulandı. Bir olguya en fazla yapılan VP seviye sayısı 10 idi ve toplamda 3 seansta gerçekleştirildi.

VP ile vertebral kollapsa bağlı gelişen ağrıda belirgin azalma olmaktadır. VP uygulaması ile ağrının nasıl ortadan kalktığı ile ilgili birkaç teori mevcuttur. VP sonucunda enjekte edilen sement sayesinde, vertebra korpusu daha stabil hale gelmektedir. Böylece vertebranın trabeküler mikrofraktürlerin ve mikrohareketlerin engellenmesi sağlanmaktadır. Ayrıca PMMA maddesinin polimerizasyonu sırasında oluşan ekzotermik reaksiyonu ile sementin direk nörotoksik etki gösterdiği belirtilmiştir. Nörotoksik etki sayesinde interosseöz ve periosteal sinir uçlarının ve nosiseptörlerin tahrip olması sayesinde, ağrının azaltıldığı tezi öne sürülmüştür (80).

VP sonrası tedavi etkinliğinin bir belirteci olan ağrıdaki azalmayı göstermede, VAS skoruması sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Grados ve ark. VP sonrası ağrının gerileme düzeyini VAS kullanarak değerlendirmişler ve işlemi takiben birinci ayda ağrı puanları ortalama 8,0'dan 3,7'ye gerilediğini saptamışlardır (142). Mckiernan ve ark. (119) VP yöntemi ile vertebral kırığı bulunan 66 olguyu takip etmişler ve VAS yöntemi ile ağrının 7,7'den 2,8'e gerilediğini bildirmişlerdir. Perez-Higueraz ve ark. (143) çalışmasında ise, işlem öncesi ağrı skoru 10 üzerinden ortalama 9,1 iken, işlemden 72 saat sonra ortalama 2,1 olarak ölçülmüş, işlemden 5 yıl sonra ise 2,2 olarak bildirilmiştir. 41 olguda 63 seviye vertebraya VP uygulaması yapan Kallmes ve ark. (130) ortalama 28 günlük takipte VP öncesi VAS değerinin 9,7 VP sonrası ise 2,7 olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Zoarski ve ark. (144), Kaufman ve ark. (100), McGraw ve ark. 100 olguluk serilerinde (145), Fournay ve ark. 56 olguluk serilerinde (68), Heini ve ark. (93), Peh ve ark. 310 seviyelik uygulamalarında (146) Cotten ve ark. (113) da yaptıkları çalışmalarda, VP'yi takiben ağrı derecesinde belirgin azalma olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda, VP öncesinde tüm vakaların VAS skoruması

ortalama 8,39 idi. VP sonrası bu değer 2,05 olarak ölçüldü. Unipediküler VP uyguladığımız olgularda VAS skoru 2,3'e bipediküler uygulama yaptığımız olgularda ise VAS skorunun 1,84'e gerilediği saptandı. Ağrının %76 oranında azaldığı belirlendi. Bu veriler ışığında VAS skorlarında, VP işlemi sonrasında, VP öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı azalma olduğu saptanmıştır ($p<0.001$). Ayrıca, unipediküler ve bipediküler yaklaşımların ağrıyı azaltma üzerinde, istatistiksel açıdan anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$). Maliyet ve işgücü ile radyasyona maruz kalma durumları da göz önünde bulundurulduğunda, VP uygulamalarında unipediküler yaklaşım genellikle yeterlidir.

Bazı araştırmalarda VP sonrasında % 10' lara varan başarısızlık ve ağrının devamı bildirilmiştir. (57, 103-106). Deramond, başarısızlık durumunda sorgulanması gereken noktanın, hasta seçimi olduğunu vurgulamıştır (147). Serimizde tüm VP uygulamalarımız, başarıyla gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda, 19 olguda (%42,2) anjio cihazının Dyna CT ve 3B-BT yazılımlarından faydalanıldı. Özellikle travmatik, ileri derecede vertebral kollapsı ve rotoskolyozu bulunan olgularda, fragmante vertebra kırığı olan, T8 ve üzeri vertebralar ile L5 vertebraya yönelik VP uygulamalarında, bu donanımlar kullanıldı.

Sonuç olarak VP, malign ya da benign nedenli vertebral kollaps vakalarında, uygun olgu seçimi, titiz ve hassas teknik ve malzemeler kullanıldığı sürece vertebranın stabilize olmasını sağlayan, vertebra içi kemiğin kuvvetlendirilmesine yönelik etkili, kolay ve güvenilir bir işlemdir. Vertebra fraktüründen kaynaklanan ağrının giderilmesinde, kişinin hayat kalitesinin artırılmasında, analjezik ihtiyacını asgariye indirilmesinde ve kırığa sekonder gelişebilecek komplikasyonların önüne geçilebilmesi açısından oldukça etkin bir yöntemdir.

Son yıllarda VP uygulaması sırasında, Dyna CT ve 3B-BT gibi yeni donanım ve yazılımlarla desteklenmiş biplan anjio cihazları kullanıma sunulmuştur. VP işlemlerini bu cihazlar eşliğinde yaptık. Bu durum, çalışmamızı güçlü kılmaktadır. GGY'nin VP işleminin uygulama kolaylığını

artırdığını, işlemin uygulama süresini kısalttığını, tek seansta birden fazla seviyeye VP uygulamasını mümkün kıldığını ve gelişebilecek olası komplikasyon risklerini de azalttığını düşünmekteyiz. İşlem süresinin kısalması, olguların ve VP uygulaması yapan hekimlerin, maruz kaldıkları radyasyon dozu miktarını azaltacaktır.

Elde ettiğimiz verilerle, literatürdeki konvansiyonel yöntemler eşliğinde VP işlemlerini karşılaştırdığımızda, çalışmamızın güçlü yönleri vardır. Örneğin, bipediküler yaklaşımla VP işlemi yaptığımız olgularda, VP sonrası VAS skorlarının, literatür verilerine göre düşük çıkması, bunun bir kanıtı olabilir. Ayrıca yapılan literatürdeki çalışmalara göre komplikasyon oranlarımızın düşüklüğü de bu tezi destekler niteliktedir. Daha önceki uygulamalarda, VP işlemi için kontrendikasyon olarak kabul edilen vakalar, Dyna CT ve 3B-BT gibi donanım ve yazılımlarla desteklenmiş biplan anjio cihazlarının kullanıma girmesiyle, rölatif kontrendikasyon, hatta endikasyon haline gelebilir. Örneğin, pek çok araştırmacı %70 ve üzeri vertebral fraktürlerde, VP işleminin kontrendike olduğunu belirtmektedir. Çalışmamızda %70'in üzerinde vertebral yükseklik kaybı bulunan, ayrıca rotoskolyozu bulunan ve giriş açısını ayarlama da problem yaşanan olgulara VP işlemini başarıyla gerçekleştirdik. Literatürde GGY'lerinin, konvansiyonel yöntemlerle uygulanan VP uygulamaları ile karşılaştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Konvansiyonel yöntemlerle GGY'lerinin yeni ve uzun serili çalışmalarıyla karşılaştırılması ve etkinliğinin ortaya konulması gerekmektedir.

Gelecekte yeni ve daha donanımlı skopi cihazları ve uygulama teknikleri yanında, kullanılan VP malzemelerinin geliştirilmesi ile uygulayıcıların tecrübelerinin artması sayesinde, VP işlemi daha güvenilir hale gelecektir. VP'nin yanı sıra; vertebra, intervertebral disk ve paravertebral yumuşak dokulara yönelik diğer işlemler (posterior stabilizasyon, diskektomi, vertebral RF ablasyon vs.) de GGY sayesinde, yakın gelecekte, daha güvenilir bir şekilde yapılabileceği kanısındayız.

KAYNAKLAR

1. Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. Preliminary not on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty. *Neurochirurgie* 1987;33:166-8.
2. Cotton A, Boutry N, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty: state of the art. *Radiographics* 1998;18:311-20.
3. Arıncı K, Elhan A. *Anatomi*. Ankara: Güneş Kitabevi; 1997. 74-81.
4. Netter FH. *The Netter Collection of Medical Illustrations Nervous System*. New York: Elsevier Saunders; 2007. 11-3.
5. Snell RS (Çeviri: M. Yıldırım). *Klinik Anatomi*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 1997. 822-6.
6. Gardner-Gray-O'rahilly. *Anatomy a regional study of human structure*. London; 1986. 544-51.
7. Taveras JM, Ferrucci JT. *Radiology diagnosis-imaging-intervention*. Philadelphia, 1990;110:2-13.
8. Djindijan R, Hürth M, Houdart R. *L'angiographie de la moelle e'pinriere*. Angiography of the spinal cord. Paris, 1970. 1-13.
9. Mathis JM. *Image – Guided Spine Interventions*. Springer –Verlag Inc. New York; 2004. 15-26.
10. Denis F. Spinal instability as deined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop* 1984;189: 65-76.
11. White A III, Panjabi M. *Clinical Biomechanics of Spine*, 2nd edition. Philadelphia: JB Lippincott; 1990.
12. Myklebust J, Pintar F, Yoganandan N, et al. Tensile strength of spinal ligaments. *Spine* 1988;13:526-31.
13. Holdsworth H. Fracture, dislocations and fracture-dislocation of spine *J Bone J Surg (Br)* 1963;45:6-20.
14. Cusick J, Yoganandan N, Pintar F, et al. Biomechanics of sequential lumbar posterior surgical alteration. *J Neurosurg* 1992;76:805-11.
15. Panjabi M, Hausfeld J, White A. Biomechanical study of ligamentous stability of thoracic spine in man. *Acta Orthop Scand* 1981;52:315-26.
16. Yoganandan N, Ray G, Pintar F, et al. Stiffness and strain energy criteria to evaluate threshold of injury to intervertebral joint. *J Biomech* 1989;22:135-42.
17. Kazarian L, Graves G. Compression strength characteristics of human vertebral centrum. *Spine* 1977;2:1-14.
18. Prasad P, King A, Ewing C. Role of articular facets during acceleration. *J Appl Mech* 1974; 41: 321-6.
19. Pintar F, Yoganandan N, Pesigan M, et al. Cervical vertebral strain measurements under axial and eccentric loading. *J Biomech Eng* 1995;117:474-8.
20. Andriacchi T, Schultz A, Belythschko T, et al. Model for studies of mechanical interactions between the human spine and rib cage. *J Biomech* 1974;7:497-507.

21. Bouxsein ML. Bone quality: where do we go from here? *Osteoporos Int* 2003;14(Suppl 5):118-27.
22. Bouxsein ML. Biomechanics of age-related fractures. In: Marcus R, Feldman D, Kelsey J (eds). *Osteoporosis*. 2nd Edition. Volume 1. San Diego: Academic Press; 2001. 509-31.
23. Turner CH. Biomechanics of bone: determinants of skeletal fragility and bone quality. *Osteoporos Int* 2002;13:97-104.
24. Friedman AW. Important determinants of bone strength. Beyond bone mineral density. *J Clin Rheumatol* 2006;12:70-7.
25. Mosekilde L. Iliac crest trabecular bone volume as predictor for vertebral compressive strength, ash density and trabecular bone volume in normal individuals. *Bone* 1988;9:195-9.
26. Keaveny TM, Morgan EF. Biomechanics of trabecular bone. *Annu Rev Biomed Eng* 2001;3:307-33.
27. Bouxsein ML. Determinants of skeletal fragility. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2005;19:897-911.
28. Lotz J, Cheal EJ. Stress distributions within the proximal femur during gait and falls: implications for osteoporotic fracture. *Osteoporos Int* 1995;5:252-61.
29. Nevitt MC, Cummings SR. Type of fall and risk of hip and wrist fractures: the study of osteoporotic fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Am Geriatr Soc* 1993;41:1226-34.
30. Keller TS. Predicting the compressive mechanical behavior of bone. *J Biomech* 1994;27:1159-68.
31. Resch A, Schneider B. Risk of vertebral fractures in men: relationship to mineral density of the vertebral body. *Am J Roentgenol* 1995;164:1447-50.
32. Silva MJ, Gibson LJ. Modeling the mechanical behavior of vertebral trabecular bone: effects of age-related changes in microstructure. *Bone* 1997;21:191-9.
33. Van der Linden JC, Homminga J. Mechanical consequences of bone loss in cancellous bone. *J Bone Miner Res* 2001;16:457-65.
34. Martin B. Aging and strength of bone as a structural material. *Calcif Tissue Int* 1993;53(Suppl 1):34-40.
35. Ruff C, Hayes W. Subperiosteal expansion and cortical remodeling of the human femur and tibia with aging. *Science* 1982;217:945-7.
36. Boivin G, Meunier PJ. Changes in bone remodeling rate influence the degree of mineralization of bone. *Connect Tissue Res* 2002;43:535-7.
37. Schaffler M. Role of bone turnover in microdamage. *Osteoporos Int* 2003;14(Suppl 5):73-80.
38. Burr D. Microdamage and bone strength. *Osteoporos Int* 2003;14(Suppl 5):67-72.
39. Atik OS, Günal, Korkusuz F. Burden of osteoporosis. *Clin Orthop Rel Res* 2006;443:19-24.
40. Steindler A. Osteoporosis. *Clin Orthop Related Res* 2006;443:3-9.
41. Kessenich C. Management of osteoporotic vertebral fracture pain. *Pain Management Nursing* 2000;1:22-6.

42. Cullum JD, Ell PJ, Ryder JP. X ray dual photon absorptiometry: A new method for the measurement of bone density. *BJR* 1989;62:587-92.
43. Melton LJ, Chrischilles EA, Cooper C, et al. How many women have osteoporosis? *J Bone Miner Res* 1992;7:1005-10.
44. Genant HK, Cooper C, Poor G, et al. Interim report and recommendations of the World Health Organization task-force for osteoporosis. *Osteoporos Int* 1999;10:259-64.
45. Johnell O, Kanis J. Epidemiology of osteoporotic fractures. *Osteoporos Int*. 2005;16:3-7.
46. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, et al. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: A population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. *J Bone Miner Res* 1992;7:221-7.
47. Truemes E, Hilibrand A, Vaccaro AR. Percutaneous vertebral augmentation. *Spine J*. 2004;4:218-29.
48. Pradhan BB, Bae HW, Kropf MA, et al. Kyphoplasty reduction of osteoporotic vertebral compression fractures: Correction of local kyphosis versus overall sagittal alignment. *Spine* 2006; 31: 435-41.
49. Jalava T, Sarna S, Pylkkanen L, et al. Association between vertebral fracture and increased mortality in osteoporotic patients. *J Bone Miner Res* 2003;18:1254-60.
50. Klotzbeucher CM, Ross PD, Landsman PB, et al. Patients with prior fracture have an increased risk of future fracture: Summary of the literature and statistical synthesis. *J Bone Miner Res* 2000;15:721-7.
51. Lindsay R, Silverman SL, Cooper C. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA* 2001;285:320-3.
52. Cooper C, Atkinson EJ, Jacobsen SJ, et al. Population-based study of survival after osteoporotic fractures. *Am J Epidemiol* 1993;137:1001-5.
53. Vogt TM, Ross PD, Palermo L. Vertebral fracture prevalence among women screened for the fracture intervention trial and a simple clinical tool to screen for undiagnosed vertebral fractures. *Mayo Clin Proc* 2000;75:888-96.
54. Kanis JA, Delmas P, Burckhart P, et al. Guidelines for diagnosis and management of osteoporosis. The European Foundation for Osteoporosis and Bone Disease. *Osteoporos Int* 1997;7:175-90.
55. Watts NB, Harris ST, Genant HK. Treatment of painful osteoporotic vertebral fracture with percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty. *Osteoporos Int* 2001;12:429-37.
56. Builjat G, Perovic D. Treatment of osteoporotic fractures of the spine. *Arh Hig Rada Toksikol* 2007;58:49-54.
57. Amoretti N, Hovorka I, Marcy PY, et al. Aortic embolism of cement: A rare complication of lumbar percutaneous vertebroplasty. *Skeletal Radiol* 2007;36:685-7.
58. Armsen N, Boszczyk B. Vertebro/kyphoplasty history, development, results. *Eur J Trauma* 2005;5:433-41.
59. Baroud G, Heini P, Nemes J, et al. Biomechanical explanation of adjacent fractures following vertebroplasty. *Radiology* 2003;229:606-7.

60. Wenger M, Markwalder TM. Surgically controlled, transpedicular methyl methacrylate vertebroplasty with fluoroscopic guidance. *Acta Neurochir* 1999;141:625–31.
61. Wong D, Fornasier V, MacNab I. Spinal metastases: The obvious, the occult, and the imposters. *Spine* 1990;15:1–4.
62. Schachar NS: An update on the nonoperative treatment of patients with metastatic bone disease. *Clin Orthop* 2001;382:75–81.
63. Mut M, Schiff D, Shaffrey ME. Metastasis to nervous system: spinal epidural and intramedullary metastases. *J Neurooncol* 2005;75:43-56.
64. Wong D, Fornasier V, MacNab I. Spinal metastases: The obvious, the occult, and the imposters. *Spine* 1990;15:1–4.
65. Wise JJ, Fischgrund JS, Kerkowitz HN, et al. Complication, survival rates, and risk factors of surgery metastatic of the spine. *Spine* 1999;24:1943–51.
66. Diamond TH, Champion B, Clark WA. Management of acute osteoporotic vertebral fractures: a nonrandomized trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy. *Am J Med* 2003;114:257-65.
67. Evans AJ, Jensen ME, Kip KE, et al. Vertebral compression fractures: pain reduction and improvement in functional mobility after percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty retrospective report of 245 cases. *Radiology* 2003;226:366-72.
68. Fourny DR, Schomer DF, Nader R, et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients. *J Neurosurg* 2003;98:21-30.
69. Whyne C, Hu SS, Lotz J. Parametric finite element analysis of vertebral bodies affected by tumors. *J Biomech* 2001;34:1317–24.
70. Cemil B, Durdağ E, Töngge M. Metastatik spinal tümörler. *Türk Nöroşirurji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Bülteni* 2007;36:9
71. Tschirhart CE, Roth SE, Whyne CM. Biomechanical assessment of stability in the metastatic spine following percutaneous vertebroplasty: effects of cement distribution patterns and volume. *J Biomech* 2005;38:1582–90.
72. Tzermiadianos MN, Zindrick MR, Patwardhan AG, Katonis PG, Hadjipavlou AG. The Safety and Effectiveness of Percutaneous Vertebroplasty and Kyphoplasty in Osteoporotic Fractures and Tumors. *World Spine Journal* 2007;2:64-94
73. Genant HK, Wu CY, Van Kuijk C, Nevitt MC. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *J Bone Miner Res* 1993;8:1137-48
74. Erdine S: Ağrı mekanizmaları ve ağrıya genel yaklaşım. In: Erdine S: Ağrı 3.baskı. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul; 2007. 37-49
75. Parris WCV. Recent trends and future in pain management. In: Raj PP (ed). *Practical management of pain*. 2nd edition. Mosby Year Book, Philadelphia; 1992. 1005.

76. Gracely RH. Methods of testing pain mechanisms in normal man. In: Wall PD, Melzack R (eds). Textbook of pain. Singapore: Churchill Livingstone; 1989. 257.
77. Alexander JI, Hill RG. Pain, the size and measure of the problem, Postoperative Pain Control, Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Boston; 1987. 6.
78. Williams M. Some psychological aspects of pain, Pain Control, Edit By J Latham, The Lisa Sainsbury Foundation Series, Austen Cornish Publishers Limited, Berks; 1987. 37.
79. Lorish CD, Maisiak R: The Face Scale: a brief nonverbal method for assessing patient mood. Arthritis and Rheumatism 1986;29:906-9.
80. Rao RD, Singrakhia MD. Painful osteoporotic vertebral fracture (current concept review). J Bone Joint Surg (Am) 2003;85-A:2010-22.
81. Esener Z. Ağrının ölçülmesi.Klinik Anestezi, Logos Yayıncılık T.A.Ş. İstanbul; 1991. 655.
82. Chapman CR, Syrjala KL. Measurement of Pain, the Management of pain. Edited By JJ Bonica 2nd ed. Vol 1, Lea&Febiger, Philadelphia, London; 1991. 580.
83. Bird HA, Dixon JS. The measurement of pain. Bailliere's Clinical Rheumatology; Ontario. 1987.71.
84. Logas WG, El-Bai N, El-Ganzouri A, et al. Continuous thoracic epidural analgesia for postoperative pain relieve, following thoracotomy, A randomized prospective study. Anesthesiology 1987;67:787-91.
85. Watanabe S, Kayama K. Visual analogue pain scale with convenient digitizer, Anesthesiology 1989;71:481-2.
86. Hentschel SJ, Burton AW, Fourney DR, et al. Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty performed at a cancer center: refuting proposed contraindications J Neurosurg Spine 2005;2:436-40.
87. Tanrıverdi YZ, Ulcay Y. Lif takviyeli PMMA kemik çimentosunun mekanik özelliklerinin incelenmesi. Bitirme tezi. 2010. 15-7.
88. Mathis JM. Procedural techniques and materials: Tumors and osteoporotic fractures. Mathis JM, Deramond H, Belkoff SM (Eds.) Percutaneous vertebroplasty. 1st ed. New York: Springer-Verlag Inc; 2002. 81-107.
89. Heini PF, Berlemann U. Bone substitutes in vertebroplasty. Eur Spine J 2001;10:205-13.
90. Verlaan JJ, Öner FC, Slootweg PJ, Verbout AJ, Dhert WJA. Histologic changes after vertebroplasty. J Bone Joint Surg 2004;86-A:1230-8.
91. Deramond H, Dion JE, Chiras J. Complications. In: Mathis JM, Deramond H, Belkoff SM (Eds.) Percutaneous vertebroplasty. 1st ed. Springer-Verlag Inc, New York; 2002. 165-74.
92. Mehdod A, Aunoble S, Le Huec JC. Vertebroplasty for osteoporotic spine fracture: prevention and treatment. Eur Spine J 2003;12 Suppl 2:155-62.
93. Heini PF, Walchli B, Berlemann U. Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: operative technique and early results. Eur Spine J 2002;9:445-50.

94. AGS Panel on Chronic Pain in Older Persons: The management of chronic pain in older persons. *J Am Geriatr Soc* 1998;46:635-51
95. Bostrom MP, Lane JM. Future directions: Augmentation of osteoporotic vertebral bodies. *Spine* 1997;22:38-42.
96. Belkoff SM, Maroney M, Fenton OC, Mathis JM. An invitro biomechanical evaluation of bone cements used in percutaneous vertebroplasty. *Bone* 1999;25:23-6.
97. Murphy, K.J., Deramond H., Percutaneous vertebroplasty in benign and malignant disease. *Neuroimaging Clin N Am*, 2000;10:455-535.
98. Diamond TH, Bryant C, Browne L, Clark WA. Clinical outcomes after acute osteoporotic vertebral fractures: A 2-year non-randomised trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy. *Med J Aust*. 2006;184:113-7.
99. Hoffmann RT, Jakobs TF, Trumm C, Weber C, Glaser C, Reiser MF: Vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body fracture. *Eur Radiol*. 2007;17:2656-62.
100. Kaufmann TJ, Jensen ME, Schweickert PA. Age of fracture and clinical outcomes of percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2001;22:1860-3.
101. Karlsson MK, Hasserijs R, Gerdhem P, Obrant KJ, Ohlin A. Vertebroplasty and kyphoplasty; new treatment strategies for fractures in the osteoporotic spine. *Acta orthopaedica*. 2005;76:620-7.
102. Cotten A, Boutry N, Cortet B. Percutaneous vertebroplasty: State of the art. *Radiographics*.1998;18:311-20.
103. Lin EP, Ekholm S, Hiwatashi A, Westesson PL. Vertebroplasty: Cement leakage into the disc increases the risk of new fracture of adjacent vertebral body. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2004;25:175-80.
104. Jang JS, Lee SH, Jung SK. Pulmonary embolism of polymethylmethacrylate after percutaneous vertebroplasty: A report of three cases. *Spine*. 2002;27:416-8.
105. Lee BJ, Lee SR. Paraplegia as a complication of percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate: A case report. *Spine*. 2002;27:419-22.
106. Padovani B, Kasriel O, Brunner P, et al. Pulmonary embolism caused by acrylic cement: a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999;20:375-7.
107. Cortet EB, Cotton A, Boutry R. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: an open prospective study. *J Rheum* 1999;26:222–8.
108. Douglas A, Linville II. Vertebroplasty and Kyphoplasty. *Southern Medical J* 2002;95:583-7.
109. Phillips FM, Wetzel FT, Lieberman T, et al. An in vivo comparison of the potential for extra vertebral cement leak after vertebroplasty and kyphoplasty. *Spine* 2002;19:2173-8.
110. Barr JD, Mathis JM, Barr MS, et al. American College of Radiology Standard for the Performance of Percutaneous Vertebroplasty. *ACR* 2001:345-52.

111. Mousavi P, Roth S, Finkelstein J, et al. Volumetric quantification of cement leakage following percutaneous vertebroplasty in metastatic and osteoporotic vertebrae. *J Neurosurg* 2003;99(Suppl 1): 56–9.
112. Ratliff J, Nguyen T, Heiss J. Root and spinal cord compression from methylmethacrylate vertebroplasty. *Spine* 2001;26:300–2.
113. Cotten A, Dewatre F, Cortet 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;200:525–30.
114. Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, Levine AM, Belkoff SM. Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures. *Spine* 1999;24:1772-6.
115. Barr JD, Barr MS, Lemley TL, McCann RM. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 2000;25:923-8
116. Belkoff SM, Mathis JM, Jasper LE, Deramond H. The biomechanics of vertebroplasty. The effect of cement volume on mechanical behaviour. *Spine* 2001;26:1537-41.
117. Benyamin R, Vallejo R. Vertebroplasty. Techniques in regional anesthesia and pain management 2005;9:62-7.
118. Yeom JS, Kim WJ, Choy WS et al. Leakage of cement in percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic compression fractures. *J Bone Joint Surg (Br)* 2003;85-B:83-9.
119. Mckiernan F, Faciszewski T, Jensen R. Quality of life following vertebroplasty. *J Bone Joint Surg (Am)* 2004;86:2600-6.
120. Stallmeyer MJB, Zoarski GH. Patient evaluation and selection. In: Mathis JM, Deramond H, Belkoff SM (Eds). *Percutaneous vertebroplasty*. 1st ed. New York: Springer-Verlag Inc; 2002. 41-59.
121. Perez-Higueras A, Alvarez L, Rossi RE, Quinones D, Al-Assir I. Percutaneous vertebroplasty: long term clinical and radiological outcome. *Neuroradiol* 2002;44:950-4.
122. Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton LJ. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota, 1985-1989. *J Bone Miner Res* 1992;7:221-7.
123. Ross PD, Davis JW, Epstein RS, Wasnich RD. Pre-existing fractures and bone mass predict vertebral fracture incidence in women. *Ann Intern Med* 1991;114:919-23.
124. Cook DJ, Guyatt GH, Adachi JD, et al. Quality of life issues in women with vertebral fractures due to osteoporosis. *Arthritis Rheum* 1993;36:750-6.
125. Silverman SL. The clinical consequences of vertebral compression fracture. *Bone* 1992;13(Suppl 2):27-31.
126. Martin JB, Gailloud P, Dietrich PY, et al. Direct transoral approach to C2 for percutaneous vertebroplasty. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2002;25(6):517-9.

127. Mont'Alverne F, Vallee JN, Cormier E, et al. Percutaneous vertebroplasty for metastatic involvement of the axis. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005;26:1641-5.
128. Hide IG, Gangi A. Percutaneous vertebroplasty: history, technique and current perspectives. *Clin Radiol* 2004;59:461-7.
129. Jensen ME, Avery JE, Mathis JM, et al. Percutaneous polymethylmetacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *Am J Neuroradiol* 1997;18:1897-904.
130. Kallmes DF, Schweickert PA, Marks WF, Jensen ME. Vertebroplasty in the mid and upper thoracic spine. *Am J Neuroradiol* 2002;23:1117-20.
131. Moreland DB, Landi MK, Grand W. Vertebroplasty techniques to avoid complications. *Spine J* 2000;1:66-71.
132. Reddy AS, Dinobile D, Orgeta JE, Peri N. Transoral approach to CT-guided C2 interventions. *Pain Physician* 2009;12:253-8.
133. Tong FC, Cloft HJ, Joseph GJ, Rodts GR, Dion JE. Transoral approach to cervical vertebroplasty for multiple myeloma. *AJR Am J Roentgenol* 2000;175:1322-4.
134. Cheng-Ta H, Jui-Ming S, Shih-Youeng C, Ming-Ying L, Da-Tong J. Pain Relief in Patients Treated With Percutaneous Vertebroplasty: An Evaluation Cement Volume. *J Neurol Sci* 2008;25:266-271.
135. Voggenreiter G. Balloon kyphoplasty is effective in deformity correction of osteoporotic vertebral compression fractures. *Spine* 2005;30:2806-12.
136. Schmidt R, Cakir B, Mattes T, et al. Cement leakage during vertebroplasty: an underestimated problem? *J Eur Spine* 2005;14:466-73.
137. Vasconcelos C, Gailloud P, Beauchamp NJ, Heck DV, Murphy KJ. Is percutaneous vertebroplasty without pretreatment venography safe? Evaluation of 205 consecutive procedures. *Am J Neuroradiol* 2002;23:913-7.
138. Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, Pfiefer BA, Pazianos AG, Choi IS. Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. *Radiology*. 2003;226:119-24.
139. Kim SH, Kang HS, Choi JA, Ahn JM. Risk factors of new compression fractures in adjacent vertebrae after percutaneous vertebroplasty. *Acta Radiol*. 2004;45:440-5.
140. Peters KR, Guiot BH, Martin PA, Fessler RG. Vertebroplasty for osteoporotic compression fractures: current practice and evolving techniques. *Neurosurgery* 2002; 51 (Suppl 5):96–103.
141. Amar AP, Larsen DW, Esnaashari N, et al. Percutaneous transpedicular polymethylmethacrylate vertebroplasty for the treatment of spinal compression fractures. *Neurosurgery* 2001;49:1105–15.
142. Grados F, Depriester C, Cayrolle G. Long term observations vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatology (Oxford)*. 2000;39:1010-4.

143. Perez-Higueras A, Alvarez, L, Rossi RE, et al. Percutaneous vertebroplasty: long-term clinical and radiological outcome. *Neuroradiol* 2002; 44: 950-954.
144. Zoarski GH, Snow P, Olan WJ. Percutaneous vertebroplasty for osteoporotic compression fractures: Quantitative prospective evaluation of long-term outcomes. *J Vasc Interv Radiol*. 2002;13:139-48.
145. McGraw JK, Lippert JA, Minkus KD, et al. Prospective evaluation of pain relief in 100 patients undergoing percutaneous vertebroplasty: results and follow-up. *J Vasc Interv Radiol* 2002;13: 883-6.
146. Peh WG, Gilula LA, Peck DD, Percutaneous vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral body compression fractures. *Radiology* 2002;223:121-6.
147. Deramond H, Depriester C, Galibert P: Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate: Technique, indications, and results. *Radiol Clin North Am*. 1998;36:533-46.

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca örnek aldığım, bizlerden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Ercan Tuncel'e, tezimin hazırlanmasında, nöroradyoloji ve girişimsel radyoloji eğitimime büyük katkısı bulunan Doç. Dr. Bahattin HAKYEMEZ'e, tezimi oluşturmamda bana yardımcı olan Doç. Dr. Cüneyt ERDOĞAN'a ve radyoloji eğitimim sırasında bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım değerli hocalarım Prof. Dr. Müfit PARLAK, Prof. Dr. M. Yurtkuran SADIKOĞLU, Prof. Dr. Gürsel SAVCI, Prof. Dr. Uğur TOPAL, Prof. Dr. Zeynep YAZICI, Doç. Dr. Naile BOLCA TOPAL, Yrd. Doç. Dr. Nalan YILDIRIM ve Yrd. Doç. Dr. Gökhan GÖKALP'e teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma, tüm radyoloji teknisyenlerine ve personeline teşekkürler.

Beni her zaman destekleyen ve hep yanımda olan sevgili eşim Sibel GÖK İNECİKLİ'ye, dünyalar tatlısı kızlarım Melike ve Zübeyde Kübra'ya, bu günlere gelmemde büyük emekleri olan, her türlü fedakarlığı ve özveriyi gösteren canım annem Zübeyde İNECİKLİ'ye, saygıdeğer babam Veli İNECİKLİ'ye, kıymetli abim Emre ve değerli kardeşim Harun'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

ÖZGEÇMİŞ

15.02.1976 yılında, Bursa'nın Karacabey ilçesinde doğdum. İlköğrenimimi Gemlik 100. Yıl İlkokulu'nda bitirdim.

Orta ve lise öğrenimimi 1987-1995 yılları arasında, İstanbul Kartal Anadolu İmam Hatip Lisesi'nde tamamladım.

1995 yılında, Erzurum Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde başladığım yüksek öğrenimimi 2001 yılında bitirdim.

2001-2003 yılları arasında, Çorum İli Boğazkale İlçesi Evren Kasabası'nda pratisyen hekimlik yaptım.

2003-2004 yılları arasında, Erzincan İli sınırlarında bulunan bağlı birlikte, yedek subay olarak askerlik vazifemi yerine getirdim.

2004 yılı Ağustos ayında, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimime başladım.

2005 yılı Eylül ayında tekrar uzmanlık sınavına girerek, Kasım ayından itibaren Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda radyoloji uzmanlığı eğitimime başladım ve halen devam etmekteyim.

9 yıllık evli ve iki kız çocuk babasıyım.