

## OSTEOPOROTİK VERTEBRA KOMPRESYON KIRIKLARININ EKSTRAPEDİKÜLER VERTEBROPLASTİ İLE TEDAVİSİ

### EXTRAPEDICULAR VERTEBROPLASTY IN THE TREATMENT OF OSTEOPOROTIC VERTEBRA COMPRESSION FRACTURES

Cenk ÖZKAN\*, Ömer Sunkar BIÇER\*, Mahir GÜLŞEN\*\*, M. Serkan ZAIMOĞLU\*

#### ÖZET:

**Amaç:** Osteoporotik vertebra kompresyon kırıklarında ekstrapediküler vertebroplasti ile tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi.

**Materyal ve Metot:** Osteoporotik vertebra kompresyon kırığı tanısıyla ekstrapediküler vertebroplasti uygulanan, bir yıl ve üzerinde takip edilen 47 hasta çalışmaya alınmıştır. Hastaların 29'u (% 61,7) kadın, 18'i (% 38,3) erkek olup, yaş ortalaması 66,9 idi (38-87). Toplam 74 seviyeye vertebroplasti uygulanmıştır. Hastaların ağrı skorları, analjezik gereksinimi ve mobilizasyon kapasitesi değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** VAS, analjezik gereksinimi, mobilizasyon kapasitesinde ameliyat sonrası

erken dönemde başlayan ve bir yıllık takipte devam eden anlamlı iyileşme saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Yapılan işlemlerle ilgili herhangi bir komplikasyon görülmemiştir.

**Sonuç:** Perkütan ekstrapediküler vertebroplastinin osteoporotik vertebra kompresyon kırıklarının tedavisinde transpediküler yöntem alternatif, güvenli ve etkin bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Osteoporoz, osteoporotik vertebra kırığı, vertebroplasti, ekstrapediküler.

**Kanıt Düzeyi:** Düzey III, retrospektif klinik çalışma

(\* ) Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD, Balcalı, ADANA.

(\*\* ) Ortopedia Özel Hastanesi, ADANA.

**Yazışma Adresi:** Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Balcalı, ADANA.

**Tel:** 0 (505) 262 24 94

**e-mail:** cenkozkan@cu.edu.tr

**SUMMARY:**

**Purpose:** Evaluation of extrapedicular vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures.

**Materials and Methods:** Forty seven patients (29 female, 18 male) who underwent extrapedicular vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures with a minimum follow-up of one year were included in the study . Average age was 66.9 years (range 38-87). 74 levels were operated. Pain scores, analgesic need and mobilization capacity were evaluated.

**Results:** Significant improvement was observed in VAS, analgesic need, and

*mobilization capacity at the early postoperative period that persisted at one year follow-up ( $p < 0,001$ ). No complication related to the procedure occurred.*

**Conclusion:** Percutaneous extrapedicular vertebroplasty is a safe and effective method, alternative to transpedicular vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures.

**Key Words:** Osteoporosis, osteoporotic spinal fractures, vertebroplasty, extrapedicular.

**Level of evidence:** Level III, retrospective clinical study.

## GİRİŞ:

Osteoporoz, artan yaş ortalaması ile birlikte giderek daha sık karşılaşılan bir toplum sağlığı sorunudur. Uluslararası osteoporoz vakfına göre, dünyada 200 milyon insan osteoporotik vertebra kırığı riski altındadır <sup>(1)</sup>. Vertebra kompresyon kırıkları kronik ağrı ve deformiteye yol açmakta, buna bağlı depresyon, pulmoner fonksiyon ve yaşam kalitesinde azalma gibi nedenlerle mevcut osteoporozun daha da ilerlemesine ve ciddi morbiditeye neden olmaktadır <sup>(2)</sup>.

Osteoporotik vertebra kırıklarının konservatif tedavisinde immobilizasyon, nonsteroid veya narkotik analjezikler kullanılmaktadır <sup>(3,4)</sup>. Hastanın günlük faaliyetlerine dönme sürecini kısaltabilmek ve süreci daha ağrısız hale getirebilmek için konservatif yaklaşım dışında farklı yöntemlerin arayışı doğmuştur.

Perkütan vertebroplasti, Galliberd ve Deramond'un 1987'de vertebra korpusunda yerleşimli hemanjiom tedavisi için tanımladığı minimal invaziv terapötik bir işlemdir. Burada spinal iğne ile transpediküler yolla floroskopi eşliğinde PMMA (polimetilmetakrilat) uygulaması tarif edilmiş, son yıllarda bu yöntem osteoporotik vertebra kırıkları ile ilişkili ağrının tedavisinde, multipl miyelom, lenfoma ve metastatik lezyonların tedavisinde de yaygınlaşmıştır <sup>(5,6)</sup>. İlk tanımlandığında transpediküler yaklaşımın tarif edilmesi nedeniyle, ekstrapediküler yaklaşım literatürde daha az bildirilmiş, yöntemin güvenilirliği ve etkinliği konusunda sınırlı sayıda çalışma yayınlanmıştır <sup>(7-9)</sup>. Bu çalışmada, osteoporotik vertebra kırıklarının tedavisinde uygulanan perkütan ekstrapediküler vertebroplasti sonuçları incelenecektir.

## MATERYAL VE METOT:

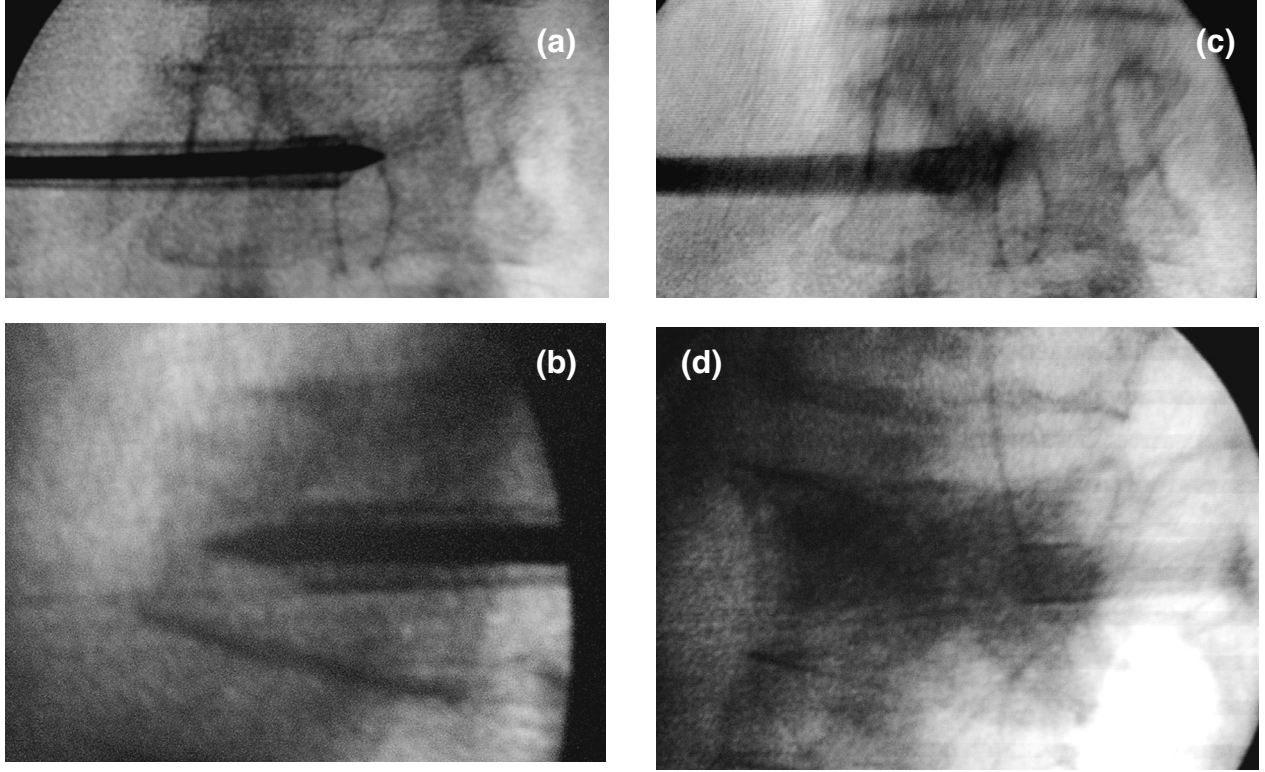
Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğine 2004-2008 yılları arasında osteoporotik vertebra kırığı nedeniyle başvuran, şiddetli sırt ve bel ağrısı olup, yaşam kalitesi olumsuz olarak etkilenmiş, konservatif tedaviden fayda görmeyen, bir yıl ve üzerinde takip edilen 47 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

Hastaların 29'u (% 61,7) kadın, 18'i (% 38,3) erkektir. Yaş ortalaması 66,9 dur <sup>(38- 87)</sup>. Etik kurul onayı ve aydınlanmış onam alındıktan sonra ekstrapediküler yolla perkütan vertebroplasti sonuçlarını değerlendirmek üzere ağrı, analjezik gereksinimi ve mobilizasyon kapasitesi incelenmiştir.

Tanımda anteroposterior ve lateral direkt grafipler kullanılmıştır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemi ile tanılar netleştirilmiştir. Spinal kanal darlığı, kord basısı varsa saptanacak şekilde ayrıntılı görüntülenme sağlanmıştır. Osteoporozla ilgili vertebra patolojik kırığı kemik dansitometri ve işlem esnasında alınan biyopsi ile doğrulanmıştır. MRG'de ödem saptanması halinde, olayın akut olduğu düşünülmüştür.

Vertebroplasti, floroskopi eşliğinde lokal anestezi (prilokain) ile ekstrapediküler yolla, kanüller yardımıyla vertebra korpusları içine düşük viskoziteli polimetilmetakrilat verilerek, toplam 74 seviyeye uygulanmıştır (Şekil-1.a-d).

Operasyon öncesi antibiyotik profilaksisi yapılmamıştır. Hastalar indirekt redüksiyon amacıyla yüzükoyun pozisyonunda steril olarak örtülmüştür. Torasik vertebralarda kostotransvers eklemin en az 1 cm solundan, lomber vertebralarda transvers çıkıntı lateral 1/3 kısmı en az 1 cm solundan mini insizyon yapılarak, floroskopi eşliğinde 11 numara trokar veya vertebroplasti iğnesi ile girilmiştir.



**Şekil-1.a-b.** Ekstrapediküler vertebroplasti aşamaları. Kanül yerleşimi ve biyopsi, **c-d.** Sement dolumu esnasında floroskopik görüntü

İşlem esnasında biyopsi alınmıştır. Tek taraflı perkütan ekstrapediküler vertebroplasti uygulanmıştır (Şekil-2.a-e). Her seviye için 1-5 ml polimetilmetakrilat (PMMA) enjekte edilmiştir. Operasyon esnasında nörolojik durum takibi yapılmıştır. İşlem sonrasında hastalar aynı gün mobilize edilmiş ve PA akciğer grafisi, anteroposterior ve lateral vertebra direkt grafileri değerlendirilmiştir. Tüm hastalar işlem sonrası 1. günde taburcu edilmiştir. Hastalar ameliyat sonrası 1. hafta, 1. ve 3. aylarda kontrole çağırılarak, 12. ayda telefon ile ulaşılarak veriler elde edilmiştir.

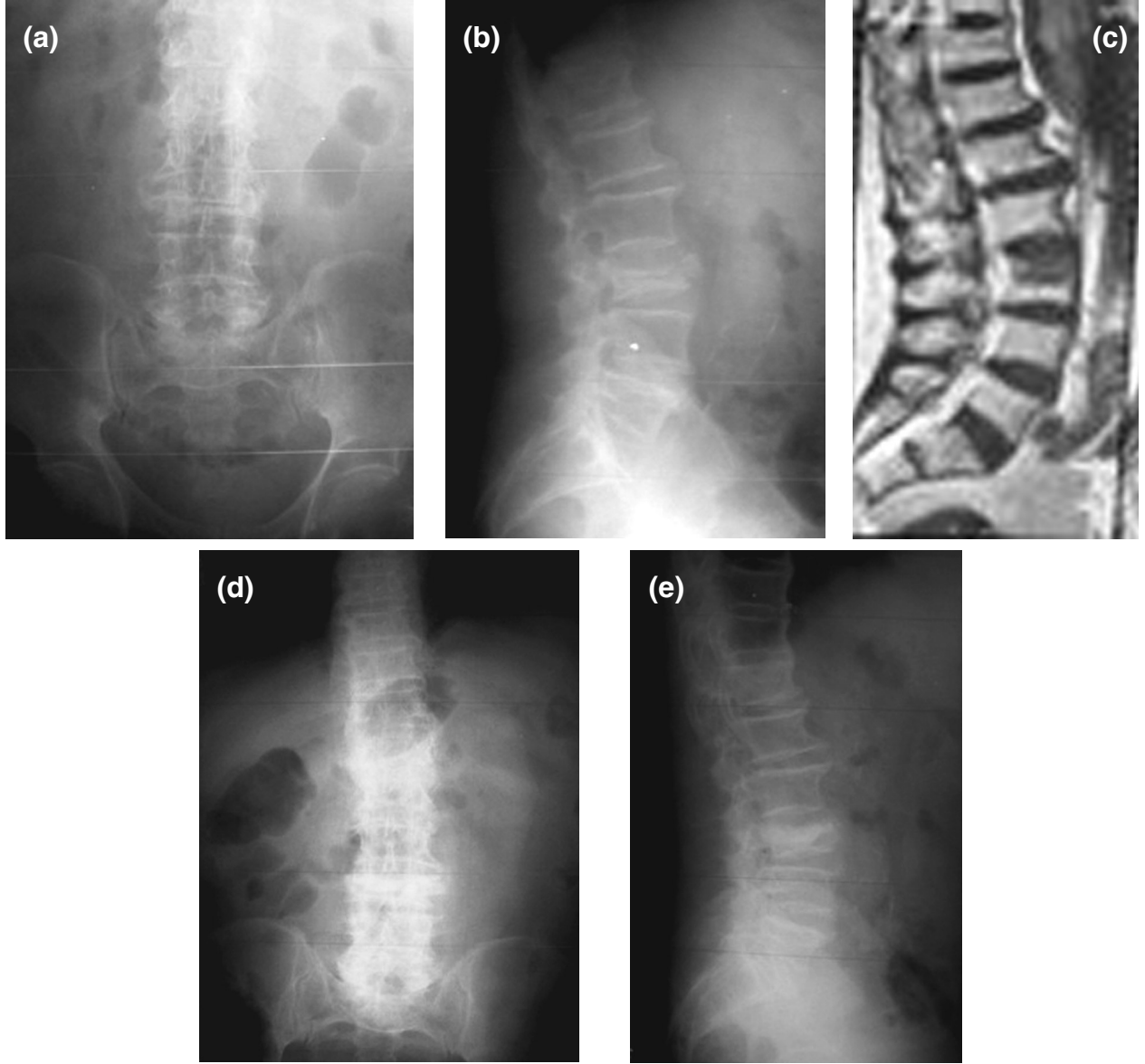
VAS (vizüel ağrı skalası), vizüel analog skalada hastanın ağrısını 0 ve 10 arasında, 10 hayatında gördüğü en ciddi ağrı olmak üzere derecelendirmesi belirli aralıklarla kaydedilmiştir. Mobilizasyon kapasitesi, işlem öncesi ve sonrası analjezik gereksinimleri

istatistik incelemesi SPSS 17 programıyla, tekrarlı ölçümler analizi yapılarak değerlendirilmiştir.

### SONUÇLAR:

Hastalara ait veriler Tablo-1 ve 2'de özetlenmiştir. En sık osteoporotik vertebra kırığı T12 ve L1 seviyesinde izlenirken, 29 (% 61,7) hastaya bir, 10 (% 21,3) hastaya 2, yedi (% 14,9) hastaya 3, bir (% 2,1) hastaya 4 seviye vertebroplasti uygulanmıştır (Şekil-3).

Osteoporotik vertebra kırığı nedeniyle vertebroplasti uygulanan hastalarda operasyon sonrasında ağrı ilk 24 saatte belirgin iyileşme olduğu görülmüştür. Ağrı nedeniyle yatağa bağımlı olan hastalar, aynı gün mobilize edilmiştir. VAS değerlendirmesinde ameliyat öncesi çok yüksek ağrı skorları olan hastaların,



**Şekil-2.a-c.** 77 yaşında, erkek hasta, L3 kompresyon kırığı. Vertebroplasti öncesi direkt grafi ve MRG incelemesi. **d-e.** Ekstrapediküler vertebroplasti sonrası direkt grafileri.

ameliyat sonrası birinci hafta, bir ay, üç ve 12 aylarındaki değerlerinin belirtilen her süre arasında anlamlı değişme olacak şekilde azaldığı saptanmıştır ( $p<0,001$ , Tablo-2, Şekil-4).

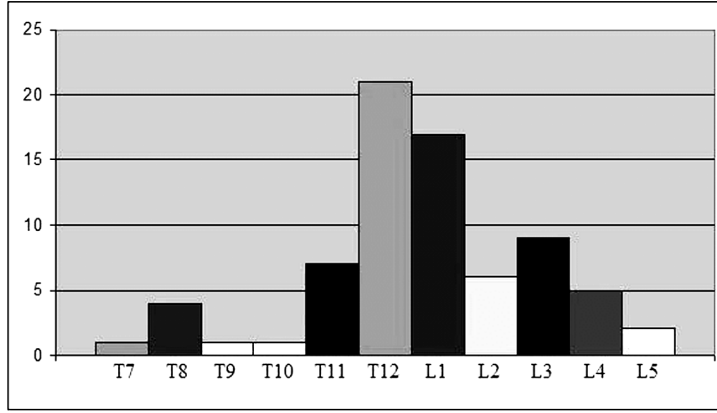
Yaş dağılımları ve ağrı düzeyleri değerlendirildiğinde iki cinsiyet arasında anlamlı fark bulunmadığı belirlenmiştir.

Hastaların ameliyat öncesi, ameliyat sonrası erken dönemde, birinci, üçüncü ve on ikinci

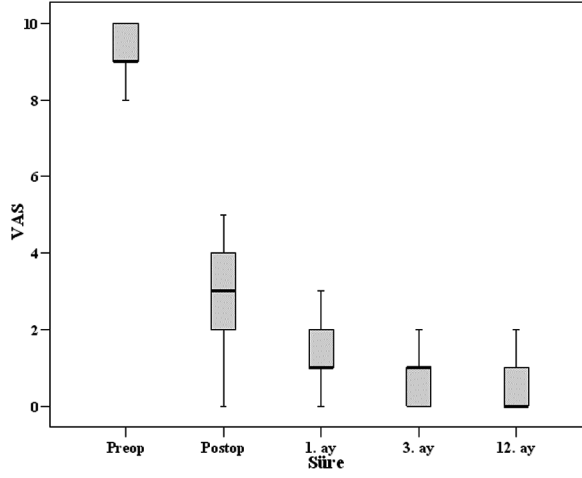
aylarda yapılan değerlendirmelerde, ağrı kesici kullanma gereksiniminin de azaldığı ve mobilizasyonun arttığı görülmüştür ( $p<0,001$ , Tablo-2, Şekil-5). Hiçbir hastada işlemle ilgili komplikasyon gözlenmemiştir.

#### **TARTIŞMA:**

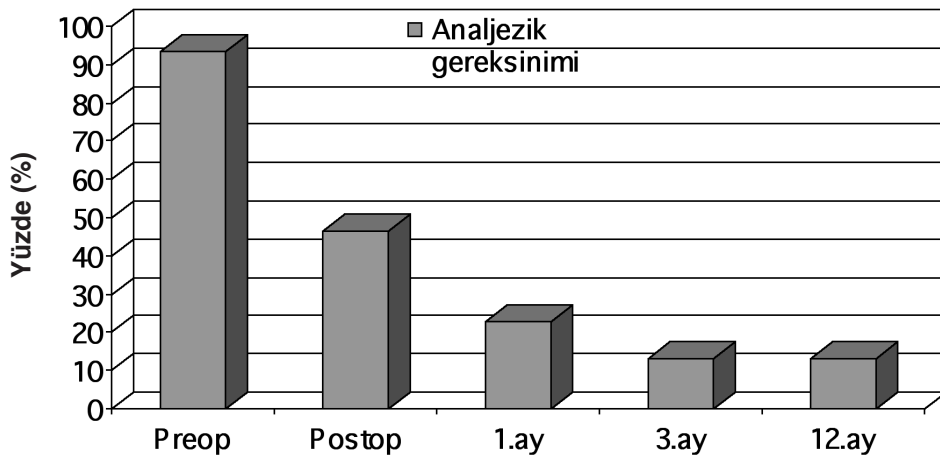
Osteoporotik vertebra kompresyon kırıklarının tedavisinde konservatif yaklaşım,



Şekil-3. Osteoporotik vertebra kırık yerleşimi.



Şekil-4. Vertebroplasti öncesi ve takiplerdeki VAS.



Şekil-5. Analjezik gereksinimi.

**Tablo-1.** Hastaların vizüel analog skala ile değerlendirilmesi.

	Preop	Postop	Postop 1 ay	Postop 3 ay	Postop 12 ay	P süre
VAS	9,32 ± 0,76	2,85 ± 1,37	1,51 ± 1,14	0,89 ± 0,91	0,55 ± 0,80	< 0,001
	$P_{\text{preop-postop}} < 0,001$		$P_{\text{postop-postop1ay}} < 0,001$	$P_{\text{postop1-3 ay}} < 0,001$	$P_{\text{postop3-12 ay}} < 0,001$	

**Tablo-2.** Mobilizasyon şekli ve analjezik gereksinimi.

Mobilizasyon Şekli	Preop%	Postop%	Postop 1 ay%	Postop 3 ay%	Postop 12 ay%
1. Ağrısız normal mobilizasyon	0	46,8	80,9	89,4	91,5
2. Ağrılı normal mobilizasyon	38,3	51,1	14,9	6,4	4,3
3. Korse, brace, walker mobilizasyon	36,2	2,1	2,1	2,1	2,1
4. Tekerlekli sandalye ile mobilize	8,5	0	2,1	2,1	2,1
5. Yatağa bağımlı	17,0	0	0	0	0
<b>Analjezik gereksinimi</b>	<b>93,6</b>	<b>34,0</b>	<b>19,1</b>	<b>14,9</b>	<b>14,9</b>

ancak sınırlı bir hasta grubunda etkili olabilmektedir <sup>(10)</sup>. Perkütan vertebroplasti, ağrı kontrolü sağlanması, hastanın en kısa sürede günlük yaşantısına dönebilmesi için, minimal invazif ve ağrının anlamlı şekilde dindirilebildiği bir yöntemdir <sup>(4,6,10,11)</sup>. Perkütan vertebroplasti % 80-90 olguda, kısmi veya tam ağrı kontrolünü sağlar ve ağrıdaki düzelme enjeksiyon sonrası ilk 72 saat içinde ortaya çıkar <sup>(6)</sup>. Vertebroplastinin ağrıyı azaltma mekanizması bilinmemektedir. Genel kanı vertebroplastide kullanılan PMMA'nın mikro kırıkları stabilize etmesi ve sinir uçlarının desensitizasyonu ile olduğu yönündedir. Ağrının azalma oranı ile verilen çimento miktarı arasında ilişki gösterilememiştir <sup>(11)</sup>. Çimentonun donma sırasında çevreye yaydığı ısı ile kemik nekrozu yapma olasılığı da sık olarak tartışılan bir konudur.

Togawa ve arkadaşları <sup>(12)</sup> yaptıkları histolojik incelemede, kemik ve çimentonun doğrudan temasının olmadığı, arada ince bir fibröz membran bulunduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada ekzotermik reaksiyon ile oluşması beklenen oranda kemik nekrozunun

oluşmadığını, oluşmuş olsa bile remodele olduğu ileri sürülmüştür. Oluşabilecek ısı hasarını engellemek amacıyla izotermik kemik çimentosu kullanılması da önerilmektedir. Etki mekanizması, tartışmalı olmakla birlikte, klinik sonuçlar, yüksek oranda başarılıdır <sup>(1-20)</sup>.

Transpediküler yol, perkütan vertebroplastide tarif edilen, güvenle uygulanan bir yöntem olmasına karşın, ekstrapediküler tekniğin, bu yönetime göre bazı avantajları mevcuttur. Transpediküler yaklaşımda, genellikle iki taraflı girişim yapılırken, ekstrapediküler yaklaşımda tek taraflı girişim yeterlidir.

Ekstrapediküler yaklaşımda iğne vertebra korpusunun merkezine, transpediküler yaklaşıma göre daha fazla açıldırılarak yollanabilir ve bir defalık enjeksiyonda korpusun daha kolay doldurulmasını sağlar. Bu yaklaşımda iğnenin giriş yolu korpus lateralinde kalmakta, böylece çimento yerleştirilmesi esnasında küçük (dar) pediküllerde de rahatlıkla uygulanabilmektedir <sup>(5)</sup>.

Özellikle üst ve orta torakal vertebralarda, çapı dar ve dikey konumlu pediküller nedeniyle vertebroplasti kanülünün cisim merkezine yönlendirilmesi mümkün değildir. Ekstrapediküler yaklaşım, geniş giriş açısı sayesinde transpediküler yaklaşıma göre cisim merkezine daha rahat, güvenli ve isabetli bir şekilde ulaşılmasını sağlar <sup>(8)</sup>. Doğrudan merkeze ulaşıldığı için işlem tek taraflı yapılmasına rağmen yeterli dolum sağlanır. Ekstrapediküler yaklaşımda karşı tarafa çimento dağılımı, daha az olmakla birlikte etkinliği aynıdır.

Tohmeh ve arkadaşları, osteoporotik kadavra lomber vertebralara transpediküler çimento uygulamaları sonrasında yaptıkları biyomekanik çalışmada, tek veya çift taraflı yapılan vertebroplastilerin dayanıklılığı arasında anlamlı fark gözlemediklerini bildirmişlerdir <sup>(2)</sup>.

Ekstrapediküler yaklaşım, pnömotoraks ve nörovasküler yaralanma yönünden de güvenli bir işlemdir. Çimento kaçağı perkütan vertebroplastinin komplikasyonları arasında oldukça sık bildirilmektedir <sup>(5,7,13,14)</sup>. Patlama kırıklarında kırık hattından spinal aralığa çimento sızabilmesi nedeniyle posterior duvar sağlamlığının radyolojik olarak belirlenmesi hem kifoplasti hem de vertebroplasti öncesinde önerilmektedir. Stoffel ve arkadaşları <sup>(13)</sup> tarafından kifoplasti uygulanan osteoporotik çökme ve patlama kırıklarını inceleyen çalışmada, bu oran % 28 olarak bildirilmiş, çimento sızmasının engellenmesi için yüksek viskoziteli ve daha az miktarda çimento kullanılması önerilmiştir. Ryu ve ark. <sup>(7)</sup> tek taraflı ekstrapediküler kifoplastinin, transpediküler kifoplastiye göre daha az invazif olup, benzer sonuçlar verdiğini bildirmişler, perkütan vertebroplastinin kontrolsüz basınç uygulaması ve düşük viskoziteli çimentonun nöral kanala

kaçması ve pulmoner emboli yapma ihtimali bulunması nedeniyle ekstrapediküler yaklaşımın daha güvenli olduğunu ifade etmişlerdir.

Heini ve Orlor <sup>(14)</sup> vertebroplastide özellikle düşük viskoziteli çimento kullanıldıysa sızmanın kifoplastiye nazaran daha sık görüldüğünü bildirmişlerdir. Sonuçta yüksek viskoziteli çimento kullanımı ve daha geniş çaplı kanüllerin kullanılması, çimento enjeksiyonu esnasında uygulanması gereken basıncı düşürmekte ve daha az çimento kaçışına neden olmaktadır. Serimizde, yüksek viskoziteli çimento kullanılmasının yanında, ekstrapediküler yaklaşımla daha geniş kanül kullanımı ve tek taraftan, nöral yapılara daha uzak mesafede çalışılması nedeniyle kanal içerisine çimento kaçışı veya nörolojik komplikasyona rastlanmamıştır.

Perkütan vertebroplastinin sık olarak bildirilen komplikasyonlarından birisi, komşu vertebra kompresyon kırığıdır <sup>(3-6,12,15-17,21)</sup>. Müdahale edilmeyen osteoporotik vertebra kırıklarında ilk bir yıl içinde komşu vertebralarda yeniden kırık görülme oranı % 19 olup, bunlardan ancak % 23'ünün semptomatik olduğu bildirilmiştir <sup>(21)</sup>.

Kifoplasti sonrasında tekrar kırık görülme oranı % 3-29 arasında, vertebroplasti sonrasında ise % 12-52 oranlarında bildirilmektedir <sup>(12,15-17,21)</sup>. Çalışmamızda hastalar 12 ay süreyle takip edilmiş, bu süre sonunda komşu vertebralarda kırık olduğuna dair hiçbir hastada geri bildirim olmamıştır. Hastaların yaş ortalamalarının göreceli olarak düşük olması, ameliyat sonrası osteoporozu yönelik medikal tedavi uygulanması ve son takipte radyolojik inceleme yapılmamış olması nedeniyle bu durumun yorumlanması tartışmalıdır. Daha uzun takipli ve radyolojik incelemelerle yeni kırık oluşumunun değerlendirildiği bir çalışma planlanmaktadır.



Osteoporotik vertebra kompresyon kırığı ile oluşan postür bozukluğunun ilerlemesi akciğer ve bazen gastrointestinal fonksiyonların bozulmasına neden olur. Vertebroplasti, kifotik deformiteyi düzeltmemesine rağmen, yeni kırık ve dinamik instabilite olgularında, hastaya pozisyon verilerek, kırık redüksiyonu sonrasında kazanılan vertebra cisim yüksekliği vertebroplasti ile doldurulan çimento ile korunabilir <sup>(14)</sup>.

Kifoplastinin kifotik deformiteyi düzeltici etkisi vertebroplastiyle kıyaslandığında avantaj gibi görünmektedir. Heini ve Orlor <sup>(14)</sup> vertebroplastinin deformite düzelmesine katkıda bulunmadığını, olduğu pozisyonda dondurduğunu ifade etmekte iken, ağrı azalması ve hareket artışı açısından, kifoplasti ve vertebroplastinin etkilerinin eşit olduğu saptanmıştır.

Vertebroplasti transpediküler veya ekstrapediküler yollardan hangisi tercih edilirse edilsin, ağrının giderilmesi, mobilizasyon yeteneğinin tekrar kazandırılabilmesi açısından son derece etkili yöntemlerdir. Ekstrapediküler yaklaşım, özellikle pediküllerde girişimi zorlaştıran herhangi bir durumda önem kazanmaktadır. Nörovasküler komplikasyonlar açısından oldukça güvenli bir yöntemdir. Tek taraflı uygulanması ameliyat süresi, morbiditeyi ve maliyeti azaltır. Transpediküler yaklaşıma göre hem hasta, hem de sağlık personeli daha az ışına maruz kalır. Sonuç olarak, bu çalışmanın verileri ışığı altında perkütan vertebroplastinin, vertebra kompresyon kırıklarının, konservatif tedaviye yanıtının yetersiz olduğu durumlarda, transpediküler yöneme alternatif, güvenli ve etkin bir yöntem olduğu fikri elde edilmiştir.

#### KAYNAKLAR:

1. Masala S, Ciarrapico AM, Konda D, Vinicola V, Mammucari M, Simonetti G. Cost-effectiveness of percutaneous vertebroplasty in osteoporotic vertebral fractures. *Eur Spine J* 2008; 17(9): 1242-1250.
2. Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton MS, Levine AM, Belkoff SM. Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures. *Spine* 1999; 24: 1772-1776.
3. Gill JB, Kuper M, Chin PC, Zhang Y, Schutt R. Comparing pain reduction following kyphoplasty and vertebroplasty for osteoporotic vertebral compression fractures. *Pain Physician* 2007; 10: 583-590.
4. McGraw K, Lippert JA, Minkus KD, Rami PM, Davis TM, Budzik RF. Prospective evaluation of pain relief in 100 patients undergoing percutaneous vertebroplasty: results and follow-up. *J Vasc Interv Radiol* 2002; 13: 883-886.
5. Yang S, Chen W, Yu S, Tu Y, Kao Y, Chung K. Revision strategies for complications and failure of vertebroplasties. *Eur Spine J* 2008; 17: 982-988.
6. Heo DH, Chin DK, Yoon YS, Kuh SU. Recollapse of previous vertebral compression fracture after percutaneous vertebroplasty. *Osteoporos Int* 2009; 20(3): 473-480.
7. Ryu K, Park C, Kim M, Kim D. Single balloon kyphoplasty using far-lateral extrapedicular approach. Technical note and preliminary results. *J Spinal Disord Tech* 2007; 20: 392-398.
8. Papadopoulos EC, Edobor-Osula F, Gaedner MJ, Shindle MK, Lane JM. Unipedicular balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: early results. *J Spinal Disord Tech* 2008; 21(8): 589-596.
9. Yalnız E, Çiftdemir M. Percutaneous vvertebroplasty: Experience with the extrapedicular route. *The Journal of Turkish Spinal Surgery* 2007; 18(4): 9-12.

10. Barr JD, Barr SM, Lemley TJ, McCann RM. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 2000; 25(8): 923-928.
11. Tomycz ND, Gerszten PC. Minimally invasive treatments for metastatic spine tumors: Vertebroplasty, kyphoplasty and radiosurgery. *Neurosurg Q* 2008; 18: 104-108.
12. Togawa D, Bauer TW, Lieberman IH, Takikawa S. Histologic evaluation of human vertebral bodies after vertebral augmentation with polymethyl methacrylate. *Spine* 2003; 28: 1521-1527.
13. Stoffel M, Wolf I, Ringel F, Stürer C, Urbach C, Meyer B. Treatment of painful osteoporotic compression and burst fractures using kyphoplasty: a prospective observational design. *J Neurosurg Spine* 2007; 6:313-319.
14. Heini PF, Orler R. Kyphoplasty for treatment of osteoporotic vertebral fractures. *Eur Spine J* 2004; 13:184-192.
15. Fribourg D, Tang C, Sra P, Delamarter R, Bae H. Incidence of subsequent vertebral fracture after kyphoplasty. *Spine* 2004; 29(20): 2270-2276.
16. Grados F, Depriester C, Cayrolle G, Hardy N, Deramond H, Fardellone P. Long-term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatology* 2000; 39:1410-1414.
17. Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, Pflieger BA, Pazianos AG, Choi IS. Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. *Radiology* 2003; 226: 119-124.
18. Kawanishi M, Morimoto A, Okuda Y, Satoh D, Matsuda N, Itoh Y, Handa H. Percutaneous vertebroplasty for vertebral compression fracture. Indication, technique, and review of the literature. *Neurosurg Q* 2005; 15: 172-177.
19. Chang WS, Lee S, Choi WG, Choi G, Jo B. Unipedicular vertebroplasty for osteoporotic compression fracture using an individualized needle insertion angle. *Clin J Pain* 2007; 23: 767-773.
20. Vallejo R, Benyamin R, Floyd B, Casto JM, Joseph NJ, Mekhail N. Percutaneous cement injection into a created cavity for the treatment of vertebral body fracture. *Clin J Pain* 2006; 22: 182-189.
21. Lindsay L, Silverman SL, Cooper C; et al. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA* 2001; 285(3): 320-323.