

OSTEOPOROTİK VERTEBRA KIRIKLARININ KİFOPLASTİ YÖNTEMİYLE TEDAVİSİ

SURGICAL TREATMENT WITH KYPHOPLASTY OF THE OSTEOPROTIC SPINAL FRACTURES

Tuluhan Yunus EMRE*, Tolga EGE*, Çağatay ÖZTÜRK**,
Hakan ÇİFT*, Erbil OĞUZ*, Ali ŞEHİRLİOĞLU*

ÖZET:

Vertebra kırıklarının tedavisinde konservatif ve cerrahi metodlar tek başına veya birlikte kullanılabilirken; tedavide amaç anatomik redüksiyon, spinal deformiteyi önlemek, ağrıyı azaltmak, vertebra yüksekliğini yeniden sağlamak, stabil fiksasyon ve erken mobilizasyon ile hastanın günlük aktivitelerine geri dönmesini sağlamaktır. Bu çalışmada, kliniğimizde torakolomber osteoporotik vertebra kırıklarına ve vertebra tümörlerine endikasyon dahilinde uygulanan ve minimal invaziv bir yöntem olan balon kifoplasti uygulamamızın sonuçları bildirilmiş ve literatür bilgileri ışığında tartışılmıştır. Çalışmada, 2002-2005 yılları arasında GATA Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde akut ve subakut osteoporotik vertebra kompresyon kırığı tanısı ile balon kifoplasti uygulanan toplam 30 hasta (36 vertebra) değerlendirmeye alınmıştır. Tedavi öncesi yapılan fizik muayene değerlendirmelerinde olguların hiçbirinde nörolojik defisit saptanmamıştır. Olgular tedavi amacıyla

kliniğe yatırıldıklarında ağrı dizabilite indeksi (ADİ) ve Oswestry Dizabilite Sorgulaması (ODS) değerleri kaydedilmiştir. Radyolojik tanıda olguların vertebral kolon ön-arka ve yan direkt grafileri rutin olarak değerlendirilmiştir. Ağrısı olan ve direk grafide bulgu saptanan hastalarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) rutin olarak çekilmiştir. Osteoporotik vertebra kompresyon kırığı tanısıyla olgulara balon kifoplasti uygulanmıştır. Olguların tümü ameliyat sonrası erken dönemde mobilize edildiler ve 2-4 hafta süre ile yumuşak korse uygulaması yapılmıştır. Olgulara ameliyat sonrası dönemde osteoporoz ile ilgili medikal tedavi uygulanmıştır.

Olgularımızın takip süresi en az 12 ay olup ortalama 16 aydır. Olguların yaş ortalaması 65.5±13.3 (56-88) idi. Lezyonların 16'si (%44.4) torakal, 20'si (%55.6) lomber vertebrada lokalizedir. Hastalar kırık seviyelerine göre incelendiğinde; 1 tanesi T6, 1 tanesi T7, 3 tanesi T8, 3 tanesi T9, 2 tanesi T10, 2 tanesi T11, 4 tanesi T12, 9 tanesi L1, 4 tanesi L2, 4 tanesi L3, 2 tanesi L4, 1 tanesi L5 seviyesinde

(*) Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, ANKARA

(**) Florence Nightingale Hastanesi, İSTANBUL

olduğu belirlenmiştir. Yapılan preoperatif ve postoperatif radyolojik ölçümler sonucunda, ortalama anterior duvar yükseklik kaybı % 46, ortalama orta duvar yükseklik kaybı % 60, postoperatif düzeltme anterior duvarda % 85 ve orta duvarda % 85 olarak saptanmıştır. Preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açı ölçümleri sonucunda % 71 oranında açısal korreksiyon saptandı. Ortalama 16 ay (minimum 12 ay) takip sonucunda olguların preoperatif ve postoperatif ağrı dizabilite indeksi ve Oswestry dizabilite sorgulaması puanlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede düzelme gözlenmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmanın verilerinin ışığı altında; kifoplasti, osteoporotik vertebra kompresyon kırığına stabilize eden, ağrıyı maksimum düzeyde azaltan, vertebra duvar restorasyonu sağlayan, oluşabilecek spinal deformiteyi önleyen, kısa sürede mobilizasyon sağlayan ve hastanın normal yaşamına dönmesini kolaylaştıran ve böylelikle hastanın yaşam kalitesini artıran altın standart minimal invazif bir cerrahi tedavi yöntemidir.

Anahtar Kelimeler: Osteoporoz, osteoporotik omurga kırığı, cerrahi tedavi, kifoplasti

Kanıt Düzeyi: Retrospektif klinik çalışma, Düzey III

SUMMARY:

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

We have evaluated 30 patients (36 vertebrae) who underwent ballon kyphoplasty procedure due to acute and subacute osteoporotic vertebra fractures in GATA Orthopedics and Traumatology Clinic between the years 2002 and 2005. The preoperative physical examination of the patients showed no neurological involvement. The preoperative Pain Disability Index and Oswestry Disability Questionnaire values were recorded. The routine evaluation of vertebral column height from anteroposterior and lateral direct roentgenographies was also performed. In patients having pain and objective findings in the X-rays, magnetic resonance investigation of the spine was carried out routinely. The ballon kyphoplasty was performed in patients with osteoporotic vertebra fractures. All cases

were allowed to mobilize in the immediate postoperative period and soft orthosis was used for postoperative 2 to 4 weeks. All patients also received medical treatment related with generalized osteoporosis.

The minimum follow-up period was 12 months and the average value was 16 months. The mean age of the patients was 65.5 years (range; 56 to 88). Sixteen (44.4%) of the lesions were in thoracic region whereas the remaining 20 (55.6%) were in the lumbar spine. The preoperative and postoperative measurements showed 46% loss and 85% restoration after operation in anterior column height and 60% loss and 85% restoration in middle column height. 71% correction in local kyphosis was seen. The improvement in pain visual scale and oswestry disability index from preoperative to postoperative state was statistically significant at the end of 16 months follow-up (minimum of one year). In conclusion, kyphoplasty stabilizes osteoporotic vertebra fracture, decreases pain, restore vertebral wall height, prevents possible deformity formation, allows early mobilization, shortens the recovery time and thus increasing the patient's quality of life.

Key words: *Osteoporosis, osteoporotic spinal fractures, surgical treatment, kyphoplasty*

Level of evidence: *Retrospective clinical study, Level III*

GİRİŞ:

Osteoporoz, metabolik kemik hastalıklarının en sık görülen şekli olup, artan kemik yıkımına bağlı olarak kemik mineral yoğunluğunun azalması ve kırık riskinde artma ile karakterize bir durumdur ^(2, 17).

Vertebra kırıkları, osteoporotik hastalarda en sık rastlanan kırıklardır ve tüm osteoporotik kırık olgularının yaklaşık yarısını oluşturur. Travma olmaksızın veya minör travmadan sonra oluşabilir. Vertebra kırıkları radyolojik olarak gösterilebilir ve vertebra korpus yüksekliğinin % 10-15 veya daha fazla azalması olarak tanımlanır ^(1, 6, 9, 20).

Vertebra osteoporotik kırıklarının tedavisinde miniinvaziv ve yüzdürücü yeni bir yöntemdir. 1980'lerin ortasında Deramond ve Galibert tarafından bir ağırlı hemanjiyom vakasında ilk vertebroplastiyi uyguladılar. İlk kez 1998'de balon kifoplasti yöntemini uygulamaya başladı. Daha sonraki yıllarda bu yöntem vertebra metastazları ve özellikle osteoporotik vertebra kırıklarında kullanımı giderek yaygınlaşmış ve günümüzün en popüler konularından biri haline gelmiştir ^(7, 9, 16, 20).

Balon kifoplasti; perkutan ve minimal invaziv bir yöntemdir. Amaç kırığı stabilize etmek, ağrıyı azaltmak, vertebral duvar restorasyonu yapmak ve spinal deformiteyi düzeltmektir ⁽¹⁹⁾.

MATERYAL VE METOD:

Bu retrospektif çalışmada 2002-2005 yılları arasında GATA Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde akut ve subakut osteoporotik vertebra kompresyon kırığı tanısı ile balon kifoplasti uygulanan toplam 30 hasta (36 vertebra) değerlendirmeye alındı. Olguların hastanede yattıkları süre içerisinde tutulan hastane kayıtları ve periyodik rutin kontrollerde elde edilen veriler incelendi.

Olguların hepsinde travmanın oluş mekanizması basit düşme idi. Olgular travmadan 1 gün ile 2 ay arasında değişen zamanlarda kliniğimize başvurmuşları idi. Tüm olgularda başlıca yakınma sırt veya bel bölgesinde lokal hassasiyet ve ağrı idi. Ağrı derecesi günlük aktivitelerini kısıtlayıcı tarzda idi.

Tedavi öncesi yapılan fizik muayene değerlendirmelerinde olguların hiçbirinde nörolojik defisit saptanmadı. Olgular tedavi amacıyla kliniğe yatırıldıklarında ağrı dizabilite indeksi (ADİ) ve Oswestry Dizabilite Sorgulaması (ODS) değerleri kaydedildi. Ağrı değerlendirmesinde 0-4 (0: ağrı yok, 1: hafif ağrı, 2. orta dercede ağrı, 3: şiddetli ağrı, 4: dayanılmaz ağrı) ağrı skalası kullanıldı.

Radyolojik tanıda olguların vertebral kolon ön-arka ve yan direkt grafileri rutin olarak değerlendirildi. Ağrısı olan ve direk grafide bulgu saptanan hastalarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) rutin olarak çekildi. MRG'de osteoporotik kırık bulgusu (T2 ağırlıklı imajlarda korpusda ödem, yükseklik kaybı vb.) saptanan hastalarda kırık konfigürasyonunun ve spinal kanal ile ilişkisinin daha net değerlendirilmesi amacıyla bilgisayarlı tomografi (BT) incelemeleri yapıldı. Kırıkların tümünün kompresyon tipi olduğu saptandı.

Denis ve arkadaşlarının ⁽⁵⁾ tariflediği lokal kifoz açısı, anterior kompresyon açısı, vertebra anterior, orta ve posterior cisim yükseklikleri ölçüldü. Lokal kifoz açısı, kırık vertebranın bir üstündeki sağlam vertebranın üst endplate'ine paralel çizilen çizgi ile bir altındaki sağlam vertebranın alt endplate'ine çizilen çizgilerin arasında kalan açıdır. Anterior kompresyon açısı, kırık vertebranın üst endplate'ine çizilen çizgi ile alt endplate'ine çizilen çizgi arasında kalan açıdır. Vertebra anterior, orta ve posterior cisim yükseklikleri,

kırık vertebra cisim yüksekliklerinin bir üst ve bir alt vertebra cisim yüksekliklerinin ortalamasından çıkarılması ile elde edilen farkın bu ortalamaya oranıdır.

$$ACYK = \left[\frac{(A1 + A2)}{2} \right] - A0 / \left[\frac{(A1 + A2)}{2} \right]$$

ACYK: Vertebra anterior cisim yükseklik kaybı, A0: kırık vertebra anterior cisim yüksekliği, A1: Kırık vertebranın bir üstündeki vertebranın anterior yüksekliği, A2: Kırık vertebranın bir altındaki vertebranın anterior yüksekliği

Osteoporotik vertebra kompresyon kırığı tanısıyla olgulara balon kifoplasti uygulandı. Olgular genel anestezi altında prone pozisyonunda skopi eşliğinde ve ışın geçirgenliği ayarlanmış ameliyat masasında opere edildiler. Hastaların tümüne preoperatif ve postoperatif 1 gr sefazolin sodyum profilaktik olarak verildi. Kifoplasti uygulaması her kırık seviye için yukarıda anlatılan tekniğine uygun olarak gerçekleştirildi. Olguların tümünde rutin olarak işlem başlangıcında transpediküler kemik biyopsisi yapıldı ve patolojik olarak incelendi.

Olguların tümü ameliyat sonrası erken dönemde mobilize edildiler ve 2-4 hafta süre ile yumuşak korse uygulaması yapıldı. Bir olgu hariç hiçbir olguda operasyona sekonder erken dönem komplikasyon görülmedi. Bütün hastalarımızın hastanede yatış süresi postoperatif 1 gün olarak gözlemlendi. Olgulara ameliyat sonrası dönemde osteoporoz ile ilgili medikal tedavi uygulandı.

Olgular ameliyat sonrası 1., 3., 6. ve 12. aylarda rutin kontrollere çağrıldılar. Son kontrolde çekilen grafiler, Ağrı Dizabilite İndeksi (ADİ) ve Oswestry Dizabilite Sorgulaması (ODS) sonuçları kaydedildi ve öncekilerle karşılaştırıldı. Olgularımızın takip süresi en az 12 ay olup ortalama 16 aydır.

Vertebra yükseklikleri ve kifoz açıları Ortalama + Standart Sapma olarak verildi.

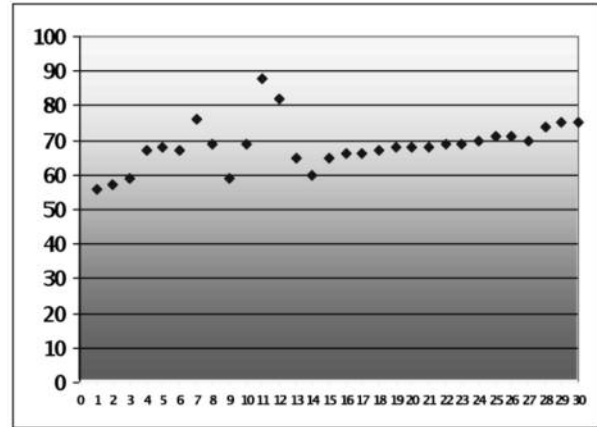
İstatistiksel incelemelerde parametrik verilerde Student t (iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi), non-parametrik verilerde Mann Whitney U testi kullanıldı. P < 0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

SONUÇLAR:

Tüm olguların yaş ortalaması 65.5+13.3 (56-88) olup erkekler ve kadınların yaş ortalaması aşağıda gösterilmiştir (Tablo-1) (Grafik-1).

Table - 1. Olguların cinse göre yaş ortalamaları

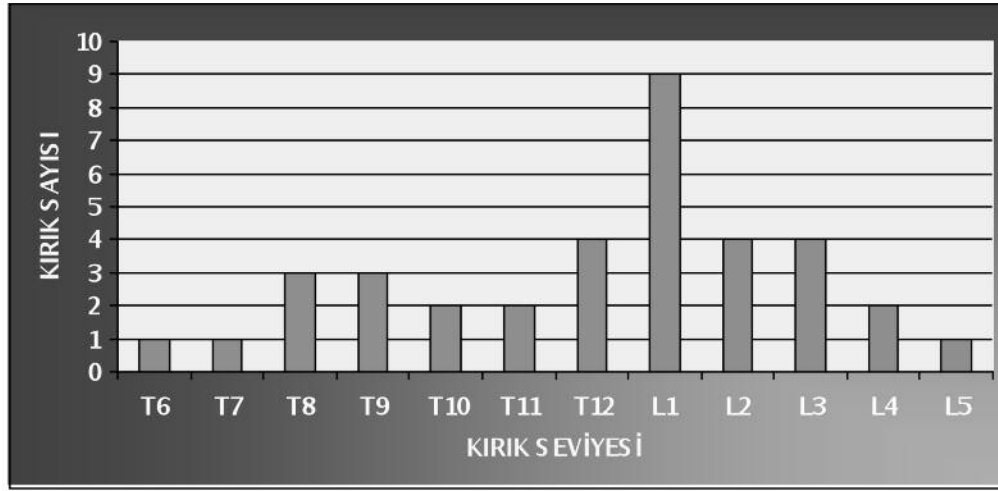
Cinsiyet	Sayı	Ort+Std. Sapma	Min-Maks
Erkek	8	65.4+12.5	56-75
Kadın	22	70.7+12.5	63-88
Toplam	30	68.5+13.3	56-88



Şekil-1. Hastaların yaş grafiği

Erkek ve kadın olguların yaş ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (P: 0.054 > 0.05).

Lezyonların 16'si (%44.4) torakal, 20'si (%55.6) lomber vertebrada lokalize idi. Hastalar kırık seviyelerine göre incelendiğinde; 1 tanesi T6, 1 tanesi T7, 3 tanesi T8, 3 tanesi T9, 2 tanesi T10, 2 tanesi T11, 4 tanesi T12, 9 tanesi L1, 4 tanesi L2, 4 tanesi L3, 2 tanesi L4, 1 tanesi L5 seviyesinde idi (Grafik-2).



Şekil-2. Hastaların vertebra kırık seviyeleri

Olguların preoperatif ve postoperatif vertebra anterior duvar yükseklikleri (VADY), vertebra orta duvar yükseklikleri (VODY) ve vertebra posterior duvar yükseklikleri (VPDY) Tablo 2’de, olguların preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açıları (LKA) Tablo 3’de, preoperatif ve postoperatif ADİ ve ODS karşılaştırması Tablo 4’de gösterilmiştir.

Table - 2. Olguların preoperatif ve postoperatif vertebra anterior duvar yükseklikleri (VADY), vertebra orta duvar yükseklikleri (VODY) ve vertebra posterior duvar yükseklikleri (VPDY) (mm)

	PREOPERATİF Ort+Std. Sapma	POSTOPERATİF Ort+Std. Sapma	P DEĞERİ
VADY	13.8+ 6.9	24.3+ 3.2	< 0.05
VODY	11.0+ 4.5	24.0+ 3.4	< 0.05
VPDY	27.4+ 4.2	27.3+ 3.8	> 0.05

Table - 3. Olguların preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açıları (LKA)

	PREOPERATİF Ort+Std. Sapma	POSTOPERATİF Ort+Std. Sapma	P DEĞERİ
LKA	20.9+ 11.3	5.4+ 3.4	< 0.05

Table - 4. Preoperatif ve postoperatif ADİ ve ODS karşılaştırması

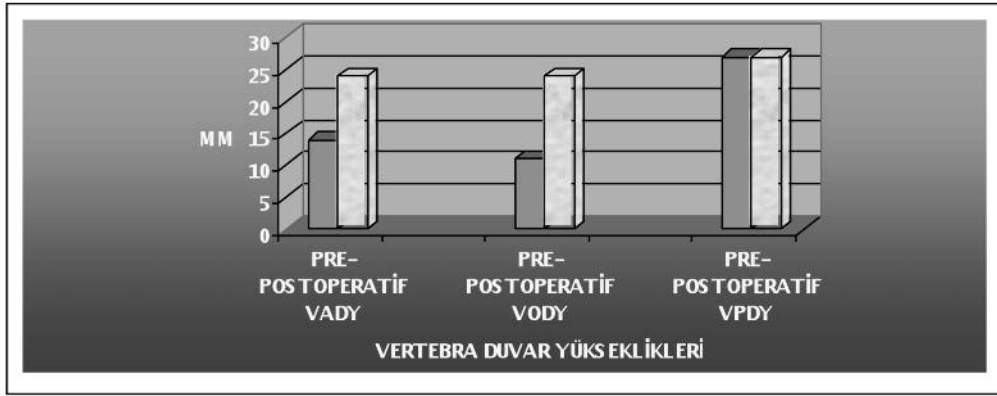
PreODS	PostopODS	PreADİ	PostopADİ
48.6	6.8	68.5	7.9
	P<0,05		P<0,05

TARTIŞMA:

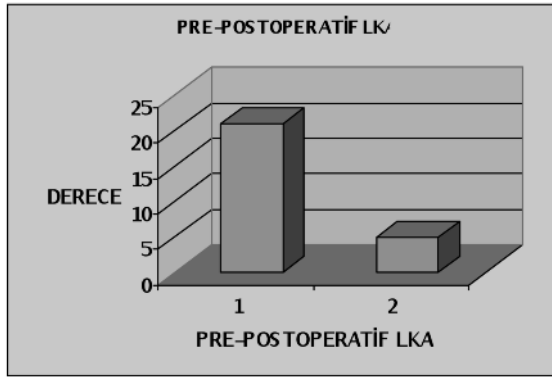
Çalışmamızı oluşturan hasta grubunda ortalama yaş 65 (56-88) olup literatürde benzer uygulamaların rapor edildiği çalışmalarda yaş ortalaması ile paralellik göstermektedir^(4,8-11,14-15,17-18,20-21). Bu sonuçlardan osteoporotik vertebra kırığını yaşlı populasyonun hastalığı olarak kabul etmek uygun olacaktır.

30 hastadan 8’i erkek (% 26), 22’si kadın (% 74) idi. Kadın hasta oranının yüksek olması osteoporozun ve dolayısıyla sebep olduğu vertebra kırıklarının bu cinsiyette daha fazla karşılanması ile açıklanabilir.

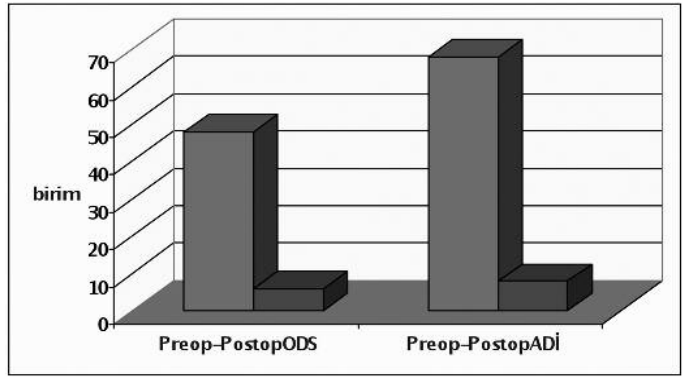
Hastalar kırık seviyelerine göre incelendiğinde kırıkların % 50’den fazla bir oranda torakolomber bölgede (T11-L2) lokalize oldukları gözlemlendi. Omurganın bu bölgesinin hareketsiz torakal segmentlerden



Şekil-3. Olguların preoperatif ve postoperatif vertebra anterior duvar yükseklikleri



Şekil-4. Olguların preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açıları (LKA)



Şekil-5. Preoperatif ve postoperatif ADİ ve ODS karşılaştırması

hareketli lomber bölgeye geçiş teşkil etmesi, fleksiyon ekstansiyon ve rotasyon hareketlerinin değişim gösterdiği bölge olması kırıkların çoğunun buraya lokalize olmasının sebebi olarak açıklanabilir. Diğer yayınlarda da bu bölge kırıkları yaklaşık % 46-54'lük bir oranı teşkil etmektedir.

Osteoporotik torakolomber vertebra kompresyon kırıklarında amaç; ağrıyı gidermek, kırık fiksasyonu sağlamak, duvar restorasyonu sağlamak, spinal deformiteyi düzeltmek, hastayı kısa sürede mobilize etmek ve hastanın sosyal yaşam kalitesini arttırmaktır. Bununla birlikte cerrahi prosedürün minimal invaziv olması önemli bir

avantajdır. Tedavi edilmeyen osteoporotik vertebra kompresyon kırıklarının yaşam kalitesini düşürdüğü ve sonuçta morbidite ve mortalite oranı yükselttiği bilinmektedir. Kado ve ark. osteoporotik vertebra kompresyon kırığı olan hastaların mortalite oranını % 23 olarak vermektedir ^(4,12,18).

Çalışmamızda olguların radyolojik olarak her hasta, preoperatif ve postoperatif incelenip vertebra grafilerinde gerekli olan ölçümler yapıldı. Bulunan değerler literatürle karşılaştırıldı. Olguların tümü preoperatif dönemde MRI incelemeye tabi tutuldular. MRI incelemede posterior elemanların sağlam olduğu ve kaydedilen yükseklik kaybında

posterior elemanların hasarının katkıda bulunmadığı saptandı.

Hasta grubunda yapılan preoperatif ve postoperatif radyolojik ölçümler sonucunda, ortalama anterior duvar yükseklik kaybı % 46, ortalama orta duvar yükseklik kaybı % 60, postoperatif düzeltme anterior duvarda % 85 ve orta duvarda % 85 olarak saptanmıştır. Preoperatif ve postoperatif lokal kifoz açı ölçümleri sonucunda % 71 oranında açısal korreksiyon saptandı. Son yıllarda yapılan bir çalışmada kırık vertebrada kifoplasti sonrası sağlanan redüksiyon ve korreksiyonda kifoplasti balonunun şişirilmesine sekonder düzelme yanında hastanın ameliyat masasına yerleştirilmesinin de önemli olduğu bildirilmiştir. Hastanın omurgasını lordotik bir şekil alabilmesi amacıyla uygulanan yatay yerleşimli yastıkların kırık omurganın dinamik mobilitesini artırarak cerrahi işlem sonrası yükseklik kaybının geri kazanımında önemli bir role sahip olduğu ve hastanın ameliyat masasına yerleşiminin bu noktaya dikkat edilerek yapılması önerilmektedir. Bizim kendi olgularımızda bu şekil bir yastık yerleşiminin floroskopik görüntüyü ciddi biçimde engellemesi nedeniyle yastık kullanılmamıştır.

Olguların hiçbirinde cerrahi işleme bağlı (sement kaçağı vb.) ve cerrahi sonrası dönemde (proksimal ve distal end-segment problemleri) komplikasyon gözlenmedi.

Lane 121 hastanın 226 vertebrasına balon kifoplasti uygulanmış, % 96 ağrı azalması, % 45 ön duvar, % 54 arka duvar restorasyonu sağlamış, 1 hastada sement sızması komplikasyon görülmüştür ⁽¹³⁾. Cyteval ve arkadaşları, % 90 ağrı skorunda düzelme ve 2 hastada psoas major kası içine ağırlı sement sızması rapor etmişlerdir ⁽³⁾.

Garfin ve arkadaşları başka bir serilerinde, % 54 anterior duvar, % 57 orta duvar, % 61

posterior duvar restorasyonu, klinik olarak 7 seviyede sement sızması tesbit etmiş ve perioperatif komplikasyon bildirmemişlerdir ⁽⁹⁾.

Dudenev ve arkadaşları, balon kifoplasti uyguladıkları 55 seviyenin ortalama % 34 duvar restorasyonu, % 4 oranında sement sızması, SF-36' ya göre genel ağrı puanınının 23,2 den 55'e, fiziksel fonksiyon 21'den 50'ye, canlılığın (dirilik) 31'den 47'ye ve sosyal fonksiyonların 41'den 64'e yükseldiğini bildirmişlerdir ⁽⁶⁾. Verlaan ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada herhangi bir komplikasyonla karşılaşmadılar. Kalsiyum fosfat sementi kullanarak oluşabilecek sement sızmalarının azaldığını ve duvar restorasyonunun yeterli olduğunu bildirdiler ⁽²²⁾.

Ortalama 16 ay (minimum 12 ay) takip sonucunda olguların preoperatif ve postoperatif ağrı dizabilite indeksi ve Oswestry dizabilite sorgulaması puanlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede düzelme gözlenmiştir.

Kifoplastinin, osteoporotik vertebra kompresyon kırıklarının tedavisinde deformite düzeltici ve kısa sürede ağrı giderici etkisi kanıtlanmıştır. İşlem esnasında kullanılan sementin vertebra korpusunda uzun süre emniyetli etkisinin olduğu gösterilmiştir.

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

Sonuç olarak, bu çalışmanın verilerinin ışığı altında; kifoplasti, osteoporotik vertebra kompresyon kırığını stabilize eden, ağrıyı

maksimum düzeyde azaltan, vertebra duvar restorasyonu sağlayan, oluşabilecek spinal deformiteyi önleyen, kısa sürede mobilizasyon sağlayan ve hastanın normal yaşamına dönmesini kolaylaştıran ve böylelikle hastanın yaşam kalitesini artıran altın standart minimal invazif bir cerrahi tedavi yöntemidir.

KAYNAKLAR:

1. Belkoff SM, Jasper LE, Stevens SS. An ex vivo evaluation of an inflatable bone tamp used to reduce fractures within vertebral bodies under load. *Spine* 2002, 27 (15): 1640-1643.
2. Cauley MJ. Risk of mortality following clinical fractures. *Osteoporosis Int* 2000; 11: 556-561.
3. Cyteval C, Sarrabere MP, Roux JO. Acute osteoporotic vertebral collapse: open study on percutaneous injection of acrylic surgical cement in 20 patients. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 173: 1685-1690.
4. Crandall D, Slaughter D, Hankins PJ, Moore C, Jerman J. Acute versus chronic vertebral compression fractures treated with kyphoplasty: early results. *Spine J* 2004; 4(4): 418-424.
5. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8: 817-831.
6. Dudeney S, Lieberman IH, Reinhardt MK, Hussein M. Kyphoplasty in the treatment of osteolytic vertebral compression fractures as a result of multiple myeloma. *J Clin Oncology* 2002; 20(9): 2382-2387.
7. Einhorn TA. Vertebroplasty: an opportunity to do something really good for patients. *Spine* 2000; 25: 1051-1052.
8. Evans RI, Dawson AS, Hyde MT. Secondary osteoporotic compression fractures after kyphoplasty, *EuroSpine* 2002, Nantes-France.
9. Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. New technologies in spine: kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures. *Spine* 2001; 26(2): 1511-1515.
10. Grohs JG, Matzner M, Trieb K, Krepler P. Minimal invasive stabilization of osteoporotic vertebral fractures: a prospective nonrandomized comparison of vertebroplasty and balloon kyphoplasty. *J Spinal Disord Tech* 2005; 18(3): 238-242.
11. Heini PF, Wälchli B, Berlemann U. Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: a prospective study for the treatment of osteoporotic compression fractures. *Eur Spine J* 2000 ; 9: 445-450.
12. Kado DM, Browner WS, Palermo L. Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of osteoporotic fractures research group. *Arch Intern Med* 1999; 159: 1215-1220.
13. Lane JM. Osteoporosis: Medical prevention and treatment. *Spine* 1997; 22 (24S): 32S-37S.
14. Ledlie JT, Renfro MB. Kyphoplasty treatment of vertebral fractures: 2-year outcomes show sustained benefits. *Spine* 2006; 57-64.
15. Lieberman IH, Dudeney MS, Phillips FM, Talmadge K. Initial outcome and efficacy of kyphoplasty in the treatment of osteoporotic VCFs. *Spine* 2001; 26(2): 1631-1638.
16. Nelson DA, Kleerekoper M, Peterson EL. Reversal of vertebral deformities in osteoporosis: measurement error or "rebound"? *J Bone Miner Res* 1994; 9: 977-982.
17. Ortiz AO, Zoarski GH, Beckerman M. Minimally invasive kyphoplasty in osteoporotic and tumor patients. *EuroSpine* 2002, Nantes-France.

18. Pradhan BB, Bae HW, Kropf MA, Patel VV, Delamarter RB. Kyphoplasty reduction of osteoporotic vertebral compression fractures: correction of local kyphosis versus overall sagittal alignment. *Spine* 2006; 31(4): 435-441.
19. Ryu KS, Park CK, Kim MC, Kanq JK. Dose-dependent epidural leakage of PMMA after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporotic VCFs. *J Neurosurg (Spine)* 2002 ; 96: 56-74.
20. Theodorou DJ, Theodorou SJ, Duncan TD, Garfin SR, Wong WH. Early outcomes of balloon kyphoplasty to treat VCFs refractory to medical management in a prospective registry. *NASS*, 2001, Quebec-Canada.
21. Togawa D, Kovacic JJ, Bauer TW, Reinhardt MK, Brodke DS, Lieberman IH. Radiographic and histologic findings of vertebral augmentation using polymethylmethacrylate in the primate spine: percutaneous vertebroplasty versus kyphoplasty. *Spine* 2006; 31(1): E4-10.
22. Verlaan JJ, Van Helden, Oner FC, Verbout AJ, Dhert WJ. Balloon vertebroplasty with calcium phosphate cement augmentation for direct restoration of traumatic thoracolumbar vertebral fractures. *Spine* 2002; 27 (5): 543-548.