

OMURGANIN METASTATİK TÜMÖRLERİNE CERRAHİ YAKLAŞIM

SURGICAL MANAGEMENT OF METASTATIC SPINAL TUMORS

Alpaslan ŞENKÖYLÜ⁽¹⁾, Necdet Ş. ALTUN⁽²⁾

ÖZET:

Pozitron emisyon tomografi görüntüleme gibi radyolojik tanı yöntemlerindeki son gelişmeler, yeni kemoterapötik ajanların ve radyoterapi yöntemlerinin gündeme gelmesi omurga metastazlarına yaklaşımı önemli ölçüde etkilemiştir. Bu makalede metastatik omurga tümörlerinin tedavisindeki yeniliklerin tartışılması amaçlanmıştır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar metastatik bir lezyon nedeniyle medulla spinalis basısı olan hastalarda dekompresyonla beraber uygulanan radyoterapinin tek başına uygulanan radyoterapiden daha etkin olduğunu göstermiştir. Bu bağlamda önemli olan nokta, tümörün radyo/kemoterapiye duyarlı olup olmadığıdır. Tedavi stratejisini etkileyen bir başka parametre de hastanın beklenen yaşam süresidir. Bunun öngörülebilmesi için birçok prognostik kriterler tanımlanmıştır. Bir başka önemli faktör de medulla spinalis basısının yönü ve metastazın omurdaki yayılımıdır. Cerrahi dekompresyon sonrasında, omurganın uygun rekonstrüksiyonu vazgeçilmezdir. Tüm bunların gerçekleştirilebilmesi için omurga metastazlarının tedavisinde multidisipliner yaklaşım gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Omurga metastazları, radyoterapi, cerrahi tedavi

Kanıt Düzeyi: Derleme, Düzey V

SUMMARY:

Recent advances in radiologic imaging such as positron emission tomography, the development of novel chemotherapeutics and radiation methods have greatly altered the treatment options in patients with spinal metastases. This article aims to discuss recent advances in management of the metastatic spinal tumors. Recent studies showed that, direct decompressive surgery plus postoperative radiotherapy is superior to treatment with radiotherapy alone for patients with spinal cord compression caused by metastatic lesions. In this juncture, the important point is radio/chemosensitivity of the tumor. Another parameter affects the treatment strategy is survival of the patient. Many prognostic criterias have been defined in order to predict survival. The last important factor is the direction of compression on spinal cord and extension of metastases in vertebrae. After the surgical decompression, proper reconstruction of the spinal column is mandatory. Finally, multidisciplinary approach has a great importance in every steps of the management of the spinal metastases.

Key words: Spinal metastases, radiotherapy, surgical management

Level of Evidence: Review Article, Level V

⁽¹⁾ Yrd. Doç. Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

⁽²⁾ Prof.Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara

A. GİRİŞ:

Pozitron emisyon tomografi (PET), manyetik rezonans (MR) görüntüleme gibi radyolojik tanı yöntemlerindeki son gelişmelerle erken tanı olanaklarının artması omurga metastazlarına yaklaşımı önemli ölçüde etkilemiştir. Ayrıca gelişmiş tanı yöntemleriyle lezyonun morfolojik yapısı daha ayrıntılı olarak ortaya konabilmektedir. Bu da uygulanacak kompleks cerrahi girişimlerin planlanmasını kolaylaştırmaktadır. Bunun yanında 3.-4. kuşak enstrümantasyon sistemlerinin güncelleşmesi ve gelişmiş kafes sistemleriyle daha stabil rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir. Ayrıca perkütan tekniklerin gündeme gelmesi sayesinde, vertebroplasti gibi tekniklerle bu tür hastalarda sıkça karşılaşılan ağrı semptomunun palasyonu en az morbidite ile gerçekleştirilebilmektedir.

Göz ardı edilmemesi gereken bir başka konu da cerrahi tedavinin etkinliğini arttıran, kemoterapi, radyoterapi ve preoperatif embolizasyon yöntemlerindeki gelişmelerdir. Bu yardımcı tedavi yöntemleriyle cerrahi tedavi daha az kanama ile ve daha etkin yapılabilmektedir. Böylece preoperatif ve postoperatif mortalite ve morbidite önemli ölçüde azalırken, hastaların sağ kalım oranları da anlamlı şekilde artmaktadır. Başka bir bakış açısıyla bakacak olursak; tedavideki gelişmeler nedeniyle hastaların sağ kalım süresi artmıştır. Bu nedenle de hastalara sadece hastalığın hafifletilmesi için değil, mekanik anlamda omurga rekonstrüksiyonu için de cerrahi tedavi uygulama gereği oluşmuştur.

Bu makalede omurganın metastatik lezyonlarına yaklaşımda önemli noktalar belirtilecek ve güncel stratejiler üzerinde durulacaktır.

B. HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ:

Omurga metastazlarının tedavisi, genel tümör yaklaşımında olduğu gibi multidisipliner yak-

laşım gerektirir. Bu aşamada hasta değerlendirilirken, ortopedi uzmanı dışında radyolog, patoloğ, nükleer tıp uzmanı, radyasyon onkoloğu ve medikal onkolog da ekip içinde yer alır.

Kemik metastazları daha çok yaşlı hasta grubunu etkileyen bir sorundur. Bu metastazların yaklaşık % 50'si omurgaya olur. Otopsi çalışmalarına bakılırsa tüm kanser olgularının bazı yazarlara göre % 30'u bazı yazarlara göre de % 90'ı omurgaya metastaz yapar. Yani omurga metastazı oldukça sıktır. Ancak bunların sadece % 20-30'u semptomatiktir. Bu olguların da % 20'si medulla spinalis basısına neden olur. MD Anderson Kanser Merkezi verilerine göre omurga metastazlarının % 60'ı meme, akciğer ve prostat kanserinden kaynaklanır. Olguların %80'inde vertebra korpusu tutulur. En sık metastaza maruz kalan bölge ise torakal bölgedir (% 70)^(1,6, 10).

Omurga metastazı olan olguların çoğunda ilk hekime başvuru semptomu ağrıdır. Ağrı genelde hafif başlar ve ilerleyicidir. Sıklıkla geceleri hissedilir, ancak nöral elemanlara bası durumunda radiküler ağrı şeklinde hissedilir. Hastanın omurga cerrahına en büyük başvuru nedeni ise nörolojik belirtidir. Bunun çoğunluğunu da motor semptomlar oluşturur ve acil olarak görüntüleme yöntemleriyle ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Ayrıntılı nörolojik muayene kaydedilmelidir. Böylece tekrarlayan muayenelerde yeni çıkan bulgular fark edilebilir. Görüntülemelerde klasik algoritim bozulmaz ve direkt röntgenogram, BT, kemik sintigrafisi, MR, gerekirse miyelo BT ile PET 'e başvurulur. Primer lezyon konusunda şüphe varsa, biyopsi alınarak tanı kesinleştirilmeye çalışılır⁽¹³⁾.

C. TEDAVİ SEÇENEKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:

Omurga metastazı olan her hastada cerrahi tedavi endikasyonu yoktur. Aşağıdaki nedenler-

den herhangi biri varsa cerrahi endikasyonu vardır:

- Tanı koymak için
- Spinal instabilite
- Medülla spinalise kemik bası
- Kord disfonksiyonu ile beraber olan epidural bası
- Konservatif tedaviye rağmen geçmeyen ağrı
- Radyoterapiye dirençli tümörler
- Radyoterapiye rağmen nüks
- Radyoterapi sırasında nörolojik bulguların kötüye gitmesi

Yukarıdakilerden hiçbiri yoksa o zaman hastada radyoterapi ve/veya kemoterapi endikasyonu vardır. Her tümör radyoterapiye ya da kemoterapiye duyarlı değildir. Bunu bilmek tedavi stratejisini belirleme açısından çok önemlidir⁽⁶⁾ (Tablo-1).

Literatür gözden geçirilecek olursa, omurga metastazı nedeniyle medulla spinalis basısı olan hastalarda tek başına radyoterapi uygulanan olguların sonuçlarının iyi olmadığı görülür. Bu nedenle tedavide altın standart cerrahi eksizyon + radyoterapidir⁽¹³⁾.

Omurganın metastatik lezyonlarında tedavi planlaması yaparken bir başka önemli konu da hastanın yaşam beklentisidir. Bu konuda ne yazık ki peşin hüküm vermek hekim açısından çok

güçtür. Ama yaşam beklentisi çok olmayan bir hastada mortalite ve morbidite şansı yüksek agresif bir cerrahi uygulanması uygun değildir. Bu amaçla Texas'taki MD Anderson Kanser Merkezi'nin verileri oldukça yol göstericidir. Merkezde izlenen olgularda omurga metastazı saptandıktan sonraki yaşam süreleri kaydedilmiş ve devamında olgular için ortalama yaşam süresi bildirilmiştir⁽⁴⁻⁶⁾. Primer tümörün tanısına göre bu yaşam süreleri Tablo-2.'de gösterilmektedir.

Tablo 2. MD Anderson Kanser Merkezi verilerine göre omurga metastazı tanısı konduktan sonra ortalama yaşam süresi. Metastatik omurga tümörlerinde radyo/kemoterapiye duyarlı tümörler.

Primer Tümör	Ortalama yaşam süresi (ay)
Akciğer CA	4
Meme CA	24-36
Prostat CA	> 48
Renal Hücreli CA	>12-13
Tiroid CA	>48
Lenfoma/Miyelom	>48
Melanoma	4
Sarkoma	8-12

Bir başka önemli nokta vasküler metastatik lezyonlardır. Çünkü bu olgularda ameliyat öncesi embolizasyon ile ameliyat sırasındaki kanama önemli ölçüde azaldığı gibi tümör rezeksiyonu da kolaylaşır. Bu amaçla özellikle Renal hücreli CA, Tiroid CA (Foliküler tip), Hepatoselüler CA,

Tablo-1. Metastatik omurga tümörlerinde radyo/kemoterapiye duyarlı tümörler.

Çok Duyarlı	Duyarlı	Duyarlı değil
Lenfoma	Meme CA	Kolon CA
Miyelom	Prostat CA	Renal hücreli CA
Küçük hücreli akciğer CA	Tiroid CA	Akciğer Adeno/skuamöz hücreli CA
		Melanom
		Sarkom

Feokromasitoma ve Melanoma 'nın omurga metastazlarına ameliyat öncesi embolizasyon önerilmektedir⁽⁶⁻⁷⁾.

Omurganın metastatik tümörlerinde prognoz önceden kestirmek ve cerrahi planlamayı yapabilmek için bazı sınıflandırmalar mevcuttur. Bunlardan Harrington, kemik destrüksiyonu ve nörolojik tutulum parametreleriyle omurga metastazlarını 5 sınıfa ayırmıştır⁽⁸⁾:

1. Sınıf: Belirgin nörolojik tutulum yoktur.

2. Sınıf: İnstabilite yada kollaps olmaksızın kemik tutulumu vardır. Nörolojik tutulum da minimaldir.

3. Sınıf: Belirgin vertebral kollaps olmaksızın majör nörolojik sorun vardır.

4. Sınıf: Mekanik nedenler yada instabiliteye bağlı ağrıyla beraber vertebral kollaps vardır. Ancak nörolojik tutulum majör değildir.

5. Sınıf: Majör nörolojik tutulumla birlikte, belirgin instabilite ve vertebral kollapsın olduğu sınıftır.

1.-2. sınıftaki olgulara tümör tipine göre ağrıyı gidermek amacıyla kemoterapi ya da radyoterapi uygulanır. Buna karşın cerrahi tedavi 4. ve 5. sınıf olgular için tercih edilir.

Tokuhashi ve arkadaşları, metastatik omurga tümörleri için prognoz ve yaşam beklentisini belirlemek için bir değerlendirme sistemi geliştirmiştir⁽¹⁴⁾. Bu sistemde, altı parametrenin değerlendirilmesi ile elde edilen toplam skor tedavi planlamasını yönlendirir (Tablo-3.). Buna göre hastanın toplam skoru 0-8 arasındaysa 6 aydan az, 9-11 arasındaysa 6 aydan fazla, 12-15 arasındaysa 1 yıldan fazla yaşayacağı ön görülür. Toplam skoru 8 ve altında olan hastalarda konservatif yöntemleri yada palyatif cerrahi yaklaşımlar tercih edilir. Eğer skor 12 ve üzerindeyse eksizyonel girişimler seçilir. Skoru 9-11 arasında olan olgularda, eğer majör iç organ metastazı yoksa ya da vertebrada tek lezyon varsa eksiz-

yonel yaklaşım tercih edilir. Aksi takdirde palyatif girişim önerilmektedir.

Tablo-3. Metastatik omurga tümörlerinin prognozunun Tokuhashi Skorlama Sistemi ile değerlendirilmesi.

Parametre	Skor
Genel sağlık durumu	
Kötü	0
Orta	1
İyi	2
Ekstrapinal kemik metastazı sayısı	
>3	0
1-2	1
0	2
Vertebra metastazı sayısı	
>3	0
1-2	1
0	2
Majör iç organ metastazı	
Eksize edilemez	0
Eksize edilebilir	1
İç organ metastazı yok	2
Primer kanserin tanısı	
Akciğer, osteosarkom, mide, özefagus, mesane, pankreas	0
Karaciğer, safra kesesi, bilinmeyen	1
Diğerleri	2
Böbrek, uterus	3
Rektum	4
Tiroid, meme, prostat, karsinoid tümör	5
Nörolojik tutulum	
Tam (Frankel A, B)	0
Kısmi (Frankel C, D)	1
Yok (Frankel E)	2

Tomita ve ark. prognozu değerlendirmek için daha basit bir sistem önermişlerdir⁽¹⁶⁾. Buna göre

üç prognostik faktörün değerlendirilmesi sonucunda elde edilen toplam skor ile tedavi yaklaşımı belirlenir:

1. Malignensinin Evresi: Yavaş ilerleyen 1 puan, orta hızda ilerleyen 2 puan, hızlı ilerleyen 4 puan

2. Organ Metastazı: Metastaz yok 0 puan, var ama tedavi edilebilir 2 puan, var ama tedavi edilemez 4 puan.

3. Kemik Metastazı: Tek metastaz 1 puan, çoklu metastaz 2 puan.

Bu üç parametre ile hastanın toplam skoru 2-10 arasında değişir. Toplam skoru 2-3 olan olgularda hedef uzun dönem lokal kontroldür. Bu nedenle geniş ya da marjinal eksizyon önerilir. Toplam skoru 4-5 olan hastalarda orta dönemde lokal kontrol amaçlandığından marjinal ya da intralezyonel eksizyon önerilir. Skoru 6-7 puan olan olgularda kısa dönem palyasyon amaçlandığından palyatif tedavi önerilir. Puanı 8-10 olan hastalar terminal kabul edildiğinden cerrahi tedavi önerilmez ve sadece destekleyici tedavi uygulanır.

Cerrahi stratejinin belirlenmesinde bir başka önemli konu da instabilitenin değerlendirilmesidir. Galasko ve ark. yazdıkları makalede, bu konuyla ilgili olarak diğer disiplinlerin yeterince bilgili olmadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle hasta zamanında ortopediste refere edilmemekte ve instabiliteye bağlı sorunlar ortaya çıkabilmektedir⁽²⁾. Bunun çözümü tedavide multidisipliner yaklaşımlardır.

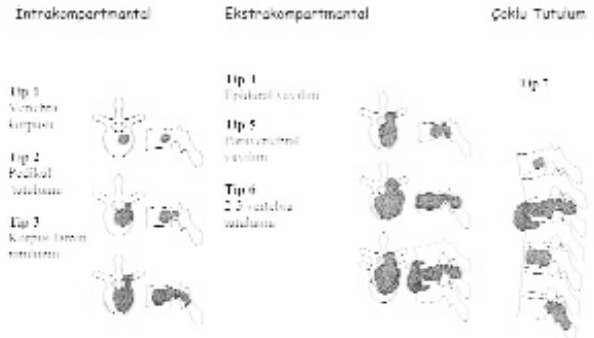
Instabilite Panjabi ve White tarafından biyomekanik olarak tanımlanmıştır. Onlara göre instabilite "Omurganın fizyolojik yüklenmelerde nörolojik hasarı, yoğun ağrıyı ve belirgin deformiteyi engelleyebilme yetisi"dir⁽¹²⁾. Bu durumda metastatik lezyon omurganın bu yetisini ortadan kaldırır ve instabiliteden söz edilir. Eğer hasta yukarıdaki belirtilen kriterlere göre prognostik ola-

rak cerrahi tedaviye uygun bir adaysa geciktirmeden omurgayı stabil hale getirmek gerekir.

D. CERRAHİ TEDAVİ YÖNTEMLERİ:

Son yıllarda gelişen cerrahi tekniklerle, omurga metastazlarında cerrahi yaklaşım tek başına tümörün eksizyonu olmaktan çıkmıştır. Eğer yaşam beklentisi fazlaysa daha radikal cerrahiler uygulanabilir.

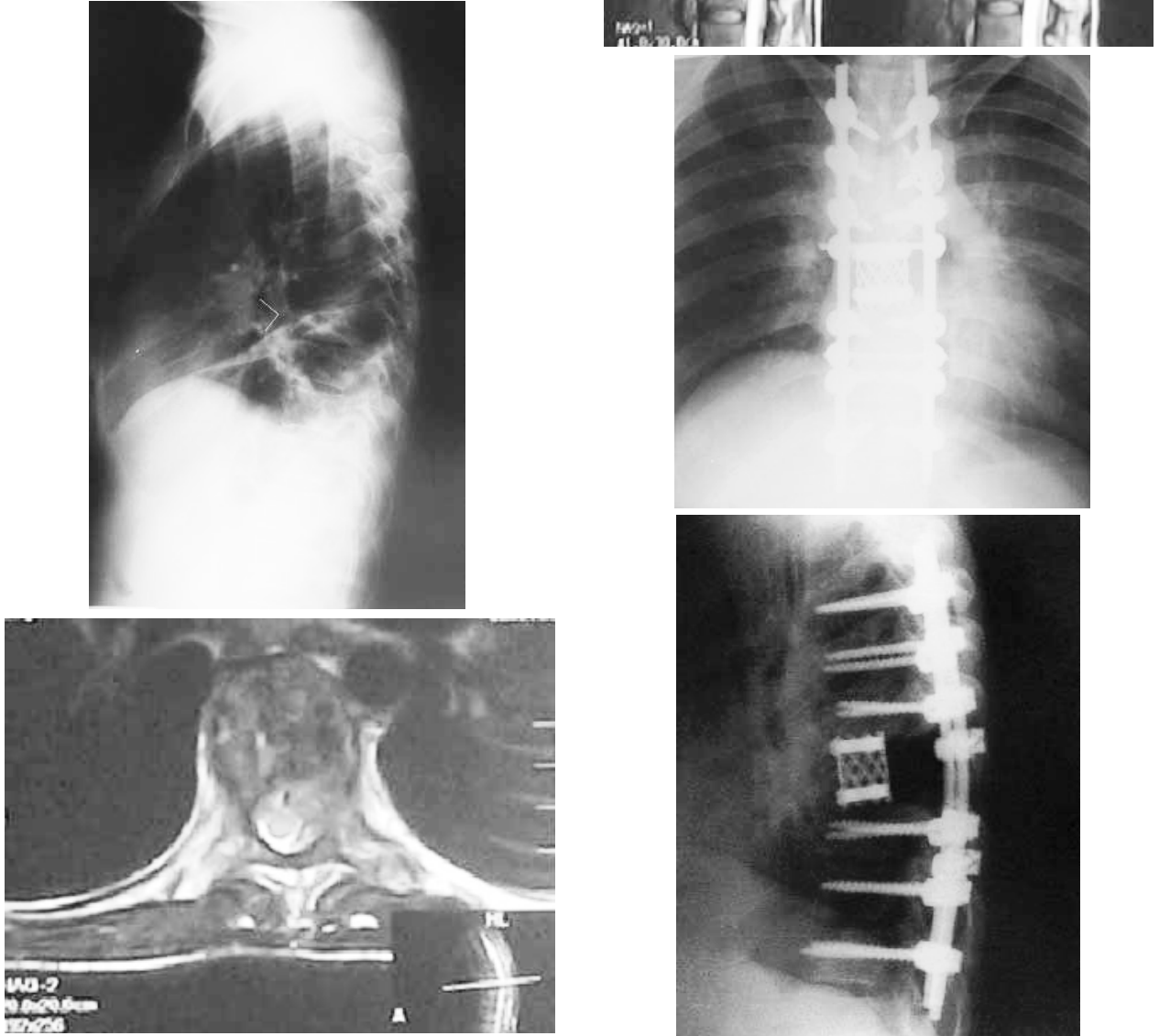
Metastazların çoğu omurga korpusuna olduğundan medulla spinalise bası daha çok anteriordan olur. Yine de tümörün ilgili segmentte tutulumunun yaygınlığı cerrahi tedaviyi planlamada büyük önem taşır. Tomita planlamada yardımcı olması için bir morfolojik sınıflandırma geliştirmişlerdir. Buna göre lezyonlar üç ana gruba ayrılmıştır: Intrakompartmantal, ekstrakompartmantal, çoklu tutulum. Bu üç grup da kendi içinde yedi alt gruba ayrılır⁽¹⁵⁻¹⁶⁾ (Şekil-1). Hastaların prognostik faktörleri göz önüne alınarak bu anatomik sınıflandırmaya göre cerrahi tedavi yöntemine karar verilebilir.



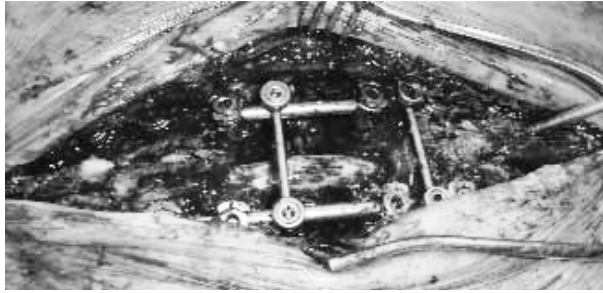
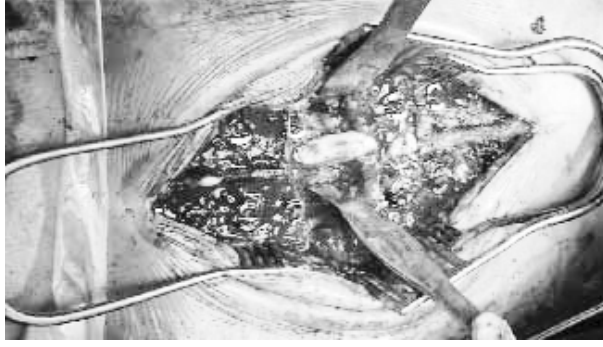
Şekil-1. Omurga tümörlerinde Tomita Cerrahi Sınıflandırması

Klasik olarak bir tümör anteriordan kompresyon yapıyorsa anterior, posteriordan kompresyon yapıyorsa posterior yaklaşım gerektirir. Ancak bu aşamada pedikül tutulumunun varlığı büyük önem taşır. Eğer pedikülde lezyon varsa posterior uygulanan en blok rezeksiyon önerilir.

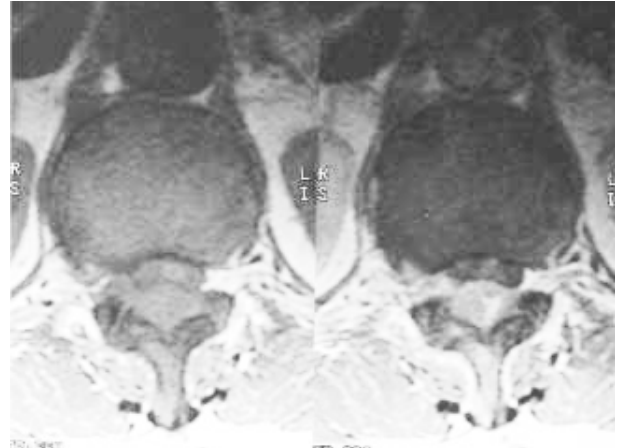
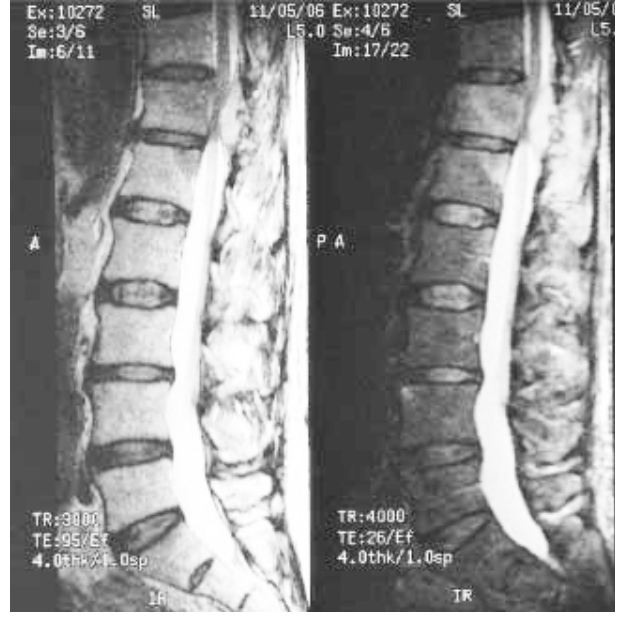
Son yıllarda en blok rezeksiyon tekniklerinin tanımlanmasıyla bölgede daha az rezidü bırakılması gündeme gelmiştir (Şekil-2, Şekil-3). Böylece lokal nüks olasılığı azalmıştır⁽¹⁵⁾. Eğer hasta kötü prognostik kriterlere sahipse ve yaşam beklentisi kısa ise, o zaman laminektomi gibi daha palyatif girişimler uygulanır. Epidural kompresyonu olan olgularda da kompresyonun lokalizasyonu girişimin anterior mu yoksa posterior mu yapılacağı konusunda fikir verir (Şekil-4).



Şekil-2. T8 vertebraya Mide CA metastazı olan 41 yaşında bayan hastanın nörolojik defisiti Frankel C . (A) Preoperatif lateral röntgenogramında T8 vertebra da kollaps görülüyor (Beyaz ok). (B) T2 sekansında tümör hattından geçen aksiyel MR kesiti. Anteriordan, sol lateralden ve posteriordan epidural bası. (C) T2 sekansında sagittal MR kesiti hem anterior hem de posteriordan bası görülüyor. (D, E) Postoperatif AP ve lateral röntgenogramlar. Posterior spondilektomi ve kafes ile rekonstrüksiyon görülüyor.



Şekil-3. Şekil 2.'deki olgunun ameliyat sırasındaki görüntüleri. (A) Pedikül vidaları yerleştirildikten sonra laminektomi uygulanmış ve vertebra korpusunun anterioru disseke edilerek Hoffman ekartörleri yerleştirilmiştir. (B) Bir taraftaki pedikül vidalarına geçici rod uygulanırken karşı taraftaki vertebra korpusu eksize ediliyor. (C) Vertebra korpusu bilateral tamamen eksiz edildikten sonra korpusun rekonstrüksiyonu için kafes yerleştirilmiştir. (D) Diğer rod ve transvers bağlayıcılar yerleştirilerek kompresyon yapılarak posterior enstrümantasyon tamamlanıyor



Şekil-4. T 12 seviyesinde prostat CA metastazı olan 73 yaşında erkek hasta. (A) Preoperatif sagittal ve aksiyel MR kesitlerinde belirgin posterior epidural bası görülüyor. (B) Postoperatif aksiyel MR kesitlerinde laminektomi ile gerçekleştirilen etkin posterior dekompresyon.

Tümör eksiz edildikten sonra omurga biyomekanik kurallar çerçevesinde rekonstrükte edilmelidir (Şekil-2, Şekil-3). Ortopedistlerin spinal instabilite konusuna yaklaşımı diğer disiplinler-

den önemli ölçüde farklılık gösterir. Bu nedenle multidisipliner yaklaşım göz önüne alınırsa tedavinin bu aşamasında ortopedistin aktif katılımı önemlidir⁽¹²⁾. Gündemde olan dördüncü kuşak implantlar değişik seçeneklerle rekonstrüksiyonu kolaylaştırmaktadır. Kompresif kuvvetlere dayanıklı olan kemik çimentosu (polimetilmetakrilat) yaşam beklentisi uzun olmayan olgularda anterior rekonstrüksiyon için çok uygundur. Hasta erken dönemde mobilize edilebilir. Ancak tensil kuvvetlere direnci iyi olmadığından posterior kullanımı önerilmemektedir. Hastanın yaşam beklentisi uzunsa otogreft ya da allogreft tercih edilmelidir^(5,9).

Lezyonun vertebra korpusuna sınırlı olduğu ağrı nedeniyle başvuran osteolitik metastazlarda (meme, prostat, miyelom) vertebroplasti veya kifoplasti girişimleri de uygulanabilir. Oldukça etkin ağrı palyasyonu sağlar. Ancak olgularda nörolojik defisit oluşturacak düzeyde instabilite olmamalıdır⁽¹¹⁾.

Eğer tümör radyoterapiye duyarlı ise ameliyat sonrası radyoterapi uygulanır. Ameliyat öncesi radyoterapi komplikasyon oranlarını arttırarak sonucu olumsuz etkilediğinden tercih edilmez⁽³⁾.

E. SONUÇ:

Sonuçta, diğer onkolojik sorunlarda olduğu gibi omurganın metastatik tümörleri de multidisipliner yaklaşım gerektirir. Tedavi planlaması yapılırken öncelikle primer tümörün radyoterapi ve/veya kemoterapi duyarlılığı saptanır. Daha sonra eğer cerrahi endikasyonu varsa prognostik kriterler gözden geçirilerek yaklaşık yaşam beklentisi değerlendirilir. Vasküler metastatik lezyon ise preoperatif embolizasyon morbidite ve mortalite oranını azaltır. Daha sonra tümörün morfolojik olarak vertebrayı tutma ve medüller spinaliste kompresyon oluşturma şekline göre, anterior ve/veya posterior yaklaşımla uygun cer-

rahi eksizyon uygulanır. Cerrahi eksizyon sonrası biyomekanik olarak en uygun stabilizasyon yöntemi hastaya uygulanmalıdır. Radyoterapi cerrahi tedavi ile kombine edilecekse mutlaka postoperatif yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Aebi M. Spinal metastasis in the elderly. *Eur Spine J* 2003; 12(Suppl 2): S202-13.
2. Galasko GSB, Norris EH, Crank S. Spinal instability secondary to metastatic cancer. *J Bone J Surg* 2000; 82(A): 570-576.
3. Ghogawala Z, Mansfield FL, Borges LF. Spinal radiation before surgical decompression adversely affects outcomes of surgery for symptomatic metastatic spinal cord compression. *Spine* 2001; 26: 818-824.
4. Gokaslan ZL: Spine surgery for cancer. *Curr Opin Oncol* 8:178-181, 1996.
5. Gokaslan ZL: Transthoracic vertebrectomy for metastatic spinal tumors. *J Neurosurg* 89:599-609, 1998.
6. Gokaslan ZL. Management of Spinal Metastasis. *AO Spine Advanced Intercative Course*. Haziran 2006, İstanbul.
7. Guzman R, Schwizer SD, Heini P, Lovblad KO, Kalbermatten D, Schroth G, Remonda L. Preoperative transarterial embolization of vertebral metastases. *Eur Spine J* 2005; 14: 263-268.
8. Harrington KD: Metastatic disease of the spine. *J Bone Joint Surg* 1986; 68(A):1110-1115.
9. Harrington KD. Anterior decompression and stabilization of the spine as a treatment for vertebral collapse and spinal cord compression from metastatic malignancy. *Clin Orthop* 1988; 233: 177-197.
10. Khan SN, Donthineni R. Surgical management of metastatic spine tumors. *Orthop Clin N Am* 2006; 37: 99-104.
11. Lieberman I, Reinhardt MK. Vertebroplasty and kyphoplasty for osteolytic vertebral collapse. *Orthop Rel Res* 2003; 415S: 176-186.
12. Panjabi MM, White AA. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurg* 1980; 7: 76-93.

13. Patchell RA, Tibbs PA, Regine WF, Payne R, Saris S, Kryscio RJ, Mohiuddin M, Young B. Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial. *Lancet* 2005; 366: 643-648.
14. Tokuhashi Y, Matsuzaki H, Oda H, Oshima M, Ryu J. A revised scoring system for preoperative evaluation of metastatic spine tumor prognosis. *Spine* 2005; 30: 2186-2191.
15. Tomita K, Kawahara N, Baba H, et al. Total en bloc spondylectomy: a new surgical technique for primary malignant vertebral tumors. *Spine* 1997; 22: 324-333
16. Tomita K, Kawahara N, Kobayashi T, Yoshida A, Murakami H, Akamura T. Surgical strategy for spinal metastases. *Spine* 2001; 26: 298- 306.
17. Walker MP, Yaszemski MJ, Kim CW, Talac R, Currier BL. Metastatic disease of the spine: evaluation and treatment. *Clin Orthop Rel Res* 2003; 415S: 165-175.