



Spinal Schwannomalar

Spinal Schwannomas

Emrah EGEMEN¹, Tuncer SÜZER^{1,2}, Ali Fahir ÖZER^{1,2}

¹Koç Üniversitesi, Tıp Fakültesi Hastanesi, Nöroşürji Bölümü, İstanbul, Türkiye

²Amerikan Hastanesi, Nöroşürji Kliniği, İstanbul, Türkiye

ÖZ

Spinal schwannomalar intradural ekstrapomedüller yerleşimli omurilik tümörleri içerisinde meningiomalarla birlikte en sık görülen patolojilerdir. Her ne kadar soliter görülebilirler de, nörofibromatozis ve schwannomatozis gibi hastalıklarda omurilik ve sinir sisteminin farklı yerlerinde çoklu tümörler olarak gelişebilirler. Derlemenin amacı, spinal schwannomaların epidemiyoloji, klinik bulgu, tanı ve tedavi yöntemleri ve de ameliyat sonrası prognozu hakkında güncel bilgi sunmaktır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Nörom, Nörinom, Nörilemom, Omurilik, Sinir kılıfı tümörleri

ABSTRACT

Spinal schwannomas are one of the most common intradural-extramedullary spinal tumours together with meningiomas. They can develop as a solitary tumour or multiple tumours can develop in the spinal canal and other parts of the nervous system in patients with neurofibromatosis and schwannomatosis. The aim of the present paper is to update the information regarding epidemiology, clinical presentation, diagnosis, treatment modalities and postoperative course of spinal schwannomas.

KEYWORDS: Neuroma, Neurinoma, Neurilemma, Spinal cord, Nerve sheath tumour

■ GİRİŞ

Schwannomalar, tıp literatüründe Schwann hücreli tümör, nörom, nörinom, nörilemom olarak da isimlendirilen periferik sinirlerin miyelin kılıfından köken alan büyük çoğunlukla benign karakterde tümörleridir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) yapmış olduğu "Santral Sinir Sistemi Tümörlerinin Sınıflaması"na göre "Kraniyal ve Paraspinal Tümörler" grubunda yer alan sinir kılıfı tümörleridir. Kafada kraniyal sinirler ve vücudun herhangi bir yerinde periferik sinirlerden köken alarak ortaya çıkabilir (14). Spinal schwannomalar çoğunlukla sinir kökünün dorsal dalından daha nadiren ventral dalından köken alır (17).

■ EPİDEMİYOLOJİ

Spinal schwannomalar sıklıkla orta yaş (35–65 yaş) nüfusunda ve erkek ve kadınlarda eşit sıklıkta görülür (4, 17, 20). Erkeklerde pik insidansı 50–60 yaş iken, kadınlarda 40–50

yaştır (20). Malign schwannomaların erkeklerde görülme oranı kadınlara göre bir miktar fazladır (E/K = 1,65) (12).

Schwannoma, en sık görülen intradural ekstrapomedüller tümördür (20) ve ayrıca geniş serilerde omurilik tümörleri içerisinde %21–40 arasında değişen oranlarda görüldüğü raporlanmıştır (4, 12, 17, 21). Malign schwannomalar ise sadece %0,5–2,5 gibi düşük bir oranda görülür (12, 17).

■ KLİNİK BULGULAR

Başvuru sırasında en sık tarif edilen şikayet ağrıdır. Bununla birlikte güçsüzlük uyuşma, karıncalanma ve dengesizlik hastalar tarafından sıklıkla ifade edilen şikayetlerdir. Bu şikayetlerin süresi birkaç aylık olabileceği gibi, bazen yıllardır devam ediyor olabilir. Çok nadiren asemptomatik olup başka bir nedenle yapılan incelemelerde tespit edilebilirler (4, 20).



Yazışma adresi: Emrah EGEMEN

E-posta: egemenemrah@gmail.com, eegemen@kuh.ku.edu.tr

Nörolojik muayene sırasında en sık rastlanan bulgu güç kaybı ve buna ikincil gelişen atrofidir. Hastaların şikayetiyle paralel olarak yine hipoestezi ve yürüyüş bozukluğu diğer sık rastlanan bulgulardır. Spinal schwannomalı hastalarda sıklıkla görülen semptom ve bulgular Tablo I'de özetlenmiştir (4).

Nörofibromatozis (NF)

Çoğunlukla NF-2 ile birlikte gösterirken çok nadiren NF-1'de görülebilirler. NF-2 otozomal dominant kalıtsal genetik (22q12 mutasyonu) bir hastalık olup görülme sıklığı 1/40,000'dir. Klinik olarak bilateral akustik nörinom veya vestibüler schwannoma ile birlikte santral sinir sisteminin diğer yerlerinde bir çok tümöral lezyonun eşlik ettiği bir hastalıktır (10). NF tip 2 ile ilişkili olarak gelişen spinal schwannomalar biyolojik olarak daha agresif ve farklı bir klinik seyir izler (20).

NF tip 2 hastalarında çoklu spinal schwannomalara ek olarak meningiom, intramedüller ependimom ve astrositomlar eş zamanlı veya ayrı ayrı da görülebilir (Şekil 1). Özellikle 22. kromozomdaki bozukluklar schwannoma ve meningiomaların birlikte görülmesinin altında yatan faktör olarak düşünülmektedir (10).

Schwannomatozis

Nörofibromatozisin olmadığı, genetik temeli olmayan çoklu schwannomaların eşlik ettiği durumlar için bu terim kullanılır (17). Genellikle 30 yaş üzerinde görülür ve sporadik veya ailesel olabilir. Tanı koyarken vestibüler schwannoma dışlanmalıdır. Segmental schwannomatoziste tek ekstremitte ve omurganın ardışık segmentlerinde lezyonlar görülür (6).

Sınıflama ve Yerleşim Seviyesi

Omuriliğin sinir kılıfı hücreli tümörleri, dura mater ile olan ilişkisine göre sınıflanır (13, 20):

1. İntramedüller
2. İntradural
3. Ekstradural
4. İntradural – ekstradural ("Kum saati")

Nörofibromatozis ve schwannomatozis hastalarında eşzamanlı birçok odakta yerleşim gösterirken sendromik olmayan soliter schwannomalar çoğunlukla lomber bölgede yerleşim

gösterir (13). Sinir kökünün intradural bölümünün kısa olması nedeniyle schwannomalar transdural uzanım gösterebilir (17). Safavi – Abbasi S ve ark.'nın 2008 yılında yayınladığı soliter spinal schwannomalı 128 olguluk serisinde lezyonların %46'sı lomber, %28'i torakal, %26'sının servikal bölgede yerleşim gösterdiği raporlanmıştır. Yine aynı seride lezyonların %68'i intradural, %19,5'i 'Kum Saati' şeklinde, %11'i ekstradural ve %1,5'i intramedüller yerleşim gösterdiği raporlanmıştır (20).

■ TANI

Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Özellikle intraosseöz yerleşimli veya vertebral foramenin içine doğru büyüme gösteren tümörlerde kemik yapıdaki



Şekil 1: T1 kontrastlı sagittal MRG'de çoklu schwannoma görülen nörofibromatozis olgusu.

Tablo I: Spinal Schwannomalı Hastalarda Görülen Semptom ve Bulguları Sıklık Sırasına Göre Düzenlenmiştir

Semptom	%	Bulgu	%
Ağrı	63,7	Güç kaybı, atrofi, fasikülasyon	20
Uyuşukluk / karıncalanma	34,1	Hipoestezi / Anestezi	16,7
Güçsüzlük / paralizisi	33	Yürüyüş bozukluğu	13,3
Dengesizlik	16,5	Hiperrefleksi (alt ekstremitte)	13,3
İdrar Kaçırma	5,5	Hiperrefleksi (üst ekstremitte)	4,4
Yorgunluk	2,2	Fasiyal disestezi	3,3
Kilo kaybı	2,2	Babinski bulgusu	2,2
Gaita inkontinansı	1,1	Uyku düzensizliği	2,2

bozulmayı değerlendirmek adına günümüzde hala etkili bir tanı yöntemi olarak kullanılmaktadır (18). Manyetik rezonans görüntülemenin intradural patolojilerdeki üstünlüğü nedeniyle kullanımı geri planda kalsa da, manyetik alana girmeyecek veya sedasyon alması riskli olan klostrofobik hasatlarda kontrastsız ve kontrastlı spinal BT kolaylıkla uygulanabilir.

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Kontrastsız ve gadolinyum kontrastlı spinal MRG, spinal tümörlerinin tanısında, anatomik yerleşiminin ve boyutunun belirlenmesinde günümüzde ilk tercih edilen inceleme yöntemidir (4).

Spinal schwannomalar çoğunlukla omurilik ile aynı intensitede olup T1 ağırlıklı görüntülerde hipointens, T2 ağırlıklı görüntülerde hiperintens olarak karşımıza çıkarlar (Şekil 2). Kontrastlı MRG'de meningioma, nörofibrom, teratom gibi diğer kontrast tutulumu gösteren tümörlerden farklı olarak dairesel bir boyanma gösterebilirler (7). Ayrıca kitle içi kanamaya bağlı subaraknoid veya subdural bölgedeki kanamaların veya kitle içi kistik dejenerasyonun değerlendirilmesinde MRG'nin katkısı bilinmektedir (18).

Miyelografi

Intradural patolojilerin değerlendirilmesinde miyelografi ve postmiyelografik BT, MRG'nin uygulama kolaylığı nedeniyle artık günümüzde oldukça nadiren kullanılmaktadır. Özellikle paraspinal uzanım gösteren veya 'kum saati' şeklindeki tümörlerde geometrik uzaysal Miyelografi-BT'nin MRG'ye üstünlüğü bildirilmiştir (17). Kullanımı azalsa da yine manyetik alana girmeyecek veya sedasyon alması riskli olan klostrofobik hasatlarda akıldta tutulmalıdır.



Şekil 2: T1 kontrastlı sagittal MRG'de conus medullaris yerleşimli soliter schwannoma görülme.

Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) – Bilgisayarlı Tek Foton Emisyon Tomografisi (SPECT)

SPECT'in intradural ekstrapredüller kitlelerde tanılma değeri pek gösterilemese de, PET/BT kullanılarak ameliyat öncesi tümörün sellülaritesi ve proliferasyon hızının değerlendirilebileceğini gösteren birkaç çalışma raporlanmıştır (1, 4). Buna göre schwannomalara yönelik PET analizinde ¹⁸F-D-glukopiranoz (¹⁸FDG) tutulumunu göre hesaplanan SUVmax (standardized uptake value) değeri, tümörün boyutu ve mikrovasküler yoğunluğuna paralel olarak arttığı gösterilmiştir (9). Ancak günlük klinik uygulamada PET/BT periferik sinir schwannomalarına yönelik kullanılırken spinal schwannomalarda preoperatif değerlendirme amacıyla kullanılmamaktadır.

Histopatolojik inceleme

Radyolojik ve nükleer tıp incelemeleri ile lezyonun anatomik yerleşimi, şekli ve boyutu anlaşılırken esas ayırıcı tanı histopatolojik inceleme ile yapılır. Mikroskopik incelemede Antoni-A alanları olarak isimlendirilen füziform hücre fasiküllerinin oluşturduğu sellüler alanlar görülür ki hücre çekirdekleri uzamış çit dizilimi ('palisading') yaparlar ve sitoplazma sınırı belirsizdir. Daha nadiren Antoni-B alanları olarak isimlendirilen gevşek, ödemli, mikrokistik ve miksoid değişiklikler izlenen hiposellüler alanlar da görülebilir (17). Histopatolojik olarak üç tiptir (14):

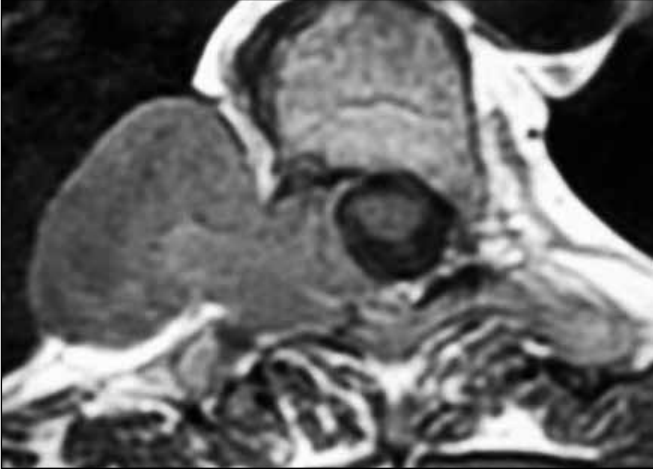
- Sellüler
- Pleksiform
- Melanotik

■ TEDAVİ

Cerrahi

Tümör rezeksiyonu için sıklıkla posterior yaklaşım tercih edilir. Mikroşirürjikal teknikle total veya hemilaminektomi ve dura insizyonu sonrası kitlenin total rezeksiyonu en sık uygulanan yöntemdir (4). Postoperatif ağrıyı azaltmak ve instabiliteden korunmak amacıyla hemilaminektomi ve tek taraflı fasetektomi uygulanabilir (17). Total fasetektomi gibi instabilitenin gelişebileceği durumlarda cerrahiye stabilizasyon da eklenmelidir.

'Kum Saati' şeklinde gelişen tümörlerde (Şekil 3) hem intradural hem ekstradural alana hakim olmak için parsiyel veya total fasetektomi yapılması gerekebilirken ekstradural yerleşimli tümörlerde lezyonun seviyesine göre uzak lateral yaklaşımla tümör eksize edilebilir (20). Torakal bölgede yerleşim gösteren 'kum saati' şeklindeki tümörlerde önce bağı olduğu sinir kökünü kanal içinde bularak kesmek gerekir. Aksi halde lateralden başlayarak tümörü rezeke etmeye çalışırken çekiştirmeye bağlı omurilik hasarı ve paraplejiye varan komplikasyonlarla karşılaşılabilir (22). Paraspinal uzanım gösteren torakal lezyonlarda torakotomi ile transplevral/ekstraplevral veya lateral ekstrakaviter yaklaşım yapılması gerekebilir. Negatif intratorakal basınç nedeniyle BOS fistülü riski vardır. Sakral bölgede yerleşim gösteren 'Kum saati' tümörlerinde lateral pozisyonda hem anterior hem de posterior yaklaşım uygulanır (17).



Şekil 3: T1 kontrastsız aksiyel MRG'de torakal hem ekstradural hem intradural yerleşim gösteren 'kum saati' şeklinde schwannoma görülmekte.

Genellikle dorsal veya dorsolateral yerleşim gösterdiklerinden dolayı dura insizyonu sonrası tümör ile karşılaşılır. Omuriliğin anteriorunda yerleşim gösterenlerde ligamentum dentatumun kesilmesi gerekebilir (17).

İntraoperatif nörofizyolojik monitörleme cerrahi komplikasyonların azaltılması için önem teşkil eder. Genellikle somatosensoriyel uyarılmış potansiyeller (SSUP–SSEP) kullanılmakla birlikte motor uyarılmış potansiyeller (MUP–MEP) ile birlikte kullanımı duyarlılığı artırır. Tümör ile sinir kökünün ayırımı yapılamadığı durumlarda spontan EMG ve direkt sinir uyarımı ile sinir kökün kesilip kesilemeyeceğine karar verilebilir (8). Uyarıma rağmen hiçbir fonksiyonel yanıt alınamaz ise kök feda edilir. Aksi halde uyarıya yanıt alınır ise özellikle servikal ve lomber bölgelerde sinir kökünü korumaya yönelik çalışılmalıdır (20). Cauda equina lezyonlarında diseksiyon spontan EMG ile takip edilirken, conus medullaris lezyonlarında pudental SSEP ve bulboka-vernöz refleks monitörleme, ürogenital işlevlerin daha iyi takip edilmesi açısından önemlidir (11).

Schwannoma benign karakterde bir kitle lezyonu olması nedeniyle özellikle soliter lezyonlarda amaç nörovasküler yapıları koruyarak yapılacak total eksizyondur. Geniş serilerde % 80–97 oranında total eksizyon yapılabildiği raporlanmıştır (12, 20). İntramedüller yerleşimli tümörlerde omurilik hasarından, ekstradural yerleşimli tümörlerde ise komşu ana vasküler yapıları ve pleksus sinir dokularına hasar vermekten kaçınmak adına subtotal rezeksiyon tercih edilebilir (20).

Cerrahi komplikasyon oranı geniş serilerde % 13–18 arasında değişmekte olup, en sık olarak beyin omurilik sıvısı (BOS) kaçağı (%6), psödomeningosel kesesi gelişimi (%4,5), nörolojik kötüleşme (%2,2), yara yeri enfeksiyonu (%1,6–4) görülür. Operasyon lojunda kanama, aseptik menenjit/menenjit, anesteziye bağlı komplikasyonlar, nöbet, derin ven trombozu ve postoperatif kifoz gelişimi raporlanmış diğer komplikasyonlardır (4, 20). Klekamp ve Samii kendi serilerinde postoperatif kalıcı nörolojik kayıp gelişme riskinin NF tip 2 olan hastalarda daha yüksek olduğunu raporlamışlardır (13).

Radyoterapi

Genellikle nörofibromatozis veya schwannomatozis gibi yaygın çoklu kitlelerin varlığı durumunda kullanılır. Soliter lezyonlarda radyocerrahinin başarısı ve düşük komplikasyon riski nedeniyle kullanımı geri plana düşmüştür. Spinal kord tümörlerine yönelik radyoterapiye bağlı gelişen komplikasyonlar sıklık sırasına göre bulantı, kusma (%9,4), cilt reaksiyonları (%8,2), halsizlik (%8,2), anoreksi (%4,7) ve radyasyon miyelitine ikincil gelişen nörolojik kötüleşme (%3,5) olarak raporlanmıştır (4).

Radyocerrahi

Kraniyal bölgede radyocerrahinin etkinliği görüldükten sonra 2000'li yılların başından itibaren subtotal eksizyon yapıp progresyon gösteren, nüks eden veya çoklu yerleşim gösteren spinal schwannomalara da cerrahi sonrası Cyberknife® radyocerrahi (Accuracy Inc., Sunnyvale, Kaliforniya, ABD) veya Novalis lineer akseleratör (LINAC®) uygulanmaya başlanmıştır (16, 19). Tümörün boyutu ve yerleşimine göre 14–33 Gray (Gy) doz 1–5 seans şeklinde uygulanmaktadır (2). Literatürde %90'ın üzerinde radyolojik olarak tümör hacminin küçüldüğü veya kontrolü sağlandığı raporlanmıştır. Hastaların ağrı, uyuşma ve güçsüzlük şikayetlerinde %37–67 oranında klinik düzelme, %10–18 oranında ise kötüleşme olduğu raporlanmıştır (2, 3, 5, 19).

■ PROGNOZ

Geniş serilerde hastaların preoperatif değerlendirilmesi ve postoperatif takiplerinde nörolojik muayene, Karnofsky performans skalası ve Klekamp–Samii skalası kullanılmıştır (13).

Tümörün nüks etme olasılığı gross total rezeksiyon uygulanan olgularda dahi %3 oranındadır (20). Klekamp ve Samii subtotal rezeksiyon uygulanmış olgularda 5 yıllık nüks oranını %10,7 ve 10 yıllık nüks oranını %28,2 olarak raporlamışlardır (13). Subtotal rezeksiyon sonrası %50'ye varan oranda klinik kötüleşme bildirilmiştir (18). Bu nedenle cerrahi sonrası en az 5 yıl boyunca yıllık MRG ile izlem önerilmektedir (20).

Cerrahi sonrası hastaların yaklaşık yarısı uzamış bölgesel veya radiküler ağrı tarif eder ancak tıbbi tedavi gerektiren ortalama %10'luk bir kısmıdır. Uzun dönem takiplerde %6 oranında semptomatik araknoidit veya kistik miyelopati geliştiği raporlanmıştır (15).

Malign spinal schwannomaların yaklaşık yarısı nörofibromatozis ile birliktelik gösterir ve 1 yıllık yaşam beklentisi oldukça düşüktür (17).

■ SON SÖZ

Spinal schwannomalar nadir görülmeyen spinal intradural ekstramedüller yerleşim gösteren benign tümörlerdir. Genetik hastalıklar ile birliktelik gösteren lezyonlarda tedavi yaklaşımı farklılık gösterir. Tedavide esas amaç total rezeksiyon olsa da her zaman uygulanamayabilir. Bu nedenle ameliyat öncesi klinik ve radyolojik değerlendirilmeye ve de İntraoperatif nöromonitör bulgularına göre karar vermek ve cerrahi sonrası takip ve tedavisini bu karar doğrultusunda yapmak hastaların hayat kalitesini artıracaktır.

■ KAYNAKLAR

1. Beaulieu S, Rubin B, Djang D, Conrad E, Turcotte E, Eary JF: Positron emission tomography of schwannomas: Emphasizing its potential in preoperative planning. *AJR Am J Roentgenol* 182(4): 971-974, 2004
2. Chang UK, Rhee CH, Youn SM, Lee DH, Park SQ: Radiosurgery using the Cyberknife for benign spinal tumors: Korea Cancer Center Hospital experience. *J Neurooncol* 101(1): 91-99, 2011
3. Dodd RL, Ryu MR, Kamnerdsupaphon P, Gibbs IC, Chang SD Jr, Adler JR Jr: CyberKnife radiosurgery for benign intradural extramedullary spinal tumors. *Neurosurgery* 58(4):674-685, 2006
4. Engelhard HH, Villano JL, Porter KR, Stewart AK, Barua M, Barker FG, Newton HB: Clinical presentation, histology, and treatment in 430 patients with primary tumors of the spinal cord, spinal meninges, or cauda equina. *J Neurosurg Spine* 13(1):67-77, 2010
5. Gerszten PC, Burton SA, Özhasoğlu C, McCue KJ, Quinn AE: Radiosurgery for benign intradural spinal tumors. *Neurosurgery* 62(4):887-895, 2008
6. Gonzalvo A, Fowler A, Cook RJ, Little NS, Wheeler H, McDonald KL, Biggs MT: Schwannomatosis, sporadic schwannomatosis, and familial schwannomatosis: A surgical series with long-term follow-up. *Clinical article. J Neurosurg* 114(3):756-762, 2011
7. Gu R, Liu JB, Zhang Q, Liu GY, Zhu QS: MRI diagnosis of intradural extramedullary tumors. *J Cancer Res Ther* 10(4):927-931, 2014
8. Gürçay AG: Spinal tümör cerrahisinde intraoperatif nöromonitörizasyonun kullanımı. İçinde: Zinnuroğlu M, Emmez H, Dalgıç A (eds). *Omurga ve Omurilik Cerrahisinde İntraoperatif Nöromonitörizasyon*, birinci baskı, Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları, 2015: 59-65
9. Hamada K, Tomita Y, Qiu Y, Tomoeda M, Ueda T, Tamai N, Hashimoto N, Yoshikawa H, Aozasa K, Hatazawa J: (18) F-FDG PET analysis of schwannoma: Increase of SUVmax in the delayed scan is correlated with elevated VEGF / VPF expression in the tumors. *Skeletal Radiol* 38(3):261-266, 2009
10. Holland K, Kaye AH: Spinal tumors in neurofibromatosis - 2: management considerations - a review. *J Clin Neurosci* 16(2):169-177, 2009
11. Ilgaz Aydınlar E: Spinal tümör cerrahisinde intraoperatif nöromonitörizasyonun etkinliği. İçinde: Zinnuroğlu M, Emmez H, Dalgıç A (eds). *Omurga ve Omurilik Cerrahisinde İntraoperatif Nöromonitörizasyon*, birinci baskı, Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu Yayınları, 2015:67-70
12. Jung KW, Park KH, Ha J, Lee SH, Won YJ, Yoo H: Incidence of primary spinal cord, spinal meninges, and cauda equina tumours in Korea, 2006 - 2010. *Cancer Res Treat* 47(2):166-172, 2015
13. Klekamp J, Samii M: Surgery of spinal nerve sheath tumors with special reference to neurofibromatosis. *Neurosurgery* 42:279-290, 1998
14. Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, Cavenee WK, Burger PC, Jouvet A, Scheithauer BW, Kleihues P: The 2007 WHO classification of tumours of the central nervous system. *Acta Neuropathol* 114(2): 97-109, 2007
15. McCormick PC: Surgical management of dumbbell and paraspinous tumors of the thoracic and lumbar spine. *Neurosurgery* 38(1):67-74, 1996
16. Niazi TN, Bowers CA, Schmidt MH: Role of adjuvant radiosurgery after thoracoscopic microsurgical resection of a spinal schwannoma. *Case Rep Neurol Med* 2012:345830, 2012
17. Ogden AT, Schwartz TH, McCormick PC: Spinal cord tumors in adults. In: Winn R (ed). *Youmans Neurological Surgery*, cilt 3, altıncı baskı. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2011:3131-3143
18. Parmar HA, Ibrahim M, Castillo M, Mukherji SK: Pictorial essay: Diverse imaging features of spinal schwannomas. *J Comput Assist Tomogr* 31(3): 329-334, 2007
19. Sachdev S, Dodd RL, Chang SD, Soltys SG, Adler JR, Luxton G, Choi CY, Tupper L, Gibbs IC: Stereotactic radiosurgery yields long-term control for benign intradural, extramedullary spinal tumors. *Neurosurgery* 69(3):533-539, 2011
20. Safavi-Abbasi S, Şenoğlu M, Theodore N, Workman RK, Gharabaghi A, Feiz-Erfan I, Spetzler RF, Sonntag VK: Microsurgical management of spinal schwannomas: Evaluation of 128 cases. *J Neurosurg Spine* 9(1):40-47, 2008
21. Schellinger KA, Propp JM, Villano JL, McCarthy BJ: Descriptive epidemiology of primary spinal cord tumors. *J Neurooncol* 87: 173-179, 2008
22. Yüksel M, Pamir N, Özer AF, Batirel HF, Ercan S: The principles of surgical management in dumbbell tumors. *Eur J Cardiothorac Surg* 10(7):569-573, 1996