



Intramedüller Spinal Kord Tümörleri ve Cerrahi Tedavinin Yönetimi

Intramedullary Spinal Cord Tumors and Management of the Surgical Treatment

Ahmet KARKUCAK, Vaner KÖKSAL

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Samsun, Türkiye

Yazışma adresi: Vaner KÖKSAL ✉ vanerkoksal@hotmail.com, vaner.koksal@saglik.edu.tr

ÖZ

Intramedüller omurilik tümörleri (İMOT), santral sinir sisteminin (SSS) nadir görülen neoplazmalarıdır ve sınırlı cerrahi tedavi seçenekleri nedeniyle önemli bir klinik zorluk teşkil etmektedirler. İMOT'ler tüm SSS'i tümörlerinin %2-4'ünü oluştururlar. Ependimomlar ve astrositomlar en sık karşılaşılan intramedüller spinal kord tümörleri olup, ependimom yetişkinlerde en sık, astrositomlar ise çocuklarda ve adölesanlarda en sık görülmekte ve bunu hemangioblastomlar takip etmektedir. Diğer antiteler arasında lipomlar, germ hücre tümörleri, gangliogliomlar, germinomlar, lenfomalar ve metastazlar bulunur. Bunlar omurilik dokusundan kaynaklanır ve gri ve beyaz maddenin istilasına ve yok olmasına yol açar. Bu tümörlere sahip hastaların çoğu, başlangıçta bir rezeksiyon girişimiyle tedavi edilebilir. Ne yazık ki, tamamen total rezeksiyon yapılamayan veya subtotal rezeksiyon yapılan hastalar, radyoterapi ve kemoterapi gibi birkaç tedavi seçeneğiyle tedaviye bırakılmaktadır. Bu nedenlerle gelecekteki diğer araştırmaların bu yıkıcı hastalıklar için umut verici yeni tedavilere yol açması beklenmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Intramedüller spinal kord tümörleri, Rezeksiyon, Astrositomlar, Ependimoma

ABSTRACT

Intramedullary spinal cord tumors (IMSCTs) are rare neoplasms of the central nervous system (CNS) and have been a significant clinical challenge due to the limited surgical treatment options. IMSCTs account for 2–4% of all CNS tumors. Ependymomas and astrocytomas are the most commonly encountered intramedullary spinal cord tumors, with ependymoma being the most common in adults, and astrocytomas followed by hemangioblastomas being the most common in children and adolescent. Other entities include lipomas, germ cell tumors, gangliogliomas, germinomas, lymphomas, and metastases. These lesions arise from the spinal cord tissue, leading to invasion and destruction of the gray and white matter. The majority of patients with these tumors can be initially treated with an attempted resection. Unfortunately, those patients who cannot undergo gross-total resection or have subtotal resection are left with few treatment options, such as radiotherapy and chemotherapy. These reasons, other future investigations will hopefully lead to promising new therapies for these devastating diseases.

KEYWORDS: Intramedullary spinal cord tumors, Resection, Astrocytomas, Ependymoma

■ GİRİŞ

Santral sinir sistemi tümörlerinin yaklaşık %15'ini omurilik tümörleri oluşturmaktadır ve bunların çoğunluğu benign olup direkt spinal kord ve sinir köklerinin kompresyonu

yoluyla klinik semptomlara yol açarlar. Spinal tümörler anatomik yerlerine göre ekstradural, intradural-ekstramedüller ve intramedüller tümörler olarak sınıflandırılırlar. Intramedüller spinal kord (omurilik) tümörleri bu grup içerisinde en az

karşılaştığımız (%2-4) tümöral lezyonlardır. Özellikle spinal kordun gri ve beyaz cevherini invaze ederek destrükte ederler. Astrositomalar ve ependimomalar en sık karşılaşılan histopatolojik tipler olup %50'sini oluştururlar ve onları 3. sıklıkta hemanjioblastomlar takip etmektedir. Diğer az görülen tipler lipomalar, germ hücreli tümörler, mixgliomalar, gangliogliomlar, germinomalar, lenfomalar ve seeding ile ya da hematogen yolla oluşan metastazlar takip eder (2,20,38). İnflamatuvar hastalıklar da nadiren intramedüller tümörleri taklit edebilirler (18). Biz nöroşirürjenleri ilgilendiren en önemli kısmı cerrahi tedavilerindeki zorluklardır. Sınırlı olan küçük boyutlardaki İMOT'lerinin büyük kısmı cerrahi yöntemlerle tedavi olabilmesine rağmen invaze İMOT'lerinin nörolojik defisit oluşturmadan veya var olan nörolojik defisiti artırmadan rezeke etmek neredeyse mümkün değildir. Bu yazımızda özellikle bu zorluklara vurgu yapmaya çalışacağız.

Etiyoloji

İMOT'eri çoğunlukla sporadik olmalarına rağmen, bazıları nörofibromatozis 1, 2 (NF-1, NF-2) ve VonHippel-Lindau hastalığı gibi klinik sendromlarla ilişkili olabilmektedir. NF-1, 17. kromozomdaki bir tümör supresör genin mutasyonundan kaynaklanmaktadır. NF-1 hastalarının %19'da intramedüller tümörler gelişebildiği bildirilmektedir. Bunların çoğunluğu intradural-ekstramedüller nörofibromlardır. NF-2 22. kromozomdaki mutasyonu ile oluşmaktadır ve hastaların %2'de intramedüller tümörler görülebilmektedir. VonHippel-Lindau hastalarında en sık bulunan intra medüller tümör ise hemajio-blastomalar'dır (6,15,21).

Epidemiyoloji

İMOT'leri tüm santral sinir sistemi tümörlerinin %2-4'ini oluşturan nadir görülen tümörlerdir (3). Primer intradural tümörlerin yaklaşık %10-20'si intramedüller tümörlerdir. Çocuk ve yetişkinlerde intramedüller tümörlerin çoğunluğu benign olup 2/3'ü veya %80'i astrositom ve ependimom'lar, geri kalanları ise gangliogliom, miksgliom ve diğer nadir görülen tümörlerden oluşmaktadır. Çocuklarda astrositomalar daha yaygın olup, ependimomalar daha çok erişkinlerde görülmektedir. Astrositomalar 3. ve 4. dekatlarda pik yaparlar ve genellikle düşük grade'li olup torakal segmentte lokalizedirler. Ependimomalar sıklıkla lomber düzeyde konuş medullaris veya filum üzerinde oluşurlar. Yalnızca tümörlerin %9'u yüksek dereceli veya malign histolojiye sahip olduğu görülmektedir (28). Hemanjioblastomalar 3. en sık görülen intramedüller tümörlerdir. Metastatik intramedüller tümörler çok nadirdir ve genelde akciğer ve meme tümörlerinden kaynaklanabilirler. Çok daha nadir olarak BOS ile seeding yoluyla santral sinir sistemi tümörleri spinal kord içerisine yayılabilirler.

Patofizyoloji

Genel olarak astrositomalar zayıf olarak tanımlanan cerrahi rezeksiyon planına sahip infiltratif tümörlerdir. Omurilik içerisinde strinks olarak adlandırılan bir boşluk oluşturabilirler ve kötü huylu yüksek grade'li bir tipe dönüşebilirler. Ependimomalar, ependimal hücrelerden kaynaklanıp yumuşaktırlar ve yavaş büyürler. Genellikle kapsülleri vardır ve yaygın histolojik tipi perivasküler psödoretelere sahip WHO grade 2 varyantlarıdır. Filum terminale mikropapiller ependimomu yaygın olarak

WHO grade 1 tümörlerdir. Hemanjioblastomlarda WHO grade 1 oldukça vaskülarize ve küçük boyutlu tümörlerdir. Hemanjioblastomlar kist oluşturabilirler ve erkeklerde daha siktırlar (5,6).

Klinik

İMOT'de klinik bulgular çok geniş bir spektruma sahiptir, erken dönemlerde klinik bulguları çok belirgin değildir. Semptomların başlama süresi benign ve malign lezyonlar arasında farklılık göstermektedir. Benign lezyonlarda bu süreç 3-4 yıl kadar olabilirken malign lezyonlarda aylarla ya da haftalarla sınırlı olabilmektedir (18,41). Nörolojik tabloda ani kötüleşme çok nadir beklenip ependimomlarda çok ender olarak tümör içi kanama ile olabilmektedir. Yetişkinlerde en sık ağrı ve motor güçsüzlük görünürken, çocuklarda ağrı daha sık görülmektedir. Ağrı sıklıkla düffüzdür, nadiren radiküler özellik taşıyabilmektedir. Çocuklarda düşme atakları, beceriksizlik, güçsüzlük şeklinde motor defisitler gözlemlenebilmektedir. Genç infantlarda yürümeyi öğrenme döneminde yürümeyi reddetme gibi motor gerileme bulguları olabilir. Çocuklarda sensoryal semptomlar genelde dizestezi şeklinde olup %20'sinde görülür. Çocukların %30'unda skolyoz olup sıklıkla paraspinal ağrı ile birlikte gözlenmektedir (15). Çocuk olgularının %15'inde hidrosefali görülebilir. Yüksek dereceli tümörlerde düşük dereceli tümörlere göre daha sık hidrosefali görülebilmektedir. Etiyolojisinde BOS içindeki artmış protein konsantrasyonu, araknoidal yapışıklık ve subaraknoidal yayılım sorumlu tutulmaktadır (15,29).

Klinik semptomların prezente olması ve ilerlemesi tümörün lokalizasyonuna bağlıdır, üst ekstremitte semptomları servikal yerleşimli neoplazmlarda ön plandadır. Torakal yerleşimli lezyonlarda sıklıkla alt ekstremitte spastisite ve sensoryal bozukluklar ön planda olduğu görülmektedir. Uyuşma genel bir yakınma olup sıklıkla bel ve bacak ağrısı da görülebilmektedir. Ağrılar bazen radiküler özellik gösterebilmektedir. Ürogenital ve anorektal fonksiyon bozuklukları ise bu bölge tümörlerinde erken dönemde ortaya çıkmaktadır (29).

Tanı

İMOT'de manyetik rezonans görüntüleme (MRG) en önemli tanı yöntemidir. MRG teknolojisindeki gelişmeler, omurilik tümörlerinin tanınmasında ve natürünün belirlenmesinde oldukça önemlidir. Ancak buna rağmen tanı konulmasında hâlen gecikmeler olabilmektedir. Semptomların başlaması ile teşhisin konulması arasında 12-14 ay gibi bir süreye ulaşabilen gecikmeler yaşanmaktadır (16). Bunun en büyük sebebi semptomların başlangıçta dejeneratif omurga hastalıklarında görülen semptomlara benzemesidir. Açıklanamayan ve alışılmış tedavilere cevap vermeyen boyun, sırt, bel ve ekstremitte ağrıları olan hastalarda mutlaka MR görüntüleme yöntemlerine başvurulması gereklidir.

MRG'de oluşan gelişmelere rağmen histolojik subtiplerin ayrımı hâlâ tam mümkün değildir. T1 ağırlıklı MRG kesitlerinde morfolojik detay ve omurilik içinde kistik genişleme görülebilir. Protein içeriği fazla olan kistik lezyonlar izointens olarak görülmekle beraber T1 ağırlıklı kesitlerde kistlerin varlığı ve uzanımı belirgin bir şekilde ayırt edilir. T2 ağırlıklı sagittal kesitlerde ise tümör ve ödem gibi yüksek sinyal içeren oluşumlar değerlendirilir. MRG'de kanama alanları ayırt edilebilmektedir; kistik lezyonlardaki kavite içi kanamalarda

sıvı seviyesi, hemoglobın yıkım ürünlerine bağılı üst ve alt kompartmanlar arasında sinyal farklılığı izlenebilmektedir. Hemorajik omurilik tümörleri omurilik üzerinde yüzeysel olarak hemosiderin toplanmasına neden olurlar, bu toplanma T2 ağırlıklı kesitlerde periferik hipointensite olarak gözlenir. Kontrastsız MRG ile omurilik içindeki lezyonlar gözlenebilir fakat kontrastlı MRG lezyonun daha detaylı olarak değerlendirilmesini sağlar. Kontrastlı MRG hemangioblastom ve metastaz gibi fokal lezyonların değerlendirilmesinde daha değerlidir. Bu iki lezyonun ortak özelliğı sınırlarının belirgin olmayışı ve yaygın ödem içermeleridir. Kontrastlı T1 kesitler lezyonun tam lokalizasyonunu ortaya koyabilir. Omurilik gliomlarında olguların neredeyse tamamında çok az oranda da olsa kontrast tutulumu gözlenir, bu alan aktif tümör odağını ve biyopsi için yer tespiti yapılmasına yardımcı olabilir. Omurilikteki gliomlar santral sinir sistemindeki glial tümörlerden farklı olarak sadece yüksek grade'li olanlar değil, grade'leri ne olursa olsun kontrast tutma eğilimindedirler. Çok nadir de olsa kontrast tutmayan omurilik gliomları da rapor edilmiştir. Bu nedenle kontrastlı kesitlerde şüpheli neoplazmaların diğer benign lezyonlardan (benign kist veya enfeksiyon) ayırt edilmesinde oldukça önemlidir (15,21).

■ İNTRAMEDÜLLER OMURİLİK TÜMÖRLERİNE YAKLAŞIM

Çocuklarda İMOT'de nörolojik fonksiyonların uzun süreli korunabilmesi için radikal rezeksiyon cerrahi tedavinin amacı olmalıdır (9,32). Çocuklarda cerrahi rezeksiyon sonrası yıllar içinde spinal deformite gelişmesi önemli bir problem olarak karşımıza çıkabilir (9). Bu yüzden çocuklarda özellikle osteoplastik laminoplasti uygulanması yıllar sonra spinal deformite gelişme riskini azalttığı düşünülmektedir ancak fonksiyonel asıl sonuç üzerine etkisi görülmemiştir (9). Günümüzde omurilik tümör cerrahisinde intra operatif nörofizyolojik monitörizasyon sıklıkla kullanılmaktadır, bunlar arasında motor yolların monitörizasyonunda motor evoked potansiyeli (MEP) en önemli modalitedir (32). Somatosensorial evoked potansiyel (SEP) ise dorsal kolumnanın bütünlüğünün değerlendirilmesinde hâlâ önemlidir ancak tek başına veya MEP yerine kullanmak için yeterli değildir. SEP ancak MEP'in tamamlayıcısı olabilir. Böylece bu yolların monitörizasyonu ile cerraha daha güvenli rezeksiyon yapma şansı tanınmış olur, postoperatif nörolojik defisit gelişme olasılığı veya var olanın artması ihtimali minimize edilmiş olmaktadır (32). Tedavi sonrası iyi sonuç lezyonun histolojik tipine, derecesine, tümörün cerrahi rezeksiyon miktarına ve cerrahi öncesi hastanın nörolojik tablosuna bağılı olarak değişmektedir. Opere edilen hastaların yaklaşık %30'da preoperatif mevcut bulgularda düzelme görüldüğü saptanmıştır (9). Klinik düzelme motor bulguların düzelmeye başlamasının erken olduğu, sensorial ve üriner disfonksiyon bulgularında düzelmenin ise yıllar geçtikten sonra görüldüğü söylenebilir. Semptomların başlamasıyla cerrahi tedavinin uygulanması arasındaki süre ne kadar kısa ise klinik tablonun düzelmesinde elde edilen sonuçların daha iyi olduğu ve olası iyileşme sürecinin daha kısa olduğu gözlemlenmiştir (3,38).

Astrositomlar

Gliomlar tüm spinal tümörler içerisinde %9-22.5 oranında

görülmediler (2,20). Bu tümörlerin de %36-54'ünü astrositomlar oluşturmaktadır. Çocuklarda daha sık görülürler (37). Ependimomlar çocukluk çağı tümörlerinin %24-38'ini oluştururken astrositomlarda bu oran %50'nin üzerindedir. Spinal astrositomlar cinsiyet ayrımı göstermemekle beraber bazı yayınlarda erkek cinsiyette daha sık görüldüğü belirtilmiştir, 3 ve 4. dekada daha sık görülmektedirler (9). Astrositomlar omurilikte en sık torakal bölgeye yerleşirler, alt torakal ve lomber bölgede astrositom görülme sıklığı azalırken ependimom görülme sıklığı artmaktadır. Ependimomlar sıklıkla filum terminaleye yerleşirken astrositomlar çok nadir olarak bu bölgeyi tutarlar (37). Astrositomların çoğunluğu intramedüllerdir ancak çok nadiren egzofitik veya intradural ekstrapedüller lokalizasyonda görülebilirler (15). Klinik semptomlar başlangıçta genellikle belirgin değildir bu da tanının erken dönemde konulmasını zorlaştırır. Yürüme güçlüğü, mesane ve üriner disfonksiyon, lokal radiküler veya sistemik ağrı ön planda olmaktadır (2). Fizik muayenede motor ve sensorial değişiklikler saptanabilir.

Tanı

Direkt grafler, spinal kanal genişlemesi ve kemik erozyonunu gösterebilirler. Miyelografi veya miyelografi sonrası bilgisayarlı tomografi (BT) bir intramedüller kitlenin varlığı hakkında fikir verebilir ancak artık nadiren kullanılmaktadırlar. Altın standart görüntüleme yöntemi MRG'dir (20). T1 ağırlıklı kesitlerde astrositomlar düşük sinyal yoğunluğu gösterilir. Omurilik genişlemesi tüm olgularda gözlenir (14). T2 ağırlıklı kesitlerde, astrositomlar ve beraberindeki ödem yüksek sinyal yoğunluğu gösterirler (13). Astrositomların çoğu kontrastsız MRG'de homojen sinyal yoğunluğu gösterir ancak ependimomlarla karışabilecek şekilde heterojenite de gösterebilirler. Astrositomlar kontrastlı MRG'de kontrast tutmakla beraber tümörün infiltratif özelliğinden dolayı sınırları düzensiz olarak görülürler (18). Kontrastlanma heterojen olur ancak tümörün mutlaka bir bölümünde kontrastlanma vardır. Nekrotik tümörlerde ise geç kontrast tutulumu görülür (11). Tümörlerin çoğunluğu sınıks kavitesi içerir (kaudal ya da rostral'de). MRG yardımıyla tümörü kist formasyonundan ayırt etmek mümkündür (14). Rostal ve kaudalde yer alan kistler benign olma eğilimindedir, bu kistlerin genellikle tümör hücreleri ihtiva etmezler. Bu kistlerin cerrahi eksizyonu gerekmez cerrahi drenajı yeterli olacaktır (7,8,11). Malign tümör kistleri kontrast tutarken benign olanlar kontrast tutmazlar. Reaktif veya neoplastik tümör kistlerinin her ikisi de T1 ağırlıklı kesitlerde azalmış sinyal yoğunluğu, T2 ağırlıklı kesitlerde ise tümöre göre artmış sinyal yoğunluğu göstermektedirler (14). Tümör içinde nekroza bağılı kavite varlığında kontrastsız çalışmalarda solid tümörden kisti ayırtmak mümkün olmayabilmektedir (8,11).

Kompleks benign sınıksler astrositomları taklit edebilirler ancak bunların duvarlarında kronik BOS pulsasyonuna bağılı sekonder gliosis gelişebilmektedir (11). Bu doku T2 ağırlıklı kesitlerde artmış bir sinyal yoğunluğu oluşturarak tümör dokusundan ayırt edilmesini zorlaştırabilmektedir (8). Tümör kistlerinde sınırlar belirgin olmayıp, BOS'a paralel olmayan düzensiz sinyal intensiteleri mevcuttur (7). Chiari malformasyonu dışında sınıks kavitesi tespit edilen hastalarda mutlaka kontrastlı MRG ile spinal aks taranmalıdır. Literatürden aldığımız örnek olguya ait MRG'leri Şekil 1A-C'de gösterilmiştir (25).

Patoloji

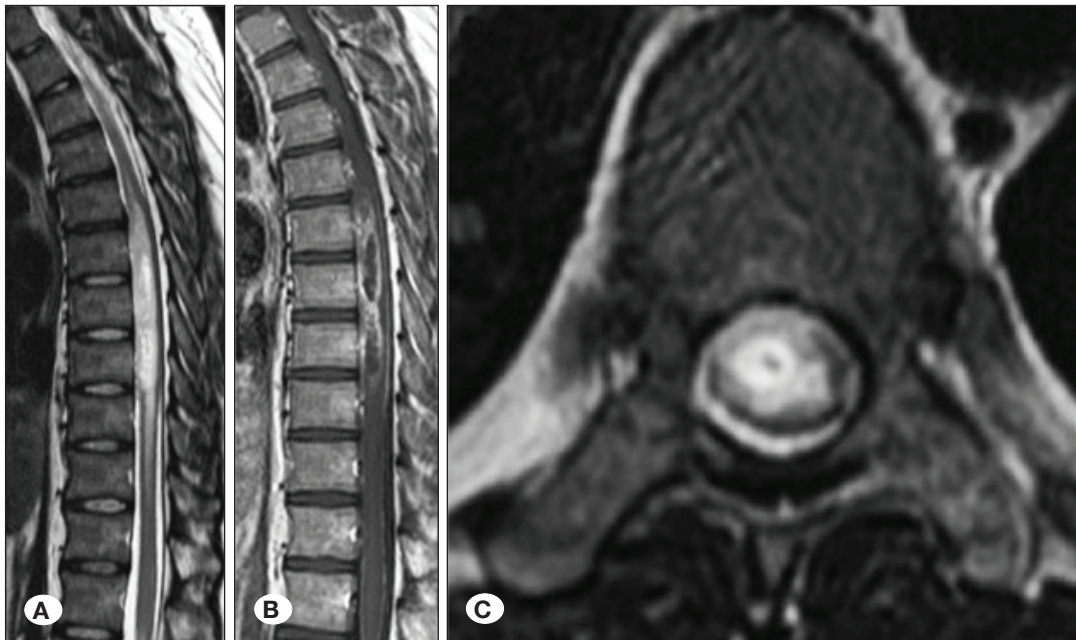
Astrositomalar omurilikte fuziform bir genişlemeye sebep olurlar. Makroskopik olarak eğer kanama olmuş ise, kanamanın derecesine bağlı olarak gri-sarı veya kırmızı-gri olarak görünürler. Malign tümörler daha fazla vasküler olma eğilimindedirler. Kistik değişiklikler %25-35 arasında görülmektedir (29,42). Düşük grade'li tümörler omurilik dokusundan keskin bir demerkasyon hattıyla ayrılmazlar. Genelde posteriorda lokalizedirler (7). Birden çok segmenti tutabilirler, holokord astrositomalar ise omuriliğin tümünü tutarlar (13). Genelde homojen tümörlerdir. Astrositomalar neoplastik transforme astrositlerden meydana gelmiş olup iyi differansiye tipten anaplastik tipe kadar geniş bir yelpazeyi oluştururlar. Yetişkinlerde omurilik astrositomalarının %75-90'ı benignidir (44).

Cerrahi Tedavi

Cerrahi esnasında tümörün derecesi hakkında karar vermek mümkün değildir, intra operatif nöropatolojik değerlendirme (frozen) cerraha yol gösterici olabilir. Tümör rezeksiyon miktarına intaoperatif patoloji sonucuna göre karar verilmelidir. Yüksek dereceli astrositomada tümör rezeksiyonu ile prognoz arasında pozitif bir ilişki kurulmadığından agresif tümör rezeksiyonu önerilmemektedir. Radyoterapi (RT) tedavisinin standart bir parçasıdır, ancak tümörün rezeksiyon miktarı ve sağ kalım arasındaki ilişki tam olarak net değildir. Cerrahi rezeksiyonda mutlaka postoperatif nörolojik fonksiyonların korunması amaç edinilmeli ve bunun için de mutlaka intra-operatif nörofizyolojik monitörizasyon kullanılmalıdır. Parsiyal rezeksiyon yapılan malign karakterli tümör olan hastalarda duramater aynı kranyumdaki gibi dekompresyon amacıyla açık bırakılabilir. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda yüksek grade'li omurilik tümörlerinde kür bildirilmemiştir (18). Yumuşak kıvamda aspiratöre kolay gelen bu tümörler genellikle çevre dokulardan kolaylıkla

ayrılabilir. Rezeksiyonda ultrasonik aspiratör (CUSA) ile mikro cerrahi diseksiyon tekniklerinin ve yöntemlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Yüksek dereceli tümörlerde yayılma çok hızlıdır, postoperatif kemoterapi ve radyoterapi uygulanabilmekle beraber etkinliği ve sonuçları tartışmalıdır. Ancak elimizde kısıtlı silahlarımız olmasından dolayı sıkılabilecek son kurşun olarak mutlaka denenmelidir, çünkü tam rezeksiyonu mümkün olmayan tümörlerin en azından büyümelerine engel olabilmektedirler (10).

Düşük dereceli astrositomalarda erişkinde sınırlı laminektomi, çocuklarda laminoplasti tercih edilmelidir. Laminektomi sırasında tümörün orta bölümünden yukarı ve aşağıya serbest spinal kord görülecek şekilde lamina kenarları açılmalıdır. Faset eklemlere zarar verilmeden yeterli boyutta gerektiği kadar segmenti içeren total laminektomi yapılmalıdır. Laminektomi boyutu tümöre rahat bir şekilde ulaşarak manüplasyon yapacak büyüklükte olmalıdır. Solid kısmın üst ve alt bölümündeki kistik kısmın tamamen ortaya çıkarılması çoğunlukla gerekmez, böylece laminektomi alanı kısıtlı tutulmuş ve omurga stabilitesi korunmuş olur. Ancak herşeye rağmen 3 vertebral segmentten fazla total laminektomi omurga biyomekaniğini etkilediği bildirilmektedir (35,40). Servikal omurgada özellikle ilave yapılan her laminektomi instabilite riskini artırıp servikal kifoz oluşmasına neden olabilir (30,31). Mikroskop altında orta hat net bir şekilde belirlenmeli ve tüm solid tümörü görebilmek için kord boyunca orta hattan myelotomi yapılmalıdır. Myelotomi boyutu ekartasyondan kaçınmak için çok önemlidir. Kaudal ya da rostralde kistik komponenti bulunan tümörlerde solid kısmın bitişi daha net olarak belirlenebilmektedir. Kısa segmenti tutan küçük lezyonlarda intraoperatif ultrasound doğru yere miyelotomi yapmak için kullanılması faydalı olabilir. Operasyonun temel amacı mümkünse tümörü gross total çıkartmaktır, Radikal rezeksiyon ile %50 oranında iyi cerrahi sonuç elde edilebilir, çünkü zorlamak normal traktuslara zarar verebilir. Tümör rezeksiyonundan sonra dura kapatılmalıdır.



Şekil 1: Torasik spinal kord içerisinde astrositoma izlenmekte. **A)** Sagittal T2 kesitte kitle içindeki heterojenite ve 4 vertebral segment boyunca uzandığı izlenmektedir. **B)** T1 sagittal kontrastlı kesitte tümör sınırlarındaki heterojen kontrastlanma izlenmektedir. **C)** T2 aksiyel kesitte ise kitlenin etrafına eksentrik şekilde invaze edip ilerlediği izlenmektedir.

Postoperatif MRG'de tümör tespit edilmesi durumunda ikinci bir operasyon düşünülebilir. RT ve KT düşük dereceli astrositomlarda cerrahi tedaviyi takiben adjuvan tedavi olarak kullanılmaz. Bu olgularda tümör rezeksiyonunu takiben çok uzun süren stabil klinik nörolojik tablo bildirilmiştir (16,18). Nörolojik defisit postoperatif erken dönemde arttığı olgularda sıklıkla ilerleyen dönemlerde düzelme beklenilebilir (27,38). Cerrahi öncesi paraplejik ya da tetraplejik İMOT'lü hastalarda postoperatif düzelme olasılığı oldukça düşüktür.

Rekürren düşük dereceli omurilik gliomlarında kabul edilmiş standart bir tedavi algoritması yoktur. Rekürren hastalarda yeni bir cerrahi girişim veya RT düşünülebilir. Nadiren de olsa bu tümörlerin ikinci nöropatolojik incelemesinde daha malign histolojik görünüm söz konusu olabilir. Bu hastalarda RT ve KT kullanılmakla beraber etkinliği tartışmalıdır.

Astrositomalarda prognozu etkileyen en önemli faktör tümörün grade'idir. Düşük grade'li (dereceli) tümörler bir süre sessiz kalabilirken yüksek dereceli tümörlerin BOS aracılığıyla yayılması (%58) oldukça sıktır. Tüm hastalar için 5 ve 10 yıllık yaşam oranları %58 ve %23 olarak bilinmekle beraber malign hastalarda 2 yıldan uzun yaşam süresi oldukça nadirdir (22).

Ependimom

Ependimomlar yetişkinlerde en sık görülen spinal intramedüller tümörlerdir, çocuklarda astrositomlardan sonra ikinci sıklıktadır. İntrakranial ependimomlara göre daha nadir olarak görülürler (12). Çocukluk çağından erişkin yaşa kadar her yaşta görülebilmelerine rağmen 4. ve 5. dekadta en sık olarak karşılaşırlar. Kadın erkek oranı 3/2 dir. En sık filum ve konuş medüllare'ye yerleşirler. Tüm konus tümörlerinin yaklaşık %58'ini oluştururlar. Daha az sıklıkta serviko-toraksik bölgede yerleşirler. En sık görülen alt tipi mikso papiller ependimomdur (12,23). Klinik olarak astrositomlardan ayırt edilemezler, boyun, sırt, bel ya da radiküler ağrı sıklıkla görülmektedir. Yürüyüş şeklinde bozulma, mesane ve sfinkter bozuklukları görülebilir. Cerrahisini gerçekleştirdiğimiz 29 yaşında yürüme bozukluğu ve alt ekstremitede kuvvet kaybı şikayeti ile opere ettiğimiz hastanın pre ve post operatif MRG'leri Şekil 2A, B'de görülmektedir.

Tanı

Direkt grafilerde pedikül ve vertebra korpusunun posterior yüzeyinde erozyon gözlenebilir. BT ve miyelografi nonspesifik olarak intramedüller genişlemeyi veya konus ya da filum'daki kitleyi gösterebilir. MRG en faydalı tanı yöntemidir, kontrastsız MRG omurilikteki genişleme ve kitleyi gösterir, T1 ağırlıklı serilerde izo veya hipointenstir. T2 kesitlerde tipik olarak heterojen intensitededir. Hemoraji her iki sekansta da görülebilir ve sıklıkla lezyonun superior ve inferior sınırlarında lokalize olurlar (33). Hemosiderin toplanması T1 de hafif hipointens, T2 kesitlerde ise belirgin hipointenstir. Hipersefüler bölgeler T2 ağırlıklı kesitlerde hiperintens olarak tümör içinde hiperintens alanın içinde hipointens alanlar olarak görülebilir. Ependimomlar yoğun ve düzensiz olarak kontrast tutma eğilimindedirler. İntratümöral veya peritümöral kistlerin ayrımında kontrastlı MRG çok önemlidir (7,8,35).

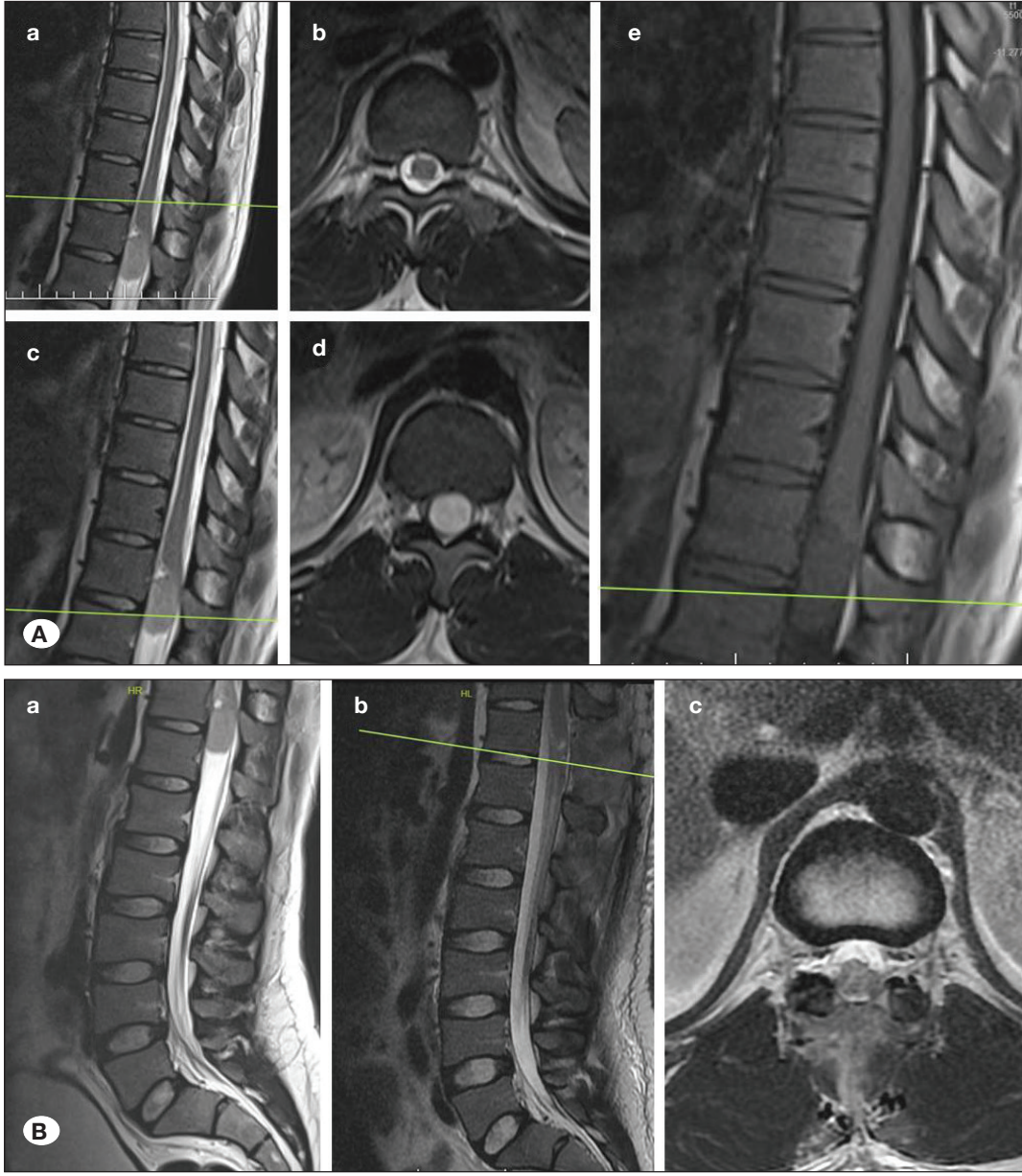
Ependimomlar MRG'de oldukça heterojen astrositomlara göre oldukça homojendir. Ancak bu özelliğe dayanarak preoperatif dönemde ayırt edilmeleri oldukça zordur. Ayırıcı tanıda lökalizasyon önemlidir, ependimomlar astrositomalara oranla çok daha sık konus ve omuriliğin alt bölümlerine yerleşme eğilimindedirler. Astrositomalar omuriliğin posterior kısmında lökalize olma eğiliminde ve egzantrik (daha periferde) yerleşirler. Ependimomlar ise santral kanal ependimal hücrelerden köken aldıkları için santral olma eğilimindedirler ve astrositomalara oranla daha çok hemorajiyapma eğilimi gösterirler. Ependimomlarda tümörü çevreleyen psödo-kapsül nedeniyle ince kesit MRG de tümör ve omurilik sınırı ayırt edilebilir. Astrositomaların infiltratif olması ve belirgin olmayan sınıra sahip olduklarından bu planın ayırt edilmesi oldukça zordur (17).

Cerrahi Tedavi

Cerrahi rezeksiyonla kür sağlanan tümörler olmasından dolayı radikal cerrahi mutlaka önerilmektedir. Hastaların yaklaşık %90'ında radikal rezeksiyon başarılabılır. Enkapsüle tümörün total çıkartılmasından sonra rekürren riski oldukça düşüktür (%15). Enkapsülasyonun zayıf olduğu tümörlerde total rezeksiyon mümkün olmayabilir, bu tümörlerin BOS aracılığıyla disseminasyonu ve uzak metastaz yaptıkları bildirilmiştir. Cerrahide yeterli bir myelotomi, tümörün üst ve alt sınırlarına hâkim olmayı ve santral kanala uzanan küçük bir parçanın gözden kaçmasına engel olacaktır. Kapsülün keskin bir diseksiyon ile omurilikten ayrılması spinal kordu cerrahi travmadan korumada önemlidir. Tümör kitle büyükse önce intra tümör eksizyon yapılmalıdır. BOS ile subaraknoid yayılım gösterebildikleri için kapsül açılırsa mutlaka alt ve üst sınırlarda pamuk pedi ile bariyer yapılmalıdır. Sirinks kavitesi ile karşılaşırsa kavite duvarı biopsi ile incelenmelidir. Total eksizyon yapılan hastalarda RT uygulanmaz, inkomplet rezeksiyonlarda RT tavsiye edilmektedir ancak etkisi tartışmalıdır (40). RT gereken hastalarda vertebral kemik füzyonun etkilenmemesi için füzyon için gerekli süreye dikkat edilmelidir (36,39,41,43).

Hemanjioblastom

Hemanjioblastom erişkinlerde en sık görülen primer posterior fossa tümörü olmakla beraber omurilikte nadir olarak görülürler. Tüm intramedüller tümörlerin %1,5-3'ünü oluştururlar. En sık 4. dekadta görülürler ve cinsiyet ayrımı göstermezler. Omurilik hemanjioblastomu olan hastaların %30'unda Von Hippel-Lindau (VHL) sendromu bulunmaktadır. VHL sendromu otozomal dominant geçişli bir hastalık olup %100 penetrasyon göstermektedir. Bu sendromlu hastalarda omurilik hemanjioblastomu genelde asemptomatik olmasından dolayı düşük olarak bildirilmektedir. Ancak 10 hastalık VHL sendromlu otopsi çalışmalarının tamamında omurilik hemanjioblastomu görülmüştür (39). VHL sendromlu hastalarda asemptomatik bile olsalar mutlaka serebellar ve spinal aks MRG'i yapılmalıdır. En sık torakal bölgede (%51), ikinci sıklıkta da servikal bölgede (%41) yerleşirler (10,19). Hemanjioblastomların yaklaşık %60'ı intramedüller olup intradural ekstramedüller veya ekstradural da yerleşebilirler. Tüm spinal hemanjioblastom'ların %43'ü kistik olmakla



Şekil 2: A) Torasik spinal kord içerisinde oluşmuş ependimoma izlenmekte. A,B,C ve D kesitlerinde T2 serilerinde spinal kordun kitle tarafından ekspansiyon edildiği izlenmektedir. Aksiyel D kesitinde spinal kordun iyice yan duvarlara sıkışıp incelendiği ve izlenmediği görülmüyor. T1 E kesitinde kitle hipointens olup spinal kordan ayrımı zor olmaktadır.

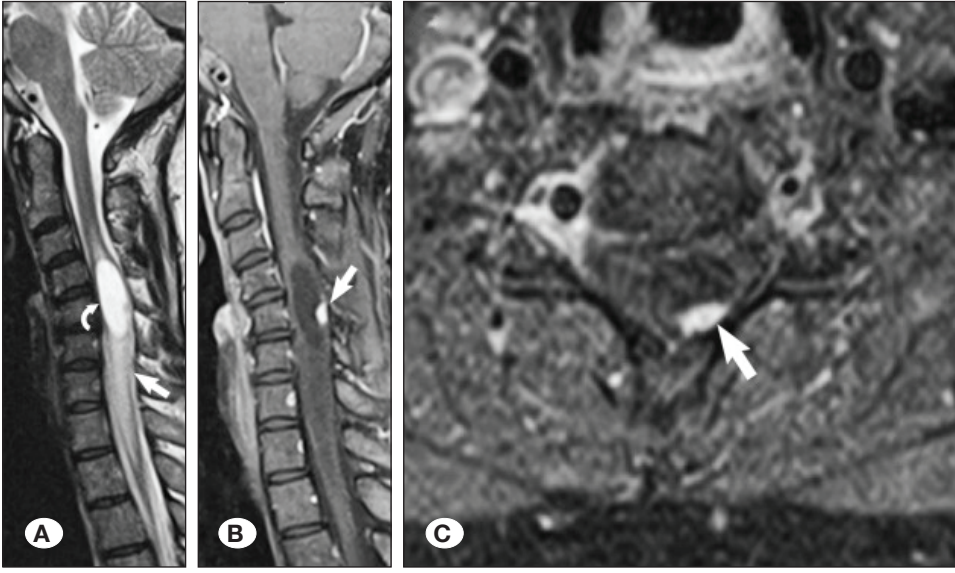
B) Aynı hastanın postoperatif görüntüleri izlenmektedir. A preop T2 sagittal kesitinde kitlenin aşağısında nöral dokunun izlenmediği ancak kitle total rezeksiyon edildikten sonra T2 B kesitinde konus medullarisin daha iyi izlenir hâle geldiği görülmektedir. Aksiyel kesitte laminektomi defekti ile birlikte spinal kord net ortaya çıktığı görülmektedir.

beraber intramedüller olanlarda kist formasyonu daha sık gözlemlenmektedir (%67). Kist içeriği proteinöz bir sıvıdır. Histolojik olarak hemanjioblastomlar yağ ve hemosiderin içeren stromal hücreli endotelial hücrelerden meydana gelmişlerdir (10).

Tanı

Direkt grafide spinal kanalda genişleme görülebilir. Miyelografide sıklıkla omurilik genişlemesini ve omuriliğin posteriorunda menenjeal varikozitleri gösteren dolma defektlerini gösterir. BT'de omurilik genişlemesi ve hipodens tümör nidusu görülebilir. Tipik olarak nidus yoğun kontrast tutulumu gösterir. Kontrastsız MRG, omurilikte genişlemesini, kitleyi ve ödem hakkında fikir verir, lezyon küçük olmasına rağmen bazen kist formasyonu büyük olabilir. Kistin içeriği

sinyal yoğunluğunu belirler sinyal yoğunluğu BOS'a yakın olabileceği gibi artan protein içeriğine bağlı olarak yoğun sinyali özelliği de gösterebilir. Sinyal yoğunluğu artmış olan kistler kontrastsız MRG'de kisti omurilik veya tümörden ayırt etmek zor olabilir. Omurilik hemanjioblastomları metastazlar gibi tipik ödem alanı içerirler, MRG'de genişlemiş damarları gösteren sinyali void alanların varlığında hemanjioblastomlar kolaylıkla metastazlardan ayırt edilebilirler. Bu görüntü geniş besleyici arterlere ve drene eden menenjeal varikozitlere aittir. Tümörün nidusu çok sayıda damara sahip olmasından dolayı yoğun kontrast tutar. Omurilik ödemi ve kistten kolaylıkla ayırt edilebilir. Kontrastlı MRG ile nidusun lokalizasyonu belirlenebilir, cerrahi tedavide bu önemlidir. Literatürden aldığımız örnek olguya ait görüntüler Şekil 3A-C'de gösterilmiştir (25).



Figür 3: Servikal kord'un hemanjiomu izlenmekte. **A)** T2 sagittal kesitte lezyonun spinal kordu ekspansiyonuna bağlı olarak izlenmekte. Oluşan ödemin daha çok caudal'de olduğu izlenmektedir. **B)** T1 kontrastlı sagittal kesitte kistik komponenti ve içerisinde kontrast tutan odak izlenmektedir. **C)** Aksiyel kesitte de kontrast tutan odak izlenmektedir.

Cerrahi Tedavi

VHL sendromu olan hastalarda cerrahi tedavi ilerleyen semptomlar var ise ya da takipler esnasında MRG de tümör boyutunda artış saptanırsa önerilir (2). VHL sendromu olmayan hastalarda cerrahi tedavi tümör saptanır saptanmaz yapılmalıdır. Hemanjioblastomlarda komplet cerrahi rezeksiyon kür için tek yoldur ve %92'sinde radikal rezeksiyon başarılabılır (1). İnkomplet rezeksiyonlar rekürrens ile sonuçlanır. Yoğun vasküleriteden ve kanama riskinden dolayı cerrahi sırasında tümör içi internal dekompresyon (debulking) önerilmez. Pial bağlantılar çevresel olarak kesilmeli ve bipolar yardımıyla öncelikle tümör küçültülmelidir. Böylece omurilikten ayrılıp mobilize edilebilir. RT genellikle adjuvan olarak kullanılmaz, çünkü erken dönem omurilik ödeminde artmaya geç dönemde ise radyasyon miyelopatisine neden olabilmektedir (10).

Gangliogliom

İntramedüller tümörlerin küçük bir bölümünü oluştururlar. Yavaş büyürler ve klinik seyirleri genellikle sessizdir. MRG'de karakteristik özelliği yoktur. Optimal tedavi radikal total eksizyondur. Ependimomlarda olduğu gibi total rezeksiyon yapılan tümörlerde RT ve KT gerekmez.

Miksgliomlar

İntramedüller tümörler içinde çok nadir görülürler, miksgliyal elemanları içerirler. Bunlar düşük dereceli astrositomlar ve ependimomlar, düşük dereceli astrositomlar ve oligodendrogliomlar olarak sınıflandırılırlar. Klinikleri düşük dereceli astrositomlarda olduğu gibidir. İdeal tedavisi total rezeksiyondur. İnkomplet cerrahide astrositomlardaki tedavi algoritması uygulanır.

Lipomlar

İntramedüller lipomlar geniş bir segmenti tutabilirler, sıklıkla torakal segmentte yerleşirler. Nöral tüp defektine bağlı görülen disrafizmlerle birlikte değildir ve konjenital de-

feklerde görülen lipomatöz lezyonlardan ayrılırlar. Bunlar çoğunlukla subpial yerleşimlidirler ve gerçek intramedüller değildirler. Kilo artışı veya büyüme ile ortaya çıkan omurilik kompresyonu kliniğe neden olmaktadır. Cerrahinin amacı omurilik dekompresyonudur. Total rezeksiyon yerine parsiyal rezeksiyon tercih edilmelidir. Çünkü bu tümörün büyüme potansiyeli sınırlı olup tümör ve nöral doku arasında sınır yoktur. Genellikle ekstramedüller veya ekstramedüller-intamedüller kombine olarak görülürler. Çok nadir olarak da izole intramedüller olabilirler (2,20).

Metastatik İntramedüller Tümörler

Metastatik ekstradural tümörlere oranla çok daha nadir olarak görülürler (14,32). Tüm intramedüller omurilik metastazlarının %40-85'ini akciğer kansinmaları oluşturur. Meme kansinmaları, melanom, lenfoma, kolon ve böbrek kansinmaları diğer sık karşılaşılan odaklardır. Metastatik intramedüller tümörler en sık torakal bölgede sonra sırasıyla servikal ve lomber bölgede görülürler (4). Klinik olarak ağrı genel bir yakınma olup %70'inde görülür, radiküler ağrı ekstradural metastazların karakteristik bir bulgusu olup intramedüller metastazlarda da sıklıkla görülür. Kuvvet kaybı, parestezi, mesane ve bağırsak disfonksiyonları diğer önemli klinik bulguları oluşturmaktadır (34,43). Metastazlar primer omurilik tümörlerinden daha progresif ve agresif bir klinik seyir gösterirler. Tanıda direkt grafide hızlı ilerlediği için spesifik bir bulgu saptanamayabilir. Miyelografi de genellikle normaldir (43). MRG tümörle beraber olan ödemden dolayı omurilik genişlemesini gösterir. T1 ağırlıklı kesitlerde düşük sinyal yoğunluğunda, T2 ağırlıklı kesitlerde ise yüksek sinyal yoğunluğunda gözlenir. Ödemli omuriliğin kistten ayrımı oldukça önemlidir, çünkü omurilik metastazları nadiren kistlerle beraber olurlar. T2 ağırlıklı kesitlerde tümör nidusu düşük sinyal yoğunluğunda odaklar şeklinde ve yüksek sinyal yoğunluğundaki omurilik ödemi ile çevrilidirler. Metastazlar belirgin ve homojen olarak kontrast tutarlar, metastazın büyüklüğü sıklıkla omurilik ödemiyle ters orantı-

İdir. İntramedüller metastazlar nadiren hemorajik olabilirler. Metastatik intramedüller tümörler primer tümöre bağlı ileri evrede ortaya çıktığı düşünülerek patolojik tanı mevcutsa RT esas tedaviyi oluşturmaktadır. Hastanın beklenen yaşam süresi, yaşam kalitesi ve klinik durumu göz önünde tutularak primer tedavi RT'dir (15,45).

Ayrıca çok daha nadir olarak santral sinir sistemine ait malign glioblastome multiforme ve ependimomalar seeding ile BOS yoluyla omurilik içerisine saçılabilirler ve yerleşebilirler. Bunlara yaklaşımda öncelikle soliter ise rezeksiyonlarının tam olarak yapılmaya çalışılması eğer multipl ise RT ve adjuvan KT tedavisi verilmesi şeklindedir (1,23,26).

■ SONUÇ

İntramedüller omurilik tümörlerinin cerrahi tedavisi nöroşirürji pratiğindeki zorluk derecesi en yüksek cerrahi yaklaşımlardan birisidir. Bu nedenle preoperatif iyi bir planlama yapılmalı ve özellikle toleransı iyice azalmış çok hassas spinal kord dokusuna en doğru cerrahi yaklaşım gerçekleştirilmelidir. Cerrahi rezeksiyon genellikle invaziv olup pseudo kapsülü olmayan tümörlerde istendiği kadar yeterli olmayabilir, bu nedenle mutlaka ek tedavi modalitelerine ihtiyaç vardır. Böylece bu hasta grubunun tedavisinde başarılı olabilmek için onkoloji ve hatta rehabilitasyon için fizik tedavi branşları ile iş birliği gereklidir (24).

■ KAYNAKLAR

1. Andrews AA, Enriques L, Renaudin J, Tomiyasu U: Spinal intramedullary glioblastoma with intracranial seeding: Report of a case. *Archives of Neurology* 35(4): 244-245, 1978
2. Benjamin CG, Frempong-Boadu A, Hoch M, Bruno M, Shepherd T, Pacione D: Combined use of diffusion tractography and advanced intra operative imaging for resection of cervical intramedullary spinal cord neoplasms: A case series and technical note. *Open Neurosurg (Hagerstown)* 17(5):525-530, 2019
3. Berhouma M, Bahri K, Houissa S: Management of intramedullary spinal cord tumors: Surgical considerations and results in 45 cases. *Neurochirurgie* 55(3):293-302, 2009
4. Breger RK, Williams AL, Daniels DL: Contrast enhancement in spinal MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 153(2):387-391, 1989
5. Burk DL Jr, Brunberg JA, Kanal E: Spinal and paraspinous neurofibromatosis: Surface coil MR imaging at 1.5 T1. *Radiology* 162(3):797-801, 1987
6. Chanchotisation A, Xiong J, Yu J, Chu S: Exophytic primary intramedullary spinal cord glioblastoma: Case report and critical review of literature. *World Neurosurg* 122:573-576, 2019
7. Cohen AR, Wisoff JH, Allen JC: Malignant astrocytomas of the spinal cord. *J Neurosurg* 70(1):50-54, 1989
8. Constantini S, Miller DC, Allen JC: Radical excision of intramedullary spinal cord tumors: Surgical morbidity and long-term follow-up evaluation in 164 children and young adults. *J Neurosurg* 93 Suppl 2:183-193, 2000
9. Cooper PR: Outcome after operative treatment of intramedullary spinal cord tumors in adults: Intermediate and long-term results in 51 patients. *Neurosurgery* 25(6):855-859, 1989
10. Cristante L, Hermann HD: Surgical management of intramedullary spinal cord tumors: Functional outcome and sources of morbidity. *Neurosurgery* 35(1):69-74; discussion 74-76, 1994
11. Deletis V, Sala F: Intra operative neurophysiological monitoring of the spinal cord during spinal cord and spine surgery: A review focus on the corticospinal tracts *Clin Neurophysiol* 119(2):248-264, 2008
12. Epstein F, Epstein N: Surgical management of holocord intramedullary spinal cord astrocytomas in children. *J Neurosurg* 54(6):829-832, 1981
13. Farwell JR, Dohrmann GJ. Intra spinal neoplasms in children. *Paraplegia*. 1977 Nov;15(3):262-73.
14. Goy AM, Pinto RS, Raghavendra BN: Intramedullary spinal cord tumors: MR imaging, with emphasis on associated cysts. *Radiology* 161(2):381-386, 1986
15. Goyal A, Yolcu Y, Kerezoudis P, Alvi MA, Krauss WE, Bydon M: Intramedullary spinal cord metastases: An institutional review of survival and outcomes. *J Neurooncol* 142(2):347-354, 2019
16. Hughes JT: Tumors and pathology of the spinal cord. London: Lloyd-Luke Ltd, 1966:160-180
17. Innocenzi G, Raco A, Cantore G: Intramedullary astrocytomas and ependymomas in the pediatric age group: A retrospective study. *Childs Nerv Syst* 12(12):776-780, 1996
18. Innocenzi G, Salvati M, Cervoni L: Prognostic factors in intramedullary astrocytomas. *Clin Neurol Neurosurg* 99(1):1-5, 1997
19. Johnson DL, Schwarz S: Intracranial metastases from malignant spinal-cord astrocytoma. Case report. *J Neurosurg* 66(4):621-625, 1987
20. Khalid S, Kelly R, Carlton A, Wu R, Peta A, Melville P, Maasarani S, Meyer H, Adogwa O: Adult intradural intramedullary astrocytomas: A multicenter analysis. *J Spine Surg* 5(1):19-30, 2019
21. Kofod DH, Wegge C, Buhl-Jensen G: Intramedullary spinal cord tumour as differential diagnosis to bilateral muscle weakness. *UgeskrLaeger* 180(50):V04180294, 2018
22. Kothbauer KF: Intraoperative neurophysiologic monitoring for intramedullary spinal-cord tumor surgery. *Neurophysiol Clin* 37(6):407-414, 2007
23. Köksal V, Eren H, Güçer H: The repair using a fibular graft of cervical vertebral collapse due to renal cell carcinoma: Late results with a case report. *Journal of Craniovertebral Junction & Spine* 9(4):267, 2018
24. Köksal V, Özveren F, Kondo MF, Matsumoto R, Shimizu H: Team coordination on the treatment of cerebrovascular diseases at Kohnan hospital in Japan and its future in Turkey: Case presentations and review of the literature. *Türk Nöroşir Derg* 24(1):31-39, 2014
25. Ledbetter LN, Leever JD: Imaging of intraspinal tumors. *Radiol Clin North Am* 57(2):341-357, 2019

26. Maslehaty H, Cordovi S, Hefti M: Symptomatic spinal metastases of intracranial glioblastoma: Clinical characteristics and pathomechanism relating to GFAP expression. *J Neurooncol* 101(2):329-333, 2011
27. McCormick PC, Post KD, Stein BM: Intradural extramedullary tumors in adults. *Neurosurg Clin N Am* 1(3):591-608, 1990
28. McGirt MJ, Chaichana KL, Atiba A: Incidence of spinal deformity after resection of intramedullary spinal cord tumors in children who underwent laminectomy compared with laminoplasty. *J Neurosurg Pediatr* 1(1):57-62, 2008
29. McGirt MJ, Chaichana KL, Atiba A: Resection of intramedullary spinal cord tumors in children: Assessment of long-term motor and sensory deficits. *J Neurosurg Pediatr* 1(1):63-67, 2008
30. McGirt MJ, Chaichana KL, Attenello F: Spinal deformity after resection of cervical intramedullary spinal cord tumors in children. *Childs Nerv Syst* 24(6):735-739, 2008
31. Mikawa Y, Shikata J, Yamamuro T: Spinal deformity and instability after multilevel cervical laminectomy. *Spine* 12(1):6-11, 1987
32. Nakamura M, Ishii K, Watanabe K: Surgical treatment of intramedullary spinal cord tumors: Prognosis and complications. *Spinal Cord* 46(4):282-286, 2008
33. Papagelopoulos PJ, Peterson HA, Ebersold MJ, Emmanuel PR, Choudhury SN, Quast LM: Spinal column deformity and in stability after lumbar or thoracolumbar laminectomy for intra spinal tumors in children and young adults. *Spine (Phila Pa 1976)* 22(4):442-451, 1997
34. Parizel PM, Balériaux D, Rodesch G: Gd-DTPA-enhanced MR imaging of spinal tumors. *AJR Am J Roentgenol* 152(5):1087-1096, 1989
35. Punt J, Pritchard J, Pincott JR: Neuroblastoma: A review of 21 cases presenting with spinal cord compression. *Cancer* 45(12):3095-3101, 1980
36. Rakici SY, Köksal V, Bedir R, Goksel S: An urban legend: Malignant transformation caused by radiotherapy in patients with presacral ganglioneuroma. The necessity and first-time administration of radiotherapy. Case report and literature review. *J Can Res Ther* 2020 (Epub ahead of print)
37. Reimer R, Onfrio BM: Astrocytomas of the spinal cord in children and adolescents. *J Neurosurg* 63(5):669-675, 1985
38. Sandalcioglu IE, Gasser T, Asgari S, Lazorisak A, Engelhorn T, Egelhof T, Stolke D, Wiedemayer H: Functional outcome after surgical treatment of intramedullary spinal cord tumors: Experience with 78 patients. *Spinalcord* 43(1):34-41, 2005
39. Sciubba DM, Chaichana KL, Woodworth GF: Factors associated with cervical instability requiring fusion after cervical laminectomy for intradural tumor resection *J Neurosurg Spine* 8(5):413-419, 2008
40. Sloof JL, Kernohan JW, MacCarty CS: Primary intramedullary tumors of the spinal cord and filum terminale. Philadelphia: WB Saunders, 1969
41. Sutter M, Eggspuehler A, Grob D: The validity of multimodal intra operative monitoring (MIOM) in surgery of 109 spine and spinal cord tumors. *Eur Spine J* 16 Suppl 2:S197-208, 2007
42. Sze G, Krol G, Zimmerman RD: Intramedullary disease of the spine: Diagnosis using gadolinium-DTPA-enhanced MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 151(6):1193-1204, 1988
43. Woodworth GF, Chaichana KL, McGirt MJ: Predictors of ambulatory function after surgical resection of intramedullary spinal cord tumors. *Neurosurgery* 61(1):99-105; discussion 105-106, 2007
44. Williams AL, Haughton VM, Pojunas KW: Differentiation of intramedullary neoplasms and cysts by MR. *AJR Am J Roentgenol* 149(1):159-164, 1987
45. Yao K, Kothbauer KF, Bitan F: Spinal deformity and intramedullary tumor surgery. *Childs Nerv Syst* 16:530, 2000