

# Meningiomlarda Araknoid Planın Cerrahi Üzerine Etkileri

## *The Effect of the Arachnoid Plane on Meningioma Surgery*

Hakan SEÇKİN, Ramazan FESLİ

T.C. Sağlık Bakanlığı, Yıldırım Beyazıt Eğitim Araştırma Hastanesi, 2. Nöroşirürji Kliniği, Ankara

Yazışma Adresi: Hakan SEÇKİN / E-posta: hakanseckin@tr.net

### ÖZ

Meningiomların cerrahisinde ve tümör yinelemesinin önlenmesinde tümörün köken aldığı yapı ile birlikte tam olarak çıkarılmaları birincil önemdedir. Bu tümörler genellikle kapsüllü ve çevre sinir ve damar yapılarından kolay ayrılabilen tümörler olarak değerlendirilir. Ancak bu durum tümörlerin yarısından azı için doğrudur. Tümörün ameliyat sonrası nörolojik hasara yol açmadan tam olarak çıkarılmasına etki eden önemli bir değişken tümör çevresi araknoid tabakanın korunmuş olmasıdır. Araknoid tabakanın korunmadığı olgularda tümör pia tabakasına ve kortekse invazyon gösterir. Bu durumda tam tümör çıkarımı, diseksiyon pia altından ve damarsal yapılardan olacağı için, ameliyat sonrası nörolojik kayıp ve çıkarım sahasında iskemik/venöz infarktılar ile komplike olabilir. Ameliyat öncesi bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntülemesinde tümör çevresi ödem varlığı ve anjiyografide meningeal kaynaklı beslenme yerine pial-kortikal damarlanmanın saptanması araknoid düzlemin yokluğu için yol gösterici görüntüleme bulgularındır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Meningiom, Cerrahi, Araknoid, Ödem, MRI, Tomografi

### ABSTRACT

Removal of the tumour including removal of the origin of the lesion has primary importance in meningioma surgery and the prevention of tumor recurrences. These tumors are usually encapsulated and dissecting them from the surrounding nerve and vascular structures is considered easy. However, this is less true for more than half of the tumors. Preserving the complete circumference of the arachnoid layer around the tumor is very important in tumour surgery without neurological damage. Tumor invasion into the pia and cortical layers is seen in cases with a defective arachnoid layer. In this case, complete tumour removal can be complicated by ischemic/venous infarction due to dissection under the pia and vascular structures. Preoperative computed tomography and magnetic resonance imaging are helpful in detecting the presence of edema around tumors while angiography in defining the meningeal vasculature instead of the pial-cortical vasculature is helpful as a guide showing absence of the arachnoid plane.

**KEYWORDS:** Meningioma, Surgery, Arachnoid, Edema, MRI, Tomography

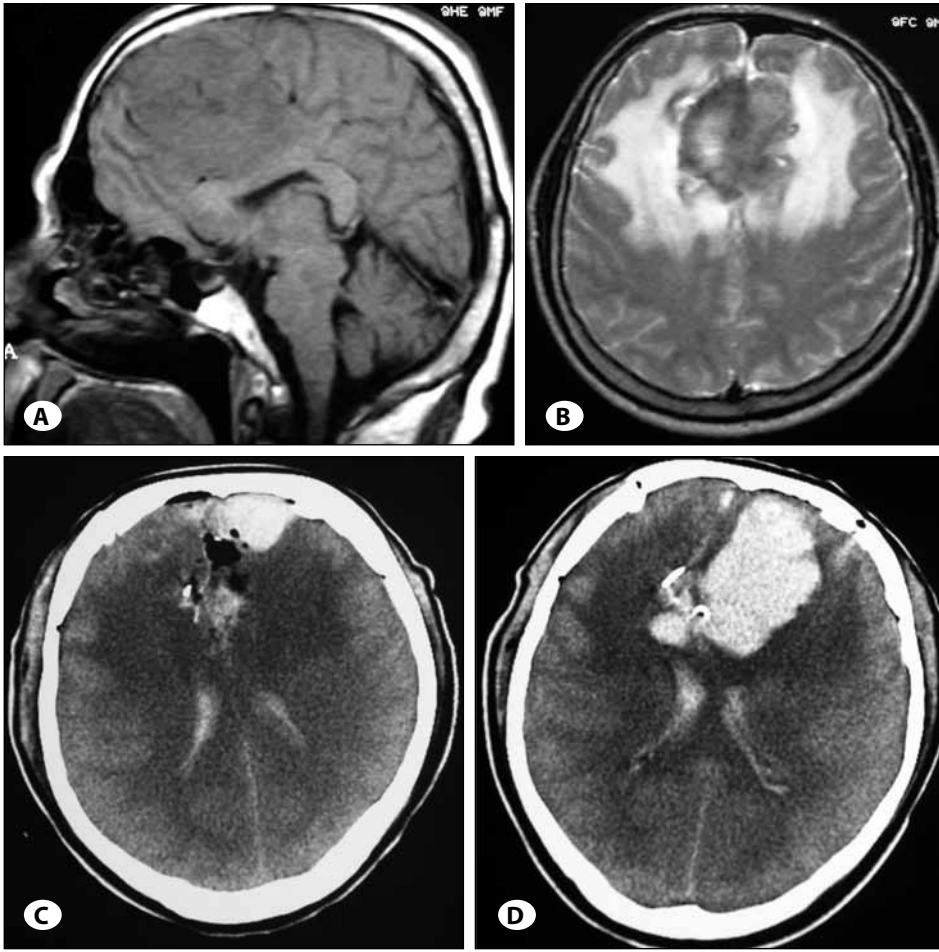
Meninkslerin araknoid kısmı iki parçadan oluşur. İlk parça dışta dural sınır hücreleri ile komşu ve sıkı paketlenmiş hücre topluluklarında oluşan araknoid bariyer hücreleridir. İkinci parça ise iç kısımda bulunan ve gevşek yapıda düzenlenmiş araknoid trabeküllerdir. Araknoid tabakanın iç kısmında bir bazal membran, pia tabakasına uzanan araknoid trabeküller ve arada subaraknoid boşluk bulunmaktadır (9).

Meningiom cerrahisinde tümör dokusunun çevre dokuya invazyonu, yani araknoid tabakanın kaybı, cerrahi morbidite, mortalite ve tümör yinelemesi açısından önem taşımaktadır. Örneğin suprasellar meningiomlarda hipofiz stalkı ciddi derecede bası altında olsa dahi stalkı çevreleyen araknoid membran tümör diseksiyonu için bir ayırım düzlemi oluşturur ve bu nedenle bu olgularda ameliyat sonrası hipofiz işlev bozukluğuna intra-aksiyal tümörlere göre daha az rastlanır (18).

Araknoid tabakanın kısmen de olsa yokluğu meningiomların beyin kortikal yapı bütünlüğünü bozmalarına ve bazen beyin dokusu içine parmak tarzı invazyon göstermelerine yol açar (8).

Bu invazyon tümör çevresinde ödeme yol açmakta ve cerrahi sırasında ödemli ancak işlevsel yapılarda hasar oluşumu ile sonlanmaktadır. Özellikle beynin motor alanlarında ve başta petrokliyal bölge meningiomları olmak üzere beyin sapı veya kafa çiftleri ile temas halinde olan tümörlerde araknoid düzlemin kaybı cerrahi sonrası nörolojik kayıplar ile yakından bağlantılıdır (2,14,20). Bu grup hastalardan ameliyat sonrası dönemde nörolojik açıdan sorunsuz olarak izlenenlerde dahi kontrol bilgisayarlı tomografi (BT) incelemelerinde tümör çevresi dokuda küçük, noktasal kanamalar saptanmaktadır. Bu kanamalar tümör kapsülüne yapışık veya kapsül içinde yer alan kortikal pial damarların hasarına bağlı sıklıkla küçük iskemik ve/veya venöz infarktılar ile ilişkilidir. Ameliyat sonrası oluşan bu kanamaların büyüme riski taşıdıkları ve yakın izlem gerektirdikleri unutulmamalıdır (Şekil 1A-D) (3).

Tümör ile çevre sinir ve damar yapıları arasında araknoid düzlem bulunması tümörün çıkarılma oranına etki eder. Al-Mefty klinoid yerleşimli meningiomların inceleyip yerleşimlerine göre sınıflandırmıştır. Yazar tümörün köken aldığı anatomik



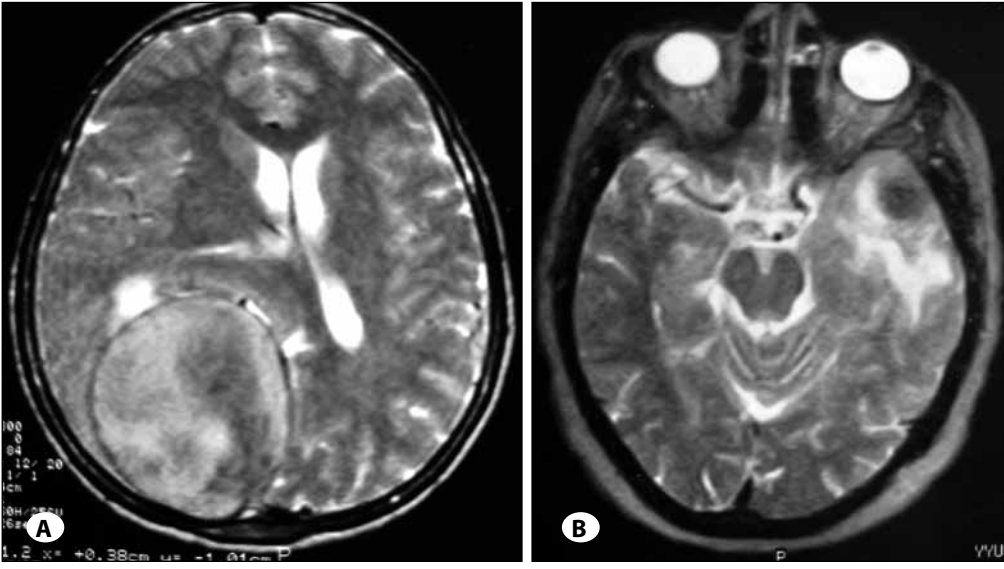
**Şekil 1: A)** T1 ağırlıklı sagittal MR görüntüsünde çevre doku ile arasında belirgin sınır olmayan meningiom  
**B)** Aynı olgunun T2 ağırlıklı aksiyel MR görüntüsünde tümör-beyin arası belirgin sınır olmadığı görülmektedir. Ayrıca olguda ileri derecede çevresel ödem varlığı dikkati çekmektedir.  
**C)** Ameliyat sonrası erken dönem kontrastsız BT incelemesinde tümör çıkarım sahasında kanama ve yaygın ödem.  
**D)** Ameliyat sonrası 3. günde önceki kanamanın arttığı görülmektedir.

bölgeden yola çıkarak, tümör ile karotid arter, orta serebral arter ve optik sinirin arasında araknoid tabaka bulunmasını cerrahi yaklaşıma, tümör çıkarım oranına ve cerrahi sonrası morbiditeye yönelik ana etken olarak ele almıştır. Klinoid meningiomlarını üç grupta sınıflayan yazara göre ilk grupta meningiomanın kökeni karotid sisternin sonlanmasından öncedir. Bu durumda tümör ile internal karotid arter ve orta serebral arter arasında araknoid tabaka bulunmaz ve tümör damar adventisyasına yapışarak cerrahi diseksiyonu olanaksız hale getirir. İkinci grupta tümör karotid sisternin dışından köken alır ve damarlar ile arasında araknoid tabaka bulunur. Bu grup tümörlerde damarlar tümör tarafından tamamen sarılsa dahi cerrahi diseksiyon olanaklıdır. Her iki grupta optik kiyazma ve sinirler tümörden kiyazmatik sisternin araknoid membranı tarafından ayrılır. Üçüncü grupta ise tümör optik forameninden köken alır ve damarsal yapılarla arasında araknoid tabaka olmasına karşın optik sinir ile arasında bulunmayabilir. Klinoid meningiomlarda posterior komunikan arter ve anterior koroidal arterlerin tümörden diseksiyonları nispeten kolaydır çünkü bu damarların çevrelerini saran ayrı araknoid membranlar bulunur (2). Al-Mefty, klinoid meningiomlarında mikrocerrahi sırasında araknoid membranın diseksiyon düzlemi saptandığında tümörlerin en az morbidite ile tam çıkarılabileceğini bildirmiştir. Bassiouni ve ark., anterior

klinoit yerleşimli olguların değerlendirmesinde, damarsal yapılar ile tümör arasında araknoid düzlem bulunmasa da tümörün diseke edilebileceğini ancak bu durumda morbidite ve mortalite ile sonlanan vazospazm riski olduğunu bildirmişlerdir (4).

#### ARAKNOİD DÜZLEMİN GÖRÜNTÜLEME BULGULARI

Bir meningiom olgusunda cerrahi öncesi araknoid düzlem kaybı olup olmadığını anlamak için görüntüleme yöntemleri yol göstericidir. Bu konuda yapılan çalışmalar BT, MRG ve beyin anjiyografisi yapılarak sonuçlar bu üç ana görüntüleme yöntemi üzerinden bildirilmiştir (2,3,7,8,10-14,19). Bilgisayarlı tomografi görüntülerinde meningiom çevresi gelişen ödem tümör kapsül varlığı, tümör büyüklüğü, tümör alt grubu (sekretuar tip) ve tümör derecesinin (benign, atipik veya malign) yanı sıra araknoid düzlemin kesintiye uğramasına bağlıdır (Şekil 2 A,B) (12). Bunun nedeni araknoid tabakanın sıvıları geçirmemesi, ancak pia tabakasının sıvılara karşı geçirgen olmasıdır. Ayrıca kesintiye uğrayan araknoid düzlem alanı ile tümör çevresi ödem arasında da bağlantı vardır (8). Ödem varlığı kan-beyin bariyerinin yıkımına ve sonuç olarak vazojenik ve diğer toksik maddelerin transüstasyonuna işaret eder. Tümör büyüklüğünün dolaylı olarak araknoid düzlemin kesintiye yol açarak ödeme yol açtığı da ileri



**Şekil 2: A)** T2 ağırlıklı aksiyel MR incelemesinde sağ pariyetal yerleşimli büyük bir meningeom. Tümör çevresi hipointens sınır ve tümör büyüklüğüne rağmen minimal çevresel ödem dikkati çekmektedir (Fibroblastik meningeom). **B)** T2 ağırlıklı aksiyel MR incelemesinde sol temporal yerleşimli küçük bir meningeomda ileri derecede çevresel ödem. Tümör ile beyin dokusu arasında sınır görülmemektedir (Fibroblastik meningeom).

sürülmüştür (3). Salpietro ve ark. 1994 yılında yayınladıkları 52 olguluk meningeom serisinde tümör çevresi ödem ile kortikal penetrasyonun bağlantılı olduklarını bulmuşlardır (13). Bu durumun çelişkili gibi görünen bir başka örneği ise, çok büyük boyutlarda olsalar da suprasellar bölgede yerleşen meningeomlarda tümör çevresi ödemin görülmemesidir. Bunun nedeni olarak suprasellar bölgede yoğun araknoid membran varlığı ve tümörlerin bu tabakaları ayırarak kortikal yüzeye ulaşamamaları gösterilmiştir (7,10).

Sekhar ve ark. klivus meningeomu olan 75 olguyu inceledikleri çalışmalarında, diğer değişkenlerin yanı sıra tümör ile beyin sapı arasındaki araknoidal ayırım düzlemini (klivaj planı) MRG kullanarak incelemişlerdir. Araknoid düzlem, beyin sapında sinyal değişikliği olmaksızın, T1 ve T2 ağırlıklı kesitlerde düşük sinyal intensitesi olarak tanımlanmıştır. Beyin sapında T2 ağırlıklı kesitlerde yüksek sinyal intensitesi ise tümörün pia tabakasını invazyonuna bağlı ödem olarak değerlendirilmiştir. Cerrahi bulgularına göre olguların % 12'sinde kısmen ve 1/3'ünde tam araknoid düzlem yokluğuna rastlanılmıştır. Bu bulgulara paralel olarak olgularının % 59'unda vertebrobaziler arter sistemi veya ana dallarının tümör tarafından sarıldığını gözlemişlerdir. Klinik açıdan değerlendirilme yapıldığında, hem radyolojik olarak araknoid düzlem yokluğu hem de pial invazyona işaret eden beyin sapı ödeminin hem de cerrahi sırasında araknoid tabakaya rastlanmaması ile birlikte zor diseksiyonun erken ameliyat sonrası nörolojik kayıp ile doğrudan bağlantılı olduğu sonucuna varmışlardır (4). Yazarlara göre klivus meningeomları subdural alanda başlamakta, ve başlangıç döneminde tümör ile pia arasında iki kat araknoid tabaka bulunmaktadır. Bu dönem yapılacak cerrahide tümörün beyin sapından diseksiyonu kolaydır. İkinci evrede bası veya araknoidin tümör tarafından invazyonuna bağlı olarak araknoid kaybolur. Üçüncü aşamada pia tabakası invaze edilir ve nöral dokuda ödem, demiyelinizasyon ve gliosis ortaya çıkar. Bu aşamada yapılan cerrahide tümör diseksiyonunun pia tabakası altından ve önceden hasarlanmış

nöral dokuya doğrudan temas ederek yapılması cerrahi sonrası morbiditeyi artırır.

İldan ve ark. ameliyat öncesi MRG ve beyin anjiyografisi kullanarak cerrahi sırasında meningeomların çevre dokudan ayrılabilirliklerini saptamak amacıyla 126 olguluk bir seriyi incelemişlerdir. Olgulardaki cerrahi bulguları üç ana tipe ayırmışlardır. Buna göre Tip 1 olgularda araknoid düzlem korunmuştur ve tümör çevre dokudan kolayca ayrılabilir. Tip 2 olgularda araknoid membran ya çok incedir ya da tümöre yapışmıştır. Tip 3 olgularda ise bazı bölgelerde pia tümöre yapışmıştır ve bu olguların bir kısmında tümör çıkarımı pia altından ilerlenilerek yapılmaktadır. Çalışmalarının sonucunda T2 ağırlıklı kesitlerde artmış tümör çevresi intensite olarak saptanan ödemin kortikal yüzeyin bütünlüğünde bozulma ile ilişkili olduğunu ve bu olguların Tip 2 veya Tip 3 olduklarını saptamışlardır (11). Benzer bir çalışma Alvernia ve Sindou tarafından 100 olgunun ileriye dönük olarak izlenmesi ile yapılmıştır. Yazarlar tümör diseksiyon düzlemini; Tip 1: ekstrapial; tümör ile beyin kortikal yüzü arasındaki alanın 2/3'ünden fazlasında tümör-beyin ayrımı belirgin, Tip 2: karışık form; tümör ile beyin kortikal yüzü arasındaki toplam sahanın 1/3'ünden fazlasında ancak 2/3'ünden azında bu ayrım belirgin, ve Tip 3: sub-pial, tümör ile korteks arası alanın 2/3'ünden fazlasında tümör pia altında diseke edilmek zorunda, olarak sınıflandırmışlardır. Yazarların ilk bulgusu tümör ile beyin korteksi arasındaki ayrımın tümör büyüdükçe azalmasıdır. Meningeom çapı >6cm olan tümörlerde araknoid düzlem büyük oranda ortadan kalkarken <3cm olan tümörlerde sıklıkla korunmaktadır. Bu çalışmanın diğer bir bulgusu, İldan ve ark. larının çalışmasının aksine, tümör sınırını incelemek açısından değerlendirilen T2 ağırlıklı MR görüntülerinin tümör-beyin arası belirgin diseksiyon düzlemi hakkında bilgi vermemesidir. Ancak yine bir başka bulgu da hem BT hem de T2 ağırlıklı MR kesitlerinde saptanan tümör çevresi ödem varlığının pial invazyona işaret etmesidir (3).

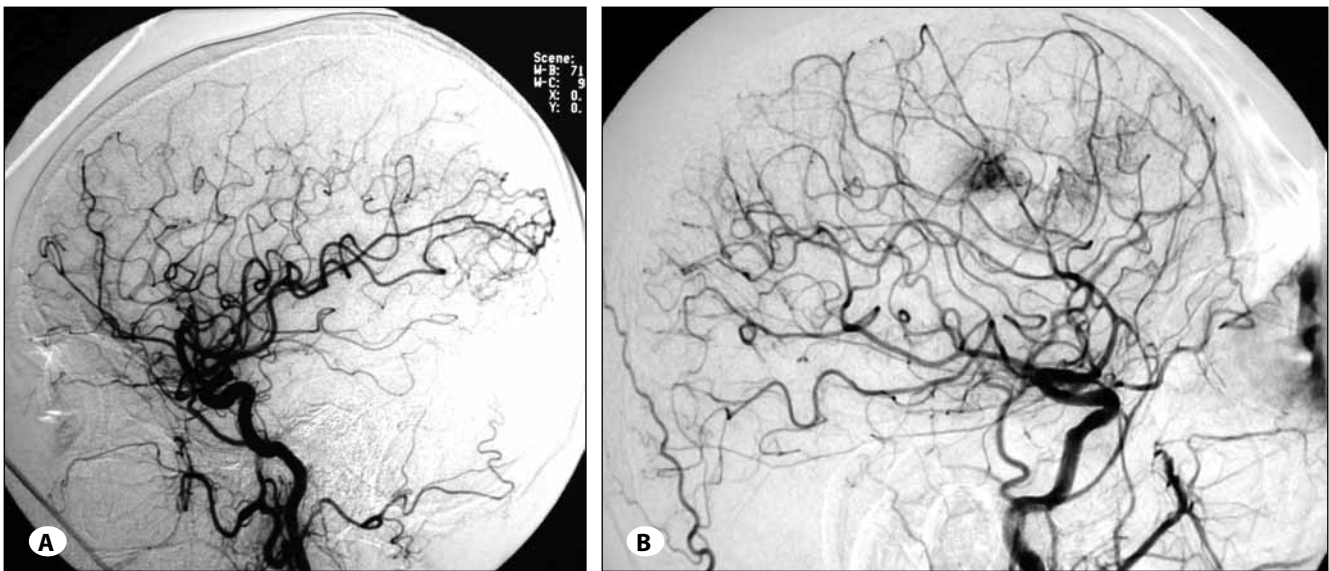
Meningiomlarda araknoid düzlemin ortadan kalktığına işaret eden bir diğer görüntüleme yöntemi beyin anjiyografisidir. İnternal karotid arterin (İKA) kavernöz sinüs içinde bulunan kısmının çevresinde araknoid tabaka bulunmaz. Kavernöz sinüs (KS) içinden köken alan meningiomların ameliyat öncesi MRG veya anjiyografik incelemelerinde İKA daralması saptanan olgularında ameliyat sonrası histolojik incelemelerde adventisyada tümör hücreleri bulunmuştur (16). Sekhar KS içinden köken almayan, ancak KS'ü ikincil olarak tutan meningiomların daha kolay çıkarılabileceğini, birincil KS tümörlerinde ise ya İKA etrafında tümör dokusu bırakılmasını ya da tam çıkarım için damarsal baypas yapılarak İKA'nın tümörle birlikte kesilip alınmasını önermektedir (5). Sen ve Hague KS yerleşimli altı meningiom olgusunun histolojik yapılarını inceledikleri çalışmalarında, kavernöz karotid arterin bağ dokusu, venöz pleksuslar ve sinüzoidler tarafından çevrildiğini ancak araknoid düzlem bulunmadığını bulmuşlardır. Bu yazarlara göre KS içi meningiomlar Al-Mefty tarafından nitelenen Grup 1 klinoid meningiomu gibi davranırlar ve bu olgularda İKA adventisyasının tutulum oranı yüksektir (15).

Meningiomların beslenmesi esas olarak eksternal karotid (EKA) ve İKA'nın dural dallarından olmaktadır. Sık rastlanan EKA besleyicileri; middle meningeal arter, aksesuar meningeal arter, asendan faringeal arter ve oksipital arterin stilomastoid dalıdır. Yine en sık İKA besleyicileri; etmoidal, kavernöz, klinoidal ve tentoryal dallardır. Tümörün araknoid tabakayı invazyonunun anjiyografik bir diğer bulgusu pial beslenmenin saptanmasıdır (Şekil 3A,B). Pial beslenmenin görülmesi cerrahi olarak diseksiyonu güçleştirici ve ameliyat sonrası nörolojik kayıpları artırıcı bir bulgu olmasının yanı sıra ameliyat öncesi tümör embolizasyonunu zorlaştırmakta veya olanaksız hale getirmektedir. Pial beslenme varlığında tümör embolizasyonu

eğer tümör yalnızca İKA'den besleniyorsa, tümör yerleşimi "hassas" olmayan bir bölge ise, hastanın Amytal testi negatif ise (Amytal testi sırasında nörolojik bulgu ortaya çıkmamışsa), süperselektif embolizasyon yapılabilir ve akrilik dışında embolizan parçacık kullanılabilir, önerilir (6).

Sekhar ve ark.larının klivus meningiomlarını değerlendirdikleri çalışmalarında, tümörlerin esas beslenmelerinin EKA'nın dalları ile İKA'nın meninhipofizeal dallarından olduğu bulunmuştur. Ancak % 20 olguda pial beslenmeye işaret eden baziler arter ve dallarından beslenme örgüsüne rastlanmış ve bu durumun beyin sapı ödemi ile beraber olduğu saptanmıştır. Yazarlar serilerindeki olgularda saptanan ödemin pia tabakasının tümör tarafından aşıldığına ve tümör beslenmesinin vertebobaziler arterlerden gerçekleştiğine işaret ettiğini öne sürmüşlerdir. Bu çalışmadaki olgularda cerrahi sonrası kalıcı nörolojik işlev bozukluğunun en iyi ön belirtisi olarak damarsal beslenmenin baziler arterden olması bulunmuştur. Bu sonucun tek nedeni tümörün pia altından diseke edilmesi zorunluluğu ve sonuçta nöral doku hasarı değildir. Bir diğer neden de araknoid tabakanın ortadan kalkması sonrası damar yapılarının tümör tarafından invazyonu ve cerrahi sırasında ana damar yapı hasarı riskinin artmasıdır. Yazarlar bu tip tümörlerin tam çıkarımı yerine beyin sapı ve damarlar üstünde ince bir tabaka tümör bırakılmasının tercih edilmesini önermişlerdir (14).

Sindou ve Alaywan meningiomların çevre dokudan diseke edilebilmelerinin arteryel beslenme ile belirgin olarak bağlantılı olduğunu saptamışlardır (17). Tümörün ana beslenmesi dural meningeal arterlerden ise hastalarının % 91,1'inde pia tabakası üstünden diseksiyon yapılabilirken, pial-dural beslenmenin en azından eşit olduğu olgularda bu oranın % 34,8 olduğunu saptamışlardır. Çalışmalarının bir



**Şekil 3: A)** Parietal yerleşimli meningiom olgusunda İKA ve EKA meningeal dallarından tümör damarlanması izlenmektedir. **B)** Falx meningiomi. Tümör damarlanmasının meningeal ve pial-kortikal olduğu izlenmektedir. Anjiyografik görüntü Şekil 1'de gösterilen invaziv meningiom olgusuna aittir.

başka bulgusu ise tümör çevresi ödem ile kortikal invazyon ve tümör damarlanmasının kaynağı arasında istatistiksel olarak anlamlı bağlantıların olmasıdır. Benzer bulgular İldan ve ark. larının çalışmalarında da yinelenmiştir (11). Olgularındaki tümörlerin beslenmesini dural, esas olarak dural ve yarıdan azı pial-kortikal ve en azından yarısı pial-kortikal olarak üç gruba ayıran yazarlar, tümör-beyin ayrımının en iyi dural arterlerden beslenen grupta olduğunu ve pial-kortikal beslenme ile tümör çevresi ödem arasında bağlantı olduğunu saptamışlardır.

Adachi ve ark. kafa kaidesi meningomalı olgularda tümör çıkarım oranının öngörülebilmesi ve nörolojik sonlanım hakkında bir puanlama sistemi önermişlerdir. Çalışmada cerrahi riski öngörmek için kullanılacak beş değişken saptanmıştır. Bunlar; tümörün kafa kaidesine yapıştığı yerin büyüklüğü, arterlerin tutulumu, tümörün beyin sapına teması, tümörün kaideye yerleşim yeri ve kafa çifti tutulumudur. Arter tutulumu cerrahiye önemli ölçüde zorlaştırmakla birlikte, önemli olan esas nokta yazarlara göre tümör arter yapışıklığının derecesidir ve eğer arada araknoid tabaka varsa tutulumu rağmen tümör çıkarılabilir. Bir diğer bileşen olan tümörün beyin sapına temasını saptamak için de BT ve MRG kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları da beyin sapında saptanan odaksal ödemin, yani araknoid tabakanın ortadan kalkmasının, cerrahi riski artırdığını göstermiştir (1).

Literatür bulguları ve cerrahi deneyimimiz meningiomların yarıdan azının çevre dokulardan kolayca diseke edilebileceğini göstermiştir. Bu tümörlerin tedavisi için gereken tam çıkarımın yapılabilmesi için tümör ile çevresi arasında sağlam bir araknoid düzlem varlığı önemlidir. Ameliyat öncesi görüntüleme tetkiklerinde tümör çevresi ödem varlığı veya tümör beslenmesinin meningeal damarlar yerine pial-kortikal damarlar tarafından yapıldığının anlaşılması araknoid düzlemin en azından kısmen ortadan kalktığına işaret eder. Bunun bilinmesi cerrahi sırasında izlenecek yöntem konusunda yol göstericidir.

#### KAYNAKLAR

- Adachi K, Kawase T, Yoshida K, Yazaki T, Onozuka S: ABC Surgical Risk Scale for skull base meningioma: A new scoring system for predicting the extent of tumor removal and neurological outcome. Clinical article. J Neurosurg 111: 1053-1061, 2009
- Al-Mefty O: Clinoidal meningiomas. J Neurosurg 73:840-849, 1990
- Alvernia JE, Sindou MP: Preoperative radiologic findings as a predictor of the surgical plane of cleavage: Prospective study of 100 consecutive cases of intracranial meningioma. J Neurosurg 100:422-430, 2004
- Bassiouni H, Asgari S, Sandalcioğlu E, Seifert V, Stolke D, Marquardt G: Anterior clinoidal meningiomas: Functional outcome after microsurgical resection in a consecutive series of 106 patients. J Neurosurg 111: 1078-1090, 2009
- Bogaev C, Sekhar LN: Cavernous sinus tumors. Sekhar LN ve Fessler RG (eds), Atlas Of Neurosurgical Techniques (Brain), birinci baskı, New York- Stuttgart: Thieme, 2006: 633-653
- Fiorella DJ, Deshmukh VR, McDougall CG, Spetzler RF, Albuquerque FC: Preoperative embolization of meningiomas. Lee JH (ed), Meningiomas: Diagnosis, Treatment, and Outcome, birinci baskı, London: Springer Verlag, 2009: 88-99
- Gilbert JJ, Paulseth JE, Coates RK, Malott D: Cerebral edema associated with meningiomas. Neurosurgery 12:599-605, 1983
- Go KG, Wilmsink JT, Molenaar WM: Peritumoral brain edema associated with meningiomas. Neurosurgery 23:175-179, 1988
- Haines DE: On the question of a subdural space. Anat Rec 230:3-21, 1991
- Ide M, Jimbo M, Kubo O, Yamamoto M, Takeyama E, Imanaga H: Peritumoral brain edema and cortical damage by meningioma. Acta Neurochir Suppl (Wien) 60:369-372, 1994
- Ildan F, Tuna M, Göçer AP, Boyar B, Bağdatoğlu H, Sen O, Hacıyakupoğlu S, Burgut HR: Correlation of the relationships of brain-tumor interfaces, magnetic resonance imaging, and angiographic findings to predict cleavage of meningiomas. J Neurosurg 91:384-390, 1999
- Ohno K, Matsushima Y, Aoyagi M, Ikeda J, Suzuki R, Ichimura K, Tamaki M, Hirakawa K: Peritumoral cerebral edema in meningiomas: The role of tumor-brain interface. Clin Neurol Neurosurg 94: 291-295, 1992
- Salpietro FM, Alafaci C, Lucerna S, Iacopino DG, Todaro C, Tomasello F: Peritumoral edema in meningiomas: Microsurgical observations of different brain tumor interfaces related to computed tomography. Neurosurgery 35:638-641, 1994
- Sekhar LN, Swamy NKS, Jaiswal V, Rubinstein E, Hirsch WE Jr, Wright DC: Surgical excision of meningiomas involving the clivus: Preoperative and intraoperative features as predictors of postoperative functional deterioration. J Neurosurg 81:860-868, 1994
- Sen C, Hague K: Meningiomas involving the cavernous sinus: Histological factors affecting the degree of resection. J Neurosurg 87: 535-543, 1997
- Shaffrey ME, Dolenc VV, Lanzino G, Wolcott WP, Shaffrey CI: Invasion of the internal carotid artery by cavernous sinus meningiomas. Surg Neurol 52:167-171, 1999
- Sindou MP, Alaywan M: Most intracranial meningiomas are not cleavable tumors: Anatomic-surgical evidence and angiographic predictability. Neurosurgery 42: 476-480, 1998
- Song-tao Q, Xi-an Z, Hao L, Jun F, Jun P, Yun-tao L: The arachnoid sleeve enveloping the pituitary stalk: Anatomical and histologic study. Neurosurgery 66: 585-589, 2010
- Yaşargil MG: Microneurosurgery, cilt IVA, birinci baskı, Stuttgart-New York: Georg Thieme Verlag, 1994: 147-148
- Zevgaridis D, Medele RJ, Müller A, Hischa AC, Steiger HJ: Meningiomas of the sellar region presenting with visual impairment: Impact of various prognostic factors on surgical outcome in 62 patients. Acta Neurochir (Wien)143:471-476, 2001