

Araştırma

Supratentorial Beyin Lezyonlarının Cerrahisinde Ultrasonun Nöronavigasyon Aracı Olarak Kullanımı

The Use of Ultrasound as a Neuronavigation Tool in the Surgical Management of Supratentorial Brain Lesions

Murat GEYİK¹, Serhat PUSAT², Kadir ÇINAR³, İbrahim ERKUTLU¹, Mehmet ALPTEKİN¹, Abdülvahap GÖK¹

¹Gaziantep Üniversitesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye

²Haydarpaşa Sultan Abdülhamid Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, İstanbul, Türkiye

³Sanko Üniversitesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye

ÖZ

AMAÇ: Bilgisayar destekli navigasyon sistemleri nöroşirürjikal girişimlerde normal beyin dokusuna olan cerrahi zararı en aza indirmede kullanılan sistemlerdir. Çalışmada, Ultrasonografi (USG) cihazı yardımı ile farklı natürdeki lezyonlarda rezeksiyon başarısını intraoperatif olarak değerlendirmek ve ultrasonun etkisinin incelenmesi amaçlandı.

YÖNTEM ve GEREÇ: 2010 - 2014 yılları arasında 38 supratentorial kitlesi olan hastaya ultrason yardımı ile cerrahi rezeksiyon uygulandı. Hastaların tamamı hem intraoperatif ultrason ile hem de postoperatif manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile rezidü tümör ve rezeksiyon sınırları açısından kontrol edildi.

BULGULAR: Gliomalar, menenjiyomlar, vasküler ve inflamatuvar lezyonların hemen hemen tümünde kitle sınırları, kaviteleri (düşük dereceli tümörlerde dahil) ve yerleşimleri %94 (36/38) oranında doğrulukla saptandı. Sadece diffüz özellikli ve geniş ödemi olan tümörlerde sınır tayininde zorluk görüldü. Histopatolojik olarak 31 glial tümör (13 grade 4 tümör, 4 grade 3 tümör, 10 grade 2 tümör, 4 grade 1 tümör), 2 kavernom, 1 tromboze anevrizma, 1 kronik granülomatöz lezyon, 2 ensefalit ve 1 atipik menenjiyom, olgusu saptandı. Cerrahi sonrası olguların tümünde gross total rezeksiyon sağlandı ve hiç birinde ek nörolojik kayıp gözlenmedi.

SONUÇ: Renkli doppler özelliği ultrasonun vasküler yapıların lezyon ile ilişkisini sağlıklı olarak göstermekte ve rezeksiyon başarısını artırmaktadır. Rezeksiyon genişliğinin intraoperatif olarak gerçek zamanlı saptanması ultrasonun bir diğer avantajı olarak görülmektedir. İntraoperatif ultrason ve renkli doppler özelliğinin derin ve yüzeysel kortikal izdüşümünde zorluk arzeden tümörleri saptamada iyi ve güvenli bir kılavuz olduğu anlaşılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Beyin tümörü, Nöronavigasyon, Ultrasonografi

ABSTRACT

AIM: Computer-based navigation systems are used to reduce the risk of injury onto the normal brain structure during the neurosurgical procedures. In this study, we aimed to evaluate the resection success of the brain lesions in different nature using ultrasonography (USG) and to analyze the effects of ultrasonography.

MATERIAL and METHODS: Ultrasonography-assisted surgical resection was performed in 38 patients between 2010 and 2014 who had supratentorial lesions. The resection borders and residual tumor tissue were checked intraoperatively by ultrasonography and postoperatively by magnetic resonance imaging (MRI) in all patients.



Yazışma adresi: Serhat PUSAT

E-posta: pusatsethat@yahoo.com

RESULTS: The borders, cavities and locations of the gliomas (including low grade tumors), meningiomas, vascular and inflammatory lesions were determined with 94% (36/38 cases) accuracy. Difficulty to determine the exact border of the tumor was experienced only in tumors with large edema and diffuse nature. The lesions were 31 glial tumor (13 grade 4, 4 grade 3, 10 grade 2 and 4 grade 1), 2 cavernomas, one thrombozed aneurysm, one chronic granulomatous lesion, two encephalitis and one atypical meningioma. Gross total excision was achieved in all cases and no additional neurological deficit was observed in any patient.

CONCLUSION: Color doppler ultrasonography shows the relationship between the brain lesions and vascular structures and this increases the success of surgery. Another advantage of the ultrasonography is the real time intraoperative determination of the resection degree. Ultrasonography is a good and reliable guide for the detection of deep and superficial cortical projection of brain tumors.

KEYWORDS: Brain tumor, Neuronavigation, Ultrasonography

■ GİRİŞ

Non-invaziv ve düşük maliyetli olan ultrasonun kullanımını yıllarca beyin cerrahlarının hedefi olmuştur. İlk denemeler 1930'larda Dussik kardeşler tarafından yapılmıştır. 1956 yılında Leksell kitle etkisine bağlı olarak meydana gelen orta hat sapmalarını "midline ensefalografi" olarak tanımlamıştır (3). Son zamanlarda beyin cerrahisi oldukça hızlı gelişim göstermiştir. Bilgisayarlı tomografinin (BT) kullanımı ile cerrahi sayıları giderek artmıştır. Manyetik Rezonans Görüntülemenin (MRG) gelişmesi ile anatomik oryantasyon ve tümörün boyutları daha net olarak ortaya konulmuş ve cerrahi sınırlarda tümör rezeksiyonu yapılmaya başlanmıştır (15). Gelişen teknolojiler sayesinde preoperatif görüntüler cerrahi esnasında da kullanılmaktadır. Bu amaçla en sık nöronavigasyon kullanılmaktadır. Nöronavigasyon preoperatif görüntülerden hazırlanması nedeni ile cerrahi sonrası rezidü doku hakkında tam bilgi vermemektedir. Ayrıca dura materin açılmasından sonra beyin-omurilik sıvısının (BOS) drenajı navigasyonda sapmalara (2-4 cm) neden olabilmektedir.

Gelişen yüksek görüntü kalitesi sonucunda ultrason beyin cerrahisinde intraoperatif kullanım alanı bulmuştur. Ultrason ilk başlarda tümör dokusunun sınırlarının ortaya konulması, intrakraniyal kitlelerden biyopsi alınması, intrakraniyal kist drenajında kullanılmıştır (9,10,12,15). Glial tümörler, lenfomalar, intrakraniyal apse ve enfeksiyonlar, ateşli silah yaralanması sonucu intrakraniyal alanda kalan yabancı cisimlerin çıkartılması (4,18) intraoperatif ultrasonun kullanım alanlarından (1,5,7,17). Özellikle intraventriküler tümörlerin lokalizasyonun tam olarak tesbitinde ultrason faydalıdır (17). Gelişen görüntü kalitesi ve ultrason probunun oldukça küçük boyutlara ulaşması nedeni ile daha yaygın kullanım alanı bulmuştur. Gerçek zamanlı görüntü alınması ultrasonun en önemli avantajıdır. Cerrahiye başlarken tümör sınırları ve tümörün komşuluklarını belirtir. Ayrıca doppler ultrason aracılığıyla tümörün vasküleritesi ve dolayısıyla malignitesi hakkında bilgi verir. Gerçek zamanlı görüntü alınması nedeni ile cerrahi sonrası rezidü dokunun tespitinde yardımcı olmaktadır. Dokular, vasküler yapılar ve ventriküller çeşitli spektral komponentlere sahip oldukları için ultrasonun farklı görüntüleme modları harmanlanarak vasküler ya da tümoral oluşumların ayrılmasını sağlamak mümkün olmaktadır (3,6).

Bu makalede kliniğimizde intraoperatif doppler ultrason kullanımını ile ilgili tecrübemizi sunacağız. Bulgularımızı daha önce yayınlanmış olan seriler ile karşılaştıracamız.

■ GEREÇ ve YÖNTEMLER

Gaziantep Üniversitesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniğinde 2010-2014 yılları arasında 38 adet supratentorial lezyonu olan hastaya ultrason (My™Lab30CV, Esaote, İtalya) yardımı ile cerrahi rezeksiyon uygulandı. Hastaların yaşları 22-70 arasında olup (ortalama 46 yıl) Erkek/Kadın oranı 20/18 dur. Histopatolojik tanı açısından sınıflandırıldığında opere edilen hastaların 13 tanesi Grade IV glial tümör, 4 tanesi Grade III glial tümör, 10 tanesi Grade II glial tümör, 4 tanesi Grade I glial tümör olup, 1 hasta tromboze anevrizma, 1 hasta atipik menenjiyom, 2 hasta kavernom, 1 hasta granüloamatöz lezyon olarak raporlanmış olup 2 hastada ise ensefalit olarak bildirilmiştir (Tablo I). Gerekli tetkikleri müteakiben cerrahiye alınan hastaların tamamı hem intraoperatif ultrason ile hem de postoperatif manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile rezidü tümör ve rezeksiyon sınırları açısından kontrol edildi.

■ BULGULAR

Tüm olgularda ultrason (My™Lab30CV, Esaote, İtalya) intraoperatif olarak kullanıldı. 3-7 Mhz ve 5-12 Mhz probe steril olarak kullanıldı. Steril jel ve salin solüsyonundan beyin dokusuyla temas ederken kayganlığı arttırmak ve doku hasarını önlemek amacıyla yararlanıldı. Lezyonları incelerken özellikle B mod görüntüleme, vasküler yapıları değerlendirirken de doppler ultrason kullanıldı. Tüm hastalar dura mater açılmadan ve dura mater açıldıktan sonra ultrason ile lezyon sınırları değerlendirildi. Koronal ve sagittal planda görüntüler alınarak navigasyon oluşturuldu (Şekil 1-4). Gliomalar, menenjiyomlar, vasküler ve inflamatuvar lezyonların hemen hemen tümünde kitle sınırları, kavileri (düşük dereceli tümörlerde dahil) ve yerleşimleri %94 (36/38) oranında doğrulukla saptandı. Ultrasonografik değerlendirme yapılırken herhangi bir kontrast madde kullanılmadı ve lezyonların sadece sınırları tespit edildi, histopatolojik değerlendirme yapılmadı. Gliomalar hiperekojenik tümörler olarak görüldü. Kavernomlarda hiperekojenik sınırları net olarak ayırt edilebildi. Sadece diffüz özellikli ve geniş ödemi olan tümörlerde sınır tayininde zorluk görüldü. Cerrahi sonrası olguların tümünde gross total rezeksiyon sağlandı ve hiç birinde ek nörolojik kayıp gözlenmedi.

■ TARTIŞMA

Başlarda sıklıkla pediatrik popülasyonda transkraniyal kullanılan ultrason görüntü kalitesinin artması ve prob boyutlarının

küçülmesi nedeni ile giderek artan oranda intraoperatif olarak kullanılmaktadır. Özellikle B mode görüntüleme intrakranial lezyonlarda daha sık olarak kullanılmaktadır (3,6,8). Derin lezyonlarda ultrason frekans aralığı 5-7 Mhz arasında bulunması gerekirken yüzeysel lezyonlarda 10-12 Mhz aralık görüntü kalitesinin net olması için sıklıkla kullanılır (3,8,11).

Tablo I: Opere Edilen Hastalar ve Histopatolojik Bulguları

NO	HİSTOPATOLOJİ
1	TROMBOZE ANEVİZMA
2	GBM
3	GLİA TÜMÖR BEYİN İNVAZYONU
4	PİLOSİTİK ASTROSİTOMA GR I
5	GBM
6	OLİGODENDROGLİOMA GR II
7	AKTİF KRONİK ENFLAMASYON VE NEKROZ
8	HEMANJİOM
9	KAVERNOM
10	ANAPLASTİK ASTROSİTOM GR III
11	DİFFUZ AST GR II
12	ENSEFALİT
13	GBM GR IV
14	ASTROSİTOM GR II
15	ANAPLASTİK OLİGODENDROGLİOMA GR III
16	OLIGOASTROSİTOM GR II
17	MİKST OLİGOASTROSİTOM WHO GR II
18	GBM
19	DİFFÜZ ASTROSİTOMA GR II
20	DÜŞÜK DERECELİ GLİAL TM
21	NÜKS OLİGODENDROGLİOMA GR II
22	GBM
23	ASTROSİTOM GR II
24	GBM
25	MALİGN MELANOM
26	GBM
27	ANAPLASTİK OLİGODENDROGLİOMA GR III
28	GBM
29	GBM
30	OLİGODENDROGLİOMA GR II
31	GBM
32	OLİGODENDROGLİOM GR II
33	ANAPLASTİK ASTROSİTOM G III
34	GBM
35	DÜŞÜK DERECELİ GLİAL TM
36	GBM
37	PRİMİTİF NÖROEKTODERMAL TM
38	GBM

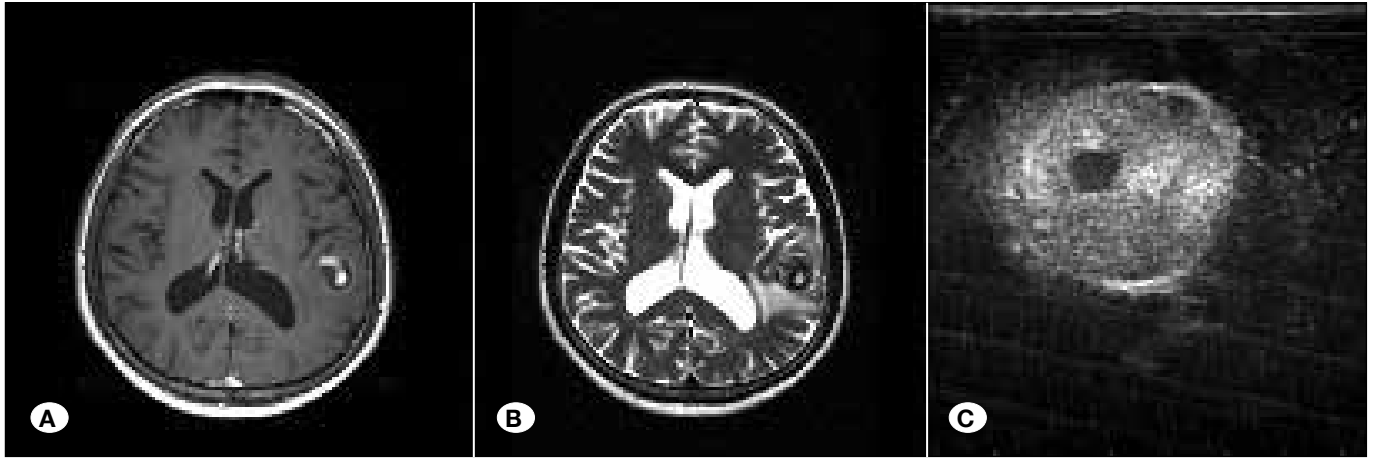
İntrakranial tümörler, orbita tümörleri ve yabancı cisimleri, enfeksiyonlar (apse, ampiyem), penetran kranial yaralanmalar sonrası intrakranial alanda kalan yabancı cisimler, vasküler malformasyonlar intraoperatif ultrasonun başlıca kullanım endikasyonlarıdır (1,4,5,7,18). Kavernöz malformasyonlar, metastatik tümörler, yüksek dereceli glial tümörler, lenfomalar, hemanjioblastoma, yabancı cisimler ve akut serebral kanamalar hiperekojenik olarak görülürken, beyin ödemi orta dereceli ekojeniteye sahiptir. Apse, kronik kanamalar, yüksek dereceli tümörlerin santral parçası hipoekojenik olarak görülürler (2,3,7,13,17). Son zamanlarda ultrason problemleri ile 3 boyutlu görüntüde elde edilmektedir ve bu ultrason cihazına navigasyon entegre edilebilmektedir (2,3,8,13,16).

Gerçek zamanlı görüntü vermesi ve rezeksiyon sonrası dokuların yer değiştirmesinden etkilenmemesi ultrasonun ön önemli avantajıdır. Dezavantajları ise eğer kraniotomi alanı lezyon sınırında yapılmışsa prob hareketi kısıtlanacağı için görüntü sınırlanabilmektedir. Ayrıca hava partikülleri de görüntüleme artefakt yapabilmektedir. Görüntülerin yorumlanması tecrübe ile artacağından cerrahlar arasında yorum farklılıkları olabilir. Cerrahiye başlamadan yapılan doppler ultrason lezyon komşuluğundaki damar yapıları hakkında bilgi vereceği gibi lezyona ait olan anormal damarlanma hakkında da bilgi verir (8,9). Pek çok kontrast madde kombinasyonu ultrason görüntülemesinin daha iyi olması için kullanılmaktadır. Optison® ismi verilen human albümin ile kaplı oktofloropropan gazı intraoperatif ultrason kontrast maddesi olarak ultrasonun farklı modlarıyla beraber kullanılarak anevrizma ve arteriovenöz malformasyonda besleyici arter veya arterlerin bulunmasını sağlamıştır (6,8,9). Benzer şekilde transpulmoner kontrast ajan olan Levovist® intrakranial vasküler lezyonların görüntülenmesinde kullanılmıştır (3,6,8,15). Biz kliniğimizde kontrast madde kullanmadan ultrason kullandık ve %94 oranında doğrulukla lezyon sınırlarını saptadık.

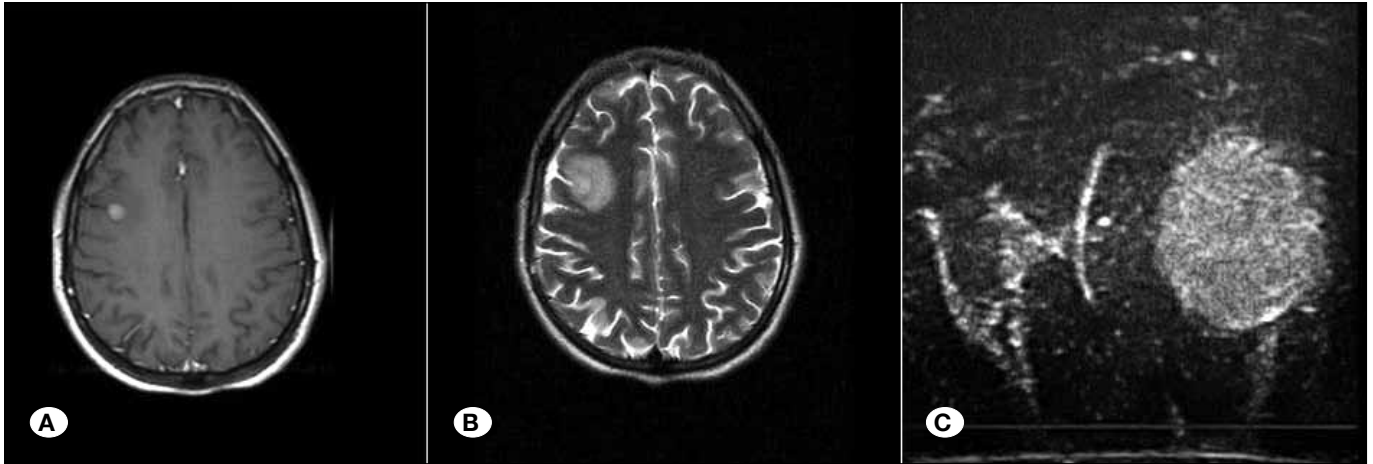
Günümüzde pek çok merkez tarafından oldukça yaygın kullanılan navigasyon sistemi preoperatif olarak lezyonun net sınırlarını belirttiği için kraniotominin daha küçük yapılmasına neden olabilir (5). Fakat bu sistemin en önemli dezavantajı dura açılıp BOS drenajı sağlandıktan sonra lokalizasyonun 2 ile 5 cm arasında sapma gösterebilmesidir (15). Ayrıca navigasyonda oluşturulan görüntüler preoperatif tetkiklerden elde edildiği için peroperatif rezidüel tümör ayırımında bir miktar güçlükler oluşabilmektedir. Navigasyon sistemleri günümüzde hala yüksek maliyetini sürdürerek bir diğer dezavantajı oluşturmaktadır. 5-Aminolevülinik asit (5-ALA) ile yapılan yapılan floresans aracılı cerrahide günümüzün yeni teknolojileri arasında olup tümör dokusu ile normal dokuyu ayırt etmek için intraoperatif kullanılmaktadır (14). Gelişen teknolojiler sayesinde ultrason giderek navigasyon cihazının yerini alacaktır.

■ SONUÇ

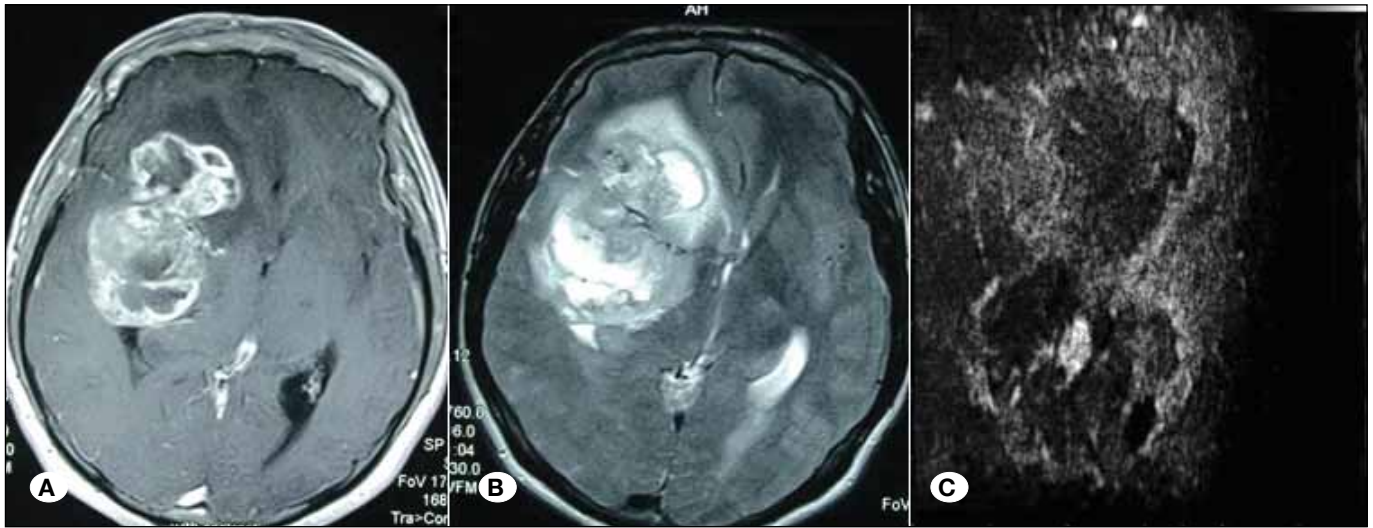
Renkli doppler özelliği ultrasonun vasküler yapıların lezyon ile ilişkisini sağlıklı olarak göstermekte ve rezeksiyon başarısını artırmaktadır. Rezeksiyon genişliğinin intraoperatif olarak gerçek zamanlı saptanması ultrasonun bir diğer avantajı olarak görülmektedir. İntraoperatif ultrasonun derin ve yüzeysel kortikal izdüşümünde zorluk arzeden tümörleri saptamada iyi, ucuz ve güvenli bir kılavuz olduğu anlaşılmıştır.



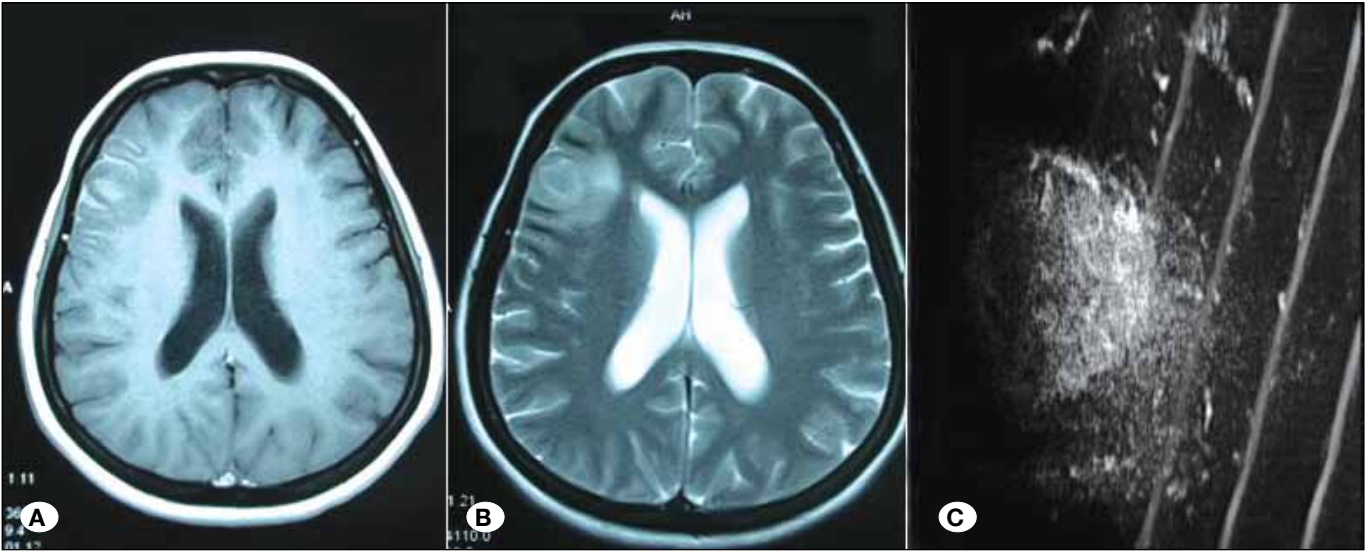
Şekil 1: Sol frontal yerleşimli lezyonun T1 aksiyel MR (A), T2 aksiyel MR (B) ve intraoperatif ultrasonografi ile görüntüsü (C).



Şekil 2: Sağ frontal kitlesi (Pilositik astrozitoma) olan hastanın T1 aksiyel MR (A), T2 aksiyel MR (B) ve intraoperatif ultrasonografi (C) görüntüsü.



Şekil 3: Sağ frontotemporal dev kitlesi (GBM) olan 34 yaşındaki hastanın T1 aksiyel MR (A), T2 aksiyel MR (B) ve intraoperatif ultrasonografi (C) görüntüsü.



Şekil 4: Sağ frontal glial tümör nedeniyle opere edilen 36 yaşındaki hastanın T1 aksiyel MR (A), T2 aksiyel MR (B) ve intraoperatif ultrasonografi (C) görüntüsü.

■ KAYNAKLAR

1. Akay KM, İzci Y, Deveci S, Özcan A, Gönül E, Timurkaynak E, Günhan Ö: Primer intrakranial lenfomalar: 4 olgu sunumu. *Türk Nöroşir Derg* 13(1):65-71, 2003
2. Auer LM, van Velthoven V: Intraoperative ultrasound (US) imaging. Comparison of pathomorphological findings in US and CT. *Acta Neurochir (Wien)* 104(3-4):84-95, 1990
3. Bal J, Camp SJ, Nandi D: The use of ultrasound in intracranial tumor surgery. *Acta Neurochir* 158(6):1179-1185, 2016
4. Gönül E, Akbörü M, İzci Y, Timurkaynak E: Orbital foreign bodies after penetrating gunshot wounds: Retrospective analysis of 22 cases and clinical review. *Minim Invasive Neurosurg* 42(4): 207-211, 1999
5. Hodaj I, Kutlay M, Gonul E, Solmaz I, Tehli O, Temiz C, Kural C, Daneyemez MK, İzci Y: The use of neuronavigation and intraoperative imaging systems in the surgical treatment of orbital tumors. *Türk Neurosurg* 24(4):549-557, 2014
6. Hölscher T, Özgür B, Singel S, Wilkening WG, Mattrey RF, Sang H: Intraoperative ultrasound using phase inversion harmonic imaging: First experiences. *Neurosurgery* 60(ONS Suppl 2):382-387, 2007
7. İzci Y, Gürkanlar D, Timurkaynak E: Multicentric gliomas: Still remains a controversial issue: Report of three cases and literature review. *Türk Neurosurg* 15: 71-75, 2005
8. Kanno H, Ozawa Y, Sakata K, Sato H, Tanabe Y, Shimizu N, Yamamoto I: Intraoperative power Doppler ultrasonography with a contrast-enhancing agent for intracranial tumors. *J Neurosurg* 102: 295-301, 2005
9. Knake JE, Chandler WF, Gabrielsen TO, Latack JT, Gebarski SS: Intraoperative sonographic delineation of low-grade brain neoplasms defined poorly by computed tomography. *Radiology* 151:735-739, 1984
10. LeRoux PD, Winter TC, Berger MS, Mack LA, Wang K, Elliot JP: A comparison between preoperative magnetic resonance and intraoperative ultrasound tumor volumes and margins. *J Clin Ultrasound* 22:29-36, 1994
11. Mair R, Heald J, Poeata I, Ivanov M: A practical grading system of ultrasonographic visibility for intracerebral lesions. *Acta Neurochir* 155: 2293-2298, 2013
12. Mayfrank L, Bertalanffy H, Spetzger U, Klein HM, Gilsbach JM: Ultrason-guided craniotomy for minimally invasive exposure of cerebral convexity lesions. *Acta Neurochir (Wien)* 131: 270-273, 1994
13. Miller D, Heinze S, Tirakotai W, Bozinov O, Sürücü O, Benes L, Bertalanffy H, Sure U: Is the image guidance of ultrasonography beneficial for neurosurgical routine? *Surgical Neurology* 67: 579-588, 2007
14. Prada F, Bene MD, Fornaro R, Vetrano IG, Mertegani A, Aiani L, Sconfianza LM, Mauri G, Solbiati L, Pollo B, Dimco F: Identification of residual tumor with intraoperative contrast-enhanced ultrasound during glioblastoma resection. *Neurosurg Focus* 40(3):E7, 2016
15. Regelsberger J, Lohmann F, Helmke K, Westphal M: Ultrasound-guided surgery of deep seated brain lesions. *Eur J Ultrasound* 12:115-121, 2000
16. Rueckriegel SM, Linsenman T, Kessler AF, Homola GA, Bartsch AJ, Ernestus R, Westermaier T, Löhr M: Feasibility of the combined application of navigated probabilistic fiber tracking and navigated ultrasonography in brain tumor surgery. *World Neurosurg* 90: 306-314, 2016
17. Seçer HI, Düz B, İzci Y, Solmaz I, Tehli O, Gönül E: Tumors of the lateral ventricle: The factors that affected the preference of the surgical approach in 46 patients. *Türk Neurosurg* 18(4): 345-355, 2008
18. Solmaz I, Kural C, Temiz C, Seçer HI, Düz B, Gönül E, İzci Y: Traumatic brain injury due to gunshot wounds: A single institution's experience with 442 consecutive patients. *Türk Neurosurg* 19(3):216-223, 2009