

## TEKNİK, AYGIT, MALZEME

# Nöroşirürjide Ameliyat Sırasında Ultrasonografi

## Intraoperative Ultrasonography in Neurosurgery

TUNCER SÜZER, ERDAL COŞKUN, KADIR TAHTA, TURGAY KILDACI, SALİH ŞAHİN,  
HASAN ÇAL, AYŞE TIRYAKI, NURAN AKKOYUNLU

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji (TS, EC, KT, TK, SS, HÇ) ve  
Radyoloji (AT, NA) Anabilim Dalları, Denizli

**Özet:** Bu çalışmada kliniğimizde real-time ultrasonografi kullanılarak ameliyat edilen 15 hasta sunulmuştur. Deneyimlerimizin yayımlar eşliğinde değerlendirilmesi ile beraber, ameliyat sırasında ultrasonografik görüntüleme yönteminin kafa içi ve omurga kanalı içi patolojilerde cerraha yol gösteren, kullanımı kolay, zaman kaybı ve enfeksiyona yol açmayan faydalı bir uygulama olduğu görülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:** Ameliyat sırasında ultrasonografi, beyin, omurilik, ultrasonografi

**Abstract:** In this study, we assessed 15 patients those were operated on with the assistance of real-time ultrasonography. Review of our experience and the relevant literature has shown that, intraoperative ultrasound imaging is an easy and helpful guide to the surgeon without time loss and infection.

**Key Words:** Brain, intraoperative ultrasonography, spinal cord, ultrasonography

## GİRİŞ

Ultrasonografi yaklaşık 35 yıldır tanusal amaçlı olarak kullanılmaktadır (3,7,8,9). B-mode real-time ultrasonografinin nöroşirürjide cerrahi sırasında kullanılmasının faydası ile ilgili yayınlar 1980'li yılların başında yayımlanmıştır (3,5,24,27). Real-time cihazların geliştirilmesi sonrasında, alınan görüntünün aynı anda monitörden görülmesi imkanı olduğu için ameliyat sırasında cerraha çok yardımcı olan bir yöntem olarak nöroşirürji pratiğine girmiştir. Yüzeiden görülemeyen parankim içi yerleşimli beyin ve omurilik lezyonlarında tam yerleşimin saptanması, sağlam nöral dokuya en az hasar verilerek lezyonun çıkarılması ve ne kadarının çıkarıldığını ameliyat sırasında cerraha göstermesi

nedeniyle kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada ameliyat sırasında ultrasonografi kullanılan kafa ve omurga kanalı içi 15 nöroşirürjikal girişim incelenmiş ve ultrasonografinin yardımı değerlendirilmiştir.

## HASTALAR VE YÖNTEM

### Klinik Bilgiler

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı'nda son bir yıl içinde ameliyat edilen hastalar içerisinde 15 tanesinde ameliyat sırasında ultrasonografi (ASUS) kullanılmıştır. Olguların klinik ve radyolojik özellikleri ile ultrasonografik bulguları Tablo 1'de

Tablo I: Ameliyat Sırasında Ultrasonografi Kullanılan 15 Hastanın Klinik ve Ultrasonografik Özellikleri

OLGU NO	YAŞ/CİNSİYET	YERLEŞİM	HİSTOPATOLOJİK TANI	AMELİYAT SIRASINDAKİ USG BULGULARI
1	49/K	Parietal, sağ	Çok merkezli glioma ve mikroapse odakları	Sınırları belirgin olmayan, hiper ve hipokojen homojen olmayan lezyonlar
2	62/K	Korpus kallozum, talamus, periventriküler bölge	Birincil beyin lenfoması	Katı, hiperekojen, sınırları kısmen belirgin olan lezyonlar
3	18/E	Oksipital, sol	Osteosarkom metastazı	Katı, homojen, hiperekojen ve sınırları belirgin lezyon
4	35/K	Parietal, sağ	Arteriovenöz malformasyon	Hiperekojen ve hipokojen alanlar içeren lezyon
5	17/E	Konus medullaris, kauda ekina	Nörinom	Katı, hiperekojen, düzgün konturlu, homojen lezyon
6	57/K	Pons, mezensefalon	Hematom	Sınırları belirgin, homojen, hiperekojen lezyon
7	24/K	Torakal 3-4, omurilik içi	Astrositom	Hiperekojen, sınırları kısmen belirgin lezyon
8	57/K	Frontal, sol	Astrositom	Hiperekojen, sınırları belirgin lezyon
9	37/K	Servikal 3-4, omurilik dışı	Nörinom	Katı, homojen, hiperekojen ve sınırları belirgin düzgün konturlu lezyon
10	37/E	Torakal 5-6, ekstradural	Ekstramedüller hematopoiezis	Hiperekojen, sınırları belirgin lezyon
11	49/E	Parietal, sağ	Glioblastoma multiforme	Homojen olmayan, hiperekojen katı lezyon ve hipokojen kistik yapılar
12	41/K	Frontal, sağ	Glioblastoma multiforme	Sınırları belirgin olmayan, katı ve hiperekojen lezyon, hipokojen kistik komponent
13	40/E	Oksipital, sol	Hematom	Sınırları belirgin, hiperekojen, homojen lezyon
14	10/E	Frontal, sağ	Kurşun	Hiperekojen, görüntü kusuruna yol açan lezyon
15	49/E	Parietal, sol	Bronş karsinomu metastazı	Sınırları belirgin, katı, hiperekojen ve homojen lezyon

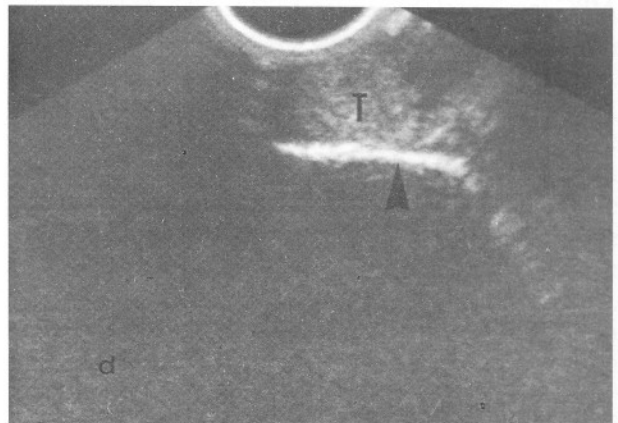
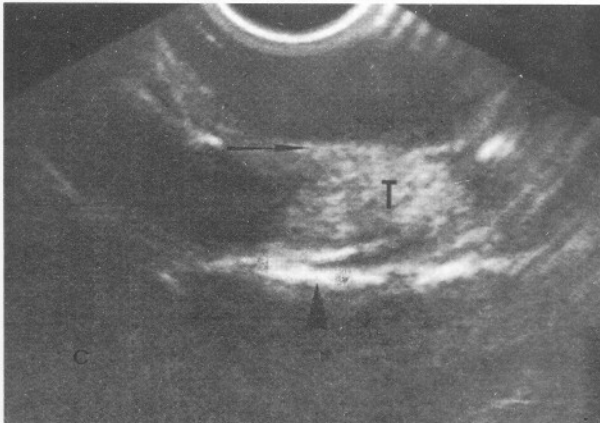
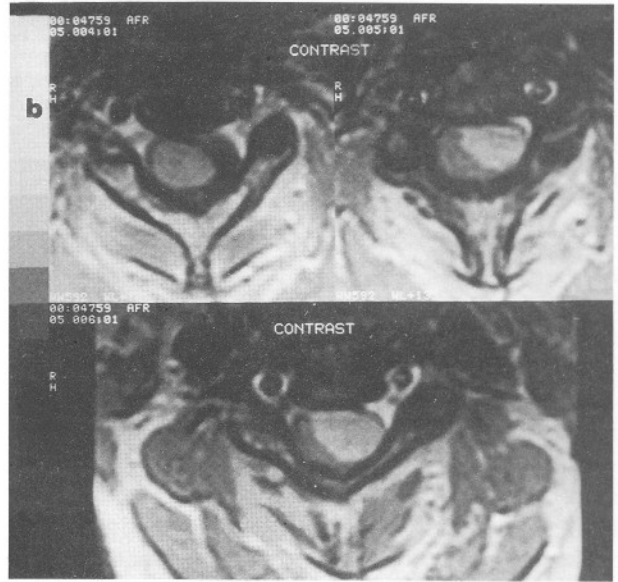
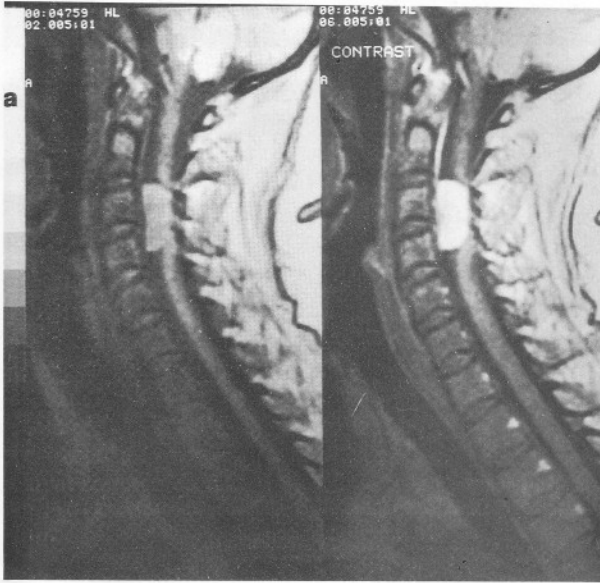
gösterilmiştir. Hastaların 8 tanesi kadın, 7 tanesi erkek olup yaşları 10 ile 62 arasında değişmektedir. Olguların 11 tanesinde kafa içi, 4 tanesinde ise omurga kanalı içi cerrahi girişim sırasında ultrasonografik görüntüleme yöntemi kullanılmıştır. Hastalarımızın 10 tanesi tümör, 1 tanesi arteriovenöz malformasyon, 3 tanesi hematoma, 1 tanesi ise kafa içi yabancı cisim (Şekil 5) nedeniyle ameliyat edilmişlerdir.

### Ameliyat Sırasında Kullanım Tekniği

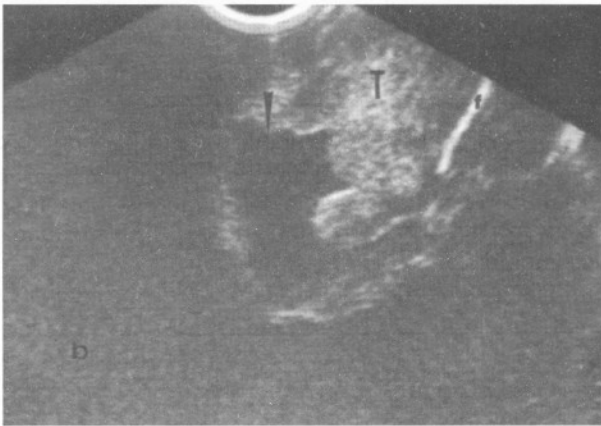
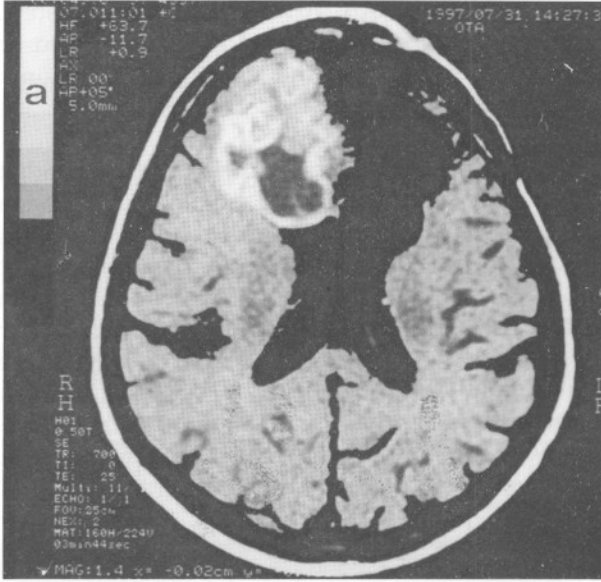
Ameliyat sırasındaki tüm görüntülemeler B-mode real-time ultrasonografi cihazı (model RTX 200, General Electric, ABD) ile elde edilmiştir. Lezyonun yerleşimine göre 5.0 veya 7.5 Mhz'lik *transducer*

*probe* kullanılmıştır. Ameliyat alanındaki steril şartları korumak amacıyla ara kablo steril örtü ile örtülmüştür. Prob üzerine jel konulduktan sonra steril eldiven içine yerleştirilmiştir.

Kafa içi lezyonlar için prob kraniyotomiden hemen sonra ameliyat alanına sokulmuştur. Duranın üzerinden alınan görüntülerle dura açıldıktan sonra doğrudan korteks üzerinden alınan görüntüler arasında fark olmadığı yayımlarda bildirildiği için ultrasonografi dura açılmadan önce yapılmıştır (Şekil 2,3). Beyin sapı hematoma olan hasta ve interhemisferik yolla girilerek korpus kallozum üzerindeki lezyonu çıkarılan lenfomalı hasta (Şekil 4) için ek olarak dura açıldıktan sonra da ultrasonografik görüntüleme tekrarlanmıştır.



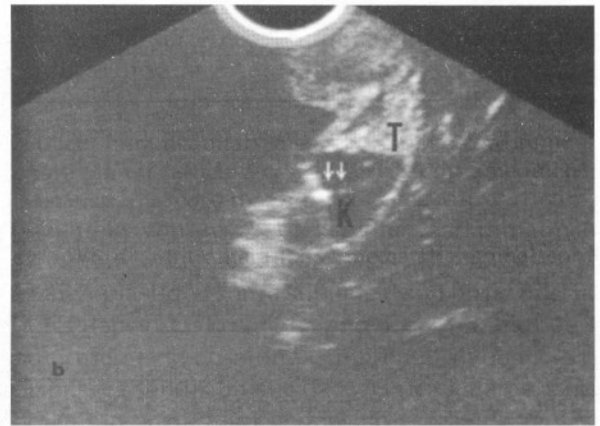
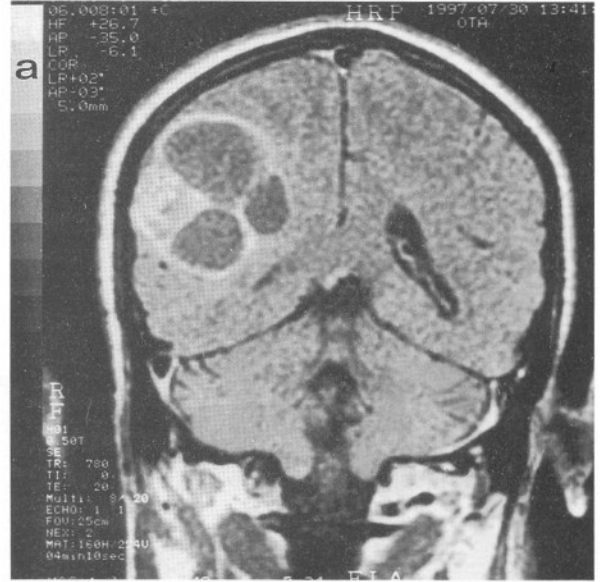
Şekil 1: Olgu 9. Sagittal (a) ve aksiyal (b) MRG tetkikinde servikal 3-4 arasında yerleşen ve omuriliği arkaya-sağa doğru iten omurilik dışı tümör (nörinom) görülmektedir. Laminektomiden hemen sonra yapılan sagittal (c) ve aksiyal (d) ultrasonografik incelemede katı, hiperekojen ve sınırları belirgin lezyon görüntülenmiştir. (ok: arka dura, ok ucu: omurga cismi, T: tümör)



Şekil 2: Olgu 12, a) on yıl önce sol frontal glial tümör nedeniyle ameliyat edilen, şimdi sağ frontal tümör (glioblastoma multiforme) nedeniyle başvuran hastanın MRG incelemesi, b) yapılan USG tetkikinde hipokojen kist (ok) ve falks'ın (f) sağ tarafında yerleşen, sınırları belirgin olmayan hiperekojen solid tümör (T) saptanmıştır.

Kraniyotomi alanı steril serum fizyolojik ile yıkanarak yeterli akustik pencerenin oluşması sağlanmıştır. Anatomik yönelimin bozulmaması amacıyla önce falks, tentoryum ve ventriküler sistem gibi normal yapılar görülmüş ve daha sonra lezyona yönelinmiştir. Lezyonlardan en az iki planda (aksiyal, koronal, sagittal) görüntü alınmıştır.

Omurga kanalı içi yerleşimli lezyonlar için laminektomiye takiben cerrahi alan steril serum fizyolojik ile doldurulmuştur. Transduser probu duranın üzerine dokundurulmadan, su havuzunun

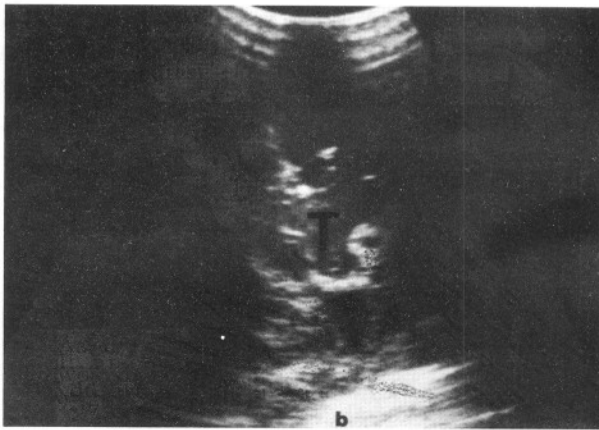
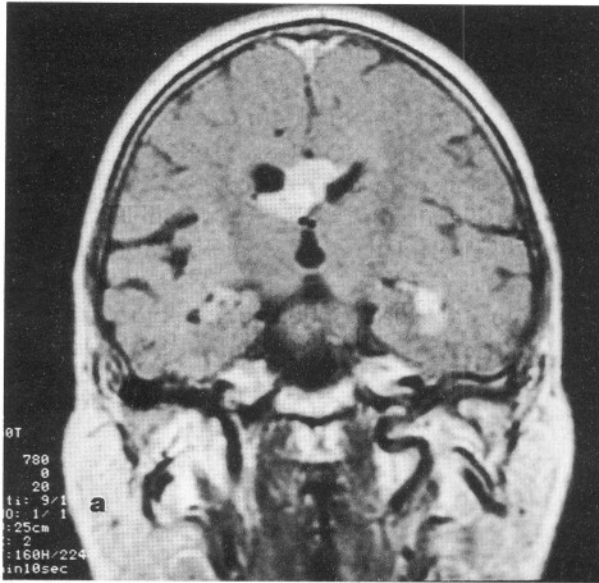


Şekil 3: Olgu 11, a) sağ temporoparietal bölgede kistik ve katı kısımları olan tümöral (glioblastoma multiforme), b) hastanın dura üzerinden yapılan USG tetkikinde sınırları belirgin olmayan, heterojen görünümde, katı, hiperekojen tümör ve hipokojen kistler görülmektedir. Önce kiste USG eşliğinde ponksiyon yapılarak basınç azaltılmış sonra tümör çıkarılmıştır. Kist içindeki ponksiyon iğnesinin ucu okla gösterilmiştir (K:kist, T:tümör).

içine batırılarak işlem gerçekleştirilmiştir. Önce sagittal planda görüntüler alınmış, daha sonra transducer 90° çevrilerek aksiyal plandaki görüntüleme yapılmıştır (Şekil 1).

## SONUÇLAR

Ameliyat sırasında ultrasonografi kullanılan 15 hastanın tamamında lezyonun tam yerleşimi, normal nöral dokuyla sınırları ve komşu anatomik yapılarla



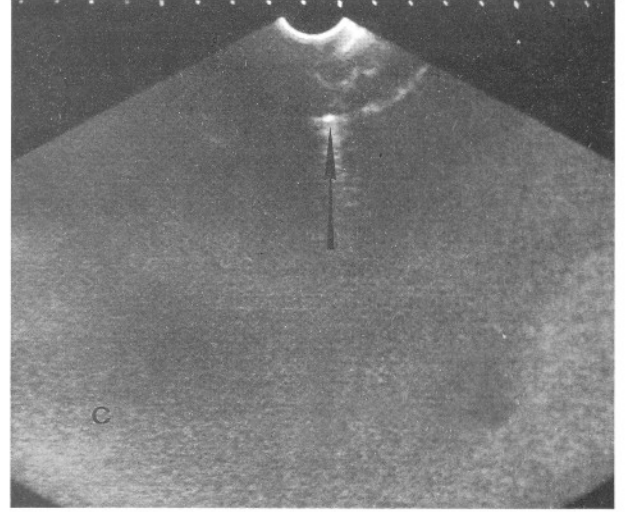
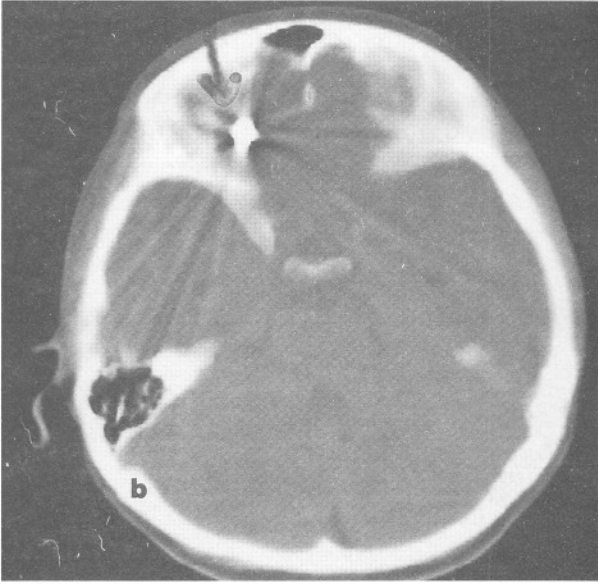
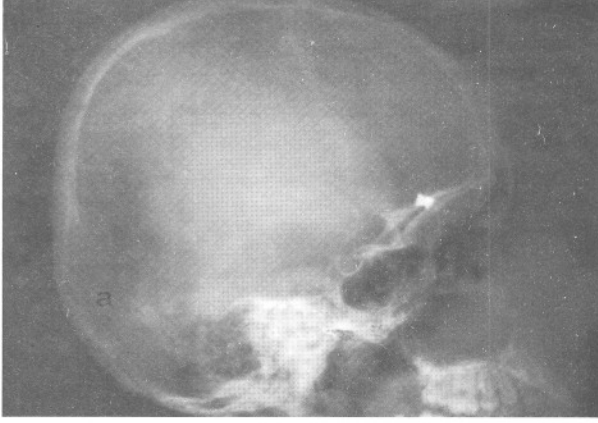
Şekil 4: Olgu 2, a) kontrastlı koronal MRG tetkikinde lateral ventriküller arasında ve sol derin temporalde hiperintens tümöral lezyonlar (lenfoma) görülmektedir, b) koronal düzlemde yapılan ameliyat sırasında USG'de lateral ventriküller ve 3. ventrikül arasında yerleşen tümöral doku gösterilmiştir. (T: tümör)

olan ilişkisi görülmüştür. Dura mater'in üzerinden yapılan inceleme bize lezyonun tam üzerine ulaşmamız için yapılması gereken dura insizyonunun en uygun yerini göstermiştir. Ayrıca kortikal kesi ve miyelotominin en az düzeyde yapılarak normal nöral dokuya en az hasar verilmesine yardımcı olmuştur. Lezyon çıkartıldıktan sonra yapılan kontrol ultrasonografi bize tam eksizyonun gerçekleştiğini ameliyat sırasında göstermiştir. İşlemin uygulanması ortalama 20 dakika kadar sürmüş olup hiçbir hastamızda enfeksiyon görülmemiştir.

## TARTIŞMA

Nöroradyolojide kullanılan bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve anjiyografi gibi cihazların hızla gelişmesi cerraha ameliyat öncesi hazırlık döneminde lezyon hakkında ayrıntılı bilgi vermekle beraber ameliyat sırasındaki radyolojik destek yeterli oranda sağlanamamaktadır. Parankim içi yerleşimli bir lezyonun tam yerinin sağlanması, sınırlarının belirlenmesi, komşu anatomik yapılarla olan ilişkisinin görülmesi ve ne kadarının çıkarıldığı ameliyat sırasında değerlendirilmesi için kullanılabilen en kolay ve en ucuz tetkik ameliyat sırasında ultrasonografik görüntüleme yöntemidir. Ultrasonografi tanısal amaçla yaklaşık olarak 35 yıldır kullanılmaktadır. 1960'lı yıllarda kullanılan A-mode cihazlar sadece lezyonun derinliği hakkında bilgi verirken, 1970'li yıllarda gelişen B-mode real-time ultrasonografi yöntemi ile alınan görüntülerin aynı anda monitörden izlenmesi imkanı ortaya çıkmıştır. Bu teknik ilerlemeler sonrasında nöroşirürji pratiğinde ameliyat sırasında ultrasonografi kullanımının yararları hakkındaki yayınlar 1980'li yılların başında çıkmaya başlamıştır (3,5,24,27). Günümüzde ultrasonografik görüntülemenin ameliyat sırasında kullanım endikasyonları giderek artmakta ve yayımlarda sıkça karşımıza çıkmaktadır.

Ameliyat sırasında kullanılan ultrasonografi prob'ları 3.5 MHz ile 10 MHz arasında değişmektedir. Lezyonların çoğu 5 MHz'lik prob ile açıkça görüntülenebilir fakat derin yerleşimli lezyonlar için 3.5 MHz, yüzeye çok yakın lezyonlar için ise 7.5 veya 10 Mhz probe kullanımı gerekebilir. Transduser probu ile yüzey arasındaki temasın tam olarak sağlanabilmesi ve yeterli akustik pencerenin oluşması için steril serum fizyolojik (SF) kullanılır. Kafa içi lezyonlarda sürekli SF ile yıkama yeterli olmakla beraber, görüntü kusurlarını önlemek amacıyla inceleme, içi SF doldurulmuş eldiven üzerinden yapılabilir. Omurilik cerrahisinde ise cerrahi alanın SF ile doldurulması sonrasında probe su havuzuna batırılarak dura üzerine doğrudan temas yapılmadan görüntüler elde edilir (2,4,10, 19,26). Kafa içi patolojilerde, anatomik yönelimin bozulmaması amacıyla önce falks, tentoryum ve ventriküler sistem gibi normal anatomik yapılar görüldükten sonra lezyona yönelinmesi tavsiye edilmektedir (4,26). İşlemin duranın üzerinden yapılması ile doğrudan korteks üzerinden yapılması arasında görüntü açısından fark olmadığı bilinmektedir. Ayrıca dura açılmadan önce yapılan



Şekil 5: Olgu 14. Silah yaralanması nedeniyle ameliyat planlanan hastada kafa içindeki kurşunun üç kere yer değiştirdiği saptandı. Ameliyattan hemen önce yapılan tetkiklerde (a, b) kurşunun sağ frontalde kemiğin üstünde olduğu saptandı. Ameliyat sırasında ise kurşun (ok) beyin parankiminin içinden USG eşliğinde çıkartıldı (c).

görüntüleme sonucunda tam lezyonun üzerinde kalmak için gerekli en uygun dura kesisinin yeri saptanabilir. Bu nedenlerle işlem kraniyotomiden hemen sonra ve dura açılmadan önce yapılır. Omürilik lezyonlarında sagittal ve aksiyal planda, kafa içi lezyonlarda ise aksiyal, koronal ve sagittal planda görüntüler alınır.

Intraparankimal yerleşimli tümörler beyin ve omüriliğe göre hiperekojen görüntü verirken etrafındaki ödem, tümör içi nekroz ve kistler ise hipoekojen olarak görülürler (3,6,13,16,17,20,21,23). Tümörler artmış hücre miktarı ve ekstrasellüler içerikleri nedeniyle beyinden daha fazla ekojen fakat kitlelerin hiperekojen görüntülerindeki bu eko yapılanmaları tümörün histopatolojik tipi ile ilgili bilgi vermez (6,13). Le Roux ve ark. (16) birden daha fazla ameliyat edilen veya radyoterapi alan hastaların ameliyat sırasında ultrasonografide saptanan tümör

hacimlerinin BT'lerinde saptanan tümör hacmine göre daha fazla ölçüldüğünü ve bunun gliozise bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Parankim içi hematomların başlangıç anında hipoekojen olup, ortalama bir dakika (22-90 saniye) içinde hiperekojen hale geldikleri Lillehei ve ark. (18) tarafından gösterilmiştir. Aynı çalışmada artmış ekojeni sebebinin pıhtılaşma mekanizması ile ilgili olmayıp eritrositlerin agregasyonuna bağlı olduğunu gösterilmiştir.

Kafa travması geçiren hastalarda ASUS kullanımı ile ilgili çeşitli yayınlar bulunmaktadır. Enzman ve ark. (5), BT'de görüntü kusuru yaratan yabancı cisim ve madeni parçalar ile beyine batan kemik parçalarının ultrasonografi kullanılarak kolaylıkla yerlerinin belirlenebileceğini bildirmişlerdir. Andrews ve ark. (1), ağır kafa travması ve herniasyon nedeniyle BT çekilemeden acil ameliyata alınan 17 hastada ASUS kullanmışlar ve bulgularını ameliyat sonrası BT ile veya kaybedilen hastalarda otopsi ile kontrol ederek, parankim içi kanama ve kontüzyonların 15 hastada (% 88) ASUS ile tesbit edildiğini göstererek ultrasonografik görüntülemenin faydasına dikkat çekmişlerdir.

Ameliyat sırasında ultrasonografi kullanımı, aktif veya tromboze AVM'ler ile 4mm'den büyük anevrizmaların görüntülenmesinde de yardımcı olmaktadır (3,4,26). Her ne kadar kafa içi damarların cerrahisinde ultrasonografik görüntüleme nadiren gerekli olsa da seçilmiş vakalarda faydalı olabileceği bildirilmektedir (26). Anevrizmalarda kan akımının olduğu lümen hipoekojen, duvar ise hiperekojen görüntü verir. AVM'lerde akım olan alanlar hipoekojenik, daha katı alanlar ise yüksek ekojenitede görülürler. Aynı şekilde besleyici ve boşaltıcı damarlar da ASUS ile saptanabilir ve takip edilebilirler.

Servikal spondiloz, travma veya enfeksiyon nedeniyle yapılacak anterior servikal girişimlerde ameliyat sırasında ultrasonografik görüntülemenin faydaları hakkında özellikle son 5 yılda yayımlarda yazılar çıkmaktadır (11,12,22). Goodkin ve ark. (11) ile Nardone ve ark. (22) anterior servikal vertebrektomi vakalarında ASUS kullanmışlar ve hastalara USG eşliğinde yapılan dekompresyon miktarını ameliyat sonrası dönemde çekilen BT ile kontrol etmişlerdir. Sonuçta kemik eksizyonunun güvenli ve yeterli bir şekilde laterale doğru uzatılması için, asimetri ya da yetersiz dekompresyonun önlenmesi için ve tehlikeli olabilecek kadar aşırı kemik alınması riskini ortadan kaldırmak için ameliyat sırasında ultrasonografi kullanımının faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Ryken ve ark. (25) akondroplaziye bağlı olarak servikomeduller bası saptanan 6 vakada yapılan arka çukur dekompresyonu ve atlas laminektomisi sırasında dekompresyon miktarının saptanması için ASUS kullanmışlardır.

Aschoff ve ark. (2) siringomiyeli cerrahisinde, Lunardi ve ark. (19) omurilik içi kavernöz anjiom saptanan 5 hastada, Kyoshima ve ark. (15) ise beyin sapı lezyonu bulunan 3 hastada ameliyat sırasında ultrasonografi kullanmışlar ve omurilik kesisine başlamadan önce lezyonun tam yerinin saptanması, posterior miyelotominin en az düzeyde yapılması ve lezyonun tam eksizyonunun ameliyat sırasında görüntülenebilmesi nedeniyle bu vakalarda ultrasonografik görüntülemenin faydalı olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca çıplak gözle sınırları zor belirlenen omurilik içi yerleşimli astrositomların hiperekojen görüntüleri nedeniyle omurilikten kolaylıkla ayrılabilirdikleri bildirilmektedir.

Tsutsumi ve ark. (27) geliştirdikleri bir sistemle derin yerleşimli tümör saptanan 3 vakada USG kontrolü ile biyopsi almışlardır. Kosvakages ve ark.

(14) ise 1993 yılında yeni bir nöronavigatör sistem geliştirmişler ve 7 hastada kullandıkları bu sistemi "ultrasound-controlled neuronavigator-guided brain surgery - ultrason denetimli nöronavigatör rehberli beyin cerrahisi" şeklinde tanıtmışlardır.

Sonuç olarak, ameliyat sırasında ultrasonografik görüntüleme yöntemi beyin ve omurilik yerleşimli parankim içi lezyonların tam yerleşimlerinin belirlenerek kortikal ve omurilik kesilerinin en az düzeyde tutulmasını, sağlam nöral dokuya en az zarar verilmesini, lezyonun sınırları ve komşu anatomik yapılarla olan ilişkisinin saptanmasını, travma sonrasında yabancı cisim ve kemik parçaların saptanarak çıkartılmasını sağlayan ve yapılan eksizyon miktarını ameliyat sırasında cerraha gösteren bir yöntem olarak nöroşirürji pratiğinde daha sık yer alması gereken bir yardımcı tekniktir.

**Yazisma Adresi:** Dr.Tuncer Süzer

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Nöroşirürji Anabilim Dalı  
20100 Denizli  
Tel : (258) 211 48 05  
Faks: (258) 242 11 34

## KAYNAKLAR

1. Andrews BT, Bederson JB, Pitts LH: Use of intraoperative ultrasonography to improve the diagnostic accuracy of exploratory burr holes in patients with traumatic tentorial herniation. *Neurosurgery* 24:345-347, 1989
2. Aschoff A, Albert F, Mende U, Kunze S: Intraoperative sonography in syringomyelia: technique, results, limitations. *Acta Neurochir* 123:176-177, 1993
3. Chandler WF, Knake JE, McGillicuddy JE, Lillehei KO, Silver TM: Intraoperative use of real-time ultrasonography in neurosurgery. *J Neurosurg* 57:157-163, 1982
4. Coşkun E: Beyin ve omurilik ameliyatlarında peroperatif ultrasonografi kullanımı (Tez). İzmir: Ege Üniversitesi, 1994
5. Enzmann DR, Britt RH, Lyons B, Buxton TL, Wilson DA: Experimental study of high resolution ultrasound imaging of hemorrhage, bone fragments, and foreign bodies in head trauma. *J Neurosurg* 54:304-309, 1981
6. Enzmann DR, Wheat R, Marshall WH, Bird R, Hanbery J, Silverberg GD, Britt RH, Shuer L: Tumors of the central nervous system studied by computed tomography and ultrasound. *Radiology* 154:393-399, 1985
7. Ford R, Ambrose J: The measurement of the position of midline structures in the skull with high frequency pulsed ultrasound. *Brain* 86:189-196, 1963
8. Fry FJ: Ultrasonic visualization of human brain

- structure. Invest Radiol 5:117-121, 1970
9. Galicich JH, Lombraso CT, Matson DD: Ultrasonic B-scanning of the brain. J Neurosurg 22:499-510, 1965
  10. Gooding AW, Berger MS, Linkowski GD, Dillon WP, Weinstein PR: Transducer frequency considerations in intraoperative US of the spine. Radiology 160:272-273, 1986
  11. Goodkin R, Haynor DR, Kliot M: Intraoperative ultrasound for monitoring anterior cervical vertebrectomy. J Neurosurg 84:702-704, 1996
  12. Goto S, Mochizuki M, Watanabe T, Hiramatu K, Tanno T, Kitahara H, Moriya H: Long-term follow-up study of anterior cervical surgery for cervical spondylotic myelopathy with special reference to the magnetic resonance imaging findings in 52 cases. Clin Orthop 291:142-153, 1993
  13. Hammoud MA, Ligon BL, Elsouki R, Shi WM, Schomer DF: Use of intraoperative ultrasound for localizing tumors and determining the extent of resection: a comparative study with magnetic resonance imaging. J Neurosurg 84:737-741, 1996
  14. Koivukangas J, Louhisalmi Y, Alakuijala J, Oikarinen J: Ultrasound-controlled neuronavigator-guided brain surgery. J Neurosurg 79:36-42, 1993
  15. Kyoshima K, Kobayashi G, Gibo H, Kuroyanagi T: A study of safe entry zones via the floor of the fourth ventricle for brainstem lesions. Report of three cases. J Neurosurg 78:987-993, 1993
  16. LeRoux PD, Berger MS, Ojeman GE, Wang K, Mack LA: Correlation of intraoperative ultrasound tumor volumes and margins with preoperative computerized tomography scans. J Neurosurg 71:691-698, 1989
  17. LeRoux PD, Winter TC, Berger MS, Mack LA, Wang K, Elliott JP: A comparison between preoperative magnetic resonance and intraoperative ultrasound tumor volumes and margins. J Clin Ultrasound 22:29-36, 1994
  18. Lillehei KO, Chandler WF, Knake JE: Real-time ultrasound characteristics of the acute intracerebral hemorrhage as studied in the canine model. Neurosurgery 14:48-51, 1984
  19. Lunardi P, Acqui M, Ferrante L, Fortune A: The role of intraoperative ultrasound imaging in the surgical removal of intramedullary cavernous angiomas. Neurosurgery 34:520-523, 1994
  20. Mayfrank L, Bertalanfy H, Spetzger U, Klein HM, Gilsbach JM: Ultrasound guided craniotomy for minimally invasive exposure of cerebral convexity lesions. Acta Neurochir 131:270-273, 1994
  21. McGahan JP, Ellis WG, Budenz RW, Walter JP, Boggan J: Brain gliomas: sonographic characterization. Radiology 159:485-492, 1986
  22. Nardone EM, Chen JW, Maggio W, Nauta JM: The value of intraoperative ultrasonography in cervical corpectomy: assesment by postoperative computed tomography. Neurosurgery 39:971-975, 1996
  23. Özek MM, Pamir MN, Özer AF, Kuşçulu N, Erzen C: Ameliyat sırasında kranial ultrasonografi uygulaması ve sonuçları. Türk Nöroşir Derg 2:21-26, 1991
  24. Rubin JM, Dohrmann GJ: Intraoperative neurosurgical ultrasound in the localization and characterization of intracranial masses. Radiology 148:519-524, 1983
  25. Ryken TC, Menezes AH: Cervicomedullary compression in achondroplasia. J Neurosurg 81:43-48, 1994
  26. Sigel B: Operative ultrasonography, ikinci baskı, New York:Raven Press, 1988, 175+26 s.
  27. Tsutsumi Y, Andoh Y, Inoue N: Ultrasound-guided biopsy for deep seated brain tumors. J Neurosurg 57:164-167, 1982

## YORUM

Yazarlar, çok uzun yıllardır nöroşirürji pratiğinde kullanılan, yararları ve sınırları çok iyi bilinen bir yöntemi tekrar sunmaktadır. Yine yazarların sunduğu ve yöntemin kullanılmış olduğu hastalar yerleşim açısından cerraha hiç bir zorluk çıkarmayacak olgulardır. Hatta aralarında 5-6 cm boyutlarında subkortikal yerleşimli kitleler vardır. Yerleşimi zor, küçük ve seçilmiş bir lezyon grubunda (örneğin derin yerleşimli kavernomlar) yapılacak bir çalışma yazıyı daha anlamlı kılabilirdi.

Toygun Orbay  
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Nöroşirürji ABD  
Ankara