

Nöronavigasyonda Klinik Deneyimlerimiz

CLINICAL EXPERIENCES IN NEURONAVIGATION

Dr. Gülşah BADEMCİ,^a Dr. Fatoş BERDAN,^a Dr. Çetin EVLİYAĞLU,^a Dr. Semih KESKİL^a

^aNöroşirürji AD, Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, KIRIKKALE

Özet

Amaç: Nöronavigasyon sisteminin kliniğimizdeki ilk kullanımlarının, kranial cerrahide planlama ve uygulamanın önemli bir parçası olarak gittikçe artan önemini değerlendirmek.

Gereç ve Yöntemler: Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı'nda Şubat 2005-Ağustos 2006 tarihleri arasında Medtronic nöronavigasyon sistemi yardımı ile 17 kranial cerrahi girişim yapılmıştır. Ameliyat süresi, hedeflemede ve işlemin devamındaki doğruluk, kraniotomi alanı, hastanede kalış süresi ve ameliyat sonrası nörolojik durum değerlendirilmiştir.

Bulgular: Nöronavigasyon yardımcı operasyonlar, aynı periyoddaki tüm elektif cerrahilerin %6.2'sini oluşturmuştur. Navigasyonda kayıtlamada doğruluktan sapma 2.7 mm'dir. Nöronavigasyon yardımıyla cerrahi uygulanan hastaların 1/3'ünü derin yerleşimli küçük kitleler oluşturmuştur (%33.3). Ameliyat süresi ve hastanede kalma süresi, işlemlerin standart süresi ile karşılaştırıldığında hafifçe yüksekmış gibi görünse de; cerrahi yöntem için en iyi ulaşım yolunu daha yüksek doğrulukla tespit etmesi, cilt ve korteks insizyonu ve kraniotomi planlaması için gerekli zamanı kısaltması açısından daha yararlıdır.

Sonuç: İleri teknoloji ürünlerinin nöroşirürjiye katkısı son yıllarda artış göstermiştir. Özellikle nöronavigasyon değerli beyin bölgelerinde yerleşmiş küçük ve çoklu beyin tümörlerinin cerrahisine yönelik önemli bilgiler sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nöronavigasyon; beyin tümörleri; cerrahi yaklaşımlar; az hasarlayıcı

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2007, 27:195-200

Abstract

Objective: To evaluate the introduction of a neuronavigation system to our neurosurgical department as an increasingly important part of both planning and performing intracranial surgery.

Material and Methods: From February 2005 to August 2006, 17 cranial neurosurgical operations with the aid of the Medtronic neuronavigation system were performed in the Department of Neurosurgery, Faculty of Medicine, University of Kırıkkale. Duration of procedures, accuracy of targeting and processing the lesions, craniotomy spaces, duration of hospital stay, and postoperative neurologic status were evaluated.

Results: Neuronavigation assisted operations accounted for 6.2% of elective surgeries in the selected time period. The mean deviation from accuracy for registration was 2.7 mm. Deep-seated small lesions comprised 1/3rd of the cases operated with neuronavigation assistance (33.3%). Although the duration of procedures and the duration of hospital stay seemed slightly higher for neuronavigation in comparison to the standard procedures it is more effective in the selection of the best position for the surgical approach, it reduces the time required for skin incision and craniotomy planning and cortex incision.

Conclusion: Integration of high technology modalities to neurosurgery is becoming an increasingly used feature and provides useful information during surgery especially in small and multiple brain tumors located in eloquent brain areas.

Key Words: Neuronavigation; brain neoplasms; surgical procedures, minimally invasive

Nöroşirürjikal patolojilere yönelik daha etkili ve güvenli bir cerrahi stratejinin izlenebilmesi için yüksek teknolojinin kullanımı son yıllarda hızlanmıştır. Nöroşirürjide

kabul görmüş bir yöntem olan stereotaksinin prensiplerini ileri teknoloji ile birleştiren nöronavigasyon yöntemi, beyin cerrahlarına derin ve önemli beyin alanlarına yerleşmiş tümörlere yönelik doğru ve güvenli hedefleme sunmasının yanında, cilt ve kemik fleblerinin planlanması ve topografik anatomiye uzaysal ortamda hakim olunabilmesi ile de önemli yararlar sağlamaktadır.^{1,2}

Geliş Tarihi/Received: 11.10.2006 Kabul Tarihi/Accepted: 24.11.2006

Yazışma Adresi/Correspondence: Dr. Gülşah BADEMCİ
Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Nöroşirürji AD, KIRIKKALE
bademci70@yahoo.com

Copyright © 2007 by Türkiye Klinikleri

Bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı'nda, 17 kranial hastaya uygulanan nöronavigasyon yönteminin etkin-

liğini, sonuçlarını ve klinik tecrübelerimizi ortaya koymayı amaçlamıştır.

Gereç ve Yöntemler

Bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı'na Şubat 2005 ve Ağustos 2006 tarihleri arasında başvuran hastalar arasından lokalizasyon ve boyut özelliklerine göre seçilen ve nöronavigasyon uygulaması için uygun bulunan 17 kranial patolojili hastayı kapsamaktadır. Tüm hastalar, ameliyatları ve ameliyatlarında kullanılacak nöronavigasyon yöntemi için bilgilendirilmiş ve onayları alınmıştır. Tüm hastalara gerekli tetkiklerin yanı sıra mutlaka manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yapılmıştır. Hastalarda tespit edilen patolojiler Tablo 1'de özetlenmiştir. Tüm hastalar elektif koşullarda cerrahiye alınmışlardır. Uygulama için Stealth Station (Medtronic, CO, USA) Neuronavigation System cihazı kullanılmıştır (Resim 1, 2). Serimizde hastalarda doğruluktan sapma, ortalama 2.7 mm olarak bulunmuştur. Multipl kitlelerin varlığında navigasyon sistemi ilk lezyonun çıkarımı sonrası oluşan beyin

kayması ve yer değiştirmeler nedeni ile kullanılmaz duruma geldiğinden en kritik ve ulaşılması en zor lezyon için navigasyon işlemi uygulanmıştır. Serinin değerlendirilmesi için ameliyat toplam süresi, cilt insizyonu ve kraniotominin lezyon üzerine düşmedeki başarısı, kraniotominin alanı, cerrahi sonrası nörolojik durum, hastanın hastanede yatış süresi ve işlemin hastaneye getirdiği ek yük dikkate alınmıştır. Resim 3 ve 4'te seriye ait bazı olgulardan örnekler izlenmektedir.

Sonuçlar

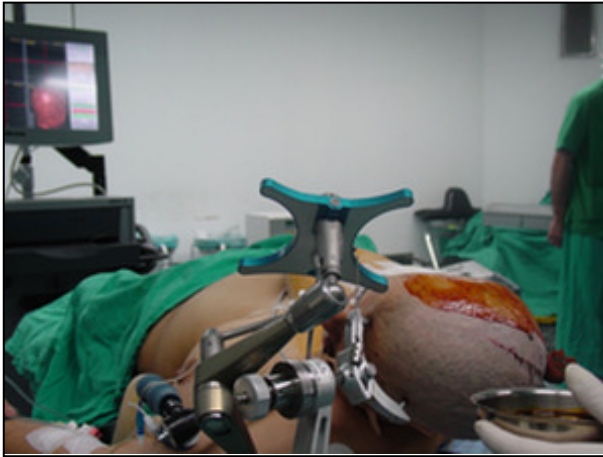
Çalışmanın gerçekleştirildiği yaklaşık 1 yıllık süre içinde seçilmiş 17 hastaya nöronavigasyon uygulanmıştır. Seçim kriterleri arasında, lezyonun kritik beyin alanlarında veya derinde yerleşmiş olması, yüzey korteksten tespit edilmesi zor küçük ve derin kitle varlığı, multipl küçük kitle varlığı dikkate alınmıştır. Ulaşımında güçlük olmayan bazı olgularda cilt flebi ve kraniotomi sınırlarını küçültmek için de nöronavigasyon kullanılmıştır. Aynı süre içinde yapılan elektif ameliyatlara göre, navigasyon kullanılan ameliyatların oranı %6.2'dir.

Tablo 1. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirürji Anabilim Dalı'nda Şubat 2005-Ağustos 2006 tarihleri arasında nöronavigasyon yardımı ile yapılan olguların klinik dökümü.

Cins	Yaş	Lezyonun yeri	Ek defisit	Operasyon	Op. süresi (saat)	Yatış süresi (gün)
E	20	Hipofiz makroadenomu		Transkraniyal gross total eksizyon	7	28
K	64 gün	Myeloşizis + Hidrosefali		Ventriküloperitoneal şant	2	53
E	15	Posterior fossa endimomu	-	Gross total eksizyon	7	27
E	80	Multiple metastatik kitle	-	Total eksizyon	6	23
K	46	PCA schwannomu	7. sinir parsiyel tutulumu	Gross total eksizyon + eksternal ventriküler drenaj	9	35
K	51	Temporoparietal menenjiom	-	Total eksizyon	3	9
K	25	Temporoparietal glial tümör	-	Total eksizyon	6	4
K	24	Temporal kitle	-	Biyopsi	1	1
K	24	İnferior temporal spindle cell neoplazi	-	Total eksizyon	4.5	7
K	46	Temporoparietal glial tümör	-	Gross total eksizyon	4	15
K	28	Temporoparietal glial tümör	-	Gross total eksizyon	4	52
E	43	Multipl metastatik kitle	-	Total eksizyonlar	7	12
K	43	Temporoparietal menenjiom	-	Total eksizyon	2	10
E	43	Multipl metastatik kitle	-	Total eksizyonlar	7	12
K	38	Sol frontoparietal kitle	-	Total eksizyon	3.5	11
K	75	Temporoparietal malign epitel tümör metastazi	-	Total eksizyon	5	10
K	73	Ala cristae galli menenjiomu	-	Total eksizyon	4	11



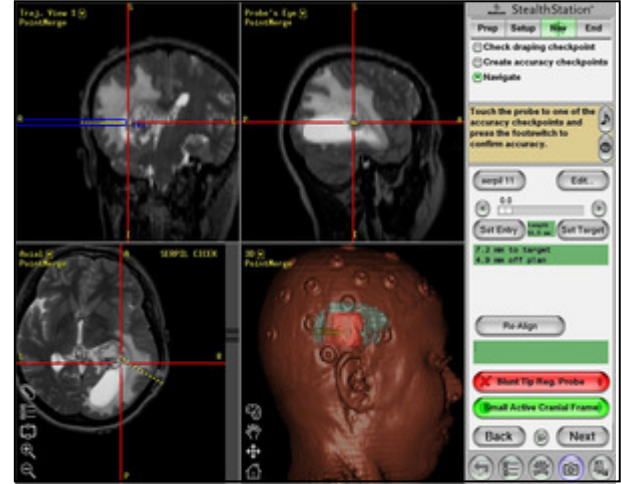
Resim 1. Kliniğimizde kullanılan nöronavigasyon cihazı. (Medtronic Neuronavigation System; Colorado; USA)



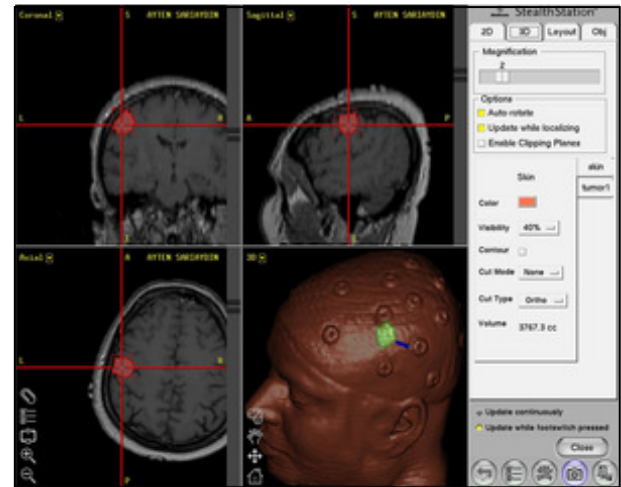
Resim 2. İntraoperatif nöronavigasyon hazırlığı. Hastanın kafasına tespit edilen üç çivili başlığa adapte edilen referans arki ve hastanın ayakucuna yerleştirilen navigasyon konsolu izlenmektedir.

Bu hastaların 5'i erkek; 12'si kadındır. Hastaların yaş ortalaması 39.6 olarak bulunmuştur. Hastaların erişkin/çocuk oranı 15/2'dir. Seri Tablo 1'de özetlenmiştir. Bu hastalardan 6 (%33.3) tanesi derin

yerleşimli küçük beyin kitleleridir. Seride 3 menenjiom, bir köşe tümörü, bir derin yerleşimli posterior fossa epandimomu, bir hipofiz makroadenomu, 3 multipl metastatik lezyon, glial tümörler, bir şant uygulaması ve bir biyopsi uygulaması mevcuttur. Ortalama ameliyat süresi 4.82 saattir. Ameliyat sonrası nörolojik tablolarında, bir köşe tümörü hastasında gelişen 7. sinir kısmi tutulumu dışında ek bir bozulma izlenmemiş ve değişik derecelerde fayda sağlanmıştır. Ameliyat sonrası görüntülemelerinde hedeflenen lezyonların, bir multilobüler glioblastom olgusu dışında total çık-



Resim 3. Derin yerleşimli ventriküle komşu bir kitlenin nöronavigasyonda hedeflenme görüntüsü.



Resim 4. Santral parietal menenjiomla uyumlu bir kitlenin nöronavigasyonda hedefleme görüntüsü.

rıldığı doğrulanmıştır. Hastanede kalış süresi ortalamaya 18.8 gün olarak tespit edilmiştir.

Tartışma

19. yüzyılın sonlarında modern nöroşirürjinin ivmelenmesi ile birlikte teknolojinin nöroşirürjiye desteği ve girişi de artış göstermiştir. Teknoloji-nöroşirürji buluşmasındaki artışın temel hedefi, nöroşirürjikal girişimlerin, hiç de düşük olmayan mortalite ve yaşam standartlarını bozabilecek morbidite oranlarını en aza indirebilmektir.

Denizde yön bulmak üzere gelişen bir yöntem olan navigasyon, stereotaksi prensiplerini kullanarak modern tıbbı uyarlanmıştır.³ Buna göre beyin, Cartesian koordinat sistemine göre horizontal-sagittal ve koronal olmak üzere 3 uzaysal hayali plana bölünebilir. Beyindeki herhangi bir nokta, bu 3 plana göre uzaklığı hesaplanarak saptanabilir. Nöronavigasyon, beynin temel alınan bu koordinat sisteminin, hastadan edinilen bir 3 boyutlu radyolojik imajın sistemin bilgisayar konsolunda işlenmesi sonrası edinilen paralel koordinat sistemi ile karşılaştırılması neticesinde medikal imajların beynin ona karşılık gelen gerçek noktaları ile birebir örtüşmesi esasına dayanır. Böylece, ameliyat esnasında hasta üzerindeki gerçek noktalarla, imaj noktaları arasındaki birebir karşılıklık sayesinde cerrahi rehberlik sağlanmış olur.²

Nöronavigasyonun en temel faydaları:

- 1) Cerrahi lokalizasyonda özellikle derin yerleşimli küçük kitleler ve epileptik odaklar üzerinde yüksek seviyede mekanik doğruluk saptaması,⁴
- 2) Entrensek ve ekstrensek beyin kitlelerinin ve arteriyovenöz malformasyonların cerrahi planlamasının yapılabilmesi,⁵
- 3) Kraniotomi hacmini küçültmesi ve buna bağlı morbiditeleri azaltması,
- 4) Spinal cerrahide enstrümantasyon esnasında vidaların doğru yerleştirilmesine ve şant uygulamalarında doğru yerleşimlere rehberlik yapması,⁶
- 5) Başka cerrahi aletleri de sisteme adapte (mikroskop, endoskop, yüksek devirli drill, ultrasonik aspiratör gibi) ederek onların da takip

edilebilmesi ile daha başarılı bir mikrocerrahi olanağı sunması şeklinde özetlenebilir.⁷

Sunulan klinik serimizde nöronavigasyondan edinilen en büyük fayda, derin yerleşimli ve küçük beyin kitlelerinin çıkarımı konusunda alınmıştır. Ayrıca kör uygulama yapıldığı için yanlış yerleşim sorunlarının gelişebildiği şant uygulamalarında da başarı sağlanmıştır.

Nöroşirürjiyenlerin nöronavigasyon konusunda temel çekinceleri,

- 1) Genç cerrahların temel anatomik belirleyicileri önemsemeden nöronavigasyona güvenmeleri neticesinde yeteneklerini kaybedeceği ve aletin işlev görmediği durumlarda yapılan ameliyatların kalitesinin düşeceği,
- 2) Sistemin çok pahalı olduğu ve ek bir maliyet getireceği,
- 3) Ameliyat süresini uzattığı ve anestezi risklerini arttırdığı,
- 4) Yüksek teknolojinin geçici bir moda ve “oyuncak” olduğu,
- 5) Ameliyatta gelişen beyin şifti nedeni ile hefleminin doğruluk payının bozulduğu şeklindedir.

Şu daima akılda tutulmalıdır ki, nöronavigasyon asla “mikrocerrahi hüner” anlamına gelemmez. İyi bir anatomi ve mikrocerrahi tekniğe sahip olunmadığı koşullarda nöronavigasyon işlevsiz kalacaktır. Nöronavigasyon, anatomik belirleyicilerin uygun kullanıldığı yaklaşımlarda, hedefe yüksek doğrulukla ulaşmaya yardımcı olan ve çevre dokulara zarar verme riskini en aza indiren güçlü bir destektir.⁸ Ayrıca, genç cerrahların cerrahi öncesi nöronavigasyonsuz tahminlerini bir de bu sistemle doğrulayabilmelerine ve yanılma sebeplerindeki anatomik eksikliklerini değerlendirmelerine olanak tanınması sayesinde eğitimlerine de katkı sağlanabileceği düşünülmelidir.

Sistemin hastanelere maliyetinin ilk alımda yüksek olduğu bir gerçektir. Hastaya yapıştırılan 7-10 arasındaki cilt belirleyicileri ve 1 gün önce çekilen radyolojik görüntüleme dışında ek bir maliyeti

yoktur. Derin ve değerli bir beyin bölgesindeki bir lezyona çevre dokulara zarar vermeden yüksek doğrulukla ulaşılmış olunmasının hastaya ömür boyu getireceği yaşam kalitesinin paha biçilmez olacağı unutulmamalıdır. Aksine, hastanın tüm yaşamı boyunca hastanelere, fizik tedavi ve psikiyatri merkezlerine gitmesi neticesinde gelişecek harcamaların toplam maliyetinin ve iş gücü kaybının uzun vadede daha yüksek olabileceği düşünülmelidir.

Serimizde de görüldüğü üzere, navigasyon hazırlığı ve sistemin anestezi almış hastaya adaptasyonu nedeniyle ameliyat süresi aynı ameliyatın standart süresine göre biraz daha uzundur.⁹ Ancak uygulama tecrübesinin artması sayesinde bu süre gün geçtikçe standart süreler altına inmektedir. Diğer yandan ameliyat öncesi planlama ile cilt insizyonu ve kraniotomi sınırları en doğruya yakın bir biçimde tespit edilebildiğinden klasik kraniotomilerde bazen lezyon üzerine düşülemeden kaynaklanan ek cilt kesileri ve ek kraniotomi zaman kayıplarına göre daha anlamlı bir zaman kaybı söz konusudur. En ciddi zaman kazancı ise korteks kesilerinde yaşanmaktadır. Bazen altındaki lezyon ne olursa olsun korteks tamamen normal görünümündedir ve klasik ameliyatlarda cerrah normal görünümlü korteksi kesmekte güvensizlik yaşamaktadır. Navigasyonla doğru bir hedefleme cerrahın normal bile görünse korteks insizyonunda güvenli olmasına yardım etmektedir. Hastanede kalış süresi, serimizde elektif cerrahilerde bildirilenlere göre daha uzun gibi görülmektedir. Ancak kalış süresinin uzaması, hastaların cerrahi sonrası adjuvan tedavilerinin de hastanemizde devam etmesi veya postoperatif dönemde gelişen pnömoni, derin ven trombozu gibi sistemik sorunlar sebebiyledir. Ameliyat sonrası dönemde yüksek oranlı nörolojik kalıcı morbiditenin olmaması da, nöronavigasyonun hedefi olan minimal hasarlayıcı cerrahi girişim kavramını desteklemektedir.

Kraniotomi alanı konusunda sayısal bir hesaplama yapılmamış ancak cerrahi gözlem olarak daha küçük kemik flepleriyle ve ek kraniektomi gerekmeden lezyon üzerine düşüldüğü kaydedilmiştir.

Küçük ama doğru kraniotomiler sayesinde flebe bağlı sorunlarda da belirgin bir düşme izlenmiştir.

Yüksek teknoloji, en küçük işleme en fazla faydayı sağlama ve en az hasara neden olma prensibi ile hareket ederek tıbbın içine girmiştir. Bu nedenle geçici bir moda olması, hastaya yarar sağlama prensibi ile bağdaşmaz ve geriye dönülmesi de olanaksızdır. Aynı prensipte ama gelişkin ve hatalarından arınmış yeni sistemlerin ortaya çıkması, beyin cerrahide robotik teknolojinin hızla ilerlediği günümüzde kaçınılmazdır ve tüm bilgisayar teknolojili aletlerle aynı kaderi paylaşır.

Cerrahi çıkarım esnasında beyin şifti gelişmesi, nöronavigasyonun en temel sorunlarından biridir.¹⁰ Özellikle multipl kitleli olgularda bir tümörün çıkarımı sonrası değişen ve kayan anatomi diğer tümörü navigasyonla hedeflemeyi imkansız kılmaktadır. Serimizdeki multipl olgularda da aynı sorun yaşanmıştır. Bu nedenle, ilk nöronavigasyon tercihi ulaşım en zor ve değerli bölgede yerleşen lezyon lehine kullanılmış ve diğer lezyonlar için anatomik belirleyiciler takip edilmiştir. Dünyada bu sorun intraoperatif güncelleme yöntemlerinin ve dinamik belirleyicili nöronavigasyon nesillerinin geliştirilmesi ile aşılmaya çalışılmaktadır.^{11,12}

Nöronavigasyon, cerrahi planlama ve teknikle minimal morbidite ile daha radikal rezeksiyonlar ve daha doğru yerleştirmeler sağlamaktadır ve bu anlamda da klinik serinin başarısına önemli katkıları olmuştur. Klinikteki her olguya adaptasyonu sağlandığında spektrum temelli başarısının da analiz edilebilmesi mümkün olacaktır. Ayrıca dünyada uygulanan, yakın gelecekte ülkemizde de sıklıkla görebileceğimiz fonksiyonel beyin haritalaması ve intraoperatif MRG'nin nöronavigasyon sistemine adaptasyonu ile de nöroşirürjide "az ama etkili işlem-çok fayda-minimal hasar" sacayağı daha sağlam basacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ganslandt O, Behari S, Gralla J, Fahlbusch R, Nimsky C. Neuronavigation: Concept, techniques and applications. *Neurol India* 2002;50:244-55.
2. Grunert P, Darabi K, Espinosa J, Filippi R. Computer-aided navigation in neurosurgery. *Neurosurg Rev* 2003;26:73-99.

3. Iseki H, Muragaki Y, Taira T, et al. New possibilities for stereotaxis. Information-guided stereotaxis. *Stereotact Funct Neurosurg* 2001;76:159-67.
4. Keles GE, Berger MS. Advances in neurosurgical technique in the current management of brain tumors. *Semin Oncol* 2004;31:659-65.
5. Rohde V, Spangenberg P, Mayfrank L, Reinges M, Gilsbach JM, Coenen VA. Advanced neuronavigation in skull base tumors and vascular lesions. *Minim Invasive Neurosurg* 2005;48:13-8.
6. de la Torre-Gutierrez M, Martinez-Quinones JV, Escobar-Solis R, de la Torre-Gutierrez S. Spinal neuronavigation. Our experience. *Neurocirugia (Astur)* 2001;12:490-8.
7. Chen HJ. Clinical experiences in neuronavigation. *Stereotact Funct Neurosurg* 2001;76:145-7.
8. Ferreira AJ. Anatomy based research in neurosurgery. *Acta Neurochir Suppl* 2002;83:25-32.
9. Alberti O, Dorward NL, Kitchen ND, Thomas DG. Neuronavigation--impact on operating time. *Stereotact Funct Neurosurg* 1997;68(1-4 Pt 1):44-8.
10. Roberts DW, Hartov A, Kennedy FE, Miga MI, Paulsen KD. Intraoperative brain shift and deformation: a quantitative analysis of cortical displacement in 28 cases. *Neurosurgery* 1998;43:749-58.
11. Roberts DW, Miga MI, Hartov A, et al. Intraoperatively updated neuroimaging using brain modeling and sparse data. *Neurosurgery* 1999;45:1199-206.
12. Wirtz CR, Tronnier VM, Bonsanto MM, et al. Image-guided neurosurgery with intraoperative MRI: Update of frameless stereotaxy and radicality control. *Stereotact Funct Neurosurg* 1997;68(1-4 Pt 1):39-43.