

Derleme

İntraoperatif Bilgisayarlı Tomografi Tarihçesi ve Kullanım Alanları

History and Clinical Applications of Intraoperative Computed Tomography

Müge DOLGUN

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Erzincan, Türkiye

ÖZ

İntraoperatif bilgisayarlı tomografi, intrakraniyal yerleşimli tümör ameliyatları sırasında rezidü kitle veya hematoma varlığını ortaya koymak amacıyla ve intraoperatif navigasyon uygulamaları kapsamında 1980'lerden bu yana kullanılmaktadır. İntraoperatif bilgisayarlı tomografi, intraoperatif olarak kullanılan diğer tekniklerin yanı sıra (manyetik rezonans görüntüleme, ultrasonografi gibi), belirli avantajları sayesinde hâlâ sıklıkla kullanılmaktadır. Bu tekniğin avantajları arasında; gelişen teknolojiyle beraber görüntü kalitesinin artması, ameliyathane içerisindeki düzeni bozmayacak şekilde kullanılabilir olması yer almaktadır. Buna ek olarak, intrakraniyal tümör eksizyonu gibi tümöral rezeksiyonu yapılan olgularda, özellikle kemik yapıları yönelik detaylı bilgi vermesiyle diğer tekniklerden ayrılmaktadır ve manyetik rezonans görüntülemeleriyle karşılaştırıldığında ameliyat süresini belirgin bir şekilde kısaltmaktadır. Bu avantajlarının yanı sıra, hem kraniyal hem de spinal olgularda intraoperatif olarak kullanılan navigasyon sistemlerinin önemli bir parçası olmaya devam etmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Bilgisayarlı tomografi, İntraoperatif, Tarihçe

ABSTRACT

Intraoperative computerized tomography has been widely used in order to verify residual mass lesion or hematoma during intracranial tumor operations, as well as for intraoperative navigational purposes since 1980. Besides other intraoperative techniques (magnetic resonance imaging, ultrasonography etc.), intraoperative computed tomography is still frequently used because of its certain advantages. The advantages of this technique include advanced imaging quality and convenience of use in the operating room. In addition, it is useful for obtaining adequate data regarding bony structures and it significantly shortens the operation time when compared to magnetic resonance imaging in patients who undergo intracranial tumor resection such as glioma resection. Besides these advantages, it still continues to be a crucial part of the intraoperative navigation system in both cranial and spinal cases.

KEYWORDS: Computed tomography, Intraoperative, History

■ GİRİŞ

İntrakraniyal bilgisayarlı tomografi (BT), ilk olarak 1979 yılında kullanıma girmiş daha sonra gelişen teknoloji ile birlikte nöroşirürji pratiğinde yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur

(5). Avantajları arasında, lezyonun birçok planda kesin yerinin tayininin sağlanması, bu sayede cerrahi total rezeksiyona olan etkisi ve olası postoperatif komplikasyonların – özellikle intrakraniyal hemorajinin- erken tayini bulunmaktadır



Yazışma adresi: Müge DOLGUN
E-posta: muggedolgun@gmail.com

(Şekil 1). Takip eden yıllarda birçok çalışmada yüz güldürücü sonuçlar bildirilmiş olsa da 1990 yıllarında manyetik rezonans görüntüleme (MR)'nin kullanıma girmesiyle eski popülerliğini yitirmeye başlamıştır (10). MRG'nin yüksek kaliteli görüntü sağlaması, tomografi çekilirken oluşan radyasyon maruziyeti, BT görüntülerinde hasta pozisyonu verilirken kullanılan aparatlara sekonder gelişen metal artefaktları, intraoperatif BT kullanımının yerine intraoperatif MRG kullanılmasının başlıca sebeplerindendir. Bunun yanı sıra intraoperatif MRG, hem kullanılan ekipmanlar açısından daha maliyetli olduğundan hem de bulunduğu ortamda manyetik alan izolasyonu gerekliliğinden dolayı kurulması zor bir sistemdir. BT görüntülemelerinin kemik yapıları daha iyi göstermesi sebebiyle de kemik yapılarla ilgili navigasyon gerekliliğinde intraoperatif BT daha iyi sonuçlar vermektedir. Bu sebeple özellikle metal malzeme kullanılacak olan spinal cerrahi ameliyatlarında MRG yerine BT kullanımı tercih edilmektedir.

1980 yılında Shalit ve ark., ilk intraoperatif BT kullanımını bildirmişlerdir (7). O dönemde mobil bir BT cihazı olmadığından, hastalar görüntüleme amacıyla ameliyathane masasından BT masasına alınmaktadır. Bu durum, çivili başlık kullanılacak hastalar için mümkün olmamaktadır. Bu ihtiyaca yönelik, 1991 yılında Okudera ve ark., BT kızığının hastanın üzerine doğru yer değiştirdiği yeni bir sistem ortaya koymuştur (4). O döneme ait cihazların görüntü kalitesi çok iyi olmadığından, intraoperatif BT kullanımı, yaygın olarak kullanıma girememiştir ancak stereotaksi yapılırken sıklıkla kullanılmıştır (5). Gelişen teknolojiyle beraber, tomografi cihazlarının ameliyat içerisindeki kullanım alanları genişletilmiş olup, hasta ve cerrahın en uygun şekilde faydalanacağı şekilde dizayn edilmeye başlanmıştır (Şekil 2). Aynı zamanda mevcut intraoperatif BT sistemlerinde ince kesit görüntülerin kullanılmaya başlanmasıyla da bu sistemlerin güvenilirliği artırılmıştır.

İntraoperatif Nöronavigasyon

Geçmişte kullanılan BT sistemleri, her geçen gün hızla gelişmektedir. Günümüzde kullanılan yeni jenerasyon sistemler, hem yazılım hem de donanım olarak geçmişten bugüne gelen sorunları çözmek amacıyla daha da geliştirilmiştir. Modern teknolojinin sağladığı ince kesit BT olanakları, intraoperatif nöronavigasyonun da hem yolunu açmış hem de etkinliğini ve

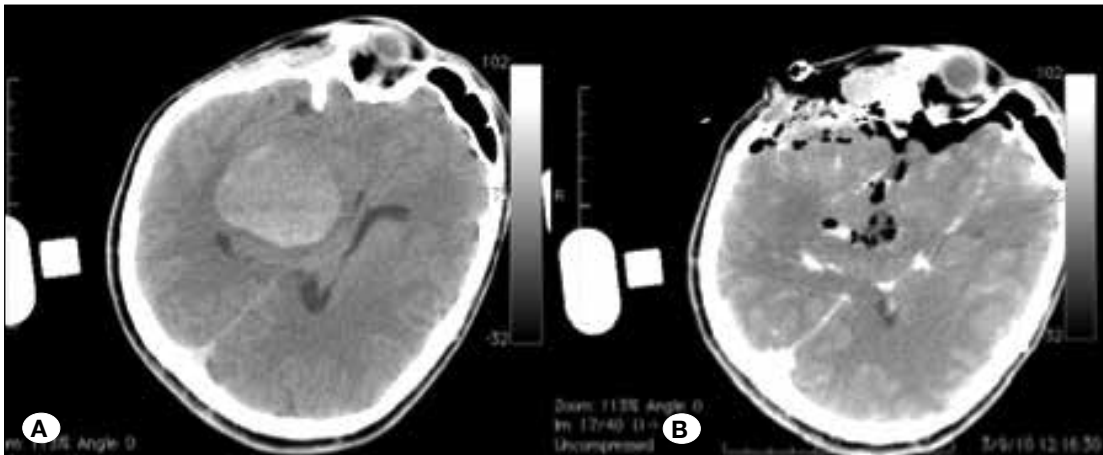
güvenilirliğini artırmıştır (6). Geçmişte, beyin cerrahisi ameliyatları, tümör lokalizasyonunun net belirlenmesi amacıyla başın stereotaksi çerçevesi içerisinde sabitlenmesiyle gerçekleştirilmekte olup, günümüzde artık çerçeveli stereotaksi yöntemine ek olarak, BT ya da MRG yardımcı çerçevesiz nöronavigasyon sistemleri de kullanılmaktadır. Çerçevesiz sistemlerde, hasta ya preoperatif olarak çekilen BT görüntülemeleri baş üzerinde ki referans noktalara tanıtılarak nöronavigasyon kurulmaktadır.

İntraoperatif nöronavigasyon hem kemik tutulumu yapmış intrakranyal tümör ameliyatlarında rezeksiyon boyutunu belirlemek amacıyla, hem de navigasyonun sıklıkla kullanıldığı elektrod implantasyonu gerektiren epilepsi cerrahisinde ve spinal posterior stabilizasyon, korpektomi olgularında sıklıkla kullanılmaktadır.

Bunun yanı sıra, operasyon sırasında gelişebilen beyin şifti fenomeni, yeni gelişen yazılımlar sayesinde ortadan kaldırılmıştır. Son dönem nöronavigasyon sistemleri, referans noktaları sadece ameliyat başlangıcında kaydetmekle kalmayıp ameliyat sırasında oluşan beyin omurilik sıvısının kaybına bağlı beyin şiftinin olumsuz etkilerini de ortadan kaldırmaktadır (Şekil 3).

■ TARTIŞMA

İntraoperatif görüntüleme araçları nöroşirürji pratiğinde sıklıkla kullanılmaktadır. İntraoperatif ultrasonografi, intraoperatif MRG'nin yanı sıra intraoperatif BT görüntülemeleri de cerraha değerli bilgiler vermektedir. Her tekniğin kendi içinde avantajları ve dezavantajları olmasının yanı sıra ideal görüntüleme tekniklerinin özellikleri arasında, fiziki anlamda ameliyathane ve anesteziyoloji koşullarına kolaylıkla adapte olabilmesi, çekim esnasında hasta hareketinin en aza indirilmesi, yeterli görüntü kalitesinin sağlanması ve ucuz olması yer almaktadır. İntraoperatif BT kullanımında, hasta hareketinin en aza indirilmiş olması, gelişen teknoloji ile daha iyi görüntü kalitesi alınıyor olması ve teknik anlamda ameliyathanede fiziki değişiklik gereksiz kullanılabilmesi bu tekniğin avantajları arasındadır. Her ne kadar gerçek zamanlı görüntü elde edilememesi, MRG gibi tekniklerle kıyaslandığında yeterli görüntü kalitesini sağlayamaması birer dezavantaj olsa da seçilmiş uygulamalarda (stereotaksik cerrahi, nöronavigasyon vb) hâlâ



Şekil 1: İntraoperatif BT yardımıyla derin yerleşimli kitle lezyonunun (A) total olarak çıkartılmış olduğu (B) görülmektedir.

geçerliliğini ve güvenilirliğini korumaktadır. Özellikle spinal olgularda (servikal korpektomi, lomber posterior enstrumantasyon vb) korpektominin yeterli yapılp yapılmadığı, posterior enstrumantasyon operasyonlarında vidaların konumu ile ilgili değerli bilgiler vererek cerrahi başarıya katkıda bulunmaktadır (1). İntraoperatif tomografi destekli navigasyon sistemleri eşliğinde yapılan torakolomber posterior stabilizasyon ameliyatlarının, navigasyon kullanılmadan yapılan ameliyatlara göre daha başarılı olduğu gösterilmiştir (2). Tormenti ve ark.

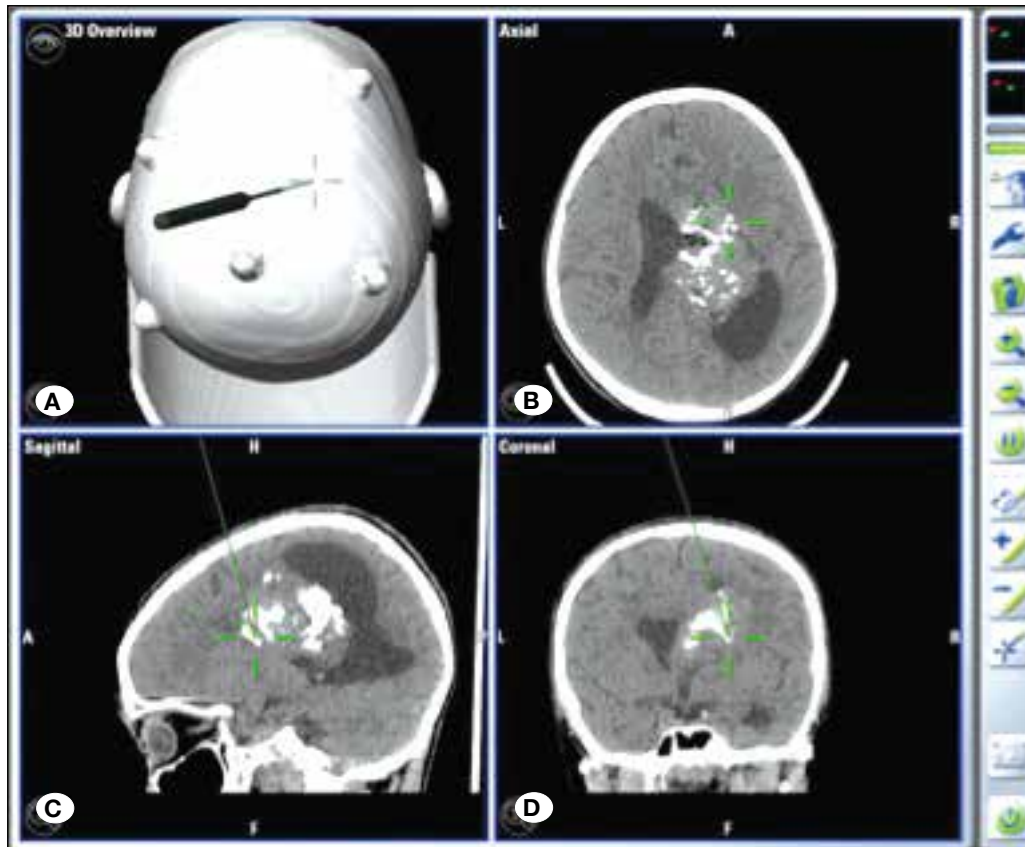


Şekil 2: Ameliyathane içerisinde intraoperatif BT kullanımı.

nın 2010 yılında yaptıkları bir çalışmada, torakolomber posterior stabilizasyon yapılan toplam 26 hastada, intraoperatif BT kullanımı floroskopi kullanımıyla karşılaştırıldığında; intraoperatif BT kullanılarak yerleştirilen toplam 164 vidanın, floroskopi kullanılarak yerleştirilen 211 vidaya oranla revizyon oranlarının istatistiksel olarak daha az olduğu gösterilmiştir (9). Bunun yanı sıra floroskopi ile kıyaslandığında, cerrahi ekibin maruz kaldığı radyasyon oranı da intraoperatif BT ile belirgin olarak azaltılabilmektedir.

Bununla beraber, kemik tutulumu sık izlenen ve rezeksiyon miktarının sağkalımı doğrudan etkilediği bazı kafa tabanı ve orbita tümörlerinde intraoperatif BT değerli bilgiler vermektedir. Tomografi destekli nöronavigasyon sayesinde, ameliyat sırasında gerçek zamanlı bilgiler kolaylıkla güncellenebilmekte ve kemik yapıya yönelik rezeksiyon ile ilgili önemli bilgiler elde edilmektedir. Her ne kadar MRG ile karşılaştırıldığında daha fazla radyasyon maruziyetine sebep olsa da, özellikle kemik yapıyla alakalı doğruluk payı yüksek veriler sağlaması açısından MRG'ye göre daha avantajlıdır (8).

Tomografi destekli intraoperatif nöronavigasyonun kullanıldığı bir diğer alan da epilepsi cerrahisidir. İlaça dirençli epilepsi hastalarında yerleştirilen elektrodların yerlerinin doğruluğunu teyit etmek amacıyla kullanılan bu yöntem, floroskopi ve MRG'ye oranla elektrodları daha iyi göstermekte olup sonuçları daha yüz güldürücüdür (3).



Şekil 3: Preoperatif çekilen ince kesit BT görüntülemeleri yardımıyla gerçekleştirilen nöronavigasyon kurulumu. **A)** Topografik görüntü, **B)** aksiyal, **C)** sagittal ve **D)** koronal kesitler.

■ SONUÇ

İnteroperatif BT, günümüzde hâlâ sıklıkla kullanılmaktadır. Kemik yapılara yönelik diğer yöntemlere göre daha iyi bilgi verdiği için, kurulum maliyetinin düşüklüğünden ve ameliyat süresini intraoperatif MRG'ye göre belirgin bir şekilde kısalttığından dolayı nöroşirürji pratiğindeki yerini muhafaza etmektedir.

■ TEŞEKKÜR

Makalede kullanılan görseller Prof. Dr. Talat Kırış'ın arşivinden izni ile alınmıştır.

■ KAYNAKLAR

- Freidberg SR, Pfeifer BA, Dempsey PK, Tarlov EC, Dube MA, Day JD, et al: Intraoperative computerized tomography scanning to assess the adequacy of decompression in anterior cervical spine surgery. *J Neurosurg* 94:8-11, 2001
- Kosmopoulos V, Schizas C: Pedicle screw placement accuracy: A meta-analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 32(3):E111-120, 2007
- Lee DJ, Zwienerberg-Lee M, Seyal M, Shahlaie K: Intraoperative computed tomography for intracranial electrode implantation surgery in medically refractory epilepsy. *J Neurosurg* 122:526-531, 2015
- Okudera H, Kobayashi S, Kyoshima K, Gibo H, Takemae T, Sugita K: Development of the operating computerized tomographic scanner system for neurosurgery. *Acta Neurochir (Wien)* 111:61-63, 1991
- Patil A, Kumar P, Leibrock L, Gelber B, Aarabi B: The value of intraoperative scans during CT-guided stereotactic procedures. *Neuroradiology* 34:453-456, 1992
- Prokop M: Multislice CT: Technical principles and future trends. *Eur Radiol* 13 Suppl 5:M3-13, 2003
- Shalit MN, Israeli Y, Matz S, Cohen ML: Intra-operative computerized axial tomography. *Surg Neurol* 11:382-384, 1979
- Terpolilli NA, Rachinger W, Kunz M, Thon N, Flatz WH, Tonn JC, et al: Orbit-associated tumors: navigation and control of resection using intraoperative computed tomography. *J Neurosurg* 124(5):1319-1327, 2016
- Tormenti MJ, Kostov DB, Gardner PA, Kanter AS, Spiro RM, Okonkwo DO: Intraoperative computed tomography image-guided navigation for posterior thoracolumbar spinal instrumentation in spinal deformity surgery. *Neurosurg Focus* 28:E11, 2010
- Uhl E, Zausinger S, Morhard D, Heigl T, Scheder B, Rachinger W, et al: Intraoperative computed tomography with integrated navigation system in a multidisciplinary operating suite. *Neurosurgery* 64:231-240, 2009