

Akut Beyin Sapı İnfarktı Olan Bir Hastada Difüzyon Tensör Traktografi Görüntülemesi

Diffusion Tensor Tractography Imaging in a Case of Acute Brain Stem Infarct

Nilgöl Yardımcı¹, Hakan Ulubay², Kamil Topalkara¹, Barış Diren²

Medicana International Ankara Hastanesi,
¹Nöroloji Birimi, ²Radyoloji Birimi, Ankara, Türkiye

Turk Norol Derg 2009; 15: 31-34

ÖZET

Difüzyon tensör traktografi ile beyaz cevher yollarının grafiksel canlandırımı ve beyaz cevher bütünlüğünün niceliksel olarak değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Bu yöntem ile canlı bir bireyde beynin sanal diseksiyonu yapılabilir. Bu teknik inme değerlendirmesini de içeren birçok nörolojik hastalıkta klinik uygulama için potansiyel oluşturmaktadır. Yazımızda beyin sapında akut iskemik infarkt olan bir hastanın traktografi bulguları sunulmaktadır. İnfarkt lokalizasyonunda, klinik bulgularla uyumlu olan beyaz cevher yollarındaki kesintinin in vivo gösterilmesi hedeflenmiştir. Traktografinin günümüzde nörolojik hastalıklardaki uygulamaları, bu yöntemin beyin ve spinal korddaki hasarı ve iyileşmeyi anlayabilmemizi artırıcı potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Klinik açıdan bakıldığında, traktografi yeni hipotezleri test etmek, beynin yapılandırılması ve beyin hastalıklarının etkilerinin anlaşılmasında önemli yeni görüşler elde etmek için kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Difüzyon tensör görüntüleme, traktografi, inme.

ABSTRACT

Diffusion Tensor Tractography Imaging in a Case of Acute Brain Stem Infarct

Nilgöl Yardımcı¹, Hakan Ulubay², Kamil Topalkara¹, Barış Diren²

Medicana International Ankara Hospital,
¹Neurology Unit, ²Radiology Unit, Ankara, Turkey

Diffusion tensor tractography enables graphical reconstruction of the white matter pathways in the brain and quantitative study of white matter integrity. With this method virtual dissection of the living human brain can be performed. This technique has many potential clinical applications in neurological disorders, including the investigation of stroke. We present tractography findings of a patient that had an acute ischemic infarct in the brain stem. We aimed to report the disintegration of the white matter tracts at the infarct location in vivo, as well as the associated clinical symptoms. The current use of tractography in neurological disorders shows

that it has the potential to improve our understanding of the damage and recovery process in diseases of the brain and spinal cord. From a clinical point of view tractography might be used to test new hypotheses, and to provide important new insights into the organization of the brain and the effects of brain disorders.

Key Words: Diffusion tensor imaging, tractography, stroke.

GİRİŞ

Difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme (MRG), infarkt bölgesindeki kısıtlanmış difüzyonu ölçerek inmedeki hasarlı bölgenin gösterilmesini sağlamakta ve günümüzde akut inme tanısında rutin olarak kullanılmaktadır. Difüzyon tensör görüntüleme (DTG) ise doku içerisindeki difüzyonun hangi yönde daha çok kısıtlandığını niceliksel olarak göstererek beyaz cevher bütünlüğünün ve içindeki özgün yolların izlenmesini ve bunların özel grafik teknikleri kullanılarak üç boyutlu gösterilebilmesini mümkün kılmaktadır (1). Fiber traktografi olarak tanımlanan DTG yöntemi, klinik uygulamada canlı insan beyininde miyelin kaplı ak madde aksonlarının noninvaziv görüntülenebilme imkanını veren tek görüntüleme yöntemidir.

DTG, temelde suyun geçişme özelliğinin ak ve gri madde arasında farklı olmasına dayanmaktadır. Değişik bölümlerde yer alan, farklı hız ve oranlara sahip serbest su protonlarının hareketleri, beyin dokusu içindeki miyelinin zengin aksonlara dik yönde, paralel olandan daha fazla kısıtlanır; bu varsayım DTG'nin temelinde yatan varsayımdır (2).

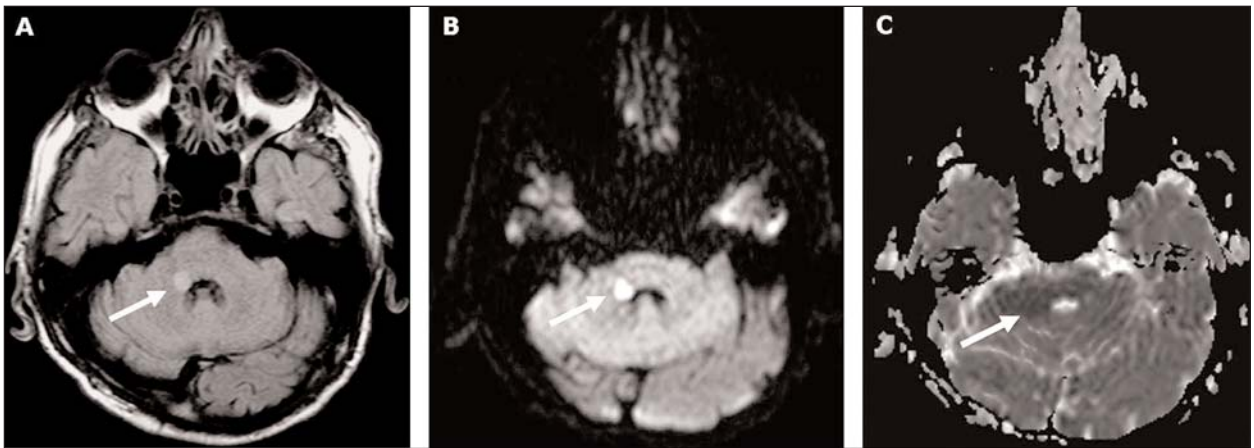
Yazımızda, klinik bulguları ve difüzyon MRG görüntüleri ile akut beyin sapı infarktı tespit edilen bir hastada, fiber traktografi yardımıyla beyin sapındaki yolların infarktın lokalizasyonu ile orantılı olarak etkilenmesi gösterilmektedir. Bu yazıda, traktografinin inmede lezyon lokalizasyonundaki etkilenmiş yollar ve etkilenme derecesiyle kompensatuar yollardaki aktivasyonu gösterebilmesi ile

ilgili çalışmalar gözden geçirilerek bu yöntemin inme sonrası klinisyene katkıları tartışılacaktır.

OLGU

Altmış üç yaşında erkek hasta ani başlangıçlı bulantı, kusma ve dengesizlik şikayeti ile acil servise başvurdu. Hasta desteksiz ayakta duramıyordu. Öz geçmişinde 20 yıldır tip II diabetes mellitus tanısı vardı. Nörolojik muayenesinde bilinç açık, koopere ve oryante idi. Göz hareketleri serbest, horizontal ve vertikal planda nistagmus mevcuttu. Sağ yüz yarısında hipoestezi vardı. Uvula sola deviyeye idi, sağ palatal ark az çekiyordu ve öğürme refleksi azalmıştı. Sağda serebellar testler beceriksiz ve derin duyu solda bozuktu. Acilde yapılan difüzyon MRG incelemesinde hastada sağ orta serebellar pedinkül düzeyinde, ponsta sağ posterolateral bölgede yaklaşık 1 cm çapında iskemik infarkt tespit edildi. Flair görüntüde sağ orta serebellar pedinkülde hiperintens sinyal, difüzyon ağırlıklı görüntüde difüzyon kısıtlılığı gösteren hiperintens sinyal ve ADC görüntüde sinyalsiz alan gözlenmekte olup, lezyon hiperakut iskemik infarkt olarak değerlendirildi (Resim 1A,1B,1C). Hastanın beyin manyetik rezonans anjiyografisinde, sağ vertebral arterin baziler artere katılımı izlenmiyordu. Hastaya 1 hafta sonra DTG ile fiber traktografi uygulandı.

Beyin MRG incelemesi 1.5 T cihazda SENSE (Synergy-L Sensitivity Encoding) kafa koili kullanılarak T1-T2 ve FLAIR ağırlıklı serilerden oluşturuldu. Difüzyon MRG incelemesi 22 direction b:1000 değerleri ile aksiyal planda elde edildi ve bu serilerden matematik modelleme ile 3 boyutlu fiber traktografi görüntüleri oluşturuldu.



Resim 1. Flair (A) görüntüde sağ orta serebellar pedinküldeki hiperintens sinyal, difüzyon ağırlıklı görüntüde (B) difüzyon kısıtlılığını temsil eden hiperintens, ADC görüntüde (C) ise sinyalsiz bir alan olarak izlenmektedir.

Difüzyon tensör verilerinden farklı algoritma ve yeni-den yapılandırma işlemleri ile 2 farklı görüntü elde edilir. Bunlardan ilki renk kodlu görüntüler (colour encoded images), diğeri ise traktografi haritalarıdır. Kırmızı ile sağdan sola, yeşil ile önden arkaya ve mavi ile yukardan aşağıya olan anizotropi kodlanır (3). Traktografi haritalarımızda renk kodlaması da bu şekilde yapılmıştır. Resim 2'de renk kodlaması ile global yaklaşım görülmektedir.

TARTIŞMA

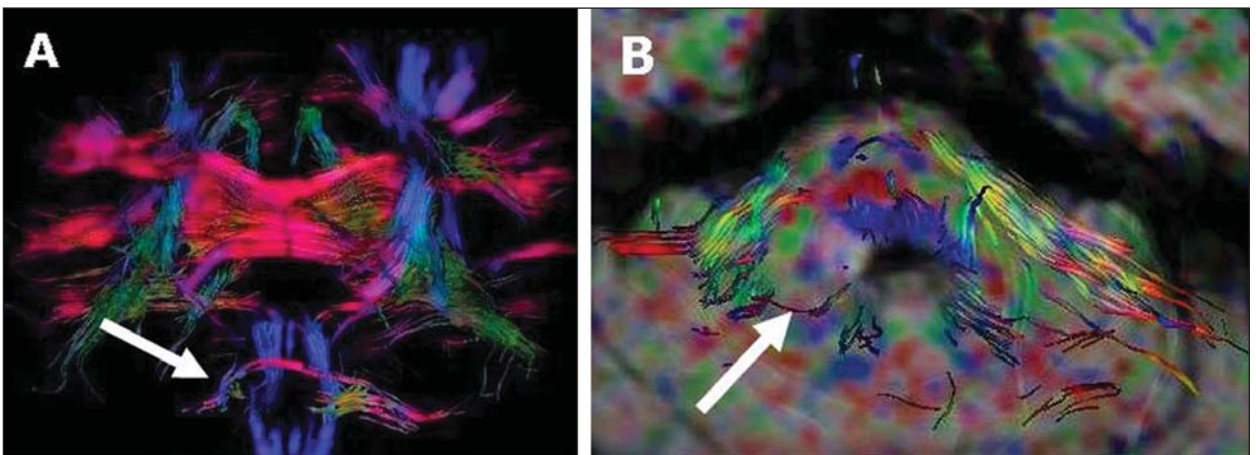
Doku içindeki farklı membran ve yapıların, farklı dizilim, zar geçirgenliği, homojenite, mikroyapı ve dinamiklere sahip olması serbest su protonlarında yön bağımlı değişikliklere yol açar. Beyin dokusu içinde protonların hareketleri miyelinden zengin aksonlara dik yönde, paralel olandan daha fazla kısıtlanır. Difüzyon tensörü protonların hareketlerini 3 boyutlu ortamda tanımlayan matematiksel model olarak tanımlanabilir (3).

Fiber traktografi ise DTG ile difüzyonun yönü konusunda bilgi vererek beyindeki özgün beyaz cevher yollarının izlenmesini ve bunların özel grafik teknikleri kullanılarak 3 boyutlu gösterilmesini sağlar (4). Peroksidaz ya da nöronlarca aktif olarak alınan manganez bileşiklerinin kontrast ajan olarak kullanılması sayesinde yolların işaretlenebilmesi mümkün olmaktadır.

Traktografi inme çalışmalarında insan beyin anatomisine in vivo yeni katkılar sağlamaktadır. İnme sonrası hangi beyaz cevher yollarının etkilendiğinin gösterilmesi semptomların spesifik olarak açıklanmasını sağlar. Örneğin; sağ posterior serebral arter inmelerinde görsel-uzaysal ihmal eğer lezyon parahipokampal girustan angular girusa uzanan bağlantıları etkilemişse gözlenir ya da dil yollarının traktografisi ile farklı afazi tiplerindeki yapıyı açıklamak mümkün olmaktadır (5,6).

İnmeli hastalarda fiber traktografi ile yapılan kortikospinal yolak analizlerinde araştırmacılar, lezyon hacmini ve yolak etkilenimini gösteren kantitatif ölçümlerin, uzun dönem klinik prognozu doğru şekilde önceden tahmin edebildiğini göstermişlerdir (7-9). Bu çalışmalarda lezyondan etkilenmiş alandaki kortikospinal yolağın yapısal ve fonksiyonel bütünlüğündeki bozulma miktarı ile hastanın prognozunda beklenen iyileşme arasında negatif korelasyon olduğu gözlenmiştir (9,10).

Traktografi ile inme gibi bölgesel hasarlar sonrası sadece motor yolağın yapısal hasarı gösterilmekle kalmayıp fonksiyonel yeni yapılanmalar da gösterilebilir. DTG ile inme geçiren bir hastada, primer olmayan motor alanlarda ve kontralateral sağlam hemisferdeki motor alanlarda artmış aktivite gösterilerek bazı hastalardaki klinik düzelme açıklanabilmektedir (11-13). Motor yolaklardaki hasarın derecesine göre fonksiyonel yolaklarda reorganizasyon gelişir. Newton ve arkadaşları, inmeli hastalarda traktografi ile kortikofugal yolların haritasını çıkarmış ve lezyon hacmi ile yolağın izdüşümünün primer olmayan motor alanlardaki fonksiyonel aşırı aktivasyon ile uyumlu olduğunu göstermişlerdir (14). Schaechter ve arkadaşları, lezyonlu hemisferde kortikospinal yolaktaki hasarı traktografide lif kaybı ile ölçerek kontralezyonel sensörimotor korteks ve ipsilezyonel sensörimotor korteksin ventral bölgelerindeki artmış fonksiyonel cevapları göstermişlerdir (15). Bu çalışmalar, hayvanlarda inme iyileşme modellerinde gözlenmiş olan primer motor kortekste iskemik lezyonun alanı ile fonksiyonel reorganizasyonun derecesi arasındaki uyumu desteklemektedir (16). İn vivo traktografi yöntemi ile heyecan uyandıran yeni bulgular da elde edilmektedir. Örneğin; daha önce keşfedilmemiş, frontal lobu kontralateral oksipital kortekse bağlayan bir yolak görüntülenmiştir (17).



Resim 2. Difüzyon tensör traktografi yöntemi ile (A) koronal, (B) aksiyal planda çok yönlü (multidirectional) elde edilen görüntülerde orta serebellar pedinkülde yukarıda tanımlanmış lezyon lokalizasyonunda sağ medial lemniskus trasesinde yoğun lif kayıpları görülmüştür.

Bizim olgumuzda beyin sapı infarktı olan hastada medial lemniskusun lezyon lokalizasyonunda kesintiye uğraması gözlenmektedir. Hastanın klinik bulguları göz önünde bulundurulduğunda lezyonun yeri beyin sapı olarak tahmin edilebileceği gibi difüzyon MRG görüntüleri ile de poststaki infarkt gösterilmektedir. Fiber traktografi ise lezyonun lokalizasyonunda liflerin sayısındaki azalmayı belirgin göstermekte ve bu bölgeden geçen, renk kodlaması ile yukarıdan aşağıya indiği bilinen yollardaki kesintiye dikkati çekmektedir. Lezyonun beyin sapında, yolların üzerinde olması hastanın kliniğindeki çeşitliliği açıklayıcıdır. Kadavra çalışmalarından elde edilen bilgiler ve nöroanatomistlerin araştırmaları bu bölgenin yollar yönünden zengin olduğunu göstermiştir. Ancak traktografi yöntemi ile 1 dakikadan kısa sürede in vivo yollardaki kesinti demonstre edilebilmiştir. Traktografi ile hemisfer lezyonlarında, yolların ne kadar etkilendiği ve kliniğin nasıl olabileceğini göstermek mümkün olmaktadır.

İnme dışında, difüzyon tensör traktografi ak madde anatomisi ve varyasyonları hakkında temel fizyolojik bilgilere katkıda bulunurken, in vivo nöropatolojiyi 3 boyutlu göstererek tümör cerrahisi öncesi yolak tutulumu ve yaygınlığı konusunda sağladığı bilgi sayesinde ameliyat sonrası hastalık ve ölüm oranının azalmasını sağlamaktadır. Ayrıca, multipl skleroz, epilepsi ve epilepsi cerrahisi, nörodegeneratif hastalıklar, spinal kord hastalıklarının yanı sıra depresyon, şizofreni, alkol bağımlılığında da klinisyene tedavi ve prognoz yönünden yol gösterici olmayı vadeden bir görüntüleme yöntemidir.

KAYNAKLAR

1. Park HJ, Kubicki M, Shenton ME, Guimond A, McCarley RW, Maier S, et al. Spatial normalization of diffusion tensor MRI using multiple channels. *Neuroimage* 2003;20:1995-2009.
2. Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, Grenier P, Cabanis E, Laval-Jeantet M. MR imaging of intrvoxel incoherent motions: Application to diffusion and perfusion in neurologic disorders. *Radiology* 1986;161:401-7.
3. Göksel D, Özkan M. Difüzyon tensör MR görüntüleme. *Biyomedikal mühendisliği Ulusal Toplantısı BİYOMUT. İstanbul, Türkiye, 2005:174-9.*
4. Pajevic S, Pierpaoli C. Color schemes to represent the orientation of anisotropic tissues from diffusion tensor data application to white matter fiber tract mapping in the human brain. *Magn Reson Med* 1999;42:526-40.
5. Bird CM, Malhotra P, Parton A, Coulthard E, Rushworth MF, Husain M. Visual neglect after right posterior cerebral artery infarction. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006;77:1008-12.
6. Catani M, Jones DK, Flytche DH. Perisylvian language networks of the human brain. *Ann Neurol* 2005;57:8-16.
7. Cho SH, Kim DG, Kim DS, Kim YH, Lee CH, Jang SH. Motor outcome according to the integrity of the corticospinal tract determined by diffusion tensor tractography in the early stage of corona radiata infarct. *Neurosci Lett* 2007;426:123-7.
8. Konishi J, Yamada K, Kizu O, Ito H, Sugimura K, Yoshikawa K, et al. MR tractography for the evaluation of functional recovery from lenticulostriate infarcts. *Neurology* 2005;64:108-13.
9. Moller M, Frensden J, Anderson G, Gjedde A, Vestelgaard-Poulsen P, Ostergaard L. Dynamic changes in corticospinal tracts after stroke detected by fibretracking. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007;78:587-92.
10. Ward NS, Newton JM, Swayne OB, Lee L, Thompson AJ, Greenwood RJ, et al. Motor system activation after subcortical stroke depends on corticospinal system integrity. *Brain* 2006;129:809-19.
11. Sertz RJ, Hoflich P, Binkofski F, Tellmann L, Herzog H, Freund HJ. Role of the premotor cortex in recovery from middle cerebral artery infarction. *Arch Neurol* 1998;55:1081-8.
12. Cramer SC, Nelles G, Benson RR, Kaplan JD, Parker RA, Kwong KK, et al. A functional MRI study of subjects recovered from hemiparetic stroke. *Stroke* 1997; 28:2518-27.
13. Lotze M, Markett J, Sauseng P, Hoppe J, Plewnia C, Gerloff C. The role of multiple cotralesional motor areas for complex hand movements after internal capsular lesion. *J Neurosci* 2006;26:6096-102.
14. Newton JM, Ward NS, Parker GJ, Deichmann R, Alexander DC, Friston KJ, et al. Noninvasive mapping of corticofugal fibres from multiple motor areas-relevance to stroke recovery. *Brain* 2006;129:1844-58.
15. Schaechter JD, Perdue KL, Wang RM. Structural damage to the corticospinal tract correlates with bilateral sensorimotor cortex reorganization in stroke patients. *Neuroimage* 2008;39:1370-82.
16. Frost SB, Barbay S, Friel KM, Plautz EJ, Nudo RJ. Reorganization of remote cortical regions after ischemic brain injury: A potential substrate for stroke recovery. *J Neurophysiol* 2003;89:3205-14.
17. Tovar-Mol F, Moll J, Oliveira-Souza R, Bramati I, Andreiudo PA, Lent R. Neuroplasticity in human callosal dysfenesia; a diffusion tensor imaging study. *Cereb Cortex* 2007;17:531-41.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Uzm. Dr. Nilgöl Yardımcı

Medicana International Ankara Hastanesi

Nöroloji Birimi

Ankara/Türkiye

E-posta: ntuncel@yahoo.com