



Orta Longitudinal Fasikül

Middle Longitudinal Fasciculus

Orhun Mete ÇEVİK, Zeynep HÜSEYİNOĞLU

Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Yazışma adresi: Orhun Mete ÇEVİK ✉ orhunmc@gmail.com

ÖZ

Temporal, parietal ve oksipital lobları birbirine bağlayan MdLF, halen insan beynindeki en az anlaşılmış olan ak madde yollarındandır. İlk olarak 1984 yılında, Seltzer ve Pandya tarafından makak maymunlarında tarif edilmiş olsa da insanlarda varlığının kanıtlanması 2009'a dayanmaktadır. MdLF, anteriorda temporal kutuptan başlar ve superior temporal girus boyunca posteriorda parieto-oksipital bileşkeye kadar uzanır. MdLF'nin fonksiyonel görevi hakkında kesin veriler ne yazık ki mevcut değildir, anatomik tanımı ile bağlantılı olduğu kortikal bölgeler temel alınarak konuşma ve dikkat üzerinde rolü olabileceği düşünülmektedir. Çalışmalarda MdLF'nin ses ve hecelerin kelime formuna çevrilmesinde, akustik ve fonetik olarak işlenip, kelime üretilmesinde rol aldığı düşünülmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda, uyanık cerrahi sırasında dominant hemisfere yapılan subkortikal elektriksel uyarım sonrası dilsel etkilenmenin olmadığı gösterilmiştir. Daha sonraki çalışmalarda MdLF, görsel-işitsel entegrasyon, işitsel bilgiyi işleme ve geri getirme gibi fonksiyonlarda aldığı rol tartışılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Ak madde yolları, Asosiasyon fiberleri, Sagittal stratum

ABSTRACT

MdLF, which connects the temporal, parietal and occipital lobes, is still one of the least understood white matter pathways in the human brain. Although it was first described in macaque monkeys by Seltzer and Pandya in 1984, its existence in humans was not proven until 2009. MdLF starts from the temporal pole anteriorly and extends beneath the superior temporal gyrus to the parieto-occipital junction posteriorly. Unfortunately, there is no definitive data about the functional function of MdLF. It is discussed that it may have a role in speech and attention, based on its anatomical definition and the cortical regions it is connected to. In recent studies, it is discussed that MdLF plays a role in converting sounds and syllables into word form, processing them acoustically and phonetically, and producing words. However, studies have shown that there is no linguistic effect after subcortical electrical stimulation to the dominant hemisphere during awake surgery. In subsequent studies, the role of MdLF in functions such as audiovisual integration, processing and retrieval of auditory information was discussed.

KEYWORDS: White matter pathways, Association fibers, Sagittal stratum

■ GİRİŞ

Temporal, parietal ve oksipital lobları birbirine bağlayan MdLF, halen insan beynindeki en az anlaşılmış olan ak madde yollarındandır. İlk olarak 1984 yılında, Seltzer ve Pandya tarafından makak maymunlarında tarif edilmiş ve superior temporal girus ile inferior parietal lobül arasında bir bağlantı olduğu gösterilmiştir (1).

İnsanlarda ise ilk kez Makris'in histolojik çalışmalarında tanımlanmıştır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve difüzyon tensör görüntülemeleri (DTI) ile anatomik diseksiyon çalışmaları bu yolağın insanlarda süperior parietal lobülde sonlandığını göstermiştir (5).

■ LOKALİZASYON

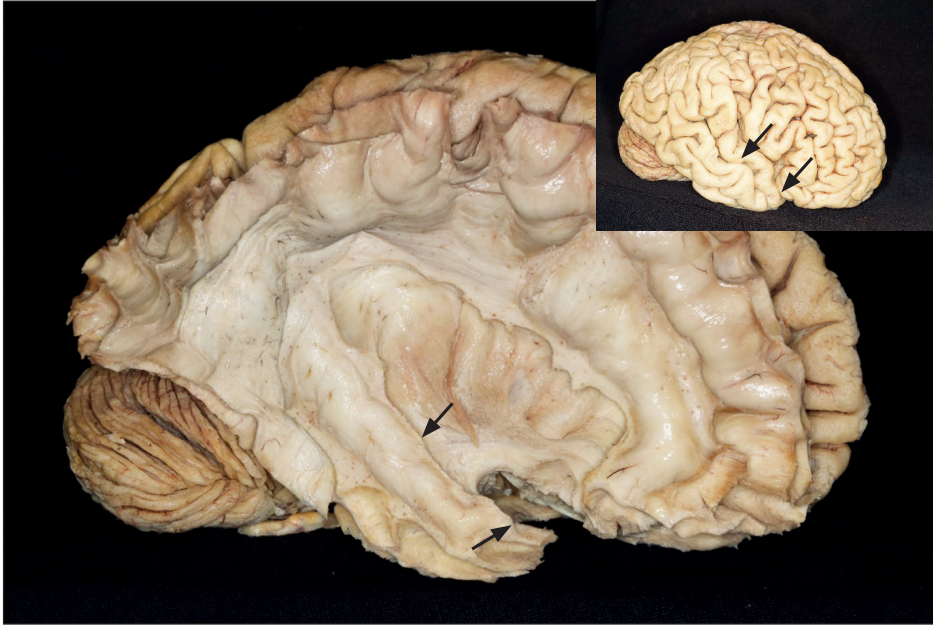
MdLF, anteriorda temporal kutuptan başlar ve superior temporal girus boyunca posteriorda parieto-okspital bileşkeye kadar uzanır. Sagittal stratuma (SS) katılan MdLF, SS'nin en yüzeysel katmanından kaudalde korona radiatanın alt kısmından inferior ve superior parietal lobüle doğru uzanır (Şekil 1). SS seviyesinde arkuat fasikülün (AF) medialinde, inferior fronto-orbital fasikül (IFOF) ve inferior longitudinal fasikülün (IFL) ise superolateralinde yer alır (Şekil 2). SS ile birlikte MdLF, lateral ventrikül atriumunu çevreler (Şekil 3).

Altı adet alt bileşeni olduğu traktografik çalışmalarda gösterilmiştir. Ancak yakın zamanda yapılan anatomik çalışmalar ise

tek bir demet olarak (7) veya iki bileşenli olup derin katmanının anteriordan köken aldığı (8) ya da farklı bağlantı paternine sahip üç alt bileşene sahip olduğu (12) gösterilmiştir. Bir başka çalışmada ise iki katmanlı olduğu ve farklı kortikal sonlanıma sahip olduğu gösterilmiştir.

■ FONKSİYONEL ÖNEM

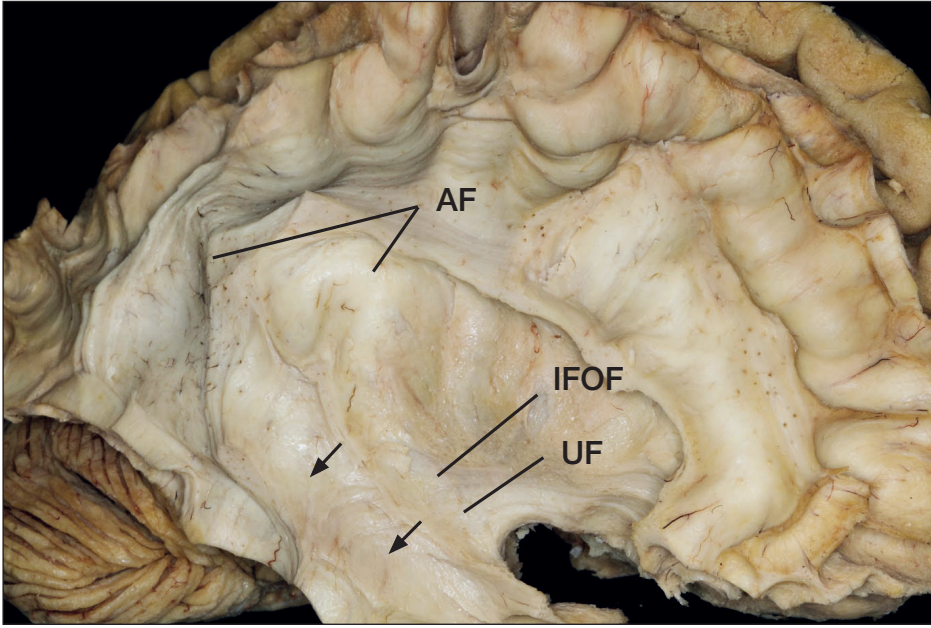
MdLF'nin fonksiyonel görevi hakkında kesin veriler ne yazık ki mevcut değildir, anatomik tanımı ile bağlantılı olduğu kortikal bölgeler temel alınarak konuşma ve dikkat üzerinde rolü olabileceği düşünülmektedir. Makris ve ark. ve Hickcok ve ark. yaptığı çalışmalarda MdLF'nin ses ve hecelerin kelime for-



Şekil 1: Sağ hemisferi dekortike edilmiş beyinde, MdLF başlama ve ilerleme rotası olan temporal pol ve superior temporal sulkus izdüşümü, dekortikasyondan öncesi (küçük resim) ile karşılaştırılarak görülebilir.



Şekil 2: MdLF'in (siyah oklar) temporal bölgede unsinat fasikül, IFOF ve arkuat fasikül ile ilişkileri görülebilir.



Şekil 3: MdLF (siyah oklar) parietal lob uzanımı.

muna çevrilmesinde, akustik ve fonetik olarak işlenip, kelime üretilmesinde rol aldığı düşünülmektedir (3,6). Ancak yapılan çalışmalarda, uyanık cerrahi sırasında dominant hemisfere yapılan subkortikal elektriksel uyarım sonrası dilsel etkilenmenin olmadığı gösterilmiştir (2). Temporal lobektomi sırasında MdLF'nin anterior segmentinin rezeksiyonunda postoperatif dönemde konuşmada kalıcı nörolojik defisite neden olmadığı izlenmiştir.

Palejwala ve ark. ile De Witt Hamer ve ark., MdLF'nin primer görme korteksi ve superior parietal lobül arasında dorsal işitsel yolu temsil ettiğini, seslerin uzaydaki lokalizasyonunun belirlenmesinde rol aldığını savunmuştur (2,10). Aynı zamanda MdLF'nin, superior temporal girustaki primer ve sekonder işitme alanları ile oksipital korteksteki sekonder görme alanı arasında bağlantı sağlaması, görsel-ışitsel entegrasyon süreçlerinde de görev alabileceğini düşündürmektedir (9).

Bir başka çalışmada ise MdLF nin anterior (aMdLF) ve posterior (pMdLF) olmak üzere iki alt bileşene sahip olduğu gösterilmiştir. pMdLF'nin, özellikle sol tarafta, sözel-ışitsel uyarıcılarla ilişkilendirilen öğrenme sürecine katkıda bulunduğu, aMdLF'nin ise temporal lobdaki işitsel bilgiyi işleme ve geri getirme işlevi gördüğü savunulmuştur (4).

MdLF'nin bağlantılı olduğu kortikal bölgeler sebepli çeşitli nörolojik ve psikiyatrik durumlar üzerinde etkisi olabilir. Bunların arasında dorsal temporal pol, angular girus, superior temporal girus ve superior parietal lobu etkileyen bir takım nörodejeneratif hastalıklar (primer progressif afazi, frontotemporal demans, Alzheimer, posterior kortikal atrofi ve kortikobazal dejenerasyon) yer almaktadır. Ek olarak, kronik şizofrenide MdLF'nin iki taraflı yapısal olarak farklı olabileceği; sol tarafta düşünce organizasyon eksikliği ve sağ tarafta ise dikkat eksikliği ile ilişkili olabileceği öne sürülmüştür (1).

■ KAYNAKLAR

1. Asami T, Saito Y, Whitford TJ, Makris N, Niznikiewicz M, McCarley RW, Shenton ME, Kubicki M: Abnormalities of middle longitudinal fascicle and disorganization in patients with schizophrenia. *Schizophr Res* 143(2-3):253-259, 2013
2. De Witt Hamer PC, Moritz-Gasser S, Gatignol P, Duffau H: Is the human left middle longitudinal fascicle essential for language? A brain electrostimulation study. *Hum Brain Mapp* 32(6):962-973, 2011
3. Hickok G, Poeppel D: The cortical organization of speech processing. *Nat Rev Neurosci* 8(5):393-402, 2007
4. Latini F, Trevisi G, Fahlström M, Jemstedt M, Munkhammar AA, Zetterling M, Hesselager G, Ryttefors M: New insights into the anatomy, connectivity and clinical implications of the middle longitudinal fasciculus. *Front Neuroanat* 14:610324, 2021
5. Makris N, Papadimitriou GM, Kaiser JR, Sorg S, Kennedy DN, Pandya DN: Delineation of the middle longitudinal fascicle in humans: A quantitative, in vivo, DT-MRI study. *Cereb Cortex* 19(4):777-785, 2009
6. Makris N, Preti MG, Asami T, Pelavin P, Campbell B, Papadimitriou GM, Kaiser J, Baselli G, Westin CF, Shenton ME, Kubicki M: Human middle longitudinal fascicle: Variations in patterns of anatomical connections. *Brain Struct Funct* 218(4):951-968, 2013
7. Makris N, Zhu A, Papadimitriou GM, Mouradian P, Ng I, Scaccianoce E, Baselli G, Baglio F, Shenton ME, Rathi Y, Dickerson B, Yeterian E, Kubicki M: Mapping temporo-parietal and temporo-occipital cortico-cortical connections of the human middle longitudinal fascicle in subject-specific, probabilistic, and stereotaxic Talairach spaces. *Brain Imaging Behav* 11(5):1258-1277, 2017

8. Maldonado IL, de Champfleür NM, Velut S, Destrieux C, Zemmoura I, Duffau H: Evidence of a middle longitudinal fasciculus in the human brain from fiber dissection. *J Anat* 223(1):38-45, 2013
9. Molholm S, Sehatpour P, Mehta AD, Shpaner M, Gomez-Ramirez M, Ortigue S, Dyke JP, Schwartz TH, Foxe JJ: Audio-visual multisensory integration in superior parietal lobule revealed by human intracranial recordings. *J Neurophysiol* 96(2):721-729, 2006
10. Palejwala AH, O'Connor KP, Pelargos P, Briggs RG, Milton CK, Conner AK, Milligan TM, O'Donoghue DL, Glenn CA, Sughrue ME: Anatomy and white matter connections of the lateral occipital cortex. *Surg Radiol Anat* 42(3):315-328, 2020
11. Seltzer B, Pandya DN: Further observations on parieto-temporal connections in the rhesus monkey. *Exp Brain Res* 55(2):301-312, 1984
12. Wang Y, Fernández-Miranda JC, Verstynen T, Pathak S, Schneider W, Yeh FC: Rethinking the role of the middle longitudinal fascicle in language and auditory pathways. *Cereb Cortex* 23(10):2347-2356, 2013