

Parahipokampal Girus ve Unkusun Topoğrafik Anatomisi Üzerine Bir Kadavra Çalışması

Ayşegül Özdemir Ovaloğlu 
Talat Cem Ovaloğlu 
Bilge Bilgiç 

A Cadaveric Study on Topographic Anatomy of Parahippocampal Gyrus and Uncus

Öz

Amaç: Parahipokampal girus ve unkus temporal lobun mediobazal bölgesinde bulunan limbik sistemle ilişkili anatomik yapılardır. Bu çalışmada temporal lobun mediobazal bölgesinde yer alan parahipokampal girus ve unku çevresindeki komşu yapılarla beraber tanımlayarak cerrahi başarıya katkı sağlamayı amaçladık.

Yöntem: Taze otopsilardan alınan 17 adet formalin ile fikse edilmiş insan beyinde (34 adet hemisfer) parahipokampal girus ve unkusun topoğrafik anatomisi çalışıldı. Sekiz adet beyinde Klingler'in fiber diseksiyon tekniği kullanıldı. İki adet beyinde parahipokampal girus ve unkusun çevre yapılarıyla beraber histolojik araştırması değerlendirildi.

Bulgular: Parahipokampal girusun anterior segmentinin medialde arkaya doğru kıvrım yaparak uzanmasıyla unkus oluşur, arka segmenti ise yukarıya doğru istmus boyunca singulat girusa, aşağıda lingual girusa uzanır. Parahipokampal girusun korteksi kaldırıldığında singulum radyasyonunun altında medial frontal ve parietal alanlar ile mediobazal temporal bölgeyi bağlayan kalın bir beyaz cevher demeti görülmektedir. Parahipokampal girus, disgranüler paralimbik tip asosiyasyon korteksinden oluşmaktadır. Allokortikal yapıda olan unkus ise agranüler hücre tipindedir.

Sonuç: Bu çalışmada parahipokampal girusun ve unkusun detaylı mikroşürüjikal anatomisi tanımlandı. Bu araştırmanın sonucunda elde edilen bulguların, daha etkin ve başarılı nöroşürüjikal girişimlere rehberlik yapacağı ve aynı zamanda bu bölgenin daha iyi anlaşılabilmesine katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

Anahtar kelimeler: parahipokampal girus, unkus, anatomi

ABSTRACT

Objective: The parahippocampal gyrus and the uncus located in the mediobasal region of the temporal lobe are related to the limbic system. In this anatomical study, we aimed to provide a contribution to surgical success by describing the parahippocampal gyrus and the uncus with the definitions of the related surrounding structures.

Method: The topographic anatomy of the parahippocampal gyrus and the uncus was studied in seventeen formalin-fixed adult human brain specimens (34 hemispheres). Klingler's fiber dissection technique was used in eight brains. Histological examination of the parahippocampal gyrus and the uncus with surroundings were evaluated in two brains.

Results: The parahippocampal gyrus has an anterior segment that deviates medially to form the uncus and a posterior segment that continues superiorly to the cingulate gyrus through the isthmus, and inferiorly as the lingual gyrus. A thick white matter bundle connecting the medial frontal and parietal areas with the mediobasal temporal region is located in the cingulate gyrus and can be seen under the radiation of the cingulum that is revealed when the cortex of the parahippocampal gyrus is removed. The parahippocampal gyrus is made up of dysgranular, paralimbic type association cortex. The uncus has an allocortical structure that is made up of granular cell type.

Conclusion: A detailed microsurgical anatomy of the parahippocampal gyrus and the uncus is described in this study. We consider that the knowledge gained from the results of this study can guide for more effective and successful neurosurgical approaches and can contribute for better understanding the region.

Keywords: parahippocampal gyrus, uncus, anatomy

Alındığı tarih: 09.01.2020

Kabul tarihi: 20.05.2020

Yayın tarihi: 31.05.2020

Atf vermek için: Özdemir Ovaloğlu A, Ovaloğlu TC, Bilgiç B. Parahipokampal girus ve unkusun topoğrafik anatomisi üzerine bir kadavra çalışması. İKSSTD 2020;12(2):182-7.

Ayşegül Özdemir Ovaloğlu

S.B.Ü. Bakırköy Ruh Sağlığı ve

Sinir Hastalıkları Eğitim ve Araştırma

Hastanesi, Nöroşürüjji Kliniği

İstanbul - Türkiye

✉ draysegulozdemir@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2292-3132

T. C. Ovaloğlu 0000-0003-1682-9641

S.B.Ü. Bakırköy Ruh Sağlığı ve

Sinir Hastalıkları Eğitim ve Araştırma

Hastanesi, Nöroşürüjji Kliniği

İstanbul - Türkiye

B. Bilgiç 0000-0001-9231-1743

İ. Ü. İstanbul Tıp Fakültesi

Patoloji Anabilim Dalı

İstanbul - Türkiye

GİRİŞ

Temporal lob; hem filogenetik hem de histolojik olarak çeşitli yapısal elemanlar içeren zengin fonksiyonel bağlantılara sahip, özellikle bellek, dil ve davranış kontrolü ile ilgili olan bir bölgedir. Parahipokampal girus ve unkus, temporal lobun mediobazal kısmında yerleşir. Bazal yüzeyde lateralden mediale doğru bakıldığında; inferior temporal girusun bir kısmı, oksipitotemporal sulkus, fuziform girus, kollateral sulkus ve parahipokampal girus yer alır. Parahipokampal girus, medial temporal yüzeyde devam eder. Medial yüzeyi oluşturan yapılar; unkus, hipokampus, fimbria, dented girus ve amigdaladır ⁽¹⁾. Temporal pol, medialde unkustan rinal sulkus ile sınırlanır. Tentoryum oluşunun üzerine yerleşen unkus medialde tentoryumun serbest kenarına doğru herniyedir.

Temporal lob lezyonlarında, lokalizasyonun tam olarak anlaşılıp cerrahi stratejinin belirlenmesi için mikroşirürjikal ve fonksiyonel anatomisinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu noktadan yola çıkarak; oldukça karmaşık bir topoğrafik anatomisi ve kortikal yapısı olan mediobazal bölgedeki parahipokampal girus ve unkusun, mikronöroşirürjikal anatomisinin çok boyutlu olarak anlaşılmasına katkıda bulunmaya çalıştık.

GEREÇ VE YÖNTEM

İstanbul Adli Tıp Kurumu tarafından araştırma onayı alınarak otopsilerden temin edilen 17 adet taze insan beyni (34 hemisfer) en az 2 ay olmak üzere %10'luk formalin solüsyonunun içerisinde muhafaza edildi. Ameliyat mikroskobu x6 ila x40 büyütmede kullanılarak pia, araknoid ve damarlar dikkatlice kaldırıldı. Beyinler formalinden temizlenmek için birkaç saat musluk altında bol su ile yıkanarak kurutuldu.

Topoğrafik çalışmada; tüm beyinlerde parahipokampal girus ve unkus'un topoğrafik anatomisi tanımlanıp etraf yapılar detaylarıyla incelendi.

Histolojik çalışmada; 2 adet beyinde parahipokampal girus ve unkus, anteriorda rinal sulkus, posteriorda lingual girus ve istmus, superiorda globus pallidus ve medio-lateralde temporal boynuz sınırlarından kesilerek çıkarıldı. 2 hemisfer için aksiyel ve diğer ikisi için ise koronal düzlemlerde 1 mm. kalınlığında dilimleme yapılarak, sırasıyla kasetlerin içerisine yerleştirildi.

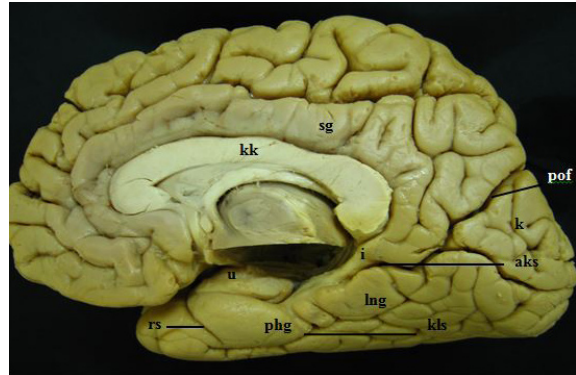
di. Sırayla alkol, ksilol-I, ksilol II, parafin I ve parafin II' de bekletilerek hazırlanan bloklardan 2 mikron kalınlığında kesitler alınarak Hematoksilin Eozin (H&E) ile boyandı. Preparatlar ışık mikroskobu altında x40, x100 ve x200 büyütmelemlerde incelendi.

Fiber diseksiyon çalışmada; bol su altında bekletildikten sonra kurutulan 16 adet hemisfer Klingler'in fiber diseksiyon tekniğine (2) uygun olarak, bir hafta süreyle -10 ila -15°C'de donduruldu. Diseksiyona başlanmadan önce beyinler suda bekletilerek çözüldü, diseksiyon sırasında uçları değişik büyüklükte olan, el yapımı, yumuşak, esnek ve ince tahta spatullar kullanıldı. Ameliyat mikroskobu büyütmesi altında, anatomik planlar boyunca lif paketleri soyularak ilerlendi. Korteks, komşu girusları birbirine bağlayan kısa asosiasyon lifleri seviyesine gelinceye dek kaldırıldı. Diseksiyon başladıktan sonra çalışmaya bir gece veya daha uzun süre ile ara verildiğinde beyinler %5 formalin solüsyonunda saklandı.

BULGULAR

Topoğrafik Anatomi

Parahipokampal girus, temporal lobun bazal ve medial yüzeyleri arasında kalan transizyonel alandır. Parahipokampal girus, anteriorda sfenoidin büyük kanadı, posteriorda ambient sistern ile komşuluk yapar. Parahipokampal girus, tentoryum serbest kenarı hizasında ilerleyerek posteriorda beyin sapınının etrafını döner. Anteriorda; rinal sulkus ile temporal polden, lateralde kollateral sulkus ile fuziform girustan sınırlıdır (Resim 1). Superiordan bakıldığında parahipokampal girus, anteriorda unkal sulkus ile

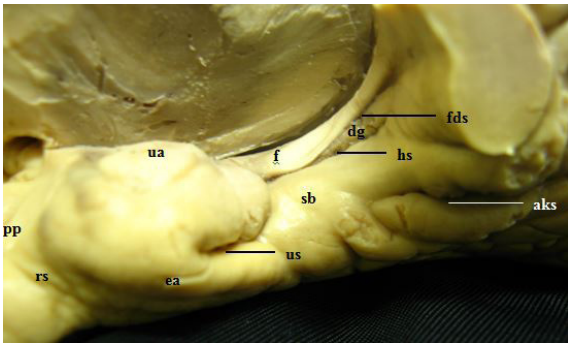


Resim 1. Sağ hemisferin medial görünümü.

aks=anterior kalkarin sulkus, i=istmus, k=kuneus, kk=korpus kalla-zum, kls=kollateral sulkus, lng=lingual girus, phg=parahipokampal girus, pof=parieto-oksipital fissür, rs=rinal sulkus, sg=singulat girus, u=unkus.

unkustan, posteriorda hipokampal sulkus ile dandat girustan ayrılır. Posteriorda ise anterior kalkarin sulkusun başlangıç noktası; parahipokampal girus postero-superior segmentini istmustan, postero-inferior segmentini ise lingual girustan sınırlar.

Parahipokampal girusu anterior ve posterior olmak üzere iki segmente ayırabiliriz. Anterior segmenti, posterior segmentine göre daha hacimlidir ve bu kısımda entorinal alan yer alır. Entorinal alan, parahipokampal girusun 1/3 anterior kısmı ile unkusun anterior segment inferior kısmının yer aldığı bölgedir (Resim 2). Parahipokampal girus anterior segmenti medialde superiora doğru kıvrılarak arkaya doğru uzanıp unkusunu oluşturur. Unkusun anterior segmentini ve entorinal alanı içeren bu segment piriform korteksin bir parçasıdır. Parahipokampal girusun posterior segment medial düz yüzeyinin adı subikulumdur ve hipokampal sulkus ile dandat girustan ayrılır. Parahipokampal girus posterior segmenti, korpus kallozum spleniumunun hemen altında anterior kalkarin sulkus ile ikiye ayrılır; superioru singulat girusun istmusu olarak, inferioru ise kalkarin sulkusun tabanında lingual girus olarak uzanır.



Resim 2. Sağ unkus ve parahipokampal girus'un supero-medialden bakıldığında görünümü (talamus çıkarılmıştır).
aks=anterior kalkarin sulkus, dg=dandat girus, ea=entorinal alan, f=fimbria, fds=fimbrodentat sulkus, hs=hipokampal sulkus, pp=planum polare, rs=rinal sulkus, sb=subikulum, ua=unkal apeks, us=unkal sulkus.

Unkus, parahipokampal girusun ön segmentinin medialde yukarıya ve arkaya dönerek uzanmasıyla oluşur. Bu şekilde parahipokampal girus ve unkus arasında unkal sulkus oluşur. Unkal sulkus, unkus inferiorunda parahipokampal girustan ayırır (Resim 2). Unkal sulkus tentoryum kenarına denk gelmektedir.

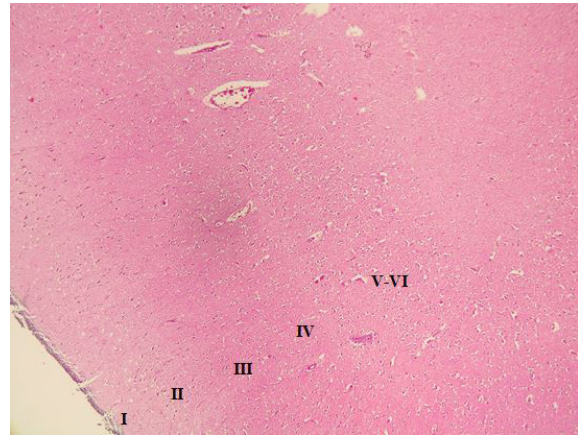
Antero-medialden bakıldığında unkus ile parahipo-

kampal girus arasında belirgin bir sınır bulunmamaktadır. Unkus; anteriorda parahipokampal girusun anterior segmenti olarak, superiorda ise amigdala ile birlikte globus pallidus olarak devam etmektedir. Mediobazalden bakıldığında lateralde temporal polden rinal sulkus ile ayrılır. Supero-lateralde bakıldığında rinal sulkus, unkusun anterior segmentini planum polareden sınırlar. Lateral ventrikül temporal boynuzunun içinden bakıldığında, temporal boynuz anterior duvarını yapan amigdala ile hipokampus başı arasında kalan ve unkal apeksin lateralinde bulunan bölge unkal girinti adını almaktadır.

Unkus; tepe (apeks), anterior ve posterior segmentler olarak üç kısma ayrılabilir. Anterior ve posterior segmentleri medialde birleşerek apeksi oluşturur (Resim 2). Her iki segment superiorda amigdala ve globus pallidusun birleştiği yere doğru uzanırlar.

Histolojik Yapı

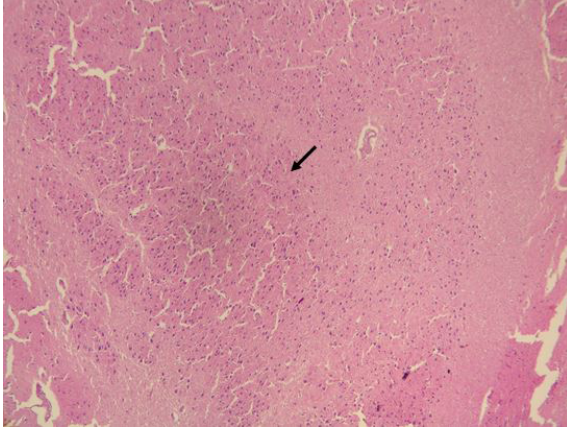
Allokortikal, mezokortikal ve izokortikal yapılar, karşılaştırmalı olarak bakıldı. Parahipokampal girus histolojik olarak, tabakalarında keskin sınırlar göstermesizin kademeli olarak allokortikal yapılardan izokortikal yapılara doğru bir geçiş bölgesidir. Genel olarak sırasıyla 4. ve 2. tabakalarda daha iyi farklılaşmış granüler hücrelerin varlığı, 3. tabakanın sublaminasyonu ve 6. tabakadan 5. tabakaya farklılaşma görülmesi mezokorteksten izokortekse geçildiğini işaret etmektedir (Resim 3).



Resim 3. Parahipokampal korteksin koronal düzlemde alınan histolojik kesitinde disgranüler mezokortikal yapıda olduğu ve katlar arasında belirgin bir sınır bulunmadığı görülmektedir (x40, H&E).

Unkusun anterior segmenti ve parahipokampal girusun anterior ucunda yer alan entorinal alanın sınırları net olarak çizilememektedir. Entorinal alan altı katlı

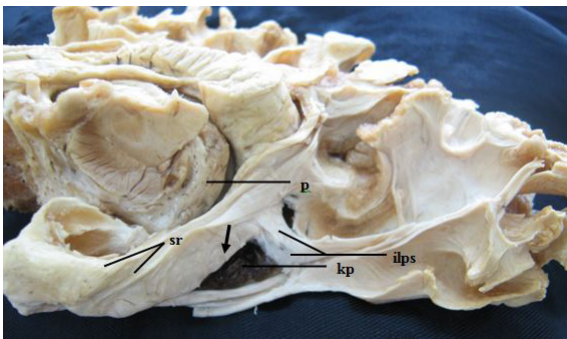
periallokortikal (mezokorteks) yapıdadır. Unkusun anterior segmentinde bulunan semilunar girus amigdalanın kortikal nukleuslarının üzerini kaplar, sulkus anularis ile ambient girustan sınırlıdır. Unkus da hipokampus gibi allokortikal (arşikorteks) yapıdadır (Resim 4).



Resim 4. Aksiyel düzlemde alınan histolojik kesitte amigdala çekirdekleri ok ile gösterilmektedir (x100, H&E).

Fiber Diseksiyon

Araknoid membranı ile beraber leptomeningeal damarları kaldırmış ve fiber diseksiyon için hazırlanmış beyinlerde, temporal lobun inferior yüzeyinde bulunan kollateral sulkus takip edildiğinde lateral ventrikülün temporal boynuzuna girilmektedir. Parahipokampal girusun korteksi kaldırıldığında singulumun radyasyonu ortaya çıkmaktadır. Singulat girusta bulunan kalın bir beyaz cevher demetinin ilerleyerek, frontal ve parietal alanları mezial temporal loba bağladığı görüldü (Resim 5). Kollateral sulkusun lateral duvarında, süperfisyal U lifleri kaldırıldığında inferior longitudinal demet fark edilmektedir. Makroskopik olarak tek bir uzun beyaz cevher traktı olarak görülen bu demet birbirinden farklı kısa asosi-

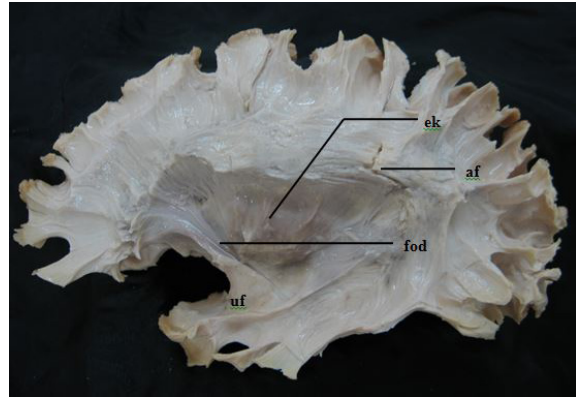


Resim 5. Sağ temporal lobda fiber diseksiyon ile mediobazaldeki beyaz cevher lifleri görülmektedir. Ok lateral ventrikül temporal hornunu göstermektedir.

ilps=inferior longitudinal projeksiyon sistemi, kp=koroid pleksus, p=putamen, sr=singulum radyasyonu.

asyon liflerinden oluştuğundan inferior longitudinal projeksiyon sistemi adını alır. Bu projeksiyon sisteminin derininde bulunan stratum sagittale, temporal boynuzun lateral duvarında yerleşmiştir. Stratum sagittale, internal kapsülün infralenticüler kısmına ait olup longitudinal olarak ilerleyen projeksiyon liflerinden oluşmuştur.

Lateral yüzeyden diseksiyonda; korteks ve süperfisyal kısa U lifleri kaldırıldığında sulkal anatomi daha iyi görülmektedir. İnsulanın arka kenarında supramarjinal girusta seyreden süperfisyal U lifleri kaldırıldığında, arkuat fasikül rahatlıkla görülebilmektedir. Arkuat fasikül; frontal, parietal ve temporal operkulumların derinliğinde bulunan insulayı çevreleyen geniş bir beyaz cevher traktıdır (Resim 6). Bu trakt frontal, parietal, oksipital ve temporal korteksleri birbirine bağlar. İnsula dekortike edilerek beyaz cevher ince katlar halinde kaldırıldığında sırasıyla eksternal kapsül ile ortasında klastrum bulunan eksternal kapsül ile karşılaşılır. İnsula tabanının çevresinde dönen arkuat fasikülün radyasyonu kaldırıldığında eksternal kapsül ve fronto-oksipital demet görülebilmektedir. Unsinat fasikülün posterio ru hizasındaki orta temporal girus derinliğinde optik radyasyon bulunur ve lateral ventrikül temporal hornu üzerindeki kavsinin ardından oksipitale doğru düz bir şekilde uzanır.



Resim 6. Sol hemisferde insula dekortikasyonu sonrası fiber diseksiyon ile lateraldeki beyaz cevher lifleri görülmektedir. af=arkuat fasikül, ek=eksternal kapsül, fod=fronto-oksipital demet, uf=unsinat fasikül.

TARTIŞMA

Mediobazal temporal bölge lezyonlarının cerrahisinde, modern intraoperatif nöronavigasyon cihazlarının yanı sıra bu bölgenin anatomik yapısının detaylı olarak bilinmesi ameliyat sırasında en büyük yardımcı unsurdur.

Unkus, parahipokampal girusun anterior segmentinin kendi üzerinde arkaya doğru kıvrılmasıyla oluşur. Unkusun posterior segmenti unkal sulkus ile parahipokampal girustan ayrılır. 1980 yılında Stephan ve Manolescu⁽³⁾ çalışmalarında, unkusun bu posteriora doğru kıvrılmasının nedenini; parahipokampal girusun anteriora doğru gelişiminin amigdala tarafından engellenmesi olarak açıklamıştır. Diğer bir takım görüşler ise fimbriyan unkusta intralimbik girusa tutunarak, parahipokampal girusun anteriora doğru gelişimi sırasında unkuşu geriye doğru çektiğini savunmaktadır⁽⁴⁻⁷⁾. Gerek yerleşiminin derinde olması gerekse histolojik ve fonksiyonel yapısının karmaşık olması nedeniyle günümüze dek bu bölge anatomisi üzerine çalışmalar devam etmektedir.

Mesulam⁽⁹⁾ tarafından yapılan çalışmada serebral korteksin fonksiyonel anatomisine yeni bir bakış açısı getirilmiştir. Parahipokampal girusun mezokorteksten oluştuğu ve paralimbik bölgenin bir parçası olarak sınıflanması gerektiği bildirilmiştir. Mezokorteks, allokorteks ile izokorteks arasında yer alır ve birinden diğerine aşamalı olarak geçiş gösterir. Paralimbik kemerin parahipokampal bileşeni; rinal korteksler (entorinal, prorinal ve peririnal (transentorinal) alanlar), presubikulum ve parasubikulumdan oluşur. Parahipokampal girusu fuziform girustan ayıran kolateral sulkusun medial kenarında bulunan peririnal korteks ise parahipokampal paralimbik kemerin perizokortikal kısmını oluşturur. Beynin paralimbik yapıları; kaudal orbito-frontal korteks, insula, temporal pol, parahipokampal girus ve singulat komplekstir. Korteksin limbik ve paralimbik bölgeleri; hipotalamus, bazal ganglia ve talamusun limbik bileşenleriyle beraber bellek, öğrenme ve duygularla ilgili çok önemli rolü olan limbik sistemi oluştururlar. Fakat sadece parahipokampal girusta oluşan bir hasar bilinen bir nörolojik defisite neden olmamaktadır. Bundan sonraki çalışmalar, parahipokampal girusun fonksiyonuyla ilgili bağlantılarının tanımlamasına yönelmelidir.

Beyaz cevher liflerinin ilişkilerini, yayılımlarını ve bağlantılarını histolojik incelemelerde tanımlamak zor olmaktadır. Bu bağlantılar hayvan deneyleri yapılarak tanımlanmaya çalışılmıştır^(10,11). Beyindeki liflerin karmaşık ilişkileri nedeniyle teknikte sınırlamalar vardır. Bir fiber sistemi gösterebilmek için diğer bir fiber sistemi bozulmaktadır. Günümüzde anatomik diseksiyonlarda, Klingler tekniği^(2,8) ve beyaz cevher traktlarıyla ilgili çalışmalar, pratik uygulamalarının

basit olmasına rağmen nadir olarak nöroşirürji eğitiminde ve nöroanatomi araştırmalarında kullanılmaktadır. Literatürde ancak son yıllarda bunlarla ilgili çalışmalar bulunmaktadır⁽¹²⁻¹⁷⁾. Çalışmamızda histolojik teknikler ile fiber diseksiyon tekniğini birleştirerek bölgenin topoğrafik anatomisinin daha iyi ve kolay olarak anlaşılabilmesini amaçladık.

Sonuç olarak bu çalışmada; unkus ve parahipokampal girusun topoğrafik anatomisi ayrıntılı olarak çalışılmış ve tanımlanmıştır. Bu bölgenin ayrıntılı anatomisinin bilinmesi; preoperatif planlama, cerrahi stratejinin belirlenmesi ve uygun tekniğin seçimi açısından çok önemli avantajlar sağlanmaktadır. Bu sayede temporal lob mediobazal bölgede bulunan lezyonların normal anatomik yapıları zarar vermeden total olarak daha etkili bir şekilde çıkarılabileceği kanaatindeyiz.

Etik Kurul Onayı: S.B.Ü. Bakırköy Prof. Dr. Mazhar Osman Ruh Sağlığı ve Sinir Hastalıkları SUAM Tıpta Uzmanlık Eğitimi Kurulu'ndan onay alınmıştır (29.01.2020 ve E.2967)

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Finansal destek yoktur.

Hasta Onamı: Adli Tıp Kurumu onayı bulunmaktadır.

Ethics Committee Approval: S.B.Ü. Bakırköy Prof. Dr. Mazhar Osman Mental Health and Neurological Diseases were approved by SUAM Medical Specialization Training Board (29.01.2020 and E.2967).

Conflict of Interest: None.

Funding: There is no financial support.

Informed Consent: Approved by Istanbul Institute of Forensic Medicine.

KAYNAKLAR

1. Wen HT, Rhoton AL Jr, de Oliveira E ve ark. Microsurgical anatomy of the temporal lobe: part 1: mesial temporal lobe anatomy and its vascular relationships as applied to amygdalohippocampotomy. *Neurosurgery*. 1999; 45(3):549-91. <https://doi.org/10.1097/00006123-199909000-00028>
2. Klingler J. Die makroskopische anatomie der ammonsformation. *Denkschr Schweiz Naturforsch Ges*. 1948;78:1-80.
3. Stephan H, Manolescu J: Comparative investigations on hippocampus in insectivores and primates. *Z Mikros Anat Forsch*. 1980;94(6):1025-50.
4. O'Rahilly R, Müller F. The embryonic human brain: An atlas of developmental stages. 3rd ed. Haboken, NJ: Wiley-Liss; 2006.

5. Mutel M: Etudes morphologiques sur le rhinencephale de l'homme et des mammiferes. Humblot, Nancy; 1923.
6. Duvernoy HM. The human hippocampus: Functional anatomy, vascularization and serial sections with MRI 3rd ed. New York: Springer; 2005.
7. Grasse' PP. Traite de zoologie. Anatomie, systematique, biologie, Paris: Masson; 1972.
8. Ludwig E, Klingler J. Atlas Cerebri Humani. Basel: S. Karger; 1956.
9. Mesulam MM. Principles of Behavioral and Cognitive Neurology. New York: Oxford University Press; 2000.
10. Nieuwenhuys R, Voogd J, van Huijzen C. The Human Central Nervous System: A Synopsis and Atlas. 3rd ed. New York: Springer; 1988.
11. Williams PL, Bannister LH, Berry MM ve ark. Gray's Anatomy. 38th ed. New York: Churchill Livingstone; 1995.
12. Sincoff EH, Tan Y, Abdulrauf SI: White matter fiber dissection of the optic radiations of the temporal lobe and implications for surgical approaches to the temporal horn. J Neurosurgery. 2004;101:739-46. <https://doi.org/10.3171/jns.2004.101.5.0739>
13. Ture U, Yasargil MG, Friedman AH, Al-Mefty O. Fiber dissection technique: lateral aspect of the brain. Neurosurgery. 2000;47(2):417-27. <https://doi.org/10.1097/00006123-200008000-00028>
14. Ebeling U, Reulen HJ. Neurosurgical topography of the optic radiation in the temporal lobe. Acta Neurochir. 1988;92:29-36. <https://doi.org/10.1007/BF01401969>
15. Ebeling U, von Cramon D. Topography of the uncinat fascicle and adjacent temporal fibers tracts. Acta Neurochir. 1992;115:143-8. <https://doi.org/10.1007/BF01406373>
16. Ture U, Yasargil MG, Pait GT. Is there a superior occipitofrontal fasciculus? A microsurgical study. Neurosurgery. 1997;40:1226-32. <https://doi.org/10.1097/00006123-199706000-00022>
17. Peuskens D, van Loon J, Van Calenbergh F, van den Bergh R, Goffin J, Plets C. Anatomy of the temporal lobe and the frontotemporal region demonstrated by fiber dissection. Neurosurgery. 2004;55:1174-84. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000140843.62311.24>