Bölüm 1

Temporal Lob Epilepsi Cerrahisinin Komplikasyonları ve Yönetimi

Gönül Güvenç[1]

Özet

Dirençli temporal lob epilepsisi için, temporal lob rezeksiyon prosedürleri düşük mortalite ve morbidite oranları ile güvenli bir şekilde yaygın olarak uygulanmaktadır. Ancak, epilepsi cerrahisiyle ilişkili bir nörolojik komplikasyonun ortaya çıkması, cerrahi adaylarının büyük çoğunluğunun nörolojik olarak sağlam olması nedeniyle diğer nöroşirürjikal cerrahilere göre daha dramatik hale gelmektedir. Bu nedenle, potansiyel komplikasyonlarını bilmek, mümkünse bunları önlemek veya ortaya çıktıklarında uygun şekilde yönetmek son derece önemlidir. Ayrıca, bu komplikasyonların mekanizmalarını anlamak, komplikasyon gelişmesini önleyebilecek nörogörüntüleme, nörofizyolojik veya cerrahi teknikleri kullanmak gerekmektedir. Lateral ventrikül temporal horna ulaşmada doğru yönelim, mesial temporal yapıların yeterli ve doğru açı ile görüntülenmesi, anterior koroidal arter ve Meyer döngüsünün hasarlanmasını önlemek için zorunludur. Son olarak titiz diseksiyon teknikleri ve hipokampus rezeksiyonunda hipokampal besleyici arterlerin doğru bir şekilde ayrılması ile ana arter için risk en aza indirilmelidir. Uygun hasta seçimi, doğru cerrahi yaklaşım yanısıra cerrahın nöroanatomi bilgisi ve deneyimi başarılı cerrahinin anahtarıdır. Bu yazıda, temporal lob cerrahisinin komplikasyonlar ve bu komplikasyonları önleme ve yönetim yöntemleri gözden geçirilmektedir..

1. Giriş

Epilepsi, fiziki ve ruhsal engellilik oluşturan kronik bir nörolojik bozukluktur ve genel nüfusun yaklaşık %1'ini etkilemektedir (1). Tıbbi tedavideki ilerlemelere rağmen, vakaların yaklaşık üçte biri antiepileptik tedaviye dirençli hale gelmektedir. İlaca dirençli epilepsisi olan hastalar, bilişsel bozukluklar, depresyon ve epilepside ani ölüm dahil olmak üzere ciddi

1 Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Muğla/ Türkiye, drgonul35@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9382-8610

https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1086.c4309

morbiditeler ve mortalite geliştirme eğilimindedirler(2). Dirençli epilepsi tanısı konulmuş seçilmiş hastalarda, yetişkinler ve çocuk popülasyonu dahil olmak üzere, epilepsi cerrahisi, nöbetsizlik için altın standart bir tedavi yöntemi olarak kabul edilir. Nörogörüntüleme ve cerrahi tekniklerdeki son gelişmeler, epilepsinin cerrahi tedavisini o kadar iyileştirdi ki, bazı uzmanlar artık cerrahi olarak düzeltilebilen epilepsi sendromlu hastalara, çoklu antiepileptik ilaçların başarısız olmasını yıllarca beklemek yerine, erken dönemde cerrahi önerilmesi gerektiğini öne sürmektedirler. Epilepsi cerrahisinin başarısını etkileyen en önemli faktör doğru hasta seçimidir (3).

En yaygın sendromlardan biri olan, en sık uygulanan ve başarılı sonuçların alındığı, temporal lob epilepsisi için cerrahi, yalnızca nöbetleri kontrol etmekle kalmayıp aynı zamanda zamansız ölümü de önleyebilir. Mezial temporal skleroz veya diğer fokal temporal lob epilepsili olgularda , cerrahi tedavi ile nöbetsizlik oranları %67 ile %82 arasında değişmesine rağmen epilepsi hastalarına bakan birçok klinisyen, maliyetli cerrahi prosedürlerin etkinliği ve güvenliği konusunda belirsizdirler ve hala cerrahiyi dirençli epilepsisi olan hastalar için son çare olarak görmektedirler (4). Güncel epilepsi cerrahisi prosedürleri ile geçici ve kalıcı nörolojik komplikasyonlar oldukça gerilemiştir. Bu yazıda, rezektif cerrahide en sık uygulanan temporal lob epilepsi cerrahisinin, potansiyel komplikasyonları ve yönetimi gözden geçirilmesi amaçlanmaktadır.

2. Epilepsi Cerrahisine Aday Hastalar ve Cerrahi Öncesi Değerlendirme

Epilepsi cerrahisine aday hastalar, tıbbi tedaviye rağmen, yaşam kalitesini bozan, bilişsel ve psikososyal gelişimi bozulmuş, sık nöbet geçiren hastalardır. Ancak bu aday hastalarda , epileptik odağın belirlenmesi ve rezektif cerrahiye uygun olup olmadığının belirlenmesi için detaylı bir değerlendirme yapılması gerekmektedir. Nöbet sıklığı, nöbet semiyolojisi ile birlikte , yapılan non invaziv, gerektiğinde yarıinvaziv ve invaziv incelemelerin birbiri ile uyumlu olması ve yapılacak olan cerrahinin fonksiyonel defisit oluşturmaması gerekmektedir (1).

Epilepsi cerrahisi öncesi değerlendirmede kullanılan noninvaziv incelemeler; klinik muayene, nöbet semiyolojisi, nöropsikolojik testler, saçlı deri ve video elekroensefalografi (EEG), epilepsi protokolüne uygun yapılan MRG, dominant hemisfer belirlenmesi ve fonksiyonel alanların incelenmesi için yapılan fonksiyonel MRG ve gerektiğinde pozitron emisyon tomografisi/ tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi (PET/SPECT) taramalarını içerir. Olguların büyük çoğunluğunda noninvaziv incelemeler ile cerrahiye karar verilebilir. Erişkin nöbetlerinin çoğunluğunu kompleks parsiyel nöbetler

oluşturmaktadır. Bu tip nöbetlerin %85 gibi büyük çoğunluğu temporal lob orjinlidir. MRG'de anormallik saptanan olgularda cerrahi başarı oranı daha yüksektir. Mesial /hipokampal sklerozlu temporal lob epilepsisi, neokortikal temporal lob epilepsisi ve diğer lezyonel parsiyel epilepsileri, lezyon ilişkili parsiyel epilepsi grubunu oluşturmaktadır. Bu epilepsi tiplerinde, unilateral başlangıç, lateralizasyon ve lokalizasyonu ile nöbeti başlatan epileptik odağın doğru tespiti cerrahi için altın standartdır.

3. Temporal Lob Epilepsi Cerrahisinin Komplikasyonları

Temporal lob rezeksiyon cerrahisinin, temporal lob kökenli epilepsisi olan hastalarda etkili bir tedavi seçeneği olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Rezektif cerrahiler çinde en sık uygulanan klasik yaklaşım anterior temporal lobektomi+ amigdalohipokampektomi (ATL)'dir. Seçilmiş kısıtlı olguda selektif amigdalohipokampektomi (SAH) rezeksiyon cerrahisi uygulanmaktadır. Temporal rezeksiyon prosedürleriyle ilişkili potansiyel komplikasyonların bilinmesi son derece önemlidir. Georgidias ve arkadaşlarının prosedüre bağlı komplikasyonların insidans oranlarını incelediği , metaanaliz çalışmasında , altı pediatrik, üç karma nüfuslu ve onbir yetişkin cerrahisi serisinde , bildirilen ölüm oranları %0 ile %3,5 arasında değişmektedir. Yazarlar, kümülatif morbidite oranlarınının %3,2 ile %8,8 arasında değiştiğini bildirilmektedirler(5). Temporal lob rezeksiyon cerrahisinin komplikasyonları, nörolojik, kognitif-psikiatrik olmak üzere nörofizyolojik ve cerrahi ilişkili komplikasyonları olarak değerlendirilebilir (Tablo 1).

Tablo 1: Temporal lob epilepsi cerrahisinin, nörolojik, nörofizyolojik ve cerrahi komplikasyonları

Nörolojik komplikasyonlar	Nörofizyolojik komplikasyonlar	Cerrahi komplikasyonlar
Vasküler (AChA ilişkili) Hemianopsi Konuşma bozuklukları Motor /duysal bozukluklar **Meyer loop ilişkili** Quadranopsi **Kranial sinir ilişkili** Diplopi (4.KS paralizisi)	**Rezeksiyon ilişkili** **Hafıza kaybı** (Sözel, görsel) **Psikiatrik bozukluk*** Psikoz Anksiyete Depresyon Obsesif kompulsif bozukluk *Var olan bozuklukta artış yada denova	**Hematom** Rezeksiyon kavitesi içi Epidural, subdural hematom Uzak hematom **Higroma, BOS fistülü** **Hidrosefali** **Fleb ilişkili** Fasial sinir frontal dalı paralizisi, kemik fleb rezorbsiyonu **Enfeksiyon,** Yüzeyel yara enfeksiyonu,menenjit **Sistemik** ,Derin ven trombozu, pnömoni, pulmoner emboli

3.1. Nörolojik komplikasyonlar

Anterior temporal lobektomi cerrahisi sonrası komplikasyonların çoğu, özellikle anterior koroidal arter (AChA) ve görme yolları olmak üzere, lokal vaskülatüre ile ilgili olarak ortaya çıkar. Bu ilgili yapıların anatomisinin iyi bilinmesi, yaşamı tehdit eden komplikasyonların önlenmesi ve hafifletilmesindeki en önemli basamaktır.

AChA , internal karotid arterin bifurkasyonu öncesi son dalıdır ve lateralde diensefalik ve medialde telensefalik yapılar arasında ilerler. Ameliyat sırasında zararlanması, bu arter tarafından beslenen yapılarla ilgili , postoperatif semptom ve bulguların ortaya çıkmasına neden olur. AChA'in beslediği alanlar, optik trakt ve optik radyasyon, anterior perforate substans, unkus, serebral pedinkül, temporal horn, temporal hornun koroid pleksusu, lateral genikulat cisim, internal kapsülün posterior üçte ikisi ve globus pallidusdur. Nadiren kaudat nükleusun başı, priform korteks, amigdalanın posterior laterali, substantia nigra, subtalamik nükleus, kaudat nükleusun kuyruğu, hipotalamus ve talamusun ventrolateral çekirdeği anterior koroidal arterden beslenebilir (2). Sıklıkla Anterior koroidal arter ile posterior dolaşım arterleri arasında anastomozlar bulunur. Baskın bir posterior kommunikan arter varlığında, AChA için daha küçük bir alan etkilenmesi görülebilmektedir (6,7). AChA'in hasarlanması ile görme kaybı, konuşma bozuklukları ve duysal ve motor bozuklukların meydana geleceği aşikardır.

Temporal loba yönelik cerrahilerde Meyer loop (Meyer döngüsü) etkilenebilir. Temporal lob epilepsi cerrahisi sırasında optik radyasyonu korumak son derece önemlidir (8). Optik radyasyonun Meyer döngüsünün anatomik heterojenliği, difüzyon tensör traktografisi ile değerlendirilebilir. Meyer loop, bir beyaz cevher lif yoludur ve karşı tarafın üst kadranına ilişkin görsel bilgiyi, lateral genikulat body'den görsel kortekse taşır. Temporal stemden geçerek, temporal hornun çatısının yan yüzeyinde uzanarak, oksipital lobun polüne ve görsel kortekse doğru yönelir. Ön lifleri , temporal hornun ucundan 1 cm kadar arkadadır ve sol taraf genellikle sağ tarafdan biraz daha önde yer alır . Borius ve arkadaşları optik radyasyonun , Meyer döngüsünün anatomik heterojenite taşıyabileceğini belirterek, difüzyon tensör traktografi (DTI) ile yaptıkları çalışmanın sonuçlarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada, lezyon modelli epilepsi cerrahisini kullandıklarını, temporal tip ile Meyer döngüsü arasındaki mesafeyi ve görme bozukluğu ile DTI'de liflerin hasar görme yüzdesi arasındaki korelasyonu analiz ettiklerini bildirdiler. 18 hasta ve 13 kontrol grubunda MRI'da DTI çalışması yaptılar. Bu çalışmaya göre, temporal tip ile Meyer loop mesafelerinde belirgin bireysel farklılıklar olduğunu, ancak hastalar ile kontrol grubu arasında

anlamlı bir fark bulunmadığını, hasar gören sinir lifi yüzdesi ile görme bozukluğunun ilişkili olduğunu bildirdiler. Yazarlar, temporal tip ile Meyer loop arası mesafenin ortalama 25,4 mm olduğunu belirmektedirler (9). Temporal lob rezeksiyon cerrahisinda, karşı tarafda üst kadran körlüğü , hemianopsi en yaygın görülen nörolojik komplikasyondur. Preoperatif DTI ile optik radyasyon traktografisi , bireysel bir hastanın ameliyat sonrası görme kaybı riskini değerlendirmede faydalı bir yöntem olabilir. Anterior temporal lobektomi için literatürde, %18-26 arasında üst kadran körlüğü bildirilmektedir (10). Dörtte bir görme kaybı, şiddetli olmadığı sürece hasta tarafından sıklıkla fark edilmez ve belirgin şekilde komplikasyon olarak az sayıda bildirilir. Kısmi veya tam kuadrantanopsiyi hemianopsiden ayırt etmekde lezyonun yeri önemlidir. AChA hasarı, optik traktusta iskemiye bağlı hasar nedeniyle hemianopsiye neden olurken, üst kadran anopsisi Meyer döngüsüne doğrudan bir hasar sonucu oluşur. Hader ve arkadaşları, hafif görme alanı defektleri oranını %12,9, büyük görme alanı defektlerini ise %2,1 olarak bidirmektedirler (11).

Cerrahi nöbet kontrolü için, anterior temporal lobektomiye alternatif olabileceği öne sürülerek, selektif amigdalohipokampektomi (SAH) ortaya çıkmıştır. Geleneksel ATL'de mezial yapılara erişimde, 3-6 cm' lik temporal neokorteksin enblok rezeksiyonu uygulanırken, SAH'de , mezial temporal yapılara erişim için, transsylvian, transsulkal, transgyral ve subtemporal koridorlar kullanılır. Ancak SAH'de hasta seçim kriterleri kısıtlıdır. Temporal neokorteksde epileptogenezisde rol oynayan temporal lob beyaz cevher anomalilerinin olmaması gereklidir. Nöbet semiyolojisi, EEG, MRG çalışmalarında , unilateral mesial temporal lob epilepsisi kriterlerini karşılamalıdır. SAH'de bilişsel fonksiyonun korunması amaçlanmakla birlikte, yapılan çalışmalarda nöbet kontrolünde yeterli olup olmadığı tartışmalıdır (12). Yeni ve arkadaşları, hipokampal sklerozlu temporal lob epilepsisi olan ve transylvian SAH uyguladıkları 30 hastada görme alanı defisitlerini değerlendirdiler. Ameliyatdan önce tüm hastaların görme alanı muayenesi normal iken , ameliyatdan sonra 11 (%36,69) hastada görme alanı defisiti ortaya çıktığını bildirdiler. Mesial temporal loba yaklaşımlar sırasında optik radyasyonun en savunmasiz kısmı olan Meyer döngüsüne zarar verme riskinin, insulanın inferior sirkular sulkusunun açılarak temporal horna ulaşılması ve açılması sırasında en yüksek seviyeye ulaştığını, SAH sonrası optik radyasyon liflerinin ön demetinin kesintiye uğraması nedeniyle önemli ölçüde görme lanaı defisitleri riski olduğunu gösterdiklerini belirtmişlerdir (13).

Ameliyat sonrası nörolojik defisitlerin gelişimi, epilepsi cerrahisinde önemli bir endişe kaynağıdır. Literatürde,ameliyat sonrası motor defisit

görülme sıklığı %0 ile %5 arasında değişmekte olup, geniş bir şiddet, süre ve rehabilitasyon oranları yelpazesine sahip olduğu bildirilmektedir. Bu durum, postoperatif ödeme bağlı veya rezeksiyon esnasında AChA'in aşırı manipülasyonu nedeniyle gelişen vazospazma bağlı iskemi nedeniyle ortaya çıkabildiği belirtilmektedir (11,14,15). SAH uygulanan hastaların %32,7'sinde transkranial Doppler sonografi ile vazospazm tespit edildiği bildirilmektedir (16). Engel ve arkadaşları, hastalarının %21,4'ünün serebral iskemi olduğunu raporlamışlardır (4).

Afazi, cerrahi serilerde %1,7-7,7 oranları arasında bildirilmektedir. Vakaların büyük çoğunluğunda sempromlar geçicidir ve genellikle haftalar içinde düzelir. Nadir durumlarda kalıcı olabilir. Falowski ve arkadaşları, kalıcı postoperatif afazi insidansını %0,9 olarak bildirirken, Grivas ve arkadaşları, serilerinde kalıcı afazi insidansını %3,8 olarak bildirdiler (17,18).

Kranial sinir defisitleri içinde, çoğunlukla troklear sinir felci, cerrahi sonrası diplopinin gelişmesinden sorumludur. Temporal lobektomi uygulanan hastalarda, Troklear sinir felcinin görülme sıklığının %2,6 ile %19 arasında değiştiği bildirilmektedir(19). Bildirilen vakaların büyük çoğunluğunda, ameliyat sonrası diplopinin kendiliğinden düzelmiş olduğu belirtilirken ,aksine ameliyat sonrası görme alanı defektlerinin kalıcı olduğu belirtilmektedir.

3.2. Cerrahi komplikasyonlar

Literatürde cerrahi serilerde, postoperatif hematomların oldukça nadir olduğu bildirilmektedir. Genellikle ilk 24 saatde, rezeksiyon boşluğu hematomları gelişebilmektedir. Grivas ve arkadaşları ATL uygulanan hastalarda postoperatif hematom insidansının %3,8 olduğu bildirdiler, Sindou ve arkadaşları ise ,100 hastalık serilerinde %3 olarak bildirdiler. Heller ve arkadaşları, cerrahi tahliye gerektiren postoperatif epidural hematom insidansını %1,8 olarak bildirirken, hastalarının %1,8'inde postoperatif higroma geliştiğini belirtmişlerdir (14,15). Literatürde çok nadiren, uzak hematom geliştiği bildirilmiştir. Bu komplikasyondan sorumlu kesin mekanizma belirsiz olsa da, kronik antiepileptik kullanımından kaynaklanan saptanmamış kan pıhtılaşma bozukluğunun sorumlu olabileceği öne sürülmektedir. Toczek ve arkadaşları, serebellar kanama insidansını %4,9 olarak bildirirken, de Paola ve arkadaşları, kendi cerrahi serilerinde serebellar kanama görülme sıklığının biraz daha düşük (%2,5) olduğunu raporlamışlardır (20,21). ATL sırasında aşırı miktarlarda intraoperatif BOS drenajının, intrakraniyal kompartmanların hızlı hacim değişikliği ile birlikte, postoperatif uzak hematomların gelişmesinden sorumlu olabileceği öne

sürülmüştür. Bu mekanizma, ATL vakalarında lomber subdural hematomların gelişmesinin nedenini açıklayabilir. Literatürde spinal subdural hematomların postoperatif 3. günden sonra geliştiği ve cerrahi müdahale gerektirmediği bildirilmiştir (22). Sindou ve ark. hastalarının %2'sinde ameliyat sonrası şant takılmasını gerektiren hidrosefali geliştiğini, Engel ve ark. serilerinde ameliyat sonrası hidrosefali oranının %7,1 olduğunu bildirmişlerdir(14,4).

Birçok cerrahi seride ,kraniotomi sırasında cilt kesisi ve yumuşak dokuların diseksiyonuyla ilgili komplikasyonlar bildirilmiştir. Roberti ve ark. hastalarının %2,4'ünde yüz sinirinin frontal dalının felcini raporlamışlar, %2,3'ünde kemik flebi resorbsiyon sorunları yaşadıklarını belirtmişlerdir (23). Postoperatif dönemde görülen enfeksiyonlar ya yüzeysel yara enfeksiyonları ya da menenjit şeklinde ortaya çıkmıştır. Bildirilen ameliyat sonrası enfeksiyon oranları %1 ile %4,7 arasında değişmektedir (24). Sistemik komplikasyonlar arasında, derin ven trombozu, pulmoner emboli ve pnömoni gibi cerrahi prosedüre bağlı komplikasyonlar olarak , %1,8, %1,9 ve %1,9 olarak bildiren cerrahi seriler mevcutdur (15,17,18).

3.3. Nörofizyolojik komplikasyonlar

Özellikle dominant temporal lob rezektif cerrahi prosedürleri sonrası hafızada kayıp, en endişe verici sorunlardan biridir. Ojemann ve Dodrill dominant temporal hemisfer cerrahisinde hastaların sözel hafızasının olumsuz etkilendiğini vurgulamaktadırlar. Bu otörlerin cerrahi serisinde %22'lik sözel hafıza kaybı mevcutdu (25). Ojeman ve arkadaşları, sözel bellek için lateral korteks bileşenini tanımladılar ve bu bölgelerin ameliyat esnasında kortikal stimülasyon ile lokalize edilebileceğini ve aşamalı rezeksiyonun, dominant hemisferde bile sözel hafıza kaybını önleyebileceğini vurgulamaktadırlar. Gleissner ve arkadaşları, SAH uyguladıkları 140 hastada , sol taraf rezeksiyonunda sözel hafıza kaybını %51 , sağ taraf rezeksiyonunda ise %32 oranında olduğunu bildirdiler. Görsel hafız kaybının ise %27 oranında olduğunu ve özellikle erkeklerde daha sık olduğunu vurguladılar (26).

Son yıllarda temporal lob rezeksiyon cerrahisinin , preoperatif var olan psikiatrik bozuklukların şiddetlenmesine veya de novo yeni bozuklukların ortaya çıkmasını araştıran çalışmalar artmaktadır. Bu çalışmalarda, psikoz, depresyon, anksiyete bozuklukları ve obsesif-kompulsif bozukluklar yer almaktadır. Blumer tüm ameliyat sonrası psikiyatrik komplikasyonların, uyumlu hastalarda psikotropik ilaç tedavisiyle düzeldiğini bildirmiştir (27). Leinonen ve arkadaşları, temporal lobektomi uygulanan 57 hastada %8,8 oranında psikoz geliştiğini, bunların %5,3'ün de novo psikoz olarak geliştiğini bildirmişlerdir (28).

Grivas ve arkadaşları, ameliyat sonrası organik psikolojik sendromun %5,8 oranında görüldüğünü bildirmiştir. Shaw ve arkadaşları ise, çalışmalarında ATL uygulanan hastalar arasında de novo psikoz insidansının %3,4 olduğunu bulmuştur (18,29). Malmgren ve arkadaşları , de novo psikozun %0.5 olduğunu bildirdiler. Aynı şekilde, serilerinde duygu durum bozukluklarının görülme sıklığı ameliyattan önce %1,4 iken ameliyattan sonra %17'ye yükseldiğini belirtmektedirler (30). Rezeksiyon cerrahisi sonrası depresyon görülme oranını Naylor ve ark. %10,8 olarak bildirmişlerdir. Bu vakaların %8'inin de novo olduğunu vurgulamışlardır (31).

4. Komplikasyonlardan Kaçınma ve Önleme Yolları

Anterior temporal lobektomi yapıldığında, ventriküle lateral korteksin rezeksiyonu ile girilir. Böylece epandimal yüzeyin ve mesial temporal yapıların doğrudan görsel incelemesi yapılabilir. Lateral ventrikülün temporal boynuzuna erişimde zorluk, giriş açısında yanlış bir yönlenim olduğunu düşündürür. Bu özellikle transkortikal SAH'de karşılaşılabilecek bir durumdur. Selektif amigdalohipokampektomiye yönelik yaklaşımlar, daha dar bir görüş açısı sunar. SAH için kullanılan yollardan transkortikal teknik, en az invaziv yaklaşımı sağladığı için daha çok ilgi çekmiştir. Her iki teknik, görüş yönüne kabaca dik bir düzlemde giiriş açısı ile gerçekleştirilir. Hipokampal besleyicilerin ve AChA'in lokalize edilebilmesi hipokampektominin en önemli basamağını oluşturur. AChA'in temporal horna giriş noktası olan inferior koroidal noktanın yerinin iyi bilinmesi gerektirir. Subtemporal yaklaşım, SAH sırasında lateral kortikal yapılarda daha da az hasar yaratmak için geliştirilmiştir ancak daha büyük kraniotomi gerektirir. Bu girişimde kollateral sulkus yoluyla parahipokampal girusa girilerek hipokampektomi yapılır. Bazal bir yaklaşım olan bu girişim, hipokampus görüntülenmeden önce parahipokampal girusun rezeksiyonunu gerektirir; daha sonra hipokampus cerraha doğru döndürülerek arkasındaki vasküler yapılar ortaya çıkarılır. Anatomideki farklılıklar vasküler yapıların görüntülenmesini zorlaştırabilir. Bu esnada, subpial diseksiyon tekniğine dikkatli bir şekilde uyulması ve hipokampusun lateralden mediale doğru rezeksiyonu ile operasyon ilerledikçe damarların daha iyi görüntülenmesini sağlanabilir.

Lateral temporal korteksi tamamen korumayı amaçlayan transsilviyen yaklaşım, farklı bir zorluk sunmaktadır. Daha büyük bir kraniotomiyi ve silviyan fissürü açmayı gerektirir. Başarılı bir yaklaşım, temporal lobun medialindeki sisternlerden geçerken optik traktın, karotid arterin, orta serebral arterin, posterior komunikan arterin ve anterior koroidal arterin görselleştirilmesini sağlar. Unkusun rezeksiyonu ile cerrahı ön temporal boynuza yönlendirir.

Daha sonra subpial diseksiyon, ventrikülün medial kenarı boyunca arkaya doğru devam ettirilir. Rezeksiyon hedefleri görselleştirilmeden önce bile, AChA'in görülmesi bu girişimde sağlanır. Cerrahi işlem boyunca bu yapıların zarar görmemesi için azami dikkat edilmelidir; cisternalden plexal kısmına geçerken uncus'un üstünden ve arkasından geçen AChA'nın seyri, doğrudan rezeksiyon alanının üzerinde olabilir. Doğrudan damar hasarı olmasa bile, vazospazm önemli ölçüde iskemiğe neden olabilir ve sıklıkla transslviyan yaklaşımda bu komplikasyon ortaya çıkar (32).

Her girişim yolu için, her hastanın anatomisinin net ve doğru bir şekilde anlaşılması, uygun bir girişim yolu belirlemek ve güvenli bir rezeksiyon sağlamak için çok önemlidir. Komplikasyonları önlemenin en faydalı yöntemlerinden biri stereotaktik görüntü kılavuzluğudur. Transkortikal bir SAH'ta kraniotominin tam yerinin seçimi veya subtemporal SAH'ta kollateral sulkusun yerinin doğrulanması, bu yaklaşımların sunduğu minimal invaziv potansiyeli en üst düzeye çıkarmaya yardımcı olur. Tentorial oluğun, temporal polün, tektumun ve temporal sapın tanımlanması, bu yaklaşımlarda geniş kraniotomiye gerek kalmadan rezeksiyonun kapsamı için hassas rehberlik sağlar. Ameliyat içi navigasyonun komplikasyon oranlarını azalttığı gösterilmiştir (33).

Rezeksiyon sırasında diseksiyonun, pia-araknoid tabakanın medial sisternal boşluklara geçmesi, vaskülariteyi, kranial sinirleri, diensefalonu ve orta beyni yaralanmaya maruz bırakabilir. Ameliyat alanına ani BOS drenajı, istenmeyen sisterna geçişini gösterebilir ve bu durumda aşırı dikkatli olunmalıdır. Rezeksiyonun medialinde pia-araknoid sınırını yeniden oluşturmak için çaba gösterilmelidir. Hipokampusu besleyen terminal arter dallarının hipokampusa girişinin görülememesi, parahipokampal girusun yetersiz rezeksiyonunu düşündürür ve hipokampusun devaskülarizasyonu sırasında AChA hasarı riskini artırır. Hipokampus ve fimbriyanın arterlerinden ayrılması aşaması, nazik mikrodiseksiyonla yapılmalıdır. Koroidal fissürün açılmasını önlemek için , diseksiyon boyunca önlem alınmalıdır. Damarların doğrudan koterizasyonu gerektiğinde, bu mümkün olduğunca hipokampusun yüzeyine yakın yapılmalıdır. Hipokampusu besleyen sadece uç dallar feda edilmelidir. Dikkatsiz retraksiyondan kaçınılmalıdır. AChA'in dolaylı olarak yaralanabileceği, koterizasyondan kaynaklı vazospazma uğrayabileceği her zaman akılda tutulmalıdır. Hipokampus ve fimbria ara yüzünün en uygun şekilde ve açıda görülebilmesi , kafaya uygun pozisyonun verilmesine bağlıdır. Diseksiyon boyunca koroid pleksusun üstü pamukla kapatılmalıdır. Ayrıca, parahipokampal girusun öncelikle boşaltılması hipokampusun daha kolay mobilize edilmesine ve rezeksiyonuna olanak sağlar. Vasküler yaralanma durumunda, kanama kontrolü için aşırı agresif koterizasyondan

kaçınılmalıdır. Bunun yerine, standart mikrovasküler cerrahi tekniklerini benimsemek, pamuklu pedilerle şüpheli kanama alanına hafif basınç uygulamak ve görüşü optimize etmek için ılık irrigasyon yapmak yeterli kanama kontrolü sağlayabilir. Rezeksiyon sırasında temporal stem ve meyer döngüsünden kaçınmak, optik radyasyonlara zarar vermeyi önlemenin en iyi yoludur. Bu, ATL'de en zor olandır çünkü ön temporal lobun lateral kortikal ve beyaz madde ameliyatın bir parçası olarak çıkarılır. Meyer döngüsünün en sık yaralanma yeri, temporal boynuzun ön üst ve yan tarafında yer aldığı ön sınırıdır. Meyer loop liflerini bulmak için preopratif elde edilen DTI ve traktografi ile peroperatif nöronavigasyon sistemleri ile birleştirilebilir. Meyer loop'un sanal olarak görselleştirilmesi , planlanan girişimde liflere zarar vermeyi en aza indirmek için rezeksiyonun doğrultusunun ve miktarının belirlenmesine fayda sağlayacaktır.

Chen ve arkadaşları, DTI görüntüleme ile, preo-intraoperatif DTI tabanlı lif takibini, optik radyasyonu görselleştirmek ve postoperatif görme alanı defektlerini tahmin etmek için, temporal lobektomi uygulanan 48 hastada kullandılar. Lif takibi ile ameliyat sonrası görme alanı defisitlerinin sonucu arasında önemli korelasyon olduğunu ve ameliyat sırasında optik radyasyonun görüntülenmesinin, bu komplikasyondan kaçınmaya yardımcı olduğunu bildirdiler. Powell ve arkadaşları, ameliyattan önce ve sonra optik radyasyonu görselleştirmek için difüzyon tensör görüntüleme traktografisi kullandılar ve kuadranopsi gelişen bir hastada, optik radyasyonun ön bölümü olan Meyer döngüsünün bozulduğunu gösterdiler (34,35).

Ameliyat öncesi nöronavigasyonel planlamada DTI verilerinin kaydedilmesi, rezeksiyonun kapsamından ödün vermeden görsel yolu koruyabilir. Ek olarak, intraoperatif görsel uyarılmış potansiyel izlemesi ve doğrudan subkortikal elektriksel uyarım uygulanması, rezeksiyonun görsel yol boyunca doğruluğunu daha da artırabilir ve böylece postoperatif görme alanı defektleri riskini en aza indirebilir. Benzer şekilde, troklear sinir boyunca dikkatli diseksiyon yapılması ve sinir üzerinde traksiyondan bile kaçınılması, ameliyat sonrası diplopi insidansını önleyebilir veya en aza indirebilir olduğu belirtilmektedir (36). Ameliyat sonrası üst kadran görme kaybının tespiti, yüz yüze yapılan klinik görme alanı muayenesi sırasında fark edilmeyebilir. Resmi, standart görme alanı muayenesinin kullanılması, ameliyat sonrası görme alanı defektlerinin tespiti ve komplikasyon olarak raporlanma sıklığını artırabilir.

Temporal lobektomi sonrası postoperatif hemiparezi görülmesi, orta serebral veya dominant anterior koroidal arterlerin vazospazmının gelişmesine veya cerrahi manipülasyona bağlı serebral ödemin gelişmesine bağlanmıştır.

Yüksek riskli hastalarda intraoperatif mikro-Doppler'in kullanılması, vazospazm gelişimi eğilimi olanları belirleyebilir. Bu hastaların nimodipin ile erken farmakolojik tedavisi, klinik olarak semptomatik vazospazmın önleyebilir ve böylece iskemik inme ve postoperatif hemiparezin gelişmesini engelleyebilir (37). Ameliyat sonrası yönetimde, rezeksiyon boşluğu içine kanama, akut iskemik inme olasılığı göz önünde bulundurularak yeterli ve dengeli serebral perfüzyon basıncını korumaya yönelik olmalıdır. Optik radyasyonlara istem dışı verilen hasar, traktografi ile gelişmiş görüntüleme yapılmadığı sürece ameliyat sırasında büyük olasılıkla tespit edilmeyecektir.

Bilişsel, nöropsikolojik ve/veya psikiyatrik komplikasyonların gelişimi çeşitli faktörlerle ilişkilendirilmiştir. Rezeksiyon tarafı (sağ/sol), mezial ve neokortikal temporal rezeksiyon miktarı, altta yatan histopatoloji ve önceki temporal cerrahilerin varlığı, postoperatif kognitif ve psikiyatrik komplikasyonların gelişiminde doğru bir şekilde tanımlanması gereken faktörlerdir.

Gleissner ve arkadaşları, postoperatif görsel hafıza kaybının hastanın cinsiyeti ve rezeksiyonun lateralitesiyle ilişkili olduğunu bulmuşlardır ve sol taraflı rezeksiyonu olan hastalarda sözel hafıza kaybının daha sık görüldüğünü belirtmişlerdir. Anksiyete ve/veya depresyon bozuklukları öyküsü , psikiyatrik bozukluklar için aile öyküsü, ameliyat öncesi ruh hali bozukluklarının varlığı, ameliyat sonrası nöbetlerin devam etmesi, ameliyat sonrası psikososyal uyumda zorluk, yaygın epileptojenite ve ameliyat öncesi ikincil jeneralize tonik-klonik nöbetlerin varlığı, ameliyat sonrası psikiyatrik komplikasyonların gelişimi için yatkınlaştırıcı faktörler olarak tanımlanmıştır (26). Shaw ve arkadaşlarının çalışması , mezial temporal skleroz dışında histopatolojiye sahip hastaların, iki taraflı EEG anormalliklerinin varlığının ve karşı taraf amigdalasının küçük boyutlu olmasının,ameliyat sonrası psikoz gelişimi için yatkınlık yaratabileceğini göstermiştir (29). Ancak, rezeksiyon yapılan amigdalanın, karşı tarafının büyük boyutlu olmasının postoperatif psikozun patogenezinde rol oynadığına dair karşı yayınlarda bulunmaktadır (38).

Temporal lob epilepsi cerrahisinde, herhangi bir enfeksiyonu önlemek için perioperatif antibiyotiklerin uygulanması ve uygun antibiyotik profilaksisi rejiminin seçimi konusu tartışmalı olmaya devam etmektedir. Epilepsi cerrahlarının büyük çoğunluğu perioperatif antibiyotik profilaksisi uygulasa da, rolünü sorgulayan raporlar bulunmaktadır. Cilt flebi çevrilmesi esnasında gelişebilecek cerrahi komplikasyonlardan biri olan, fasial sinirin frontal dalında herhangi bir hasarı önlemek için interfasiyal diseksiyon

kullanılması önerilmektedir. Böylece daha iyi bir postoperatif kozmetik sonuç elde edilebilir (23).

5. Sonuç

Dirençli temporal epilepsi için temporal lob rezeksiyon cerrahisi, en yaygın uygulanan güvenli bir cerrahi prosedürdür. Epilepsi cerrahisinin sonuçları, etkinliği ve komplikasyonları çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Potansiyel komplikasyonları bilmek ve önlemek için doğru cerrahi yöntemleri uygulamak çok önemlidir. Özellikle mesial temporal yapıların rezeksiyonunda, cerrahın nöroanatomi bilgisi yanında nöronavigasyon yardımıyla yeterli görselleştirme sağlanarak vasküler yapıların yaralanmasının önlenmesi başarılı bir cerrahinin anahtarıdır.

Kaynaklar

1. Wiebe S, Blume WT, Girvin JP, Eliasziw M; Effectiveness and Efficiency of Surgery for Temporal Lobe Epilepsy Study Group. A randomized, controlled trial of surgery for temporal-lobe epilepsy. N Engl J Med. 2001 Aug 2;345(5):311-8. doi: 10.1056/NEJM200108023450501. PMID: 11484687.
2. Kwan P, Brodie MJ. Early identification of refractory epilepsy. N Engl J Med. 2000 Feb 3;342(5):314-9. doi: 10.1056/NEJM200002033420503. PMID: 10660394.
3. Engel J Jr. The timing of surgical intervention for mesial temporal lobe epilepsy: a plan for a randomized clinical trial. Arch Neurol. 1999 Nov;56(11):1338-41. doi: 10.1001/archneur.56.11.1338. PMID: 10555652.
4. Engel J Jr, McDermott MP, Wiebe S, Langfitt JT, Stern JM, Dewar S, Sperling MR, Gardiner I, Erba G, Fried I, Jacobs M, Vinters HV, Mintzer S, Kieburtz K; Early Randomized Surgical Epilepsy Trial (ERSET) Study Group. Early surgical therapy for drug-resistant temporal lobe epilepsy: a randomized trial. JAMA. 2012 Mar 7;307(9):922-30. doi: 10.1001/jama.2012.220. PMID: 22396514; PMCID: PMC4821633.
5. Georgiadis I, Kapsalaki EZ, Fountas KN. Temporal lobe resective surgery for medically intractable epilepsy: a review of complications and side effects. Epilepsy Res Treat. 2013;2013:752195. doi: 10.1155/2013/752195. Epub 2013 Oct 31. PMID: 24288602; PMCID: PMC3833403.
6. Kotagal P, Lüders HO, Williams G, et al: Psychomotor seziures of temporal lobe onset: analysis of symptom clusters and sequences. Epilepsy Res, 1995; 20(1): 49-67
7. Schramm J, Clusmann H. The surgery of epilepsy. Neurosurgery 62 [suppl 2]: 463-481, 2008.
8. Tebo CC, Evins AI, Christos PJ, Kwon J, Schwartz TH. Evolution of cranial epilepsy surgery complication rates: a 32-year systematic review and meta-analysis. J Neurosurg. 2014 Jun;120(6):1415-27. doi: 10.3171/2014.1.JNS131694. Epub 2014 Feb 21. PMID: 24559222.
9. Borius PY, Roux FE, Valton L, Sol JC, Lotterie JA, Berry I. Can DTI fiber tracking of the optic radiations predict visual deficit after surgery? Clin Neurol Neurosurg. 2014 Jul;122:87-91. doi: 10.1016/j.clineuro.2014.04.017. Epub 2014 May 5. PMID: 24908224.
10. Attiah MA, Paulo DL, Danish SF, Stein SC, Mani R. Anterior temporal lobectomy compared with laser thermal hippocampectomy for mesial temporal epilepsy: A threshold analysis study. Epilepsy Res. 2015 Sep;115:1-7. doi: 10.1016/j.eplepsyres.2015.05.007. Epub 2015 May 22. PMID: 26220371.

11. Hader WJ, Tellez-Zenteno J, Metcalfe A, Hernandez-Ronquillo L, Wiebe S, Kwon CS, Jette N. Complications of epilepsy surgery: a systematic review of focal surgical resections and invasive EEG monitoring. Epilepsia. 2013 May;54(5):840-7. doi: 10.1111/epi.12161. Epub 2013 Apr 3. PMID: 23551133.
12. Abosch A, Bernasconi N, Boling W, Jones-Gotman M, Poulin N, Dubeau F, Andermann F, Olivier A. Factors predictive of suboptimal seizure control following selective amygdalohippocampectomy. J Neurosurg. 2002 Nov;97(5):1142-51. doi: 10.3171/jns.2002.97.5.1142. PMID: 12450037.
13. Yeni SN, Tanriover N, Uyanik O, Ulu MO, Ozkara C, Karaağaç N, Ozyurt E, Uzan M. Visual field defects in selective amygdalohippocampectomy for hippocampal sclerosis: the fate of Meyer's loop during the transsylvian approach to the temporal horn. Neurosurgery. 2008 Sep;63(3):507-13; discussion 513-5. doi: 10.1227/01.NEU.0000324895.19708.68. PMID: 18812962.
14. Sindou M, Guenot M, Isnard J, Ryvlin P, Fischer C, Mauguière F. Temporo-mesial epilepsy surgery: outcome and complications in 100 consecutive adult patients. Acta Neurochir (Wien). 2006 Jan;148(1):39-45. doi: 10.1007/s00701-005-0644-x. Epub 2005 Nov 7. PMID: 16283106.
15. Heller AC, Padilla RV, Mamelak AN. Complications of epilepsy surgery in the first 8 years after neurosurgical training. Surg Neurol. 2009 Jun;71(6):631-7, discussion 637. doi: 10.1016/j.surneu.2008.03.023. Epub 2008 Jun 2. PMID: 18514273.
16. Lackner P, Koppelstaetter F, Ploner P, Sojer M, Dobesberger J, Walser G, Schmutzhard E, Schmidauer C, Bauer R, Unterberger I, Ortler M, Trinka E. Cerebral vasospasm following temporal lobe epilepsy surgery. Neurology. 2012 Apr 17;78(16):1215-20. doi: 10.1212/WNL.0b013e318250d7d6. Epub 2012 Mar 21. PMID: 22442433.
17. Falowski SM, Wallace D, Kanner A, Smith M, Rossi M, Balabanov A, Ouyang B, Byrne RW. Tailored temporal lobectomy for medically intractable epilepsy: evaluation of pathology and predictors of outcome. Neurosurgery. 2012 Sep;71(3):703-9; discussion 709. doi: 10.1227/NEU.0b013e318262161d. PMID: 22668889.
18. Grivas A, Schramm J, Kral T, von Lehe M, Helmstaedter C, Elger CE, Clusmann H. Surgical treatment for refractory temporal lobe epilepsy in the elderly: seizure outcome and neuropsychological sequels compared with a younger cohort. Epilepsia. 2006 Aug;47(8):1364-72. doi: 10.1111/j.1528-1167.2006.00608.x. PMID: 16922883.
19. Cohen-Gadol AA, Leavitt JA, Lynch JJ, Marsh WR, Cascino GD. Prospective analysis of diplopia after anterior temporal lobectomy for mesial temporal lobe sclerosis. J Neurosurg. 2003 Sep;99(3):496-9. doi: 10.3171/jns.2003.99.3.0496. PMID: 12959436.

20. Toczek MT, Morrell MJ, Silverberg GA, Lowe GM. Cerebellar hemorrhage complicating temporal lobectomy. Report of four cases. J Neurosurg. 1996 Oct;85(4):718-22. doi: 10.3171/jns.1996.85.4.0718. PMID: 8814184.
21. de Paola L, Troiano AR, Germiniani FM, Coral P, Della Coletta MV, Silvado CE, Moro M, de Araújo JC, Mäder MJ, Werneck LC. Cerebellar hemorrhage as a complication of temporal lobectomy for refractory medial temporal epilepsy: report of three cases. Arq Neuropsiquiatr. 2004 Jun;62(2B):519-22. doi: 10.1590/s0004-282x2004000300026. Epub 2004 Jul 20. PMID: 15273855.
22. Mursch K, Halatsch ME, Steinhoff BJ, Behnke-Mursch J. Lumbar subdural haematoma after temporomesial resection in epilepsy patients--report of two cases and review of the literature. Clin Neurol Neurosurg. 2007 Jun;109(5):442-5. doi: 10.1016/j.clineuro.2007.02.001. Epub 2007 Mar 8. PMID: 17349739.
23. Roberti F, Potolicchio SJ, Caputy AJ. Tailored anteromedial lobectomy in the treatment of refractory epilepsy of the temporal lobe: long term surgical outcome and predictive factors. Clin Neurol Neurosurg. 2007 Feb;109(2):158-65. doi: 10.1016/j.clineuro.2006.07.004. Epub 2006 Aug 28. PMID: 16934920.
24. Oertel J, Gaab MR, Runge U, Schroeder HW, Wagner W, Piek J. Neuronavigation and complication rate in epilepsy surgery. Neurosurg Rev. 2004 Jul;27(3):214-7. doi: 10.1007/s10143-004-0324-y. Epub 2004 Mar 27. PMID: 15048558.
25. Ojemann GA, Dodrill CB. Verbal memory deficits after left temporal lobectomy for epilepsy. Mechanism and intraoperative prediction. J Neurosurg. 1985 Jan;62(1):101-7. doi: 10.3171/jns.1985.62.1.0101. PMID: 3964840.
26. Gleissner U, Helmstaedter C, Schramm J, Elger CE. Memory outcome after selective amygdalohippocampectomy: a study in 140 patients with temporal lobe epilepsy. Epilepsia. 2002 Jan;43(1):87-95. doi: 10.1046/j.1528-1157.2002.24101.x. PMID: 11879392.
27. Blumer D, Wakhlu S, Davies K, Hermann B. Psychiatric outcome of temporal lobectomy for epilepsy: incidence and treatment of psychiatric complications. Epilepsia. 1998 May;39(5):478-86. doi: 10.1111/j.1528-1157.1998.tb01409.x. PMID: 9596199.
28. Leinonen E, Tuunainen A, Lepola U. Postoperative psychoses in epileptic patients after temporal lobectomy. Acta Neurol Scand. 1994 Dec;90(6):394-9. doi: 10.1111/j.1600-0404.1994.tb02747.x. PMID: 7892757.
29. Shaw P, Mellers J, Henderson M, Polkey C, David AS, Toone BK. Schizophrenia-like psychosis arising de novo following a temporal lobectomy: timing and risk factors. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2004 Jul;75(7):1003-8. doi: 10.1136/jnnp.2003.022392. PMID: 15201360; PMCID: PMC1739094.

30. Malmgren K, Starmark JE, Ekstedt G, Rosén H, Sjöberg-Larsson C. Nonorganic and Organic Psychiatric Disorders in Patients after Epilepsy Surgery. Epilepsy Behav. 2002 Feb;3(1):67-75. doi: 10.1006/ebeh.2001.0304. PMID: 12609355.
31. Naylor AS, Rogvi-Hansen Bá, Kessing L, Kruse-Larsen C. Psychiatric morbidity after surgery for epilepsy: short-term follow up of patients undergoing amygdalohippocampectomy. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1994 Nov;57(11):1375-81. doi: 10.1136/jnnp.57.11.1375. PMID: 7964815; PMCID: PMC1073190
32. Martens T, Merkel M, Holst B, Brückner K, Lindenau M, Stodieck S, Fiehler J, Westphal M, Heese O. Vascular events after transsylvian selective amygdalohippocampectomy and impact on epilepsy outcome. Epilepsia. 2014 May;55(5):763-769. doi: 10.1111/epi.12556. Epub 2014 Feb 27. PMID: 24575936. 44–4
33. Oertel J, Gaab MR, Runge U, Schroeder HW, Wagner W, Piek J. Neuronavigation and complication rate in epilepsy surgery. Neurosurg Rev. 2004 Jul;27(3):214-7. doi: 10.1007/s10143-004-0324-y. Epub 2004 Mar 27. PMID: 15048558.
34. Chen X, Weigel D, Ganslandt O, Buchfelder M, Nimsky C. Prediction of visual field deficits by diffusion tensor imaging in temporal lobe epilepsy surgery. Neuroimage. 2009 Apr 1;45(2):286-97. doi: 10.1016/j.neuroimage.2008.11.038. Epub 2008 Dec 16. PMID: 19135156.
35. Powell HW, Parker GJ, Alexander DC, Symms MR, Boulby PA, Wheeler-Kingshott CA, Barker GJ, Koepp MJ, Duncan JS. MR tractography predicts visual field defects following temporal lobe resection. Neurology. 2005 Aug 23;65(4):596-9. doi: 10.1212/01.wnl.0000172858.20354.73. PMID: 16116123.
36. Cohen-Gadol AA, Leavitt JA, Lynch JJ, Marsh WR, Cascino GD. Prospective analysis of diplopia after anterior temporal lobectomy for mesial temporal lobe sclerosis. J Neurosurg. 2003 Sep;99(3):496-9. doi: 10.3171/jns.2003.99.3.0496. PMID: 12959436.
37. Schaller C, Jung A, Clusmann H, Schramm J, Meyer B. Rate of vasospasm following the transsylvian versus transcortical approach for selective amygdalohippocampectomy. Neurol Res. 2004 Sep;26(6):666-70. doi: 10.1179/016164104225015921. PMID: 15327757.
38. Tebartz Van Elst L, Baeumer D, Lemieux L, Woermann FG, Koepp M, Krishnamoorthy S, Thompson PJ, Ebert D, Trimble MR. Amygdala pathology in psychosis of epilepsy: A magnetic resonance imaging study in patients with temporal lobe epilepsy. Brain. 2002 Jan;125(Pt 1):140-9. doi: 10.1093/brain/awf008. PMID: 11834599.