T.C
Atatürk Üniversitesi
Nöroşirurji Anabilim Dalı

Mediobazal Temporal Bölge Anatomisine Retrosigmoid Transtentorial Yaklaşım: Kadavra Çalışması

MUHAMMET ELVEREN
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
PROF. DR. HAKAN HADİ KADIOĞLU

Bu araştırma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TTU-2022-10480 kodlu proje olarak desteklenmiştir.

ERZURUM 2023

TEŞEKKÜR

Anabilim dalı başkanımız ve tez danışmanım Prof. Dr. Hakan Hadi Kadıoğlu'na, tüm eğitimim boyunca ve tezimi hazırladığım süre zarfında bana yol gösterdiği ve öncülük ettiği için teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca klinik eğitimime emeklerinden dolayı anabilim dalımızın diğer öğretim üyelerine, özellikle tez çalışması sürecinde yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Hakan Şahin'e, deney sürecinde de kliniğimizde olduğu gibi ekip çalışmasının hazzına vardığım değerli arkadaşlarım Dr. Caner Fahrettin Kara ve Dr. Ufuk Temtek'e teşekkür ederim.

Son olarak öğrenciliğimin ve asistanlığımın her aşamasında bana desteklerini esirgemeyen annem ve babam başta olmak üzere aileme, bu zorlu sürecin en büyük destekçisi sevgili eşim Firdevs ve motivasyon kaynağım oğlum Gökalp'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Muhammet Elveren

Mayıs 2023

ÖZET

Mediobazal Temporal Bölge Anatomisine Retrosigmoid Transtentorial Yaklaşım: Kadavra Çalışması

Amaç: Mediobazal temporal alanın (MTA) tümüne, retrosigmoid transtentorial yaklaşım (RTY) ile ulaşılabilecek yeni bir cerrahi koridor belirlemek ve tüm alana ulaşmada zorluk düzeyinin preoperatif tahmin edilebileceği radyolojik ölçümleri tanımlamak amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Ölüm nedeni kranyal patolojiler olmayan 8 adet kadavra ve kranyal patolojisi olmadığı raporlanan 100 beyin görüntülemesinde; sefalik indeksler, tentorial ve oksipital açılar, retrosigmoid giriş noktası ile MTA'nın ön sınırının belirleyicisi olan temporal pol (TmP), temporal horn (Th) ve inferior koroidal nokta (IchP) arasındaki mesafeler ölçüldü. Kadavralar üzerinde tüm aşamaları fotoğraflanarak RTY ile inferomedial açıdan MTA'ya ulaşım çalışıldı. Diseksiyon aşamasında asterion ile inion (in), opistion (opi), mastoid proces (Mst) arası ve giriş noktası ile rezeksiyon sınırlarını belirleyici noktalar arası mesafeler ölçüldü. Elde edilen veriler istatistiksel olarak kıyaslandı. RTY'nin sınırları tespit edilerek, mevcut cerrahi yöntemlerle avantajlar ve dezavantajları karşılaştırıldı.

Bulgular: Radyolojik görüntülemelerde yapılan ölçümlerde tentorial açı ve oksipital açılar ortalama 41,76±6,8 ve 114,7±8,4; giriş noktası ile Tmp, Th ve IchP arası ortalama mesafeler sırasıyla 88,22±9,6 mm, 63,84±6,1 mm ve 64,67±6,08 mm ölçüldü. Kadavraların yedisi (%87,59) brakisefalik, biri (%12,5) mezosefalik idi; dolikosefalik kadavra yoktu. 100 olgunun beyin görüntülemesinde ise 79 tanesi brakisefalik (%79), 17 olgu mezosefalik (%17) ve 4 olgu dolikosefalik (%4) idi. Kadavra diseksiyonunda asterion ile in, opi ve Mst arası mesafeler sırasıyla 61,42±1,23 mm, 61,56±1,21 mm ve 47,78±1,41 mm olarak; giriş noktası ile rezeksiyona başlama noktası arası mesafe 42,43±1,50 mm, Th lateral duvarı arasındaki mesafe 65,31±6,62 mm ve en ön sınır arası mesafe 82,78±5,68 mm olarak ölçüldü.

Sonuç: RTY ile MTA'nın tamamına ulaşılabilir ancak tentorial ve oksipital açı arttıkça ön kısma erişim zorlaşacaktır. MTA'ya yönelik mevcut cerrahi yaklaşımlara göre RTY; cerrahi mesafenin daha kısa olması, nöral ve vasküler yapılara hasar verilmemesi nedeniyle üstünlük göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Mediobazal temporal alan, retrosigmoid, transtentorial

ABSTRACT

Retrosigmoid Transtentorial Approach to Mediobasal Temporal Region Anatomy: A Cadaver Study

Objective: It was aimed to determine a new surgical corridor that can be reached with the retrosigmoid transtentorial approach (RTA) to the entire mediobasal temporal region (MTR) and to preoperatively predict the difficulty in reaching the entire area.

Materials and Methods: In 8 cadavers whose cause of death was not cranial pathologies and 100 brain imaging studies for which no cranial pathology was reported; The distances between the cephalic indices, tentorial and occipital angles, the retrosigmoid entry point and the temporal pole (TmP), the temporal horn (Th) and inferior choroidal point (IchP), the structure of the anterior structure of the MTR, were measured. The entire accommodation was photographed on the cadavers, and inferomedial protection with RTA was studied to reach the MTR. The distances between asterion and inion (in), opistion (opi), mastoid process (Mst) and between the entry point and the components of the resection edge were measured. Obtained reviews were taken and compared. Limitations of RTA were identified, current surgical safety advantages and limitations were compared.

Results: The mean tentorial angle and occipital angles were 41.76±6.8 and 114.7±8.4, measured in radiological imaging; The mean distances between the point of Tmp, Th and IchP were measured as 88.22±9.6 mm, 63.84±6.1 mm and 64.67±6.08 mm, respectively. Seven (87.59%) cadavers were brachycephalic and one (12.5%) was mesocephalic; There was no dolichocephalic cadaver. In brain imaging of 100 cases, 79 were brachycephalic (79%), 17 cases were mesocephalic (17%), and 4 cases were dolichocephalic (4%). In cadaver dissection, the distances between asterion and in, opi and Mst were 61.42±1.23 mm, 61.56±1.21 mm and 47.78±1.41 mm, respectively; The distance between the entry point and the starting point of resection was 42.43±1.50 mm, the distance between the Th lateral wall was 65.31±6.62 mm, and the distance between the most anterior border was 82.78±5.68 mm.

Conclusion: With RTA, the entire MTR can be reached, but it will be difficult to reach the anterior part waiting for the tentorial and occipital angle. According to current surgical approaches to MTR, RTA; It shows its superiority because the surgical distance is shorter and the neural and vascular structures are not damaged.

Keywords: Mediobasal temporal region, retrosigmoid, transtentorial

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR I
ÖZET II
ABSTRACT III
İÇİNDEKİLER IV
TABLOLAR DİZİNİ V
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
KISALTMALAR VII
1. GİRİŞ ve AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1 TARİHÇE 3
2.1.1 Epilepsi ve Cerrahisinin Tarihi 3
2.1.2 Limbik Sistem ve Cerrahisinin Tarihi 6
2.1.3 Posterior Fossa ve Cerrahisinin Tarihi 9
2.2 ANATOMİ ve FONKSİYON 12
2.2.1 Hipokampus Anatomi ve Fonksiyon 12
2.2.2 Amigdala Anatomi ve Fonksiyon 19
2.2.3 Tentoriumun Anatomisi ve Fonksiyonu 22
2.2.4 Retrosigmoid Anatomi 24
2.3 MTA'YA YAKLAŞIMLAR 26
2.3.1 Superior Yüzey 27
2.3.2 Lateral Yüzey 28
2.3.3 Bazal Yüzey 28
2.3.4 Medial Yüzey 29
2.3.4.1 Transsylvian-transsisternal Yaklaşım 29
2.3.4.2 Oksipital İnterhemisferik Yaklaşım 30
2.3.4.3 Supraserebellar Transtentorial Yaklaşım 30
3- GEREÇ VE YÖNTEM 32
4. BULGULAR 43
4.1 Diseksiyon Aşamasında Ölçülen Mesafeler ve Sonuçları 43
4.2 Kadavra Radyolojik Görüntülemelerinin Ölçüm Sonuçları 44
4.3 Serebral Patoloji Olmayan Yüz Olgunun Görüntülemelerinin Ölçüm Sonuçları 45
5. TARTIŞMA 51
6. SONUÇ 61
7. KAYNAKÇA 62

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1: MTA'ya Yaklaşımlar 27
Tablo 2: MTA'ya Yaklaşımların Avantajları ve Dezavantajları 31
Tablo 3: Radyolojik Görüntülerde Yapılan Ölçümler ve Tanımları 33
Tablo 4: Asterion ile İlgili Ölçümler ve Sonuçları 43
Tablo 5: Kadavra Diseksiyonunda RGN ile Hedef Noktalar Arası Mesafe Ölçümleri 43
Tablo 6: Kadavra Görüntülemelerinde SI ve Açı Ölçümleri 44
Tablo 7: Kadavra Görüntülemelerinde RGN ile Hedef Nokta Arası Ölçümler 44
Tablo 8: Serebral Patoloji Olmayan Olguların Görüntülemelerinde SI ve Açı Ölçümleri 45
Tablo 9: Serebral Patoloji Olmayan Olguların Görüntülemelerinde RGN ile Hedef Nokta Arası Ölçümler 47
Tablo 10: Ölçümlerin İstatistik Sonuçları 50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Limbik sistemin gelişimi ve yetişkin anatomisinin illüstratif gösterimi 13
Şekil 2: Sağ hemisferin inferomedial görünümünün illüstratif gösterimi 14
Şekil 3: Lateral ventrikül inferior hornunun koronal kesitinin illüstratif gösterimi .. 15
Şekil 4: Hipokampal gövde ve kuyruğun illüstratif gösterimi..... 16
Şekil 5: Hipokampus vaskülarizasyonunun illüstratif gösterimi 17
Şekil 6: Amigdala ve hipokampusun illüstratif gösterimi 20
Şekil 7: Amigdala çekirdeklerinin şematizasyonu 21
Şekil 8: Tentorium serebelli ve venöz sinüsler ile ilişkisinin illüstratif gösterimi 23
Şekil 9: Retrosigmoid bölgenin illüstratif gösterimi 25
Şekil 10: Fukushima pozisyonu ve bu pozisyonda RGN gösterimi 34
Şekil 11: Kadavralarda nöronavigasyon ile RGN'den MTA'ya cerrahi doğrultunun gösterilişi..... 34
Şekil 12: Skalp kaldırılması sonrası görüntü..... 35
Şekil 13: Yandan asterion ile ölçüm noktalarının gösterimi 36
Şekil 14: Retrosigmoid açıdan ölçüm noktalarının gösterimi 36
Şekil 15: Dura kaldırıldıktan sonra retrosigmoid açıdan görüntü. 37
Şekil 16: Serebellum üst üçte 1/3'lük çıkarıldıktan sonra görüntü. 37
Şekil 17: Sağ serebral hemisferin medial yüzeyinin görüntüsü 38
Şekil 18: Sağ serebral hemisferin lateral yüzeyinin görüntüsü 39
Şekil 19: Sağ serebral hemisferin bazal yüzeyinin görüntüsü..... 39
Şekil 20: U şeklinde TCb kesisi sonrası spesmenin görüntüsü 40
Şekil 21: CUSA yardımı ile subpial diseksiyonun yapılışı 41
Şekil 22: Koroid pleksus görülerek temporal horn lateral duvarının rezeke edildikten sonra görüntüsü..... 41
Şekil 23: Lateral ve inferior doğrultuda devam edilerek hipokampus başı ve amigdala rezeksiyonu..... 42

KISALTMALAR

1n: Olfaktor Sinir
2n: Optik Sinir
3V: Üçüncü Ventrikül
A: Asterion
acer: Anterior Serebral Arter
acoma: Anterior Komunikan Arter
AnG: Anguler Girus
bcc: Korpus Kallozum Gövde
BLV: Lateral Ventrikül Gövde
BOS: Beyin Omurilik Sıvısı
BT: Bilgisayarlı Tomografi
CA1: Cornu Ammonis Birinci Bölge
CA2: Cornu Ammonis İkinci Bölge
CA3: Cornu Ammonis Üçüncü Bölge
CA4: Cornu Ammonis Dördüncü Bölge
cc: Korpus Kallozum
ces: Santral Sulkus
CG: Singular Girus
cgs: Singulat Sulkus
chp: Koroid Pleksus
CmaA: Kallozomarginal Arter
cols: Kollateral Sulkus
cos: Koronal Sütur
CPA: Serebellopontin Açı
CRF: Kortikotropin Salgılatıcı Hormon
cs: Kalkarin Sulkus
Cun: Kuneus
EAM: Eksternal Akustik Meatus
ECA: Eksternal Karotid Arter
EEG: Elektroensefalografi
FLV: Lateral Ventrikül Frontal Horn
FroB: Frontal Kemik
FrPa: Frontopolar Arter
FuG: Fusiform Girus
FxC: Falks Cerebri
GAN: Greater Auriküler Sinir
gcc: Korpus Kallozum Genu
GR: Girus Rektus
ıcer: İnternal Serebral Arter
IchP: İnferior Koroidal Nokta
ICV: İnternal Serebral Ven
IFG: İnferior Frontal Girus
IFGOp: İnferior Frontal Girus Pars Operkülaris
IFGOr: İnferior Frontal Girus Pars Orbitalis
IFGTr: İnferior Frontal Girus Pars Triangularis
InfR: İnfindibular Reses
INL: İnferior Nuchal Line
IOcG: İnferior Oksipital Girus
IPL: İnferior Paryetal Lobül
ISL: İnferior Semilunar Lobül
ITG: İnferior Temporal Girus
IthA: İntertalamik Adezyon
ITS: İnferior Temporal Sulkus
ictd: İnternal Karotid Arter
in: İnion
iop: İç Oksipital Çıkıntı
lds: Lambdoid Sütur
LgG: Lingual Girus
lOcA: Lateral Oksipital Arter
mFBa: Medial Frontobazal Arter
MFG: Medial Frontal Girus
mma: Medial Meningeal Arter
mOcA: Medial Oksipital Arter
MOcG: Medial Oksipital Girus
MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

Mst: Mastoid Proces
MTA: Mediobazal Temporal Alan
MTG: Middle Temporal Girus
MTLE: Meziyal Temporal Lob Epilepsisi
OA: Oksipital Açı
occa: Oksipital Arter
OccB: Oksipital Kemik
occv: Oksipital Ven
ocm: Oksipitomastoid Sütur
OcP: Oksipital Pol
op: Opisthocranion
opi: Opistion
OrG: Orbital Girus
PAA: Posterior Auriküler Arter
pam: Paryetomastoid Sütur
PAM: Posterior Auriküler Kas
ParB: Paryetal Kemik
PAV: Posterior Auriküler Ven
pcer: Posterior Serebral Arter
pcerA: Anterior Temporal Dalı
pcerC: Kalkarin Dalı
pcerO: Oksipital Dalı
pcerP: Posterior Temporal Dalı
pcerPO: Paryetooksipital Dalı
PCL: Parasentral Lobül
pcoma: Posterior Komunikan Arter
PCun: Prekuneus
perCA: Perikallozal Arter
PHG: Parahipokampal Girus
PiR: Pineal Reses
PoG: Postsentral Girus
pos: Paryetooksipital Sulkus
PrG: Presentral Girus
PST: Paramedian Supraserebellar Transtentorial
rcc: Korpus Kallozum Rostrum
RGN: Retrosigmoid Giriş Noktası
RS: Retrosigmoid
RTY: Retrosigmoid Transtentorial Yaklaşım
scc: Korpus Kallozum Splenium
SCeL: Santral Serebellar Lobül
SCM: Sternocleidomastoid Kas
SFG: Superior Frontal Girus
SI: Sefalik İndeks
sigs: Sigmoid Sinüs
SMG: Supramarginal Girus
SNL: Superior Nuchal Line
SOcG: Superior Oksipital Girus
SOr: Supraoptik Reses
SpCaM: Splenius Capitis Kası
SPL: Superior Paryetal Lobül
sqs: Squamoz Sütur
SSL: Superior Semilunar Lobul
sta: Süperfisial Temporal Arter
STG: Superior Temporal Girus
TA: Tentorial Açı
tap: Tentorial Apex
TCb: Tentorium Serebelli
TempB: Temporal Kemik
TempF: Temporal Fossa
th: Temporal Horn
TLE: Temporal Lob Epilepsisi
TmP: Temporal Pol
trs: Transvers sinüs
TSSJ: Transvers Sinüs-Sigmoid Sinüs Bileşkesi
tsv: Talamositriat Ven
tus: Tuberculum Sella
Un: Unkus

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Limbik lobun bir kısmı olan mediobazal temporal alan (MTA); vasküler, neoplastik ve dejeneratif patolojilerin yerleşebildiği bir bölgedir. Bu bölgede yerleşebilen lezyonların tanı almasında teknolojik gelişmelerin, bilhassa radyolojik görüntülemelerin önemli etkisi olmuştur. Serebral lezyonların sağaltımındaki mikroşirürjikal uygulamalarda kazanılan deneyimler ile beyin cerrahları bu alana yönelik uygun bir cerrahi yaklaşım keşfetmenin peşindedirler (1).

Kavernomlar, arteriyovenöz malformasyonlar, glial tümörler, ensefalitler gibi patolojiler MTA'da yerleşebilmektedirler. Bu lezyonların temporal lob epilepsisine (TLE) neden olmaları beklenen bir durumdur. TLE'de en sık neden olarak ilk sırayı MTA sklerozu (%47) ve küçük kriptik tümörler (%24) görülmektedir (2). TLE'nin patogenezi açık biçimde bilinmemekle birlikte; limbik sistemle anatomik ilişkisi ve nöronların kalıcı uyarılması/inhibisyonunun bir sonucu olarak ortaya çıkan belirli reseptör modifikasyonları nedeniyle hipokampus, özellikle hipokampal skleroz ileri sürülen patogenetik mekanizmaların çoğunda yer almaktadır (3).

Genel nüfus içerisinde yaklaşık %1 oranında görülen epilepsi olguların üçte birinde ilaca dirençle karşılaşılmaktadır (4, 5). İlk uygulamaları 19. yy'a uzanmakla birlikte ilaca dirençli TLE'lerde cerrahi sağaltım uygulamaları 21. yy başından itibaren artarak yaygınlaşmıştır (6, 7). TLE cerrahisinde hastanın nöbetten kurtulmasının yanında hafızayı koruma ve diğer nörolojik defisitlere yol açmadan fonksiyonel iyileşme ile yaşam kalitesinde artış esastır. Bunun için epileptojenik odağı çıkarırken hipokampus, parahipokampus ve bazolateral amigdaladan oluşan mezial bölgeyi ve neokorteksi azami ölçüde korumak gerekmektedir (8). Bu amaçla günümüzde standart anterior temporal lobektomi, selektif amigdalohipokampektomi ve bunlara alternatif çok sayıda yaklaşım uygulanmaktadır (7). Bilindiği gibi anterior temporal lobektominin temel özelliği anterior temporal korteksin 6 cm'ye kadar blok halinde rezeksiyonu ve amigdala ile hipokampusun ön ve orta kısmının rezeksiyonudur. Selektif amigdalohipokampektomide ise amigdala, hipokampus ve parahipokampal girusun (PHG) rezeksiyonunda mümkün olduğu kadar neokorteksi korumak esastır (9).

Mezokorteksi (paralimbik alanlar) ve allokorteksi (limbik alanlar) ile birlikte limbik lobun parçası olan MTA, tentorium serebelli (TCb) üzerinde yer alır ve beyin sapının etrafını kemer gibi çevreler (10, 11). Temporal lobun polü ve PHG paralimbik alan olarak; amigdala, priform korteks ve hipokampusun retrokomisural kısmı limbik alan olarak adlandırılır (11).

MTA'yı medialde kavernöz sinüsün lateral duvarı, karotis, ambiyan ve krural sisternler; lateralde rhinal ve kollateral sulkus (cols) sınırlar. Ön sınırını sfenoid kemiğin küçük kanadı, arka sınırını ise singular girusun (CG) isthmusu ile kuneusun (Cun) ucu oluşturur. MTA'yı kaplayan temporal ve oksipital neokortikal yapılar bu bölgeye yönelik cerrahiyi zorlaştıran önemli engellerdir (12). MTA'da yerleşen vasküler ve tümoral lezyonların cerrahisinde yaklaşımlar tipik olarak temporal lobun uzun eksenine göre seçilir. MTA'nın ön, orta ve arka üçte birine erişim için cerrahi yaklaşımlar tasarlanmıştır. Bu yaklaşımlar cerrahi koridorun medial yüzeyine doğru oryantasyonuna bağlı olarak superior, lateral, bazal ve posterior olarak alt gruplara ayrılabilir (12, 13).

Tanımlanan lateral transkortikal veya transsulkal, transpetrozal, pterional transsylvian, supratentorial infraoksipital, lateral oksipital subtemporal, supraserebellar transtentorial ve posterior interhemisferik yaklaşımlar lezyonun cinsi ve yerleşim yeri ile sınırlı kalmaktadır. Sözü edilen yaklaşımlar ile tek seferde MTA'nın tümüne müdahale edilememesi nedeni ile birden fazla seans, aşamalı veya kombine yaklaşımlar gerektirebilmektedirler. MTA'ya yönelik yapılan her cerrahi yaklaşımın kendine göre avantajları ve spesifik nörolojik komplikasyonları vardır. Tentorial çentiğin medyan ve dorsolateral bölgelerinin neoplastik ve vasküler lezyonlarının cerrahisinde uygulanan supraserebellar subtentorial yaklaşımın modifikasyonu olan paramedian supraserebellar transtentorial (PST) yaklaşım MTA'ya posteroinferiordan yaklaşımı sağlar. PST yaklaşımın perimezensefalik sisternaya ve MTA'ya yönelik teknik özellikleri ve sonuçları çeşitli araştırma grupları tarafından yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (10).

Bu çalışmanın amacı retrosigmoid transtentorial yaklaşım (RTY) ile MTA'nın tümüne ulaşılabilecek yeni bir koridor belirlemek ve MTA'nın sınırlarını, özellikle ön kısmını açığa çıkarabilmek için tentorial (TA) ve oksipital açıları (OA) ve girişimdeki olası mesafeleri metrik olarak ölçmek, bu ölçümleri preoperatif manyetik rezonans görüntüleme (MRG) değerlendirmelerine uygulayarak MTA'nın ön kısmının açığa çıkarılmasındaki zorluk düzeyinin peroperatif tahmin edilebileceği MRG ölçümlerini tanımlamaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 TARİHÇE

Epilepsi cerrahisinin önem kazanmasıyla MTA ile ilgili anatomik ve cerrahi yaklaşımlarının gelişimi hız kazanmıştır. Bu yüzden epilepsi cerrahisinin, limbik sistem cerrahisinin ve posterior fossa cerrahisinin tarihsel gelişiminin gözden geçirilmesi ve son olarak bu alana yönelik cerrahi yöntemlerin anlatılması amaçlanmaktadır.

2.1.1 Epilepsi ve Cerrahisinin Tarihi

Yunanca "ele geçirilmek" ya da "yakalanmak" anlamına gelen "επιλαμβάνειν" kelimesinden türeyen epilepsi antik çağlardan beri bilinen ve anlam kazandırılmaya çalışılan bir durumdu (14). Antik dönemde hasta nöbet sırasında dişlerini gıcırdatıyorsa Tanrıça Kibele, at gibi bağırıyorsa Poseidon'un cezalandırması olarak düşünülmüştü (15).

Tarihsel araştırmalar incelendiğinde "boynu sola dönmüş, elleri ve ayakları gergin, gözleri fal taşı gibi açık, bilinci kapalı, ağzından köpükler akan" bir kişinin tasvir edildiği Mezopotamya'da bulunan 4000 yıllık bir Akad tabletinde epilepsi ile karşılaşmak mümkündür (16). Bundan yaklaşık bin yıl sonra Geç Babilliler tarafından yazılan "Sakikku'' adlı teşhis el kitabında epilepsi tanımı, nöbet tipleri, status epilepticusa dair kötü sonuçlar ve nöbet tipine göre prognostik bakış açılarına rastlanılmaktadır (17). Bu hızlı kasılma dönemlerine bedeni istila eden kötü ruhların neden olduğunu düşündükleri için tedavide manevi müdahalelerden bahsedilmektedir (18).

MÖ 1700 dolaylarında yazılan Edwin Smith Papirüslerinde eski Mısır'da kafasındaki açık yarası palpe edildiğinde titreyen bir hastadan bahsedilmektedir. Gözlenen bu hastada nöbetin kortikal nedenli olabileceği düşünülmüştür. Bu suretle nöbet oluşumunda ruhlar ve tanrılar olduğuna inanan Mezopotamyalıların aksine farklı bir bakış açısı getirmişlerdir (19). Ayrıca Çin tıbbında MS 7. yy'da Cao Yuan Fang'ın epilepsiyi tanımlayarak sınıflandırdığı; Yin Yang Wu Xing'in şifalı bitkiler, masaj ve akupunktur gibi geleneksel yöntemler ile epilepsiyi tedavi etmeye çalıştığı bildirilmektedir (20).

MÖ 7. ve 5. yüzyıllar arasına gelindiğinde Sokrates öncesi filozofların fiziksel fenomenlere mantıklı açıklama getirme çalışmalarının tıp yazarlarını da etkilemiş olduğu görülmüştür (21). Bilime sistemik bir temel sağlayan Hipokrat'ın (MÖ 5-4. yy) "Kutsal Hastalık Üzerine" adlı çalışmasında; epilepsinin, beyinde lokalize, doğal nedenlere sahip bir

hastalık olduğu açıklanmıştı (15). Onu Galen (MS 130-201) gibi antik çağın diğer önde gelen tıp yazarları izlemiştir (22).

Yaşayan bir insanın kafatasında çeşitli tekniklerle bir delik açma işlemi olan trepanasyon; baş ağrısının, kafa travmasının, ruhsal rahatsızlıkların, sara hastalığının tedavisinde kullanılmıştır (23). Hipokrat, "Kafa Yaralanmaları Üzerine" adlı eserinde kafa travmasının tedavisinde bu teknikten bahsetmiştir (24). İskenderiye'de tıp okuyan ve Roma'da çalışan bir doktor olan Kapadokyalı Aretaeus MÖ 2. yy'da trepanasyonun etkinliğine dikkat çekmekle kalmamış ilaca dirençli epilepsi tedavisi için trepanasyonu ilk öneren kişi olmuştu (25). "De curatione diuturnorum morborum" (Kronik Hastalıkların Tedavisi Üzerine) başlıklı çalışmasında "Öncelikle kemiği diploeye kadar delmeliyiz ve sonra meninks kemikten ayrılana kadar seratlar (testere) ve kataplazmalar (sıcak hamurla hazırlanan macun) kullanmalıyız. Eğer hâlâ küçük bir kısım meninks siyah, kalınlaşmış ve kemiğin çıkmasını engelliyorsa kalan kemiklerde trepan ile delinmelidir. Doktorun kuvvetli tedavisi altında çürüme ve temizleme sürecinden geçtikten sonra yara tam sikatrizasyona geldiğinde hastalar hastalıktan kurtulur" cümleleri ile trepanasyonu tanımlamıştır (25).

Orta çağ boyunca uygulanan trepanasyon, 13. yüzyılın ortalarında yayınlanan "Quattuor Magistri" (Dört Üstat) kitabında da epileptiklerde önerilmiştir (23). Trepanasyon, kafa travmasına bağlı nöbet vakalarının sağaltımında Fransız Ambroise Paré (1510-1590) gibi ünlü savaş cerrahlarının önerdiği bir yöntem olmuştur (26).

Osmanlıca kaynaklarda ilk kez 15. yy'da, Şerefeddin Sabuncuoğlu (1386-1470) "Cerrâhiyyetü'l Hâniyye" adlı eserinde hidrosefali tedavisinde trepanasyona değinmektedir (27, 28). Bilindiği gibi Sabuncuoğlu'nun 15. yy'da yazdığı eseri Endülüslü Ebu'l Kâsım ez-Zehrâvi'nin "Kitâbü't-Taṣrîf li-men ʿaceze ʿani't-teʾlîf" adlı eserinin cerrahlıkla ilgili otuzuncu bölümünün çevirisi ve eklediği iki kısımla hasta ve tedavilerinin tasvir edildiği minyatürleri içermektedir (28, 29).

Rönesans döneminde epilepsi tedavisinde taş cerrahları denilen kişiler ortaya çıkmıştır. Trepanlar ile kafayı travmatize ederken avuçlarının içine gizledikleri taşları madeni kaplara atarak gürültü çıkarmış ve kafadan çıkardıklarını iddia ettikleri taşlardan hastaların fayda gördüklerini öne sürmüşlerdir (30). Plasebo müdahalelerinin genellikle nöbet sıklığı üzerinde bir miktar etkisi olduğundan, bu çaresiz dönemde bazı hastalar için de etkili olmuş olabileceği düşünülmüştür (31).

Epilepsinin cerrahi tedavisinin bilimsel temellere oturtulması yüzyıllar sonra mümkün olmuştur. 19. yy başlarında gerçekleştirilen başarılı operasyonlardan sonra epilepsi cerrahisinin modern çağı 1886'da Londra'daki Queen Square'da başladı (32). Genel olarak epilepsinin modern çağı, Victor Horsley'nin 1886'da İngiliz tıp dergisinde yayınlanan klasik makalesi ile başlatılır (32, 33). Horsley makalesinde, Londra'daki Queen Square'de National Hospital for Paralysed and Epileptic (Ulusal Felçli ve Epileptik Hastanesi) fokal nöbetleri olan üç hastanın başarılı cerrahi tedavisini anlatmıştı (32). Horsley'e bu çalışmasında beyin cerrahisi, nöroloji ve klinik nörofizyoloji alanında çalışan John Hughlings Jackson ve David Ferrier de eşlik etmişti (32).

Beyin işlevlerinin lokalizasyonunun aydınlatılması ile epilepsi cerrahisine daha bilimsel yaklaşım sağlandı. Herbert Spencer ve Jackson iktal semiyoloji çalışmaları yürütüyordu (34, 35, 36). Gustav Theodor Fritsch ve Eduard Hitzig, köpek motor korteksinin işlevini haritalamak için faradik uyarı kullanıyorlardı (37). Aynı dönemde antiseptik ve anestezik maddelerdeki gelişmeler beyindeki operasyonları Kuzey Amerika ve Avrupa'da daha yaygın hale getirdi. Sonunda Sir William Macewen, 1879'da Glasgow'da Jackson'ın lokalizasyon yöntemini kullanarak epileptik alanda lezyon rezeksiyonunu yayınlayan ilk kişi oldu (38). Macewen, iktal semiyolojiyle lokalizasyon belirlediği epileptik hastalarında yaptığı ameliyatlarla ilişkin bir dizi nöroşirurjikal prosedürü yayınladı (39, 40).

Fakat, 20. yy başlarına kadar epilepsinin cerrahi tedavisi nadiren uygulanan bir prosedür olarak kaldı. Walter Dandy tarafından pnömoensefalografi (41) ve Egas Moniz tarafından serebral anjiyografi (42) gibi radyodiyagnostik yöntemlerin geliştirilmesi, lezyona yönelik epilepsi cerrahisinin etkinliğini büyük ölçüde artırdı ancak modern epilepsi cerrahisindeki en önemli gelişme, 1929'da Hans Berger tarafından elektroensefalografinin (EEG) keşfi oldu (43).

Hans Berger'in EEG icadı epilepsinin nesnel teşhisinde yeni bir dönemi başlattı (44). EEG nöbet semiyolojisinin ve cerrahi öncesi standart değerlendirmenin bir parçası oldu (45). 20. yy ikinci yarısında TLE araştırmaların ana konusu haline geldi (46). Amigdala ve hipokampusun fizyolojisi ve işlevi araştırıldı. William Beecher Scoville ve Brenda Milner'ın bilateral temporal lobektomi uygulanan hastalar hakkındaki makalesi dikkatleri bu alana çekti (47). Özellikle bilgisayarlı tomografi (BT) ve MRG'nin ortaya çıkmasıyla TLE'nin etyolojik tanısı kesin olarak yapılabildi. TLE için cerrahinin medikal tedaviye göre daha etkin olduğunu gösteren randomize kontrollü bir çalışmada; cerrahi yapılan olgularda %58 oranında görünen bir yıllık nöbetsiz dönemin, medikal tedavi uygulananlarda %8 oranında olduğu görüldü (48).

20. yy sonlarında, yüksek çözünürlüklü MRG ile beyin kortikal malformasyonu, özellikle fokal kortikal displazinin açık şekilde ortaya çıkmasıyla lezyonların cerrahi rezeksiyonu daha kesin ve güvenli bir uygulamaya dönüştü. 1990'larda vagus sinir stimülasyonunun ortaya çıkması epilepside nöromodülasyon tedavisine doğru da yeni bir yol açtı (49).

Mikroşirurjikal tekniklerin ve teknolojik gelişmelerinde artmasıyla beraber 21. yy'da epilepsinin tedavisine yönelik gelişmeler hız kazandı. Postoperatif nörolojik defisitlerin en aza indirilmesi amaçlanarak TLE'ye yönelik yeni cerrahi yöntemler tanımlandı. Derin beyin stimülasyonu, kapalı döngü duyarlı nörostimülasyon, stereotaktik radyocerrahi ve lazer interstisyel termal terapi gibi tedavi modaliteleri epilepsi tedavisinde kullanılmaya başlandı (50).

2.1.2 Limbik Sistem ve Cerrahisinin Tarihi

Tarihte her dönem duyguları kontrol eden bir merkez olduğuna inanılmış ve zekâ, hafıza gibi soyut kavramlar açıklanmaya çalışılmıştır. Aristoteles (MÖ 384 – MÖ 322), zekâ ve duyguların merkezinin kalp olduğunu ve hafızanın öğrenmeyi sağladığını düşünmüştü (51). Ancak diseksiyon çalışmalarının artması ve insan anatomisinin tanınması sonucu psişik değerlere gelen yeni yorumlar Aristotelesçi teorilere olan ilgiyi azalttı (52, 53). Galen (MS 130–200) nöroanatomi üzerine yeni yorumlar getirerek beyin fonksiyonlarına ilişkin araştırmalar yaptı. Kranyal sinirlerin anatomisini ve otonom sinir sistemini tanımlayarak somatik duyular üzerine teoriler geliştirdi (52). Aristoteles'in aksine; zekâ merkezinin kalp değil beyin olduğuna ve hayvan ruhlarının kalpten kaynaklansa da dolaşım sistemi yoluyla beyin karıncıklarına gönderildiğine inandı (52). Daha sonra Galen'in getirdiği anatomik verilerle akıl ve duyguların merkezi olarak beyin ventrikülleri kabul edilmişti (52). Geliştirilen beyin ventrikülleri duygu teorisine göre; beş duyudan (dokunma, tat, koku, işitme ve görme) gelen bilgilerin beyin ventrikülünde sağduyu tarafından işlenilerek gruplandırıldığı düşünüldü. Bu bilgilerin iç duyular aracılığıyla fantazi, hayal gücü, biliş, tahmin ve hafızaya dönüştüğüne inanıldı (54).

Leonardo Da Vinci (1452-1519), özellikle nöroanatomi ve nörofizyolojide sinirbilimin gelişimine önemli katkılarda bulunmuştu. Duygusal süreçlerin gelişimi ile ilgili olarak, görsel algıdan sorumlu beyin süreçlerine bir açıklama aradı ve duyuları zihin etkinlikleriyle bütünleştirmeye çalışmıştı (55, 56). Da Vinci, beyin yapılarını beyin işlevleriyle ilişkilendirerek yüzyıllar sonra Viyanalı bir doktor olan Franz J. Gall tarafından geliştirilen "frenoloji" adı verilen teorinin zeminini hazırlamış oldu (57). Andreas Vesalius'un (1514-1564) 1543'te tarafından "De Humani Corporis Fabrica Libri Septem" adlı eserinin

yayınlanması nöroanatomide devrim yarattı. Bu eser serebral ventriküller, kranyal ve periferik sinirler, hipofiz bezi, meninksler, oküler yapılar, serebral vasküler ağ ve omurilik hakkında ayrıntılar içeriyordu (53).

Fizyoloji alanında önemli çalışmaları olan Joseph Gall (1758-1828) 19. yy'da, beynin fiziksel olarak belirli işlevlere göre düzenlendiğini ve zeka, konuşma ve hafıza gibi işlevlerin her birinin beynin uygun bir organında üretileceğini ileri sürdü (58). Gall teorisini kranyoloji (kafa bilimi) olarak adlandırıldı. Ardından bu teoriye önce organoloji (beynin organlarının bilimi) ardından frenoloji (zihin bilimi) denildi. Frenoloji, belirli işlevlerin serebral yerleşimini dikkate alan çağdaş teorilerin öncüsüydü (58, 59).

Pierre Paul Broca (1824-1880) 1861'de, hastalarında yaptığı incelemeler sonucu konuşma merkezinin baskın yarımkürede alt frontal girusta bulunduğu sonucuna vardı (60). Broca alanı ve Broca afazisi tanımları yaygın hale geldi (59). Sol frontal yaralanmalı olguları inceleyerek serebral baskınlık kavramını geliştiren Broca, daha sonra "Broca'nın Büyük Limbik Lobu" olarak adlandırılan "Büyük Limbik Lob" teriminden bahsetti (60, 61, 62, 63).

William James'in (1842-1910) 1884'te "Duygu nedir?" başlıklı makalesi duygusal süreçlere açıklama arayışını başlattı (64). James, deri, kaslar, kıkırdak ve diğer organlardaki duyusal reseptörlerden gelen uyarılara yanıt olarak insan duygularının meydana geldiğini düşündüğü bir teori önerdi (64, 65, 66). Bu teoriye göre; duygular, uyaranlara tepki olarak meydana gelen bir dizi fiziksel değişikliğin sonuçlarından sadece bir tanesiydi (60). Farklı bedensel hafıza süreçlerinin farklı duyguları kodladığını savundu (64, 65, 66). Aynı dönemde Danimarkalı doktor ve psikolog Carl George Lange'ın (1834-1900) benzer fikirleri öne sürmesinden ötürü 1885'te bu hipoteze "James-Lange duygu teorisi" adı verildi. James-Lange teorisi; otonom sinir sisteminin, insanların dünya ile deneyimsel etkileşimine bir yanıt olarak fizyolojik olaylar ürettiğini ve duyguların, fizyolojik değişikliklerin nedeni olmak yerine bir sonucu olduğunu savunuyordu (65).

Exner, Freud ve Waynbaum gibi bilim adamları tarafından geliştirilen deneyler duygusal süreçlerin açıklanmasında daha fazla ilerleme sağladı (67). Sigmund Exner (1846-1926) 1894 yılında beyinde zevk ve kaçınma duyuları arasındaki etkileşimleri açıkladığı "Nöral Devre Modeli" teorisini tanımladı (60, 66). Hayvan deneyleriyle duyusal olayların nasıl anlam kazandığını, motor ve otonomik tepkiler ürettiğini anlatarak talamusun duyusal bütünleşmenin merkezi ve sadece yoğun uyaranları ilgili merkeze yönlendiren bir filtre olduğunu savundu (66).

Nöral Devre Modeli teorisi, Sigmund Freud'un (1856–1939) duyguların ortaya çıkmasında tek bir işleve sahip çeşitli hücresel tiplerin olduğu ve bunları sinir enerjisi biçimleri olarak tanımladığı fikirlerini destekliyordu (67, 68, 69). Freud'un nöronal teorisine göre acı verici bir deneyim sırasında rahatsız edici duyguları tetikleyebilecek belirli nöron anahtarlarının uyarılması caydırıcı tepkileri doğurur. Bu tepki caydırıcı deneyimin anımsatıcı temsiliyle tekrar ortaya çıkarılabilir (67, 68).

Limbik sistemin duyguların kortikal temsilinden sorumlu olduğuna dair ilk kanıt, 1939'da Kluver ve Bucy'nin maymunlarda yaptığı amigdala ve hipokampus ile birlikte bilateral temporal lobektomiyle ortaya çıkarıldı (70). Rezeksiyona kadar saldırgan olan denekler temporal lobektomiden sonra uysallaştılar, aynı ve farklı türden dişilere hiperseksüelize davranış sergilediler, lobektomi öncesine kadar tanıdıkları nesneleri tanıyamadılar. İlk zamanlar bu klinik görünüm temporal lob sendromu olarak adlandırılırdı. Günümüzde ise Kluver-Bucy sendromu olarak anılmaktadır (70, 71, 72, 73).

James Papez (1883-1958) ve Paul Donald MacLean (1913-2007), limbik sistem ile insanlarda gözlemlenen duygusal örüntüler arasında ilişki kurdular (60). 1937'de nöroanatomist Papez; daha önce Cristofredo Jacob'un (1866-1956) bildirdiği, hipotalamus ve mezial serebral korteks arasında anatomik ağlar aracılığıyla dolaşan bilgi akışı ve sonucunda duygu üreten bir serebral bağlantılar olan "Papez Devresi" teorisini ileri sürdü (58, 74). Papez'e göre, nöral bilgi duygusal süreçte hipotalamik aktivite ile doğrudan ilgili olan hipokampus ve singulat korteks yoluyla veya spesifik olmayan duyusal aktivitelerle ilgili olan lateral korteks yolu ile olmak üzere iki şekilde meydana gelir (74). Kendi adıyla tanınan bu devredeki yaralanmalarda bellek kaybı saptamasına dayanarak Papez, bir bilginin uzun süreli belleğe kaydedilmesi için tanımladığı döngüden geçmesi gerektiğini savundu (74). Papez'e göre, duyumlar talamustan neokorteksin lateral bölgelerine kadar duyusal sinir uyarıları yoluyla üretilir. Bu uyaran akışı yoluyla duyumlar algılara, düşüncelere ve anılara dönüşür (58, 74, 75). Papez ayrıca serebral korteksin de duyguların öznel sürecine katıldığını ileri sürdü (74).

MacLean, Papez'in teorilerini Kluver ve Bucy'nin keşifleriyle ilişkilendirdi (76, 77). Rhinensefalik bölgelerin uyarılmasının solunum düzeni, kan basıncı ve kalp hızında değişiklikler gibi otonomik reaksiyonlar ürettiğini kaydetti (58, 77). MacLean sadece anatomik bir sistem yerine işlevsel bir sistemi belirtmek niyetiyle, viseral beyni belirtmek için "limbik sistem" terimini kullandı. Talamus, hipotalamus, hipokampus ve singulat korteks olarak tarif edilen Papez Döngüsüne amigdala, septum ve prefrontal korteksi ekledi (76). MacLean, limbik yapıların somatik işlevlerden sorumlu alanlar ve viseral sinir sistemini

kapsayan alanlar arasında bağlantı sağladığını düşündü (78, 79). Ayrıca frontotemporal bölgenin limbik sistem ile ilişkilerini araştırarak amigdalaya ve hipokampusun rostral kısmına bağlı olduğunu; ayrıca hipotalamusa, septal bölgeye ve bazal gangliyonların bazı bölgelerine doğru yoğun bağlantısal yollar olduğunu gösterdi (76, 80).

Walle Jetze Harinx Nauta (1916-1994) 1958 yılında; mezensefalondaki habenulaların gangliyonlarını sistemin duygulardan sorumlu bütünleştirici parçası olarak tanımlayarak limbik sistem kavramını genişletti (81). Sinirbilimci Joseph LeDoux fonksiyonel beyin görüntüleme çalışmaları yaparak, duyguların limbik sistemle birlikte farklı türde motor faaliyetleri devreye sokabileceğini düşünmüştür (58, 82).

Yapılan çok sayıda bilimsel araştırma, limbik sistemin nöroanatomik tanımlamasını ve anlaşılmasını kolaylaştırdı. Kavramsal olarak, limbik sistem fikri anatomik olarak Broca'nın "Büyük Limbik Lobu'ndan", Papez'in Devresinden, MacLean'in "Limbik Sistemi'nden" ve Nauta'nın fikirlerinden evrimleşerek bağımsız bir alan olarak incelendi (60).

2.1.3 Posterior Fossa ve Cerrahisinin Tarihi

Posterior fossa cerrahisinin tarihi de antik çağlara kadar uzanır. Dünyanın dört bir yanında yapılan kazılarda elde edilen kafataslarında posterior fossa trepanasyonlarının örnekleri mevcuttur (83).

Galen'in hayvan diseksiyonlarında serebellum ile dördüncü ventrikülü açığa çıkardığı ve anatomik prosedürler üzerine yazdığı yazıları mevcuttur (83). Yazılarında dördüncü ventrikülün sıkışmasının bilinç bozukluklarına ve ölüme yol açabileceğinden bahsedilmektedir. Buraya ulaşmak için vermis diseksiyonu anlatılmakta ve calamus scriptorius ilk defa tanımlanmaktadır (83).

Daha gerçekçi sanatsal çalışmalar için hem yüzeyel hem de derin insan anatomisini öğrenen Leonardo Da Vinci, ikonografik ve fizyolojik anatominin kurucusu olarak kabul edilmektedir (84, 85, 86). Posterior fossa anatomisiyle ilgili en eski anatomik çizimlerin bir kısmı onun çalışmalarıdır (84). Ventriküler sistemin ilk çizimleri ve kranyal sinirlerin en eski resimleri Da Vinci'ye aittir (83). Da Vinci mum dökümü tekniği ile dördüncü ventrikül de dahil olmak üzere ventriküler sistemin tasarımını elde etmiştir. Bu teknikte; beyni kafatasından çıkararak dördüncü ventriküle erimiş balmumu enjekte etmiş, havanın çıkmasına izin vermek için lateral ventriküllerin her birine tüpler yerleştirmiş ve balmumu sertleştiğinde beyin dokusunu alarak geride ventriküllerin balmumu dökümünü elde etmişti (83, 84).

Berengario da Carpi (1470-1550) tarafından 1518'de yayınlanan basılı çalışma ise nörocerrahi üzerine çıkan en eski basılı çalışma olarak kabul edilmiştir. Ayrıca bu çalışma 16. yy'da posterior fossa cerrahisi ile ilgili en erken çalışma olarak kabul edilir (87, 88).

Johannes Dryander'in (1500-1560) yazdığı çalışması, 16. yy'da öne çıkan bir diğer çalışma olmuştu (89, 90). Dryander'in çalışması TCb'nin bilinen en eski tanımını içeriyordu. Ayrıca bu çalışma; nöroanatominin ilk ders kitabı ve posterior fossanın gerçekçi resimlerini gösteren ilk kitap olarak kabul edilmiştir (91).

Anatomi ve cerrahide önemli bir isim olan Andreas Vesalius'un (1514-1564), 1543'te "De Humani Corporis Fabrica" adlı eserini İsviçre'de yayınlaması bu yüzyıla ait bir başka önemli gelişmeydi (92). Dokuz kranyal siniri tanımladığı bu ciltte anatomik gözlemler ve açıklamalar mevcuttu. Aslında anatomik diseksiyonların sadece %10'unda görülen anatomik varyantlar olan Vesalius'un forameni (foramen ovale ve foramen rotundum arasında küçük bir açıklık) ve bu foramenin içinde yer alan Vesalius damarı hâlâ kullanılan isimlendirmelerdir (91).

İnsan beyin anatomisini anlamaya 17. yy'da da önemli katkılar oldu (91). Thomas Willis (1621-1675), 1664'te "Cerebri Anatomie" adlı eserinde kendi adını verdiği Willis Poligonu'nu göstermişti (93). Ayrıca bu eser; kranyal sinirlerin, serebellumun ve beyin sapının önceki çalışmalara göre daha detaylı çizimlerini içeriyordu (91). Posterior fossa ile ilgili diğer eser Humphrey Ridley (1653-1708) tarafından yazılmıştı (94). Ridley eserinde, Willis çemberini daha detaylandırmış ve kranyal sinir anatomisini o güne kadar ki en doğru şekliyle göstermişti (91).

Beyin cerrahisi 18. yy'da genelde travma cerrahisine yönelmişti (91). Fransız askeri cerrah Louis Sebastian Saucerotte (1741-1814); beyin ve posterior fossa cerrahisinde yaralanmalar ve patoloji ile ilgili görüşlerini yayınlamıştı (95).

Serebellum, beyin sapı ve posterior fossanın ilk renkli anatomik görsellerini yayınlayan kişi Félix Vicq D'Azyr (1748-1794) olmuştu. Vicq D'Azyr, alkolde sabitlenmiş kadavraların diseksiyonlardan çizimler hazırlamıştı. Yatay kesitler kullanarak gri ve beyaz cevherin ayrıntılarını ve beynin kıvrımlarını görselleştirmişti. Bu eserinde posterior fossanın, beyin sapının ve kranyal sinirlerin ilk renkli illüstrasyonları bulunmaktaydı (91).

Bu dönemde yayınlanan diğer renkli atlaslar, matbaacı olan Jacques Fabian Gautier D'Agoty (1717-1785) ve Paris üniversitesinde patolog olan Jean Cruveilhier (1791-1874)

tarafından hazırlanmıştı (96). Gautier D'Agoty; gerçek boyutlu formatlarda, renkli, zarif detaylı anatomik plakalar yayınlamıştı (96). Jean Cruveilhier ise posterior fossa patolojileri için bir dizi renkli fasikül yayınlamıştı (97, 98).

Fedor Krause (1857–1937), posterior fossa cerrahi tekniklerinin gelişmesinde yayınladığı üç ciltlik atlas ile önemli rol oynadı. Krause bu eserinde cerrahi tekniklerden detaylı bahsetmişti (91). Bir başka önemli isim ise Fransız cerrah Thierry de Martel (1875–1940) olmuştu. Martel, posterior fossa kitlelerinde oturur pozisyonu savunmuştu ve bunun için bir oturma koltuğu tasarlamıştı (99, 100).

Charles Frazier (1870–1936) ise posterior fossa ameliyatlarında yüzüstü pozisyonu tercih etmişti. Frazier 1905'te, diğer meslektaşlarına göre iyileşmiş cerrahi mortalite oranı olan posterior fossa ameliyatları serisi bildirdi (101). Ayrıca 1926 yılında Frazier, daha sonra Howard C. Naffziger'in (1884–1961) modifiye edeceği, iniondan servikal bölgeye dikey uzanan orta hat kansız insizyonunu tanıttı (102, 103).

Harvey W. Cushing (1869–1939), modern posterior fossa cerrahisinde öncü olan bir diğer isimdir. Cushing 1917'de, serebellopontin açı (CPA) sendromu olarak adlandırdığı akustik nöromalarla ilgili 30 vakalık seri yayınlamıştı (91). Cushing'in öğrencisi Walter E. Dandy (1886–1946) ise ventrikülografi tekniğini tanıtarak beyin cerrahlarının ventrikül çevresindeki lezyonları tanımasına olanak sağladı (41, 104, 105). Dandy, akustik nöromalar gibi serebellopontin köşe tümörlerinin cerrahi tedavisinde Cushing'e göre daha agresif davranarak lezyonun subkapsüler yerine tamamen çıkarılması gerektiğini düşünüyordu (91). Dandy tümörü parça parça dekomprese eder, kapsülü dikkatlice kranyal sinirlerden ve beyin sapından ayırırdı (106, 107). Cushing ise kapsülü beyin sapına ve kranyal sinirlere yapışık yerlerde bırakırdı. Çünkü agresif bir şekilde çıkarılmasının, ölüme değilse bile ciddi morbiditeye yol açtığını düşünüyordu (91).

Yirminci yüzyılın ilk yarısında beyin sapına yeni bir yaklaşım 1947'de Gerard Guiot (1912-1998) tarafından yayınlandı. Guiot, mezensefalik traktotomi yoluyla ağrı tedavisi ve pedinküler traktotomi ile Parkinson tremoruna tedaviler planladı (91).

Ameliyat öncesi nörogörüntüleme tekniklerinin gelişmesiyle 20. yy sonlarına doğru cerrahi yaklaşımlarda gelişmeler oldu (108). 1993 yılında Kazuhiko Kyoshima ve arkadaşları dördüncü ventrikülün tabanı yoluyla suboksipital yaklaşım kullanarak beyin sapına, suprafasiyal üçgen ve infrafasiyal üçgene iki güvenli giriş bölgesi bildirdi (109). Onları 1995'te Bricolo ve Turazzi, anterolateral orta beyine, yukarıda posterior serebral arter (pcer), aşağıda

superior serebellar arter ve lateralde piramidal trakt ile sınırlanan güvenli bir giriş bölgesi önerdiler (110).

Yirmi birinci yüzyıl ise mikrocerrahi yöntemlerin geliştiği ve endoskopun kullanım alanının genişlediği dönem oldu. Beyin cerrahları güvenli giriş bölgelerini ortaya çıkararak önemli yapıları koruyan ve mümkün olan en az hasara neden olan yolları geliştirdiler. Daha önce yaklaşımı zor olan lezyonları ele alabildiler.

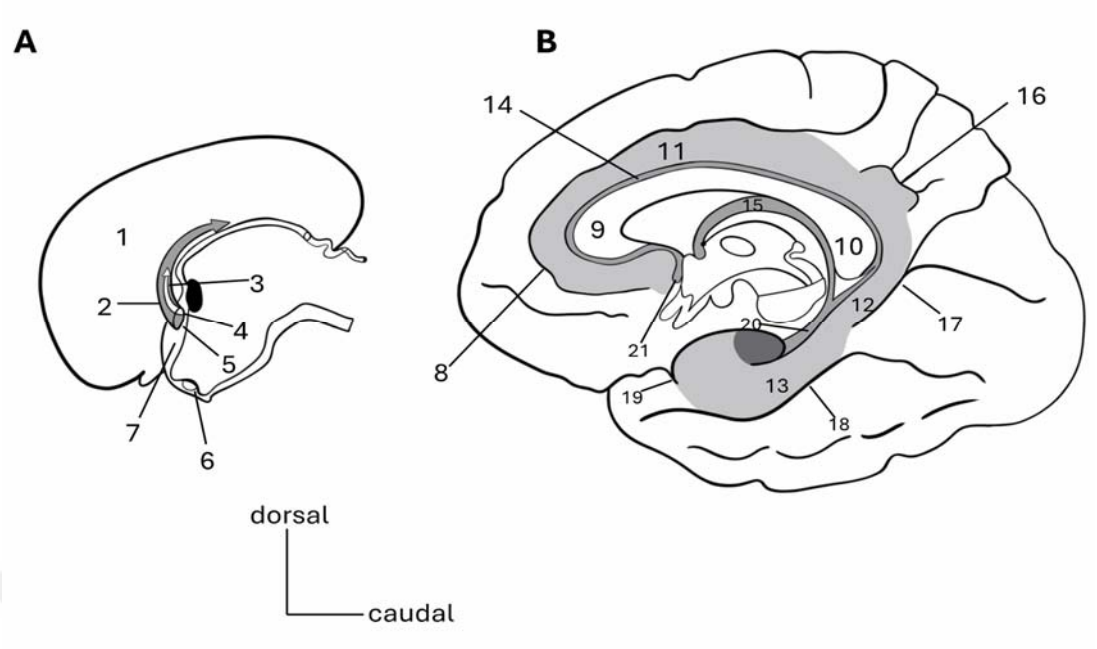
2.2 ANATOMİ ve FONKSİYON

2.2.1 Hipokampus Anatomi ve Fonksiyon

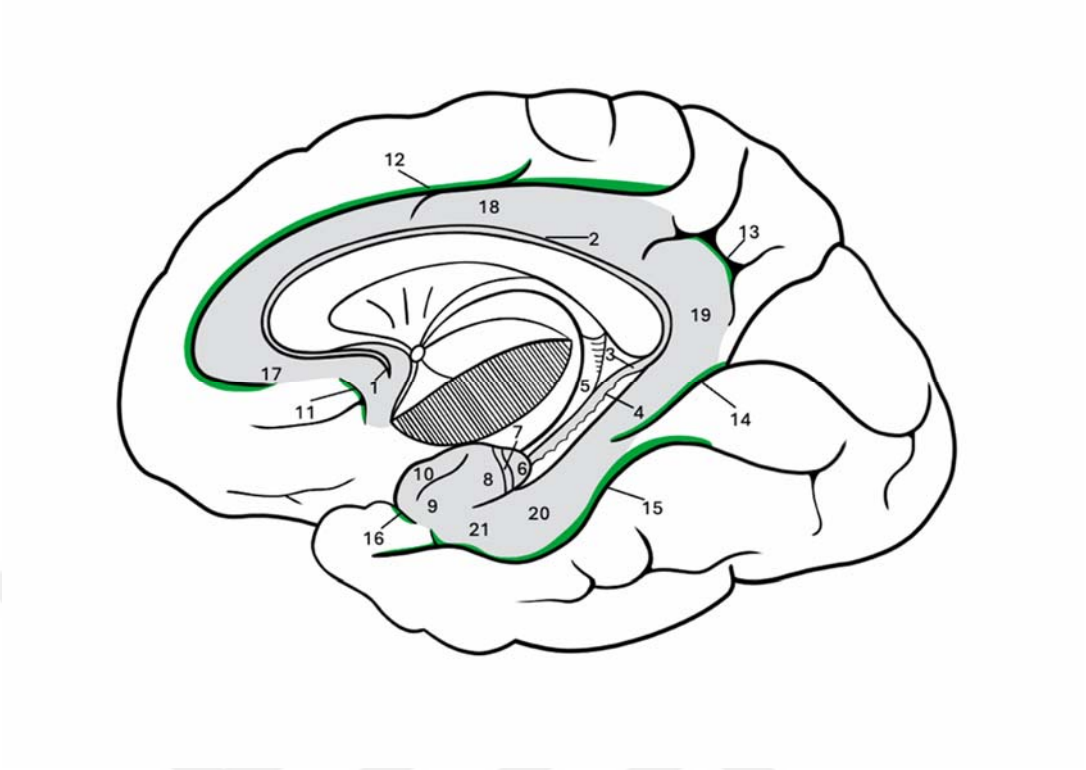
Hipokampus ismi ilk kez anatomist Giulio Cesare Aranzio (1529-1589) tarafından, koronal beyin kesitlerinde C harfi şeklinde olması ve denizatına benzetilmesi nedeniyle (hippos=at campos=deniz canavarı) kullanılmıştır (111). Histolojik değerlendirmede ise rulo şeklindeki kıvrımlı görüntüsü koçboynuzuna benzetilmesi nedeni ile mitolojide koç başlı bir Mısır tanrısı olan Ammon'un ismi verilerek “cornu ammonis” adı ile anılmıştır. Bölümleri cornu ammonis kısaltması CA1, CA2, CA3 ve CA4 olarak kısaltılarak adlandırılmıştır (111, 112).

Hipokampus, beynin temporal lobları medial yüzeyi içerisinde, bilateral şekilde simetrik olarak yerleşmiş olan C şeklinde gri cevher parçasıdır. Yaklaşık 5-8 cm uzunluğunda ve 3-3,5 cm3 hacminde olup, tüm insan neokorteksine oranı yaklaşık 0,009’dur (113, 114).

Hipokampus, nöral progenitör hücrelerin koroid fissür kavsinin dış parçasından çoğalması ve göç etmesi ile gelişir. Gestasyonel hayatın 13-14. haftalarında temporal lobun medial yüzeyinde hipokampal fissür ile çevrili katlanmamış bir hipokampus yapısı vardır. 15 ve 16. haftalarda ise dentat girus ve kornu ammonis içe doğru katlanmaya başlar. Bu dönemde CA1, CA2 ve CA3 alanları çizgisel bir hat şekildedir. 18 ile 20.haftalarda ise erişkin hipokampusuna benzemeye başlar. Yani embriyonel hayatta hemisfer duvarı bir yandan kalınlaşırken, diğer yandan da ventrikülün medial kenarına doğru bir çıkıntı yapar. İşte bu çıkıntı hipokampusu meydana getirir (Şekil 1) (113, 115).

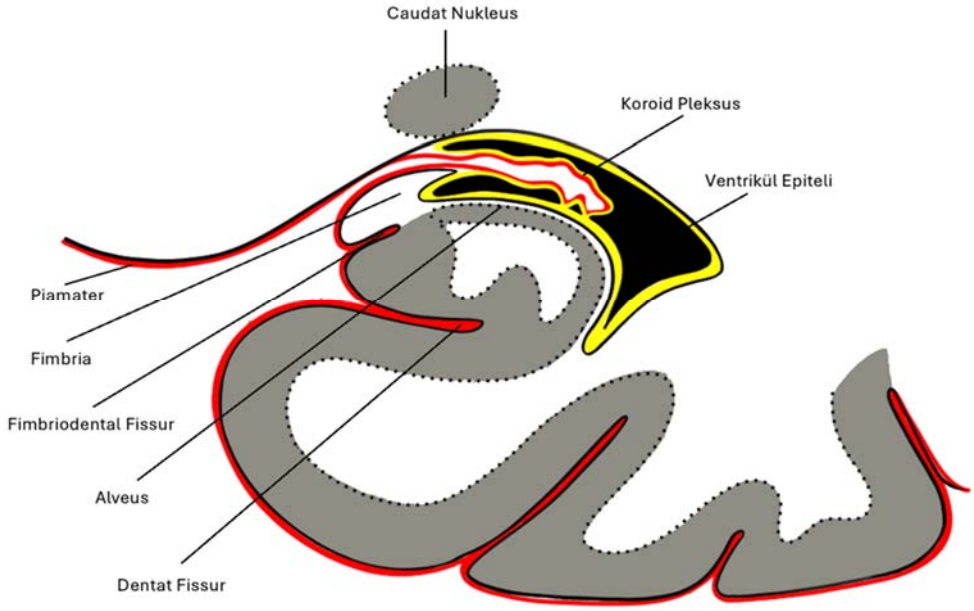


Şekil 1: Limbik sistemin gelişimi ve yetişkin anatomisinin illüstratif gösterimi
A. Hipokampal ve kallozal komissürlerin gelişimi. Telensefalonun komissural plakasından optik kiazma, ön komissür, hipokampal komissür ve kallozal komissür gelişir. Hipokampal komissür daha önce gelişerek telensefalik vezikülün temporal loba doğru ok yönünde dönüşünü takip eder. Korpus kallozum (cc) geliştikçe hipokampal komissürü dorsal ve ventral olarak ikiye böler. Ventral kısmı forniksi, dorsal kısmı indusium griseum ve prehipokampal rudimenti oluşturur.
B. Yetişkin limbik lobun illüstratif gösterimi. Limbik fissür, limbik lobu çevreleyen korteksten ayırır. Limbik fissür; singulat, subparietal, anterior kalkarin, cols ve rinal sulkustan oluşur. Limbik lob ise, limbik girusu (açık gri: subkallozal, singulat, istmus ve PHG) ve intralimbik girusu (koyu gri: prehipokampal rudiment, indusium griseum ve hipokampus) içerir.
(1: telensefalik vezikül, ***2:*** dorsal hipokampus, ***3:*** ventral hipokampus, ***4:*** kallozal komissur, ***5:*** hipokampal komissur, ***6:*** optik kiazma, ***7:*** anterior komissur, ***8:*** singulat sulkus, ***9:*** korpus kallozum, ***10:*** korpus kallozum spleniumu, ***11:*** singular girus, ***12:*** istmus, ***13:*** parahipokampal girus, ***14:*** indusium griseum, ***15:*** forniks, ***16:*** subparyetal sulkus, ***17:*** anterior kalkarin sulkus, ***18:*** kollateral sulkus, ***19:*** rhinal sulkus, ***20:*** hipokampus, ***21:*** prehipokampal rudiment**)**



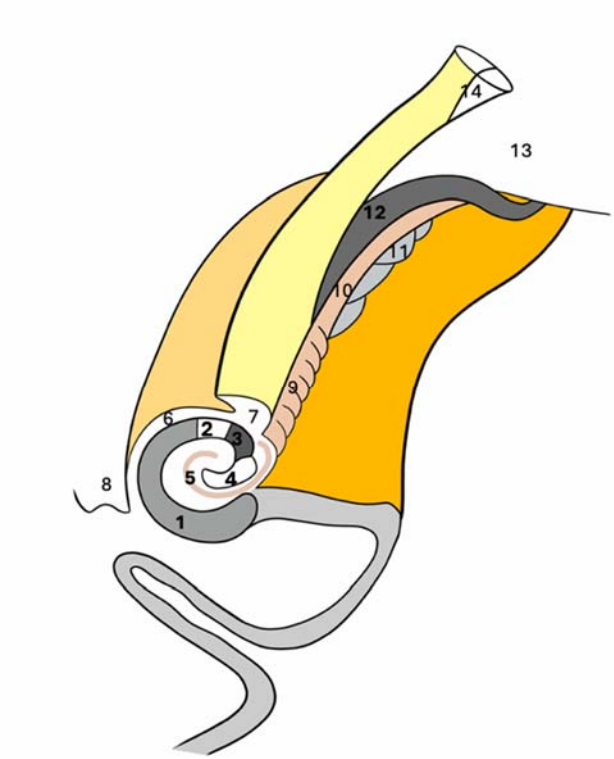
Şekil 2: Sağ hemisferin inferomedial görünümünün illüstratif gösterimi
(1: prehipokampal rudiment, ***2:*** indusium griseum, ***3:*** cornu ammonis, ***4:*** dentat girus, ***5:*** fimbria, ***6:*** unkal apeks, ***7:*** Giacomini bandı, ***8:*** uncinat girus, ***9:*** ambient girus, ***10:*** semilunar girus, ***11:*** subkallozal sulkus, ***12:*** singulat sulkus, ***13:*** subparietal sulkus, ***14:*** anterior kalkarin sulkus, ***15:*** kollateral sulkus, ***16:*** rinal sulkus, ***17:*** subkallozal sulkus, ***18:*** singulat girus, ***19:*** istmus, ***20:*** parahipokampal girus, ***21:*** entorinal alan**)**

Anatomik olarak hipokampusun ventriküle bakan yüzü konveks, hemisferin alt kısmına bakan yüzü ise konkavdır (116). Ön tarafı geniş ve düz olup pes hippocampi adı verilir. Bu bölümde digitationes hippocampi denilen pençeye benzer iki veya üç adet yüzeyel çıkıntı bulunur. Hipokampusun ventriküler yüzeyi kendi hücrelerinden gelen aksonların oluşturduğu alveus tabakası ile örtülüdür. Alveus lifleri medialde yassı bir bant şeklinde birbirine yaklaşarak fimbria hippocampiyi oluşturur. Fimbria hippocampinin ön ucu unkusta sonlanır, arka ucu ise alveus ile crus fornicis'i oluşturur. Alveustan gelip fimbriaya dahil olan lifler forniksin başlangıcını meydana getirirler. Forniks myelinli liflerden oluşur ve duyu liflerinin hipokampusu terk ettiği yerdir (Şekil 3) (113).



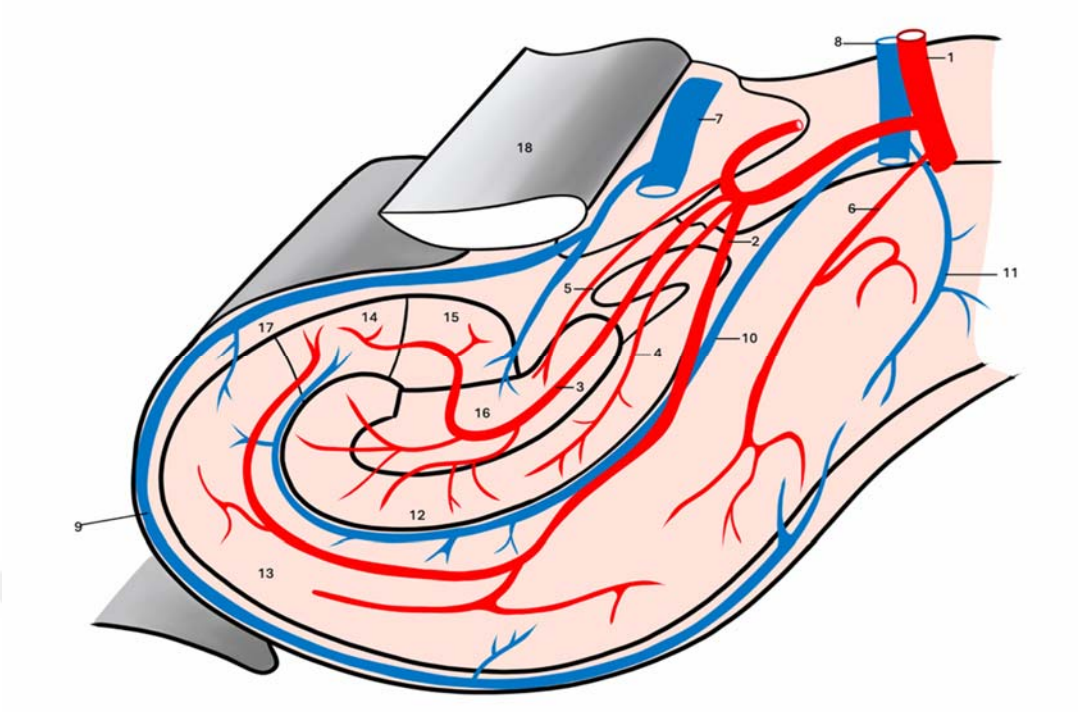
Şekil 3: Lateral ventrikülün inferior hornunun koronal kesitinin illüstratif gösterimi

Hipokampus; hücrelerinin yapısına göre CA1, CA2, CA3 ve CA4 alanlarına bölünmüştür (Şekil 4). Bunlardan CA1 subikuluma, CA4 ise dentat girusa en yakın olan alandır. CA1 bölge nöronları temporal lob üzerindeki entorinal korteksten ve CA3 bölgesinden bilgileri alır ve işler. CA1'den lifler subikulum, entorinal korteks ve prefrontal kortekse uzanır. CA1 bölgesi bir hata dedektörü gibi çalışır ve kortikal bilgiler ile CA3 ve entorinal korteksten gelen bilgiler arasında uyumsuzluk olup olmadığına bakar. CA1 ve CA3'deki hücre sayıları adölesan dönemden önce daha az iken bu dönemden sonra giderek artmaktadır ve bu da adölesan dönemde uzaysal öğrenme ve belleğin geliştiğini gösterir (113, 114).



Şekil 4: Hipokampal gövde ve kuyruğun illüstratif gösterimi
(1: CA1, ***2:*** CA2, ***3:*** CA3, ***4:*** CA4, ***5:*** dentat girus, ***6:*** alveus, ***7:*** fimbria, ***8:*** lateral ventrikülün inferior hornu, ***9:*** margo denticulatus (dentat girusun yüzeyi), ***10:*** fasciola cineria, ***11:*** Retzius'un girusu, ***12:*** fasciolar girus, ***13:*** korpus kallozumun spleniumu, ***14:*** forniks**)**

Hipokampusu temel olarak pcer ve dalları ile anterior koroidal arter ve dalları besler. Her iki arterin hipokampal dalları unkal sulkusta anastomozlar yaparlar. Bu anastomozlardan süperfisial hipokampal arterler oluşarak hipokampus içine doğru derin hipokampal arterleri verirler. CA3 ve CA4 bölgesi küçük ventral intrahipokampal arterler tarafından, CA1 ve CA2 bölgeleri ise geniş ventral intrahipokampal arterler tarafından beslenir. Hipokampusun venöz drenajı ise sulkal ve subepandimal intrahipokampal venler yoluyla önce süperfisial hipokampal venlere, ardından bu venlerin oluşturduğu iki venöz arklar ile önde inferior ventriküler ven yoluyla arkada ise medial atrial ven yoluyla bazal vene drene olurlar (Şekil 5) (117, 118).



Şekil 5: Hipokampus vaskülarizasyonunun illüstratif gösterimi
(1: süperfisyel hipokampal arter, ***2:*** büyük ventral hipokampal arter, ***3:*** büyük dorsal hipokampal arter, ***4:*** küçük ventral hipokampal arter, ***5:*** küçük dorsal hipokampal arter, ***6:*** subikulum arterler, ***7:*** fimbriyodentat sulkusun venöz arkı, ***8:*** venöz hipokampal sulkus kemeri, ***9:*** subependimal intrahipokampal damarlar, ***10:*** sulkal intrahipokampal damarlar, ***11:*** subikulum damarları, ***12:*** dentat girus, ***13:*** CA1, ***14:*** CA2, ***15:*** CA3, ***16:*** CA4, ***17:*** Alveus, ***18:*** Forniks**)**

Hipokampusa ait tabakalar, ventriküler yüzeyden başlayarak dışa doğru şu şekilde sıralanır: alveus, stratum oriens, stratum piramidalis, stratum lusidum, stratum radiatum, stratum lakünozum ve stratum moleküläre. Bunlardan alveus; ventrikül yüzeyine komşu olan en derindeki tabakadır ve hipokampusun en önemli çıktısı olan fornikse uzanan aksonlar alveusdan geçerler. Stratum oriens; piramidal hücrelerin bazal dendritleri ile internöronların yerleştiği tabakadır. Stratum piramidalis; piramidal hücrelerin dizilimi nedeni ile hipokampusa asıl şeklini veren tabakadır. Stratum lusidum; Sadece CA3 bölgesinde bulunan ve bu alandaki piramidal hücreler ile dentat girusun granüler hücreleri arasında bağlantı sağlayan yosunsu (mossy) lifleri de içeren tabakadır. Bu lif şebekesi beyindeki en yaygın ve gelişmiş ağdır. Stratum lakünozum; çok ince olduğu için çoğu zaman stratum moleküläre ile anılırlar ve "stratum lakünozum-moleküläre" adıyla tek tabaka olarakta adlandırılırlar. Stratum moleküläre ise en yüzeyel (dış) tabakadır (113).

Hipokampusun fonksiyonlarına ilişkin çeşitli çalışmalar mevcuttur. Olfaktor bulbustan direkt sinir lifleri aldığına dair inanış nedeni ile uzun bir dönem yalnızca koku alma ile ilgili bir merkez olarak düşünülmüştü. Fakat daha sonra koku yollarının gelişmediği bazı insanlarda, hipokampusun normal geliştiği ve gelişiminin olfaktor bulbusa paralel olmadığı gösterildi (113). Ama kokunun özellikle formatio reticularis ve hipokampus ile olan anatomik bağlantılarının net olarak ortaya konması zihinsel uyanıklık, hafıza ve dikkati etkilediği düşünülmüştür. Bugün ise hemen her türlü duyusal uyarının (görme, işitme, koku, dokunma, iç organ duyuları vs.) hipokampusu aktive ettiği bilinmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar daha çok hipokampusun kendi içindeki ve çevre dokular ile bağlantılarına doğru kaymıştır (119, 120).

Gönderdiği sinyallerle limbik sistemi etkileyen hipokampus, davranışların şekillenmesine katkıda bulunur. Bundan dolayı hipokampusun, gelen duyusal sinyalleri içerisinden geçiren ek bir kanal rolü oynadığı düşünülür. Hipokampusun hafıza, özellikle de kısa süreli hafıza üzerinde rolü olduğu bilinmektedir. Ayrıca sağ hipokampus görsel, sol hipokampus ise sözel hafıza ile ilgili fonksiyonlarda daha fazla aktivite göstermekte ve bu bölgelerin lezyonlarında da ilgili hafızalarda kayıp gelişmektedir (120, 121).

Hipokampusun endokrin fonksiyonu üzerinde de durulmaktadır. Adrenal korteksten üretilen ve kan yoluyla bütün vücuda yayılan kortizol beyinde, özellikle de hipokampustaki reseptörlere bağlanır. Hipokampustaki reseptörler, yeterli miktarda kortizol ile bağlandığında, hipotalamus üzerinde negatif feedback etkisi yaparak, kortikotropin salgılatıcı hormon (CRF) salınımını inhibe eder ve kortizolü belli seviyede tutarak, amigdalanın tetiklediği stres cevabını regüle eder (122). Bunlar dışında hipokampusun heyecan uyandıran reaksiyonlar veya heyecanın kontrolü, iç organlara ait aktivitenin düzenlenmesi, serebral korteks üzerine olan retiküler aktivitenin ayarlanması gibi fonksiyonlara katıldığı belirtilmiştir (113).

Limbik sistem hareketlerin davranış biçimine dönüşmesinde önemli role sahiptir. Alzheimer hastalığında hipokampusun beyinde ilk etkilenen yerlerden biri olması nedeni ile hafıza bozuklukları ve dezoryantasyon erken belirtilerdir (123). Deney hayvanlarında hipokampusun hafıza ve uzaysal yön bulmadaki rolüyle ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır (124, 125, 126). Hayvanların daha önceden bildikleri yaşam çevrelerindeki yerlerden geçerken hipokampus nöronlarının aktif hale geçerek aksiyon potansiyelleri oluşturdukları gözlenmiştir. Hipokampus nöronlarının çoğunu oluşturan inhibitör sinir hücreleri konuma bağlı aktivasyon gösterirler. Konum hücrelerinin John O'Keefe tarafından keşfi; hipokampusun çevre topografyasının sinir sistemindeki temsilini oluşturan bilişsel bir harita olduğunu

düşündürmüştür. Sağlam bir hipokampus olmadan insanların nerede olduklarını bilmelerinin, gidecekleri yolu belirlemelerinin zor olduğu görülmüştür. Yön bulma çabasındaki insanların hipokampuslarının çok daha aktif çalıştığı görüntüleme teknikleriyle belirlenmiştir (126, 127).

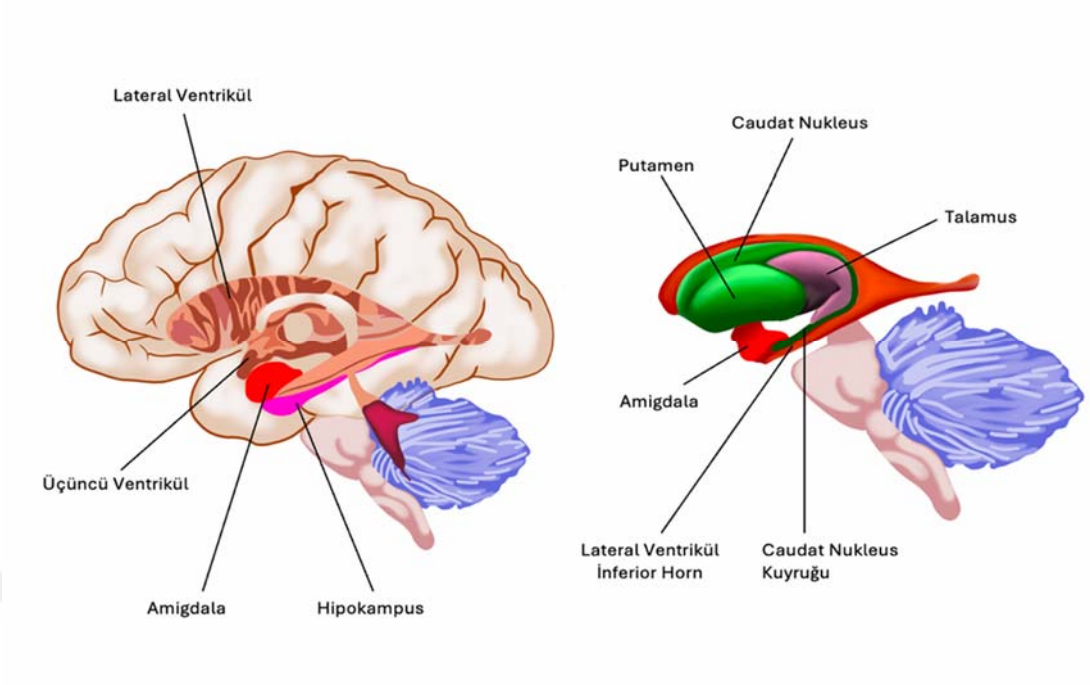
Hipokampal bölgedeki yoğun bağlantı sisteminin her gün yaşanan binlerce tecrübenin kaydedildiği hafıza olan epizodik hafıza üzerine katkısının büyük olduğu gösterilmiştir. Günler, aylar, yıllar sonra bile bu depolanmış bilgiler geri getirilebilir. Epizodik hafızanın oluşumunda hipokampusta özellikle CA3 bölgesindeki bağlantılar önemli rol oynadığı düşünülmektedir (128, 129).

Papez'in serebral korteksin emosyonları kontrol edebildiğini ileri sürdüğü Papez devresinin bir parçası da hipokampusun dış bağlantılarıdır. Papez devresi emosyonel duyguların dışa vurulması sırasında ortaya çıkan otonomik aktivitenin düzenlenmesinden sorumludur. Duysal uyarılar Papez devresinde işlenerek yaşadığımız bir duygunun giderek şiddetlenmesine ve iz bırakmasına neden olur. Duygusal tepkilerin olabilmesi için bu devrenin sağlam olması gerekir (130).

2.2.2 Amigdala Anatomi ve Fonksiyon

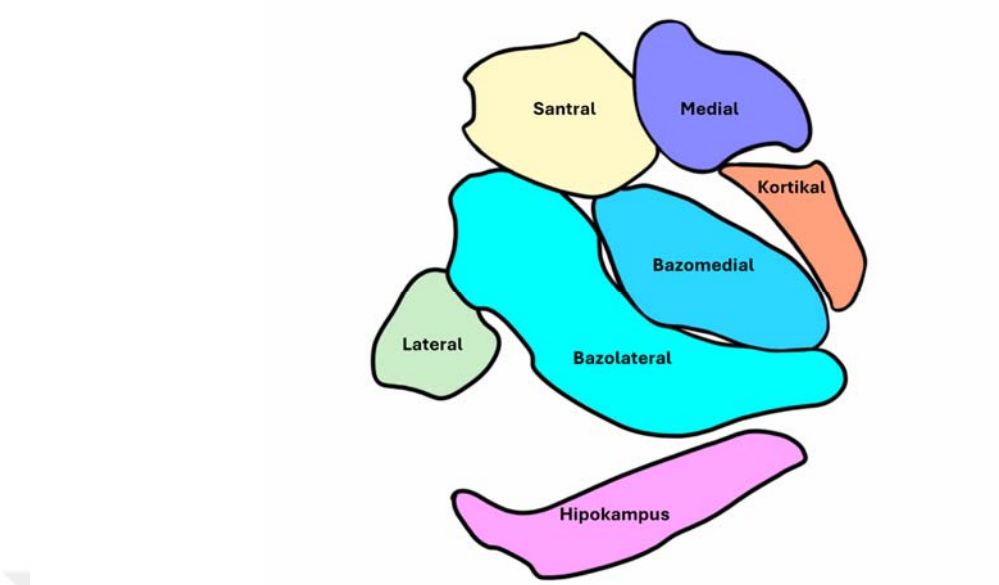
Karl Burdach 1826'da, bazolateral çekirdek olarak bilinen alanı izole etmiş ve badem cevizine benzeyen görünümü nedeniyle amigdala adını vermiştir (131).

Amigdala; beynin en ventrokaudal kısmında, hipokampusun önünde, temporal lobun ön kısmında, subkortikal çekirdeklerin altında, bazal yapılarına doğru genişleyerek yerleşmiş ortalama hacmi 1,1–1,7 cm^3 olan bir yapıdır (131). Medialde görme yolunun lifleri; kaudalde hipokampal oluşum ve piriform korteks tarafından örtülür (Şekil 6) (132, 133).



Şekil 6: Amigdala ve hipokampusun illüstratif gösterimi

Amigdala; santral, kortikal, medial, aksesuar, bazal ve lateral çekirdekler olmak üzere altı ana çekirdek içerir (Şekil 7). Bu çekirdekler konumlarına bağlı olarak derin veya bazolateral, yüzeyel veya kortikal ve sentro-medial olarak üç gruba ayrılabilirler (134). Bazolateral çekirdekler (insan beynindeki en büyük ve genellikle asimetrik olan) bazal ve yardımcı çekirdeklerden oluşur ve bunların her biri diğer çekirdeklere bölünmüştür (134). Bu çekirdekler korteks, talamus ve hipokampustan sinyaller alır (131, 134). Kortikal çekirdek, yüzeysel olarak katmanlı bir yapıdır ve ön ve arka kortikal çekirdeklerden, lateral koku alma yolundan, aksesuar koku alma yolunun çekirdeğinden ve periamigdaloid korteksten oluşur (131, 134). Bu bölge nörodejeneratif hastalıklardan ilk etkilenen bölgelerden biri olduğu düşünülür ve hafıza depolamamızı, düşünme, hissetme ve algılama süreçlerimizi yönetir (131, 134). Sentromedial çekirdek, merkezi ve medial (stria terminalisin yatak çekirdeğinin amigdaloid kısmı) çekirdeklerden oluşur ve amigdalanın dorsomedial kısmında bulunur (131, 134). Amigdalanın kanlanması ise internal karotid (ictd) ve baziler arterlerden, özellikle ön ve arka serebral arterlerden, ön koroidal arterdendir (134).



Şekil 7: Amigdala çekirdeklerinin şematizasyonu

Amigdala, insan duygularının düzenlenmesinde önemli rol oynar. Bu düzenleme medial prefrontal ve orbitofrontal korteks, inferior frontal girus, hipotalamus ve ventromedial striatum ile bağlantıları tarafından sağlanır. Majör depresif bozukluğu olan hastalarda; orbitofrontal korteks, prefrontal korteks ve amigdaladan bilgi transferinin etkilendiği ve aktivitelerinde azalma olduğu gösterilmiştir (135, 136, 137). Duygusal düzenleyici bir sistem olarak temel rolüyle amigdalanın, bipolar bozukluk, anksiyete ve depresyonu olan hastalarda duygusal işleme işlev bozukluğunun merkezinde yer aldığı gösterilmiştir (138). Uyuşturucu bağımlılığının ve travma sonrası stres bozukluğunun da amigdala işlev bozukluğu ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur (139, 140).

Korkuyla ilgili bilgilerin çoğu amigdalaya gelir ve onu uyarır. Tehlikeli durumlarda kortikosteroidler ve diğer stres hormonları salınır. Bu, amigdala içindeki hafıza konsolidasyonunu geliştirir. Korku, koşullu ve koşulsuz uyaranlar arasındaki iş birliği ve etkileşim nedeniyle hafızayı uyarır ve daha sonra koşullu uyaranın etkisi altında ortaya çıkabilir (141, 142, 143).

Duyusal ve hafıza bilgisi, korteks ve talamustan gelen sinyaller ve vejetatif sinir sisteminden gelen sinyaller beyin sapı ve hipotalamustan amigdalaya yükselir. Tat ve iç organ bilgileri, anterior ve posterior insular kortekslerden ve subkortikal yapılardan gelir (131). Ayrıca koku ile ilgili tüm bölgelerin amigdala ile bağlantıları vardır (144).

Nörodejeneratif hastalıklarda (Pick hastalığı, Lewy cisimcikli demans) postmortem beyin diseksiyonlarında amigdala kompleksinde birikimlerin bulunduğu gösterilmiştir (145, 146). Amigdala atrofisinin Alzheimer hastalığının erken evrelerinde belirgin olduğu ve atrofinin derecesi ile hastalığın şiddeti arasındaki korelasyon olduğu kanıtlanmıştır (147, 148).

2.2.3 Tentoriumun Anatomisi ve Fonksiyonu

Meninksler piamater, araknoid ve duramaterden oluşur. Duranın falks serebri (FxC), TCb, falks serebelli ve diyafragma sella olmak üzere dört ayırt edilebilir dural katlantısı bulunur (149). TCb (latince beyincik çadırı), serebral hemsiferlerin oksipital ve temporal loblarını serebellum ve beyin sapından ayıran duramaterin meningeal tabakasının invajinasyonudur. Bu tabaka aksiyal düzlemde posterior kranyal fossa üzerine uzanır, kranyal boşluğu supratentorial ve infratentorial boşluklara bölerek serebellumu çadır gibi örter. TCb'nin çadır şekli, beynin daha ağır olan üst kısmının neden olduğu basınca karşı alt kısma koruma sağlayarak beyin anatomisinin korunmasına yardımcı olur (150, 151).

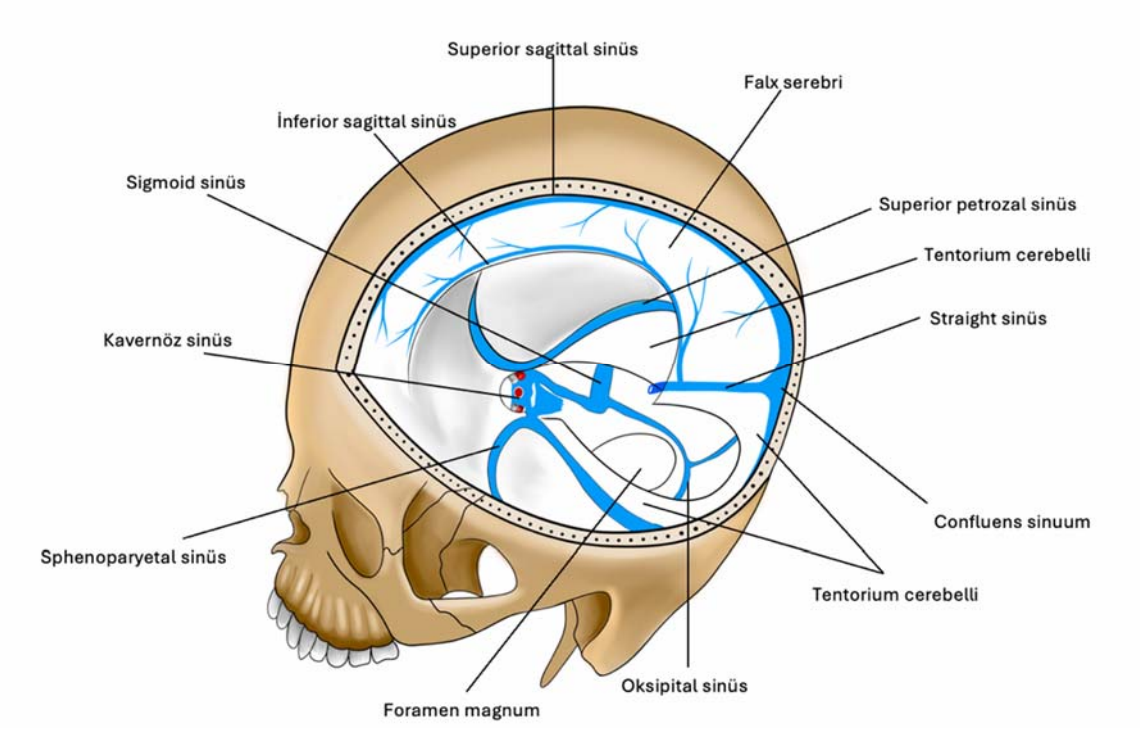
Bu dura yansımasının serbest ve sabit bir kenarları vardır. TCb'nin sabit kenarları önde, anterior ve posterior petroklinoid kıvrımlar yoluyla posterior klinoid proces olarak bilinen temporal kemiğin petröz kısmının üst sınırlarına bağlanır. Arkada ise oksipital kemik üzerindeki transvers sinüs (trs) boyunca iç oluğun dudaklarına tutunur. Serbest kenarları ön tarafta bulunur ve tentorial çentik veya incisura tentoria olarak adlandırılan bir U-şekli oluşturur. Orta beyin, incisura'nın ön kısmında yer alır ve arka yarısı, superior vermis veya korpus kallozumun spleniumu (scc) bulunur. Alanın geri kalanı beyin omurilik sıvısı (BOS), kan damarları ve perimezensefalik ve superior vermis sisternlerdeki sinirlerden oluşur. Serbest kenar öne doğru uzanır ve ön klinoid çıkıntıya iki taraflı olarak yapışarak kavernöz sinüsün yan kısmını oluşturur. Sınır geçiş noktasında III ve IV kranial sinirler kavernöz sinüsün lateral duvarına doğru geçerler. Trigeminal sinir ve trigeminal ganglion, petröz kemiğin apeksinin oluşturduğu girinti ile superior petrosal sinüsün altında öne doğru keselenmiş TCb'nin alt tabakası arasında ortaya çıkar. Serbest sınırın üzerinde parahipokampal girus ve pcer bulunur ve bu transtentoryal (uncal) herniasyonları içeren vakalarda klinik olarak önemlidir. Diğer dural yansımalar olan FxC ve falks serebelli, TCb'ye sırasıyla üstten ve alttan tutunur (152, 153).

Eksternal karotid (ECA), ictd, pcer ve vertebral arterlerin meningeal dallarının tümü, TCb dahil olmak üzere arka fossanın durasının kanlanmasında rol oynar (149). Ayrıca ictd'nin intrakavernöz kısmından çıkan küçük bir meningohipofizeal gövde tentorial ve dorsal

meningeal olmak üzere iki artere ayrılır. Bernasconi Cassinari arteri olarak da bilinen tentorial arter, kavernöz sinüsten çıkar ve TCb'nin dural kıvrımları arasında hareket eder. Tentorial arter posterolateral olarak dallanır ve serbest kenara paralel hale gelerek trs'ye doğru ilerlerken TCb'yi besler (154, 155). ECA ve ictd dalları TCb'nin petrosal insersiyonuna vasküler destek sağlar (156). Vertebral arter (vert) posterior meningeal artere dallanır, burada supratentorial dalları inferior FxC, komşu dura ve komşu TCb'yi besler (157).

Sinüs rektus olarakta bilinen straight sinüs, inferior sagital sinüsün büyük serebral ven Galen ile birleşmesiyle oluşur. TCb ve FxC arasındaki bağlantı noktasındadır. Dikey olarak bakıldığında, rostrokaudal yönde aşağı doğru açılıdır (158, 159).

Posteriorda trs, TCb'ye yapışırken sinüsün birleştiği yerden lateral olarak çıkar. Sağ trs genellikle sola göre daha büyüktür, bunun başlıca nedeni superior sagittal sinüsten sağa doğru olan drenajdır. Superior petrosal sinüs, TCb'nin yapışık kısmında seyrederek kavernöz sinüsü drene eder ve trs ile asterion civarında birleşerek sigmoid sinüs (sigs) olarak inferolaterale döner (Şekil 8) (158).



Şekil 8: Tentorium serebelli ve venöz sinüsler ile ilişkisinin illüstratif gösterimi

Arnold'un nervus tentorii'si olarak da bilinen trigeminal sinirin oftalmik bölümünün perforan dalları, TCb'yi innerve eder (160).

2.2.4 Retrosigmoid Anatomi

Retrosigmoid (RS) yaklaşımı, çeşitli posterior fossa yapılarına erişmek ve hatta orta fossaya kadar uzanmak için kullanılan posterolateral nöroşirürji tekniklerinden biridir. RS yaklaşımı, CPA yapıları için geniş bir cerrahi koridor sağlar ve kraniotomi sınırlarını diğer yaklaşımlara göre en aza düşürür (161).

Bu bölgedeki kan damarlarının ve sinirlerin çoğu, kasların yüzeyel deri altı yağ dokusu seviyesinde bulunur. Posterolateral bölgede en lateral ve superiorda posterior auriküler kas (PAM) yüzeyel olarak yer alır. PAM, posteriorda temporal kemiğin mastoidinden superior nuchal line (SNL) seviyesinde başlar. Anteriorda konkanın alt kraniyal yüzeyine, eksternal akustik meatusun (EAM) hemen posteriorunda bir oyuk olarak sokulur. PAM, kulak kepçesini geriye doğru çekme işlevi görür. Aynı düzlemde ve PAM'ın altında sternokleidomastoid kasın (SCM) mastoid kısmı bulunur. SCM, SNL'nin yan yarısında mastoidin yan yüzeyine yapışır (162).

Derin intrinsik kaslarda en lateralde splenius capitis kası (SpCaM), mastoidin lateral kısmına SCM'nin mastoid kısmının altında uzanır. SpCaM'ın altında, longissimus capitis mastoid çıkıntının arka kısmına yapışır. Semispinalis capitis; SpCaM ve longissimus capitis'in medialinde, inferior nuchal line (INL) hemen üstünde SNL'de trapeziusun altına girer. Böylece, semispinalis kapitisin lateral insersiyonu SpCaM'ın medial insersiyonu ile kısmen kapatılır. Medial insersiyonu ise trapeziusun üst kısmı tarafından örtülür (162).

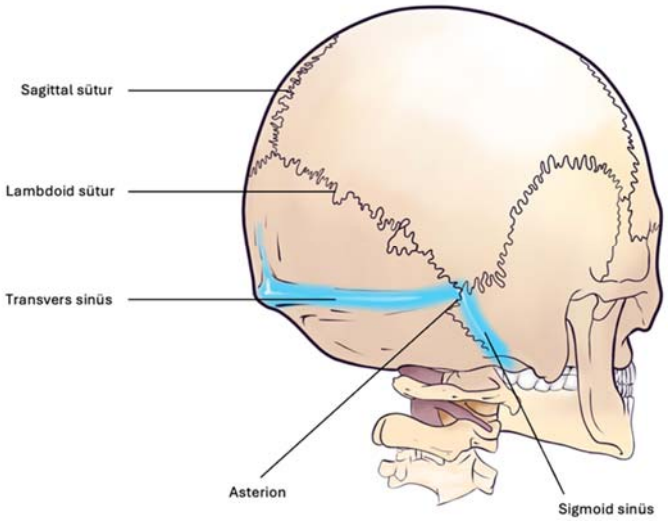
Posterior auriküler arter (PAA), mandibula açısı seviyesinde posterior olarak ECA'dan dallanan veya oksipital arterden (occa) dallanarak, digastrik kasın arka yüzeyinin üzerinde uzanır (163). PAA'nın auriküler dalı, kulak kepçesini ve PAM'ı perfüze eder (163). PAA'nın oksipital dalı, SCM'ye yüzeysel olarak geriye doğru uzanır ve occa'nın auriküler dalı ile anastomoz yapar (164).

Digastrik kasın altından medial olarak arka yüzüne uzanan occa, daha sonra posteromedial olarak yükselir ve digastrik oluğun medialinde oksipital oluktan çıkar. Daha sonra, SCM ve SpCaM tarafından kaplanan obliquus capitis superior ve semispinalis capitis'in yüzeyinde süperomedial bir şekilde SNL'ye doğru ilerleyerek çıkan ve inen dallar verir (165). Yüzeyel inen dalı boyundaki kasları perfüze ederken, derin inen dalı suboksipital üçgen içinde vertebral arter (vert) ile anastomoz yapar (165). Çıkan dalı SNL'ye ulaşır, inionun yaklaşık 3.5 ila 4 cm lateralinde SpCaM, trapezius ve SCM'nin fasya insersiyonunu deler ve anastomozlar oluşturan tepe dalına doğru STA ve PAA ile dolambaçlı bir şekilde ilerler (166).

Posterolateral bölgenin venöz drenajı esas olarak posterior auriküler ven (PAV), oksipital emissary ven, mastoid emissary ven ve oksipital ven (occv) tarafından gerçekleştirilir. PAV, occv ve yüzeyel temporal venlerle birlikte servikal venöz pleksustan kaynaklanır. Kulak kepçesinin arkasındaki mastoid çıkıntıdan aşağı doğru akar ve dış juguler vene akar. Tepe noktasının arka pleksusundan doğan occv, trapezius ve SCM'nin fasya insersiyonunu aşağı doğru delen tek bir damarda birleşir (166). Mastoid emissary ven, ciddi kanamayı veya hava embolilerini önlemek için sıklıkla koterize edildiğinden veya kemik mumu ile doldurulduğundan RS yaklaşımı için özellikle önemlidir (167, 168).

Retroauriküler bölgede RS yaklaşımı için en önemli duyu sinirleri, alt yarıya hizmet eden büyük auriküler sinir ve üst yarıya hizmet eden küçük oksipital sinirdir. Büyük auriküler sinir, servikal pleksusun C2 ve C3'ün ventral dallarından kaynaklanır, SCM'nin arka sınırını sarar ve SCM boyunca yüzeysel olarak parotis bezine doğru yükselir. Küçük oksipital sinir, servikal pleksusun C2'nin ventral ramusundan, bazen de C3'ten kaynaklanır. Bu sinirler diseksiyon sırasında hasara en fazla maruz kalanlardır ve seyirleri oldukça değişkendir. Bu nedenle diseksiyonda bu sinirlere özen gösterilmelidir (166).

Yunanca “yıldız/yıldızlı” anlamına gelen asterion, RS yaklaşımında tanımlanması gereken en önemli yer işaretlerinden biridir. Lambdoid sütur (lds), paryetomastoid sütur (pam) ve oksipitomastoid sütur (ocm) birleşim noktası olan asterion; kraniotomi başlamadan önce transvers sinüs sigmoid sinüs bileşkesi (TSSJ), transvers sinüs (trs) ve sigmoid sinüs (sigs) tahmin etmek için kullanılır (Şekil 9) (49).



Şekil 9: Retrosigmoid bölgenin illüstratif gösterimi

2.3 MTA'YA YAKLAŞIMLAR

MTA, paralimbik alanlar ve limbik alanlardan oluşur. Paralimbik alanlar temporal pol (TmP) ve PHG'den; limbik alanlar amigdala, piriform korteks ve hipokampusun retrokomisural kısmından oluşur (169). MTA; De Oliveira tarafından ön, orta ve arka olmak üzere üç kısıma ayrılmıştır (170, 171). Ön kısım priform korteksten başlar, rhinal sulkusun ön ucundan inferior koroidal nokta (IchP) seviyesinde enine bir çizgiye posterior olarak uzanır. Orta kısım posterior olarak IchP'den kuadrigeminal plate seviyesinden geçen transvers bir çizgiye kadar uzanır. MTA'nın orta kısmının lateral sınırını cols oluşturur. Arka kısım kuadrigeminal plateden preoksipital çentiği paryetooksipital fissurun alt ucuna bağlayan bazal parietotemporal çizginin seviyesine kadar uzanır. MTA'nın her bölümü sisternal ve ventriküler bileşenlere sahiptir. Ön kısım; unkusun sistern yüzeylerini içerir. Unkusun ön kısmı karotid ve sylvian sisternlere, arka segment ise krural sistern boyunca serebral pedinküle bakar. Ön kısım; amigdala ile hipokampal başı içerir. Temporal hornun (Th) ön kısmı, IchP'nin önünde bulunur. MTA'nın orta kısmı; PHG ve dentat girus ile fimbria'nın sistern yüzeyi tarafından medial olarak oluşturulur. Orta kısmın ventriküler yüzeyi; hipokampus gövdesi, kollateral eminens, koroid pleksus (chp) ve koroidal fissür tarafından oluşturulur. Bu kısım unkus ve crural sisternin posteriorunda ambiyans sistern seviyesinde yer alır. Th'de koroidal fissür, unkusun arkasında ve koroidal noktanın aşağısında yer alır. MTA'nın arka kısmı, kuadrigeminal plate seviyesinden bazal parietotemporal çizgiye kadar uzanır. Kuadrigeminal plate, ambiyans ve kuadrigeminal sisternlerin birleştiği yerde bulunur. Kuadrigeminal sisternin yan duvarı PHG'nin arka kısmı, CG'nin isthmusu ve lingulanın en ön kısmından oluşur. Arka kısmın ventriküler yüzeyi, hipokampusun kuyruğu, cols'un üzerindeki kollateral trigon, chp ve koroidal fissürden oluşur. Lingual girus (LgG), fusiform girustan (FuG) cols'un arka kısmıyla ayrılır. Yani MTA; medialde kavernöz sinüsün yan duvarı ile karotis, krural ve ambiyans sisternlerle, önde priform korteksle, lateralde rhinal ve cols ile, arkada CG'nin isthmusu ve paryetooksipital ile kalkarin sulkus (cs) arasındaki bağlantı olan Cun'la sınırlıdır. MTA; oksipital ve temporal loblar tarafından çevrelenmiştir ve birçok nöral ve vasküler yapılara komşudur. Optik yol ve lateral genikülat cisim, okülomotor ve troklear sinirler, orta beyin, ictd, ön koroidal ve pcer, Rosenthal'ın bazal damarı ve internal kapsülün sublentiform kısmı önemli komşularıdır. Görsel korteks (Brodmann alanları 17–19) MTA'nın arkasında ve FuG'daki bazal dil alanı MTA'nın lateralinde yer alır (13, 172, 173, 174, 175, 176).

MTA'ya yönelik cerrahi yaklaşımlar, yaklaşımın yönlendirdiği temporal lob yüzeyine göre superior, medial, lateral ve bazal olarak dört gruba ve bunları da içerdiği yaklaşımlara

göre alt gruplara ayrılabilir. Superior yaklaşım transsylvian-transinsular yaklaşımı; lateral yaklaşımlar temporal lobun lateral yüzeyinde olan sulkus ve giruslardan yapılan girişimleri ve anterior temporal lobektomiyi; bazal yaklaşımlar oksipitotemporal, cols veya rhinal sulkuslar veya FuG ve PHG yoluyla yapılan girişimleri ve medial yaklaşımlar transsylvian-transsisternal, oksipital interhemisferik ve PST yaklaşımları içerir (Tablo 1) (13).

Tablo 1: MTA'ya Yaklaşımlar

Yaklaşım	**Yüzey**
Transsylvian-transinsular	Superior Yüzey
Lateral yüzeydeki sulkus ve giruslar Anterior temporal lobektomi	Lateral Yüzey
Bazal yüzeydeki sulkus ve giruslar	Bazal Yüzey
Transsylvian-transsisternal Oksipital interhemisferik Supraserebellar transtentorial	Medial Yüzey

2.3.1 Superior Yüzey

Transsylvian-transinsular yaklaşım yapılırken MTA'ya hakimiyetin artırılması ve yeterli görüş alanının sağlanması için baş, sylvian fissür cerrahın görüş hattına paralel olacak şekilde 30 derece karşı tarafa doğru döndürülerek yapılır. Cilt insizyonu sonrası pterional (frontotemporosfenoidal) kemik flep kaldırılarak superior orbital fissurun lateral kısmına kadar orbita çatısı ve lateral duvarı inceltilir. Dura açılarak sylvian fissür pars triangularisin iki cm arkasından başlanarak lateralden mediale diseke edilir. Limen insula alt ön üçte birlik kısmı ve orta serebral arter M2 dalının proksimal kısmı açığa çıkarılır. Kavernöz sinüs lateral duvarı orta noktasına doğru aşağı ve 45 derecelik medial açı verilerek insular insizyon yapılır. Limene yapılan insizyonla anterior uncal segmentte amigdala açığa çıkarılır. Amigdalanın alt ve yan kısımları çıkarılarak ventrikülün Th'a giriş sağlanır. Tenia fibria yolu ile koroidal fissür açılır ve anterior koroidal arterin lateral dalları ve pcer P2 segmenti oblitere edilir ve kesilir. Hipokampus ve uncal reses etrafına kesi atılarak cos ve rhinal sulkuslara doğru uzatılarak hipokampus bağlantısı bulunur. IchP'nin yaklaşık bir cm gerisinde hipokampus bağlantısı kesilerek hipokampusun başı ve gövdesi ile PHG'nin bir kısmı çıkarılır. Kalan amigdala ve unkus çıkarılır. Amigdalanın klostruma ve lentiform çekirdeğe bitişik üst kısmı çıkarılmaz (9).

Dil ile ilgili yanal ve bazal temporal korteksin korunması bu yaklaşımın avantajı iken dar çalışma alanı, rezeksiyonların tamamlanması için daha fazla teknik beceri gerektirmesi ve Th'nin çatısındaki optik radyasyonun hasar görmesi ihtimali dezavantajlarıdır (13).

2.3.2 Lateral Yüzey

Bu açılış yönteminde baş yaklaşımın kontralateral tarafına yaklaşık 30 derece döndürülür ve Th'ye erişebilmek, koroid fissür boyunca görüş açısını artırmak için öne doğru eğilir. Temporal kraniotomi yapılarak dura açılır ve temporal loba lateral yüzeyindeki herhangi bir sulkus veya girus kullanılabilir fakat birincil işitsel projeksiyon alanının yeri olan Heschl girusunun altında olması nedeni ile superior temporal girustan kaçınılır. Bu açılımda rotanın belirlenmesinde koronal MRG kesitlerinin değerlendirilmesi yüksek önem taşır. Giriş yeri belirlendikten sonra transsylvian-transinsular yaklaşım sırasında kullanılan adımların aynısı kullanılarak operasyon tamamlanır. Bu yaklaşımda Th'nin en arka kısımlarını görebilmek için mikroskobu Th boyunca ön arka yönde hareket ettirmek gerekir (177).

Anterior temporal lobektomide ise baş yaklaşımın karşı tarafına 30 derece döndürülür. Temporal kraniotomi yapılarak temporal lob anterior kısmına lobektomi yapılır. Lobektomi sonrası TmP'ye yaklaşık 2,5 cm uzakta olan Th'ye erişilir. Hipokampusun medial, anterior, lateral ve posterior bağlantısının kesilmesi ve amigdalanın optik traktın altında bulunan kısmının çıkarılması ile sona erer. Amigdalanın lentiform çekirdeğe yakın üst kısmı, optik trakta yakın olan kısım, ön koroidal ve pcer dalları ve lentiform çekirdeğin alt yüzeyi korunur (13).

Lateral yaklaşımların avantajları; lobektominin hipokampus ve komşu yapıların rezeksiyonu için iyi bir pencere sağlaması, erişimlerin daha kolay ve teknik olarak daha az beceri gerektirmesidir. Dezavantajları, lateral temporal kortekste hasar oluşturması, posteriora uzatıldığında optik radyasyonlara zarar vermesi ve Th ile temporal lateral yüzeyi arasında önemli mesafe olmasıdır (13).

2.3.3 Bazal Yüzey

Bu yaklaşıma pretemporal-zigomatik yaklaşımda denilir. Baş kontralateral tarafa yaklaşık 75 derece döndürülür. Lateral yaklaşımda anlatılan kraniotomilere benzer kraniotomi yapılır. Dura açılarak bazal yüzeyi görmek için ekartör yardımı ile temporal lob Labbe veni korunarak yükseltilir. Ekspozürü kolaylaştırmak için bazal sisternler açılarak BOS boşaltılabilir. Th'ye cols, rhinal ve oksipitotemporal sulkuslardan veya FuG ve PHG'den girilebilir. Kortikotomi yeri ne kadar medial ise, ventriküle giden yol o kadar dikey olacaktır. Th'ye girdikten sonra, ambiyan sisterni açığa çıkarmak için fimbria ile chp arası diseke edilir.

Hipokampusun anterior ve posterior ayrılması ve amigdala ile kalan unkusun rezeksiyonu lateral yaklaşıma benzer şekilde yapılır (13).

Bazal yaklaşımın avantajları, optik radyasyon riskinin daha az olduğu yüzeyden Th'ye girilir, mesafe daha kısadır ve medial temporal lobun posterior kısmına erişim olanağı bulunur. Dezavantajları ise bazal yüzeye ulaşmak için baskın hemisferin FuG bölgesindeki dil bölgelerine retraksiyon ve Labbe damarının hasarlanma riskidir (13).

2.3.4 Medial Yüzey

2.3.4.1 Transsylvian-transsisternal Yaklaşım

Transsylvian-transinsular yaklaşım için kullanılanla aynı kraniotomi yapılır. Sylvian fissür ve bazal sisternlerin açılarak, kavernöz sinüslere giren köprü damarları oblitere edilir. MTA'nın ön kısmına erişim sağlamak için unkus ile okülomotor sinir arasındaki araknoid bağlantılar, karotid ve krural sisternlerin vasküler yapıları ve TCb kesilir. Temporal lob MTA'nın anterior kısmını açığa çıkarmak için ekarte edilir. Anterior koroidal arter distale unkus mümkün olduğu kadar korunarak takip edilir. Unkusun ön sınırına karşılık gelen ve onu planum polaredan ayıran rhinal sulkusun ön ucundan ön koroidal arterin en distal görünen noktasına kadar hayali bir çizgi çizilerek unkus medialinin bu hattaki kısmına subpial rezeksiyon yapılır. Bu işlem Th'nin en medial ve anterior kısmına erişim sağlar. Diğer yaklaşımlarda gerçekleştirilenlere benzer şekilde medial temporal rezeksiyon yapılır (178).

Bu yaklaşımın avantajları, lateral ve bazal temporal korteks ve optik radyasyonlardan kaçınma; ictd, anterior koroidal, posterior komunikan (pcoma) ve pcer'in proksimal kontrolünün sağlanabilmesidir. Dezavantajları MTA'nın posterior kısmına erişimin sağlanamaması, unkusun temporal lobun retraksiyonu, okülomotor sinir riski ve sisternalardan yaklaşımın teknik olarak daha zahmetli ve ciddi beceri gerektirmesidir (13).

Ayrıca superior, medial ve bazal bölge yaklaşımlarının dezavantajlarına ek olarak skalp flebinin elevasyonu esnasında fasial sinirin frontal dallarının hasar görmesi, temporal adelenin koterizasyonu ile oluşabilecek atrofi, çiğnemede güçlük ve kozmetik kusurlar yer alır (13).

2.3.4.2 Oksipital İnterhemisferik Yaklaşım

Bu yaklaşımda hastaya oturur, yüzüstü veya park bench pozisyonu verilir. Superior sigs ve trs görecek şekilde oksipital kraniotomi yapılır. Oksipital lob laterale ve superiora ekarte edilerek FxC ve TCb ortaya konur. TCb, trs'ye paralel yaklaşık bir cm içeriye doğru insizyon yapılır. TCb'nin açılması MTA'nın arka ve orta kısımlarının ve kuadrigeminal ve ambiyan sisternlerin açığa çıkmasına yardımcı olur. Oksipital lobun retraksiyonu MTA'nın arka kısmını ortaya çıkarmak için ileri uzatılabilir. Bu yaklaşım nadiren en blok rezeksiyona izin verir ve genelde kavernom ve tümör gibi lezyonlar ile arteriyovenöz malformasyonlarda kullanılır (179, 180).

2.3.4.3 Supraserebellar Transtentorial Yaklaşım

Bu yaklaşımda hastaya oturur, yüzüstü veya park bench pozisyon verilir. Kraniotomi, trs ve sigs'den foramen magnumun hemen yukarısına veya içine doğru uzanan kraniotomi yapılır. Sisterna magna açılarak BOS drenajı yapılır. TCb ve serebellum arasındaki köprü damarları gerilme veya yırtılma ihtimaline karşı oblitere edilir. Serebellum inferiora ekarte edilir. Görüş açısı, kuadrigeminal ve ambiyan sisternlerin birleşim yerine doğru sağlanır. Sisternleri örten araknoid açılır ve trohlear sinir ile superior serebellar ve pcer açığa çıkar. TCb serbest kenardan başlanarak ve arkaya doğru kesilir. Serbest kenar MTA'nın orta ve arka kısımlarını, ambiyan sisterni ve krural sisternin arka kısmını ortaya çıkarmak için laterale doğru sütur yardımı ile çekilir. LgG takip edilerek hipokampus belirlenir. Subpial diseksiyon ile lateralde cols medialde pcer dalları korunacak şekilde hipokampektomi yapılır (181).

Posterior yaklaşımların avantajları, lateral ve bazal korteks, optik radyasyon hasarı yapmamaları, temporal lob retraksiyonunu önlemeleri ve MTA'nın posterior ve orta kısımlarına erişim sağlamalarıdır. Dezavantajları ise oksipital lob veya serebellar retraksiyon, oksipital lob retraksiyonu ile hemianopsi riski, MTA'nın ön kısımlarına erişmede zorluk, proksimal arter kontrolünün olmaması ve daha uzun çalışma mesafesidir (Tablo 2) (13).

Tablo 2: MTA'ya Yaklaşımların Avantajları ve Dezavantajları

Yaklaşım	Avantaj	Dezavantaj
Superior Yüzey Transsylvian-transinsular yaklaşım	-Dil ve yüksek kortikal fonksiyonla ilgili lateral ve bazal temporal korteksi korur. -İnferior insular sulkus ön kısmında kortikotomi, limen insula boyunca öne doğru açılarak genişletilebilir. -Transsylvian-transsisternal yaklaşım ile birleştirilebilir.	-Çalışma penceresi küçüktür. -İnferior insular sulkus boyunca posteriora açılma optik radyasyona zarar verebilir. -Th çatısından giriş Meyer loopunun yaralanmasına neden olabilir.
Lateral yüzey Transsulkal, transgiral yaklaşımlar	-Teknik olarak daha az karmaşıktır. -Hipokampus ve bitişik yapıların en blok rezeksiyonu için iyi bir pencere sağlar. -MTA'nın arka segmentine yaklaşmak için iyi bir açı sağlar.	-Lateral temporal kortekste hasar oluşturabilir. -Th girişi lateral duvarından arkaya doğru uzatılırsa optik radyasyonlarda yaralanmaya neden olabilir. -Temporal lobun yan yüzeyi ile Th arasındaki mesafe uzundur.
Bazal yüzey Transsulkal, transgiral yaklaşımlar	-Lateral temporal korteksi ve Meyer loopunu korur. -Labbe veninin konumuna bağlı olarak MTA'nın arka segmentine erişime izin verebilir. -Lateral yaklaşımlara göre beyinden Th'ye giden yol daha kısadır.	-Gerekli serebral retraksiyon bazal temporal kortekse zarar verebilir. -Labbe venine zarar verme riski vardır. -Kortikal kesi veya FuG retraksiyonu ile dil problemleri oluşabilir.
Medial yüzey Transsylvian-transsisternal yaklaşım	-Lateral ve bazal temporal korteksleri korur. -Th'ye giriş medial duvardan olduğu için Meyer loop korunur. -Anterior koroidal, ictd ve pcer'in proksimal kontrolü sağlanır. -Transsylvian-transinsular yaklaşımla birleştirilebilir.	-Bazal sisternlerden Th'ye giriş, derin ve dar pencere nedeniyle teknik olarak daha zahmetlidir. -MTA'nın arka kısmına sınırlı erişim sağlar. -Temporal lob ve unkal apeksin retraksiyonunu gerektirir. -Bazal sisterndeki yapılar, özellikle okülomotor sinir için risk oluşturur.
Medial yüzey Oksipital interhemisferik, Supraserebellar transtentorial yaklaşım	-Lateral ve bazal temporal korteksleri korur. -Th'ye giriş medial duvarı ve tabanından olduğu için optik radyasyonları korur. -Temporal lobun retraksiyonunu önler.	-Oksipital lob veya serebellar retraksiyon gerektirir. -MTA'nın orta ve ön kısmına sınırlı erişim sağlar. -TCb'yi keserek kanama riski oluşturur. -Anterior koroidal arterlerin ve pcer'in proksimal kontrolü zordur. -Çalışma mesafesi daha uzundur.

3- GEREÇ VE YÖNTEM

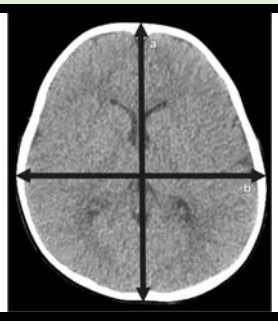
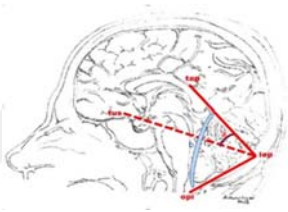
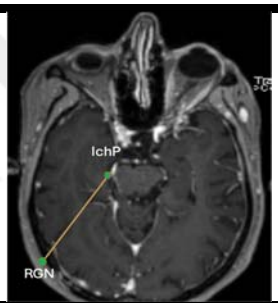
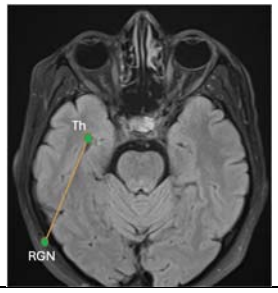
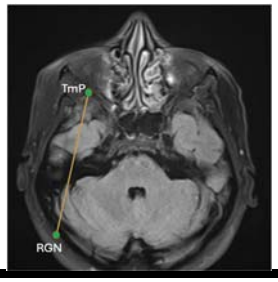
Bu çalışma, Erzurum Atatürk Üniversitesi Etik Kurulu'nun TTU-2022-10480 onay kodu ile BAP projesi olarak 2022-2023 tarihleri arasında Erzurum Atatürk Üniversitesi Nöroanatomi Laboratuvarı'nda yapıldı.

Amerika Doku Bankaları Birliği'nden, kadavra olmak isteyen gönüllülerden ölüm sonrası ilk 12 saat içinde %10 formalin fiksasyonu sonrası karotis arterden kırmızı ve juguler venden mavi silikon boya enjekte ederek hazırlanan 8 adet kadavra temin edildi. Kadavralar, fiksasyon sonrası -4 °C'de formalin solüsyonunda buz aküleri ile saklanarak tarafımıza nakli yapıldı. Ölüm yaşları 65, 68, 69, 71, 73, 74, 76, 81 (ort. 72,1 yaş) olan 5'i erkek 3'ü kadın 8 adet spesmenlerin ölüm nedenleri akut myokard enfarktüsü (5), kronik renal yetmezlik (4), akciğer kanseri (2) ve pulmoner emboli (3) idi. Sonuçları etkilememesi için ölüm nedeni kafa travması veya intrakranyal patolojik süreç olan kadavralar temin edilmedi. Kadavralar planlanan çalışma vaktine kadar Anatomi AD. Laboratuvarında, %70'lik alkol solüsyonu içinde muhafaza edildi.

Spesmenler alkol solüsyonundan çıkarılarak çeşme suyu altında yıkandı. BT (TSX-301C, Toshiba, Japonya) ve MR (Magneta Skyra 3.0, Siemens, Almanya) ile üç planda bir mm kesit kalınlığında görüntüleri alındı. Ayrıca Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi PACS sisteminden serebral patolojisi olmayan 50'si erkek 50'si kadın olmak üzere toplam 100 rastgele hastanın kranyal BT ve MR görüntü elde edildi.

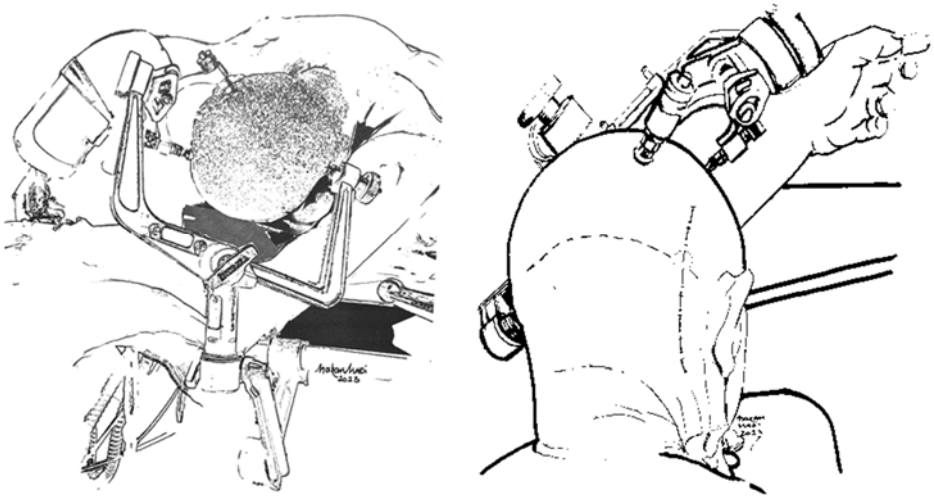
Kadavralar ve serebral patolojisi olmayan rastgele insanlardan temin edilen kranyal radyolojik görüntülemelerde sefalik indeks (SI), TA ve OA ile retrosigmoid giriş noktası (RGN) ile MTA'nın ön kısmı ile ilişkili noktalar arası mesafeler ölçüldü (Tablo 3).

Tablo 3: Radyolojik Görüntülerde Yapılan Ölçümler ve Tanımları

ÖLÇÜMLER		DÜZLEM	TANIM	GÖRSEL
***SEFALİK İNDEKS (SI) ÖLÇÜMÜ**	Sefalik uzunluk	Aksiyel	Nasion ile maksimum oksipital nokta arasındaki uzunluk (a)	
	Biparyetal genişlik	Aksiyel	Aynı kesitte biparyetal genişlik (b)	
AÇI ÖLÇÜMÜ	Tentorial açı (TA)	Sagittal	TCb ile tuberculum sella (tus)'dan iç oksipital çıkıntıya (iop) çizilen çizgi (Twining çizgisi) arasındaki tentorial açı (a)	
	Oksipital açı (OA)	Sagittal	TCb ile iop'u opistion'a (opi) bağlayan çizgi arasındaki oksipital açı (b)	
CERRAHİ MESAFE ÖLÇÜMÜ	**RGN ile IchP arası mesafe	Aksiyel	RGN ile inferior koroidal arterin temporal horna giriş noktası olan alt koroidal nokta (IchP) arası mesafe	
	RGN ile Th arası mesafe	Aksiyel	RGN ile temporal hornun görülebilen en ön kısmı (Th) arası mesafe	
	RGN ile TmP arası mesafe	Aksiyel	RGN ile temporal pol (TmP) arası mesafe	

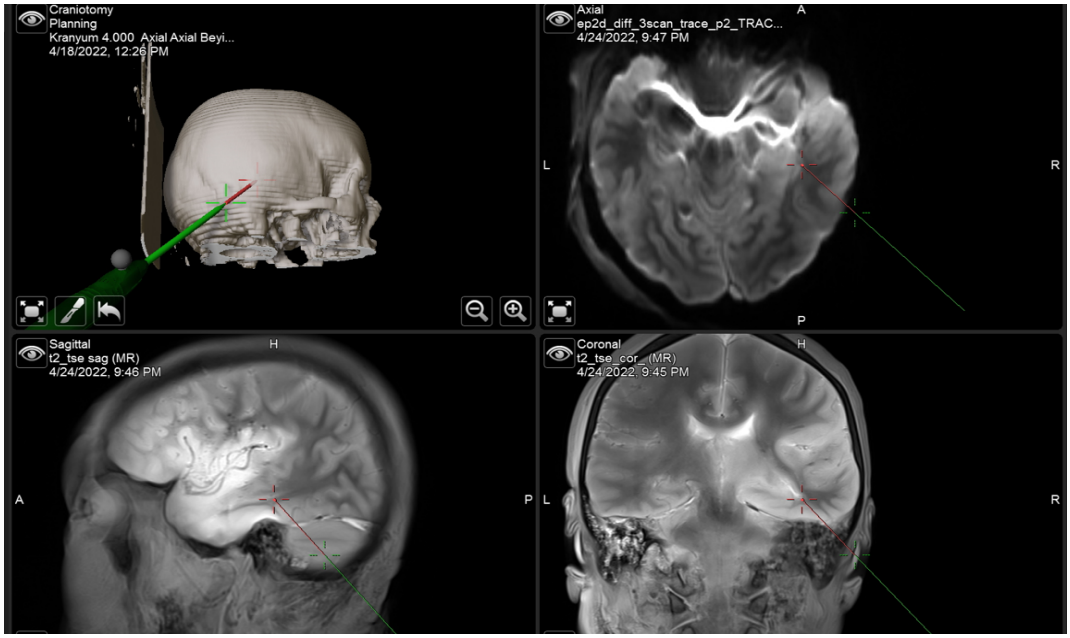
*****Sefalik indeks****: b/a x 100. İndeks ≥ 80 ise brakisefalik, 75-80 arası ise mezosefalik ve indeks ≤75 ise dolikosefalik kabul edildi.*

******Retrosigmoid giriş noktası (RGN)****: transvers sinüsün alt kenarı ile transvers sinüs sigmoid sinüs bileşkesinin iki cm medialinin kesişim yeri olarak kabul edildi.*



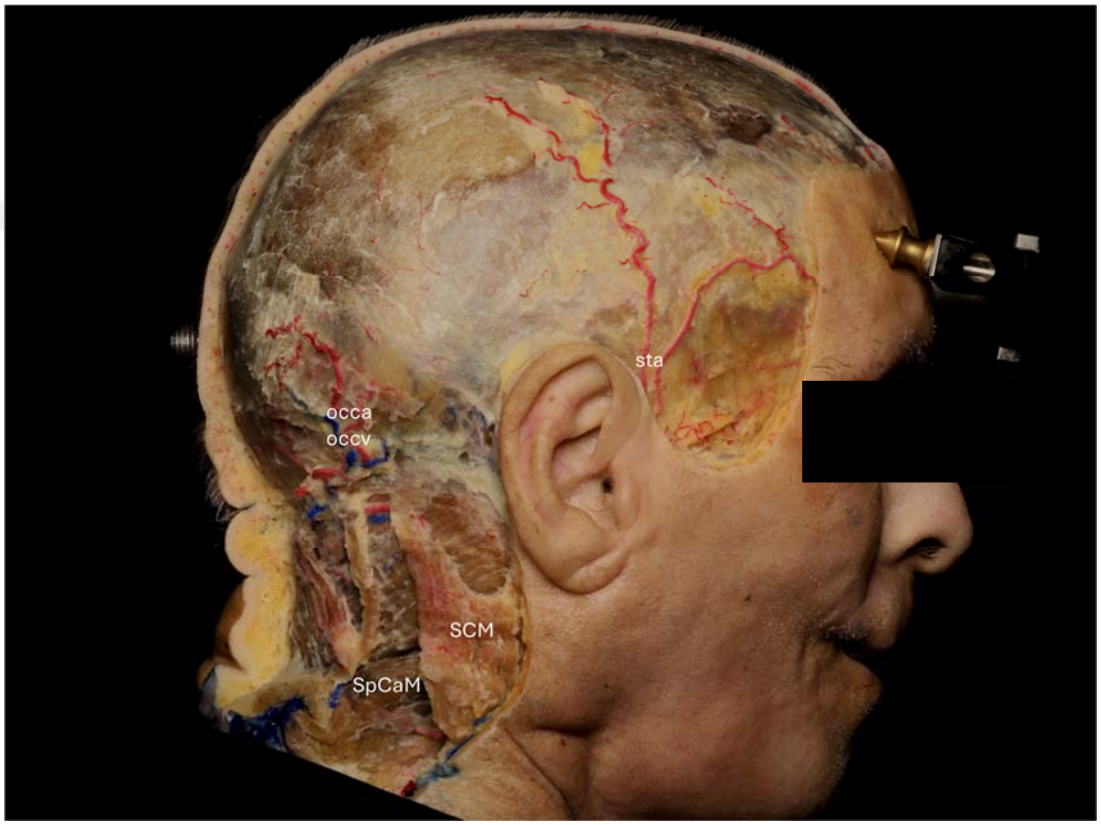
Şekil 10: Fukushima pozisyonu ve bu pozisyonda RGN gösterimi

BT ve MR görüntülemeleri nöronavigasyon sistemi (Buzz 2.0, Brainlab, Almanya) ile entegre edildi. Spesmenler üç pinli çivili başlık (Mayfield® Triad Skull, Integra, ABD) ile (iki pin frontal kemiğe tek pin trs bir cm üzerine gelecek şekilde) sabitlendi. Velho ve ark.'dan değiştirilerek Fukushima pozisyonu (üç çeyrek yüzüstü pozisyon) verildi (Şekil 10) (182). RGN'den MTA'ya olan cerrahi doğrultu koronal, sagittal ve aksiyel düzlemlerde gösterildi (Şekil 11).



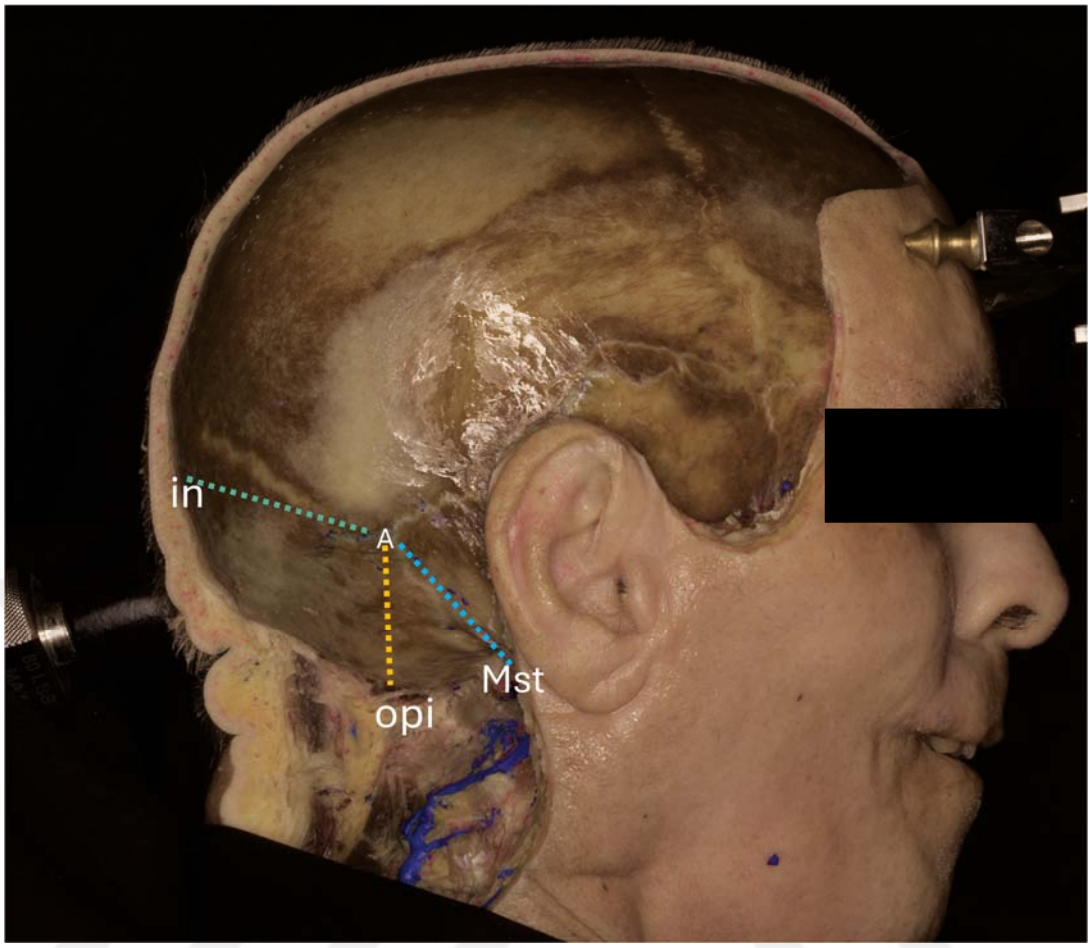
Şekil 11: Kadavralarda nöronavigasyon ile RGN'den MTA'ya cerrahi doğrultunun gösterilişi

Öngörülen cerrahi yaklaşımla hedef alanın kesin biçimde ortaya konulabilmesi, supratentorial ve infratentorial alana hâkim olunabilecek genişlikte insizyon yapıldı. Medialde sagittal sütur, anteriorda saçlı deri çizgisi, lateralde kulak korunacak şekilde skalp kaldırıldı (Şekil 12).

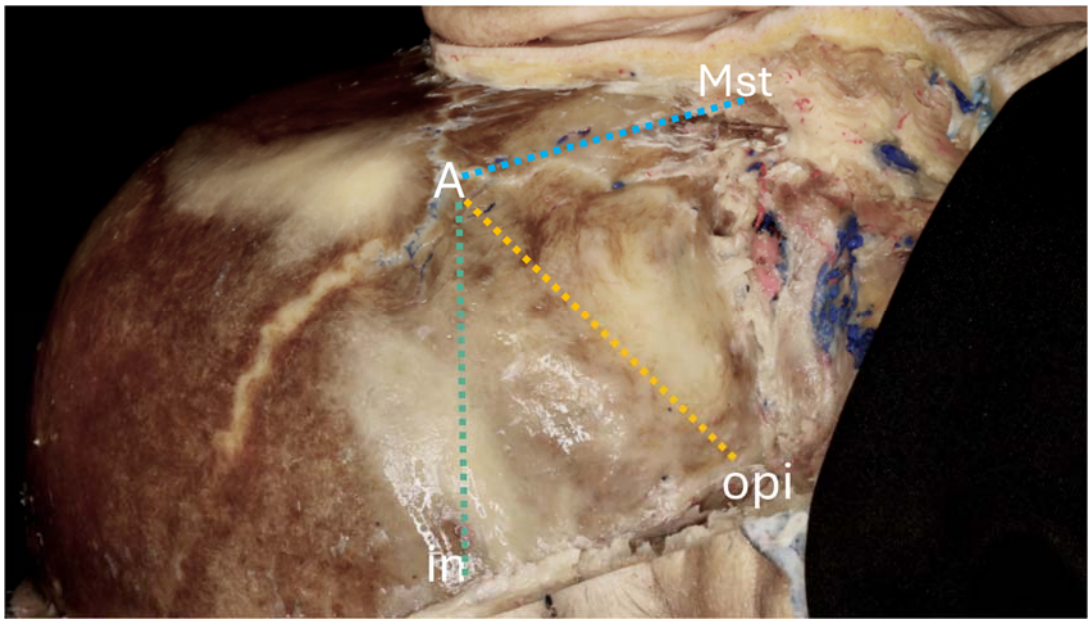


Şekil 12: Skalp kaldırılması sonrası görüntü
(Occa: oksipital arter, ***occv:*** oksipital ven, ***SCM:*** sternokleidomastoid kası, ***SpCaM:*** splenius kapitis kası, ***sta:*** süperfisial temporal arter**)**

Sırasıyla galea ve periost kaldırıldı. Asterion noktası tespit edildi. Asterion ile inion (in), opistion (opi) ve mastoid proces (Mst) arası mesafeler ölçüldü. Landmark olarak kullanılabilmesi için coronal sutur (cs), sagittal sutur ve lds korunarak kemik doku elektrikli kesici (Midas Rex Legend®, Medtronic, ABD) ile kaldırıldı (Şekil 13,14).

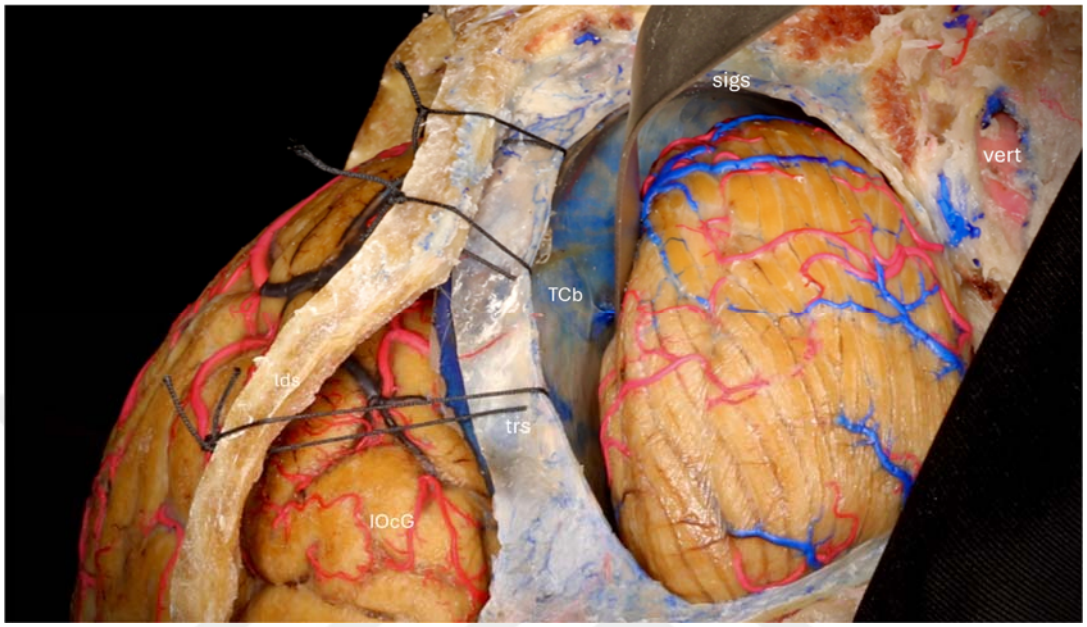


Şekil 13: Yandan asterion ile ölçüm noktalarının gösterimi
(A: asterion, ***in:*** inion, ***Mst:*** mastoid proces, ***opi:*** opistion**)**



Şekil 14: Retrosigmoid açıdan ölçüm noktalarının gösterimi
(A: asterion, ***in:*** inion, ***Mst:*** mastoid proces, ***opi:*** opistion**)**

Cerrahi esnasında sisterna magnadan BOS boşaltılması sayesinde oluşacak serebellumun gevşemesini kadavra üzerinde de gösterebilmek ve inferomedial açıdan daha demonstratif görüntü sağlamak amacıyla serebellumun üst 1/3 kısmı çıkarıldı (Şekil 15,16).

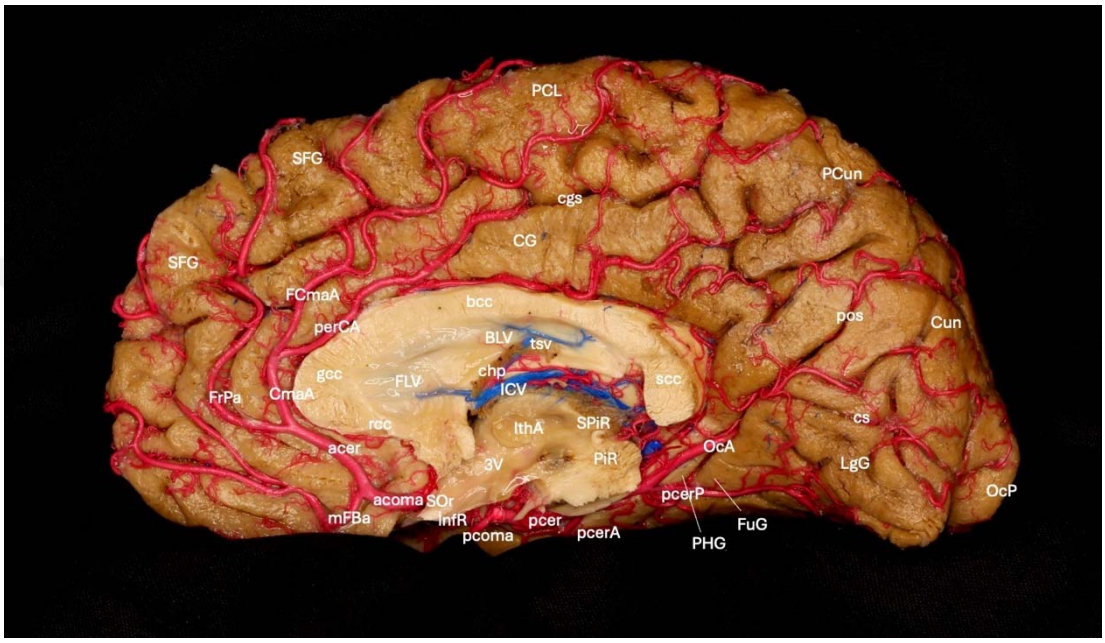


Şekil 15: Dura kaldırıldıktan sonra retrosigmoid açıdan görüntü.
(IOcG: inferior oksipital girus, ***lds:*** lambdoid sütur, ***sigs:*** sigmoid sinüs, ***TCb:*** tentorium serebelli, ***trs:*** transvers sinüs, ***vert:*** vertebral arter**)**

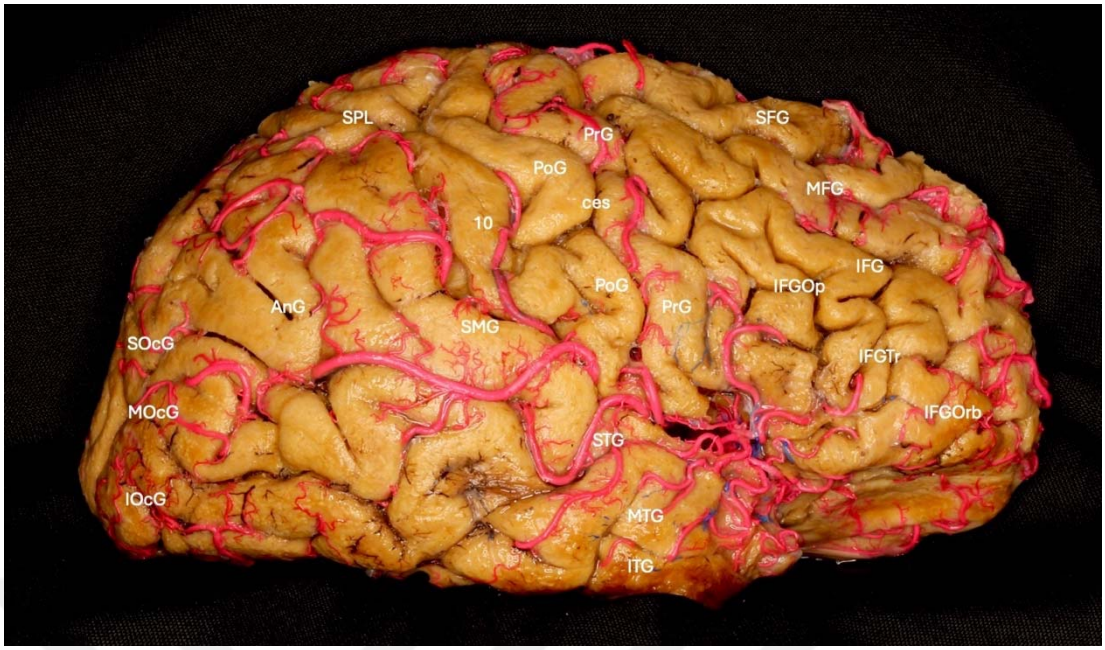


Şekil 16: Serebellum üst üçte 1/3'lük çıkarıldıktan sonra görüntü.
(IOcG: inferior oksipital girus, ***ISL:*** inferior semilunar lobül, ***lds:*** lamdoid sütur, ***SCeL:*** serebellar santral lobül, ***sigs:*** sigmoid sütur, ***SSL:*** superior semilunar lobul, ***TCb:*** tentorium serebelli, **vert:** vertebral arter**)**

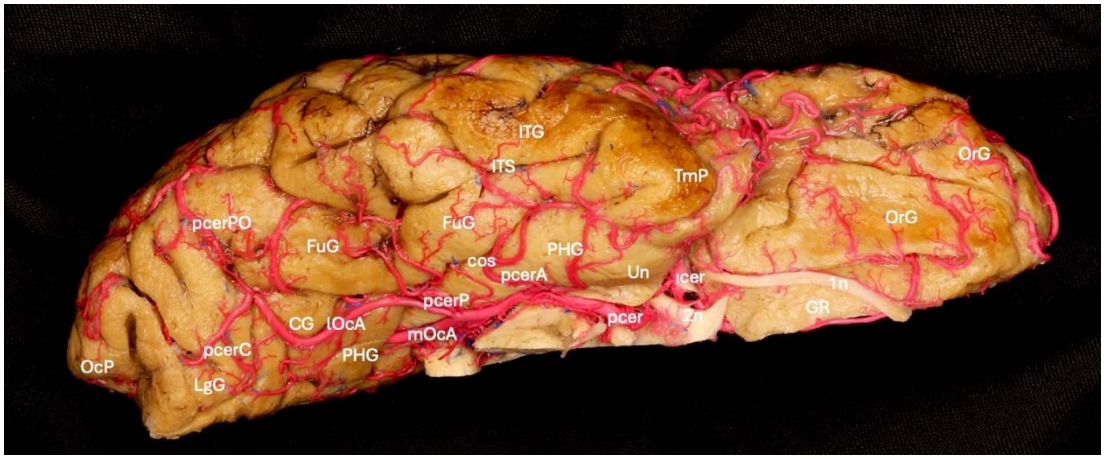
Sonra FxC takip edilerek cc ortasından girilerek mezensefalon orta kısmından kesilerek medialde talamus kalacak şekilde serebrum sağ hemisferi çıkarıldı. Çıkarılan hemisfer üzerinde lateral, medial ve bazal yüzeyden anatomik yapılar tanımlandı (Şekil 17,18,19).



Şekil 17: Sağ serebral hemisferin medial yüzeyinin görüntüsü
(3V: 3. Ventrikül, ***acer:*** anterior serebral arter, ***acoma:*** anterior komunikan arter, ***bcc:*** korpus kallozum gövde, ***BLV:*** lateral ventrikül gövde, ***chp:*** koroid pleksus, ***CG:*** singular girus, ***cgs:*** singulat sulkus, ***CmaA:*** kallozomarginal arter, ***cs:*** kalkarin sulkus, ***Cun:*** kuneus, ***FcmaA:*** kallozomarginal arter frontal dalı, ***FLV:*** lateral ventrikül frontal horn, ***FrPa:*** frontopolar arter, ***FuG:*** fusiform girus, ***gcc:*** korpus kallozum genu, ***ICV:*** internal serebral ven, ***InfR:*** infindibular reses, ***IthA:*** intertalamik adezyon, ***LgG:*** lingual girus, ***mFBa:*** medial frontobazal arter, ***OcP:*** oksipital pol, ***pcer:*** posterior serebral arter, ***pcerA:*** anterior temporal dal, ***pcerO:*** oksipital dal, ***pcerP:*** posterior temporal dal, ***pcoma:*** posterior komunikan arter, ***PCL:*** parasentral lobül, ***Pcun:*** prekuneus, ***perCA:*** perikallozal arter, ***PHG:*** parahipokampal girus, ***PiR:*** pineal reses, ***pos:*** paryetooksipital sulkus, ***rcc:*** korpus kallozum rostrum, ***scc:*** korpus kallozum splenium, ***SFG:*** süperior frontal girus, ***Sor:*** supraoptik reses, ***SpiR:*** suprapineal reses, ***tsv:*** talamositriat ven**)**

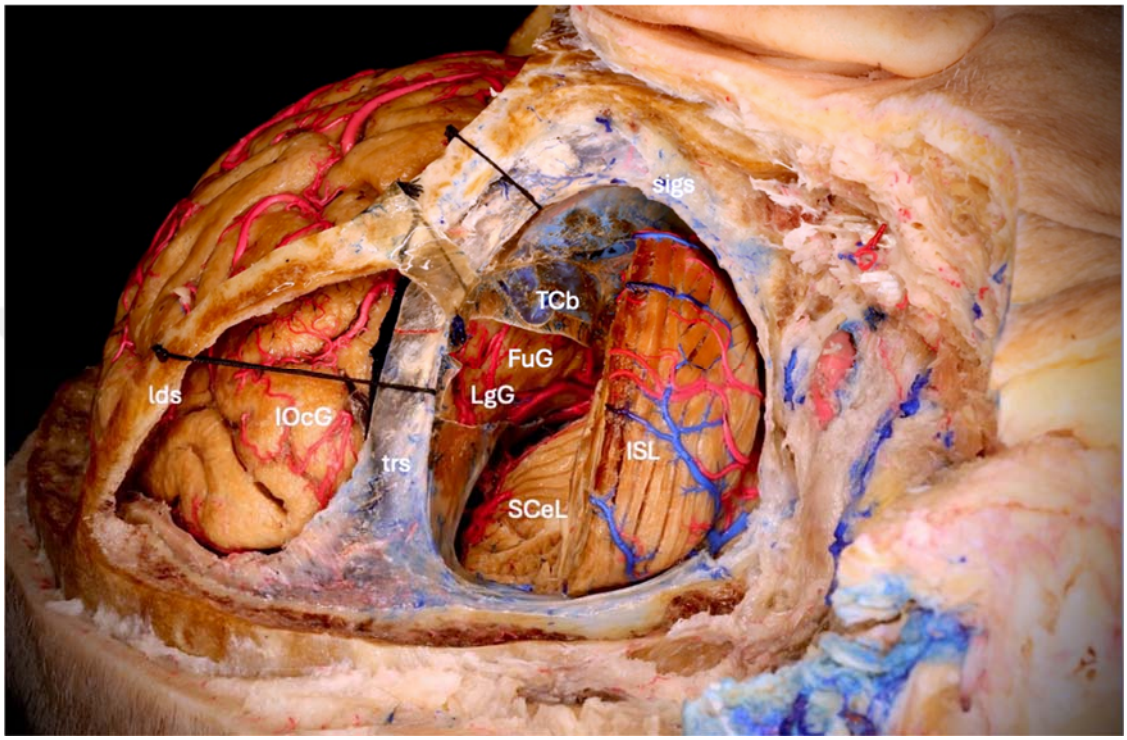


Şekil 18: Sağ serebral hemisferin lateral yüzeyinin görüntüsü
(AnG: anguler girus, ***ces:*** santral sulkus, ***IFG:*** inferior frontal girus, ***IFGOp:*** pars operkülaris, ***IFGOr:*** pars orbitalis, ***IFGTr:*** pars triangularis, ***IOcG:*** inferior oksipital girus, ***ITG:*** inferior temporal girus, ***MFG:*** middle frontal girus, ***MOcG:*** medial oksipital girus, ***MTG:*** middle temporal girus, ***PoG:*** postsentral girus, ***PrG:*** presentral girus, ***SFG:*** superior frontal girus, ***SMG:*** supramarginal girus, ***SOcG:*** superior oksipital girus, ***SPL:*** superior paryetal lobül, ***STG:*** superior temporal girus**)**



Şekil 19: Sağ serebral hemisferin bazal yüzeyinin görüntüsü
(1n: olfaktor sinir, ***2n:*** optik sinir, ***CG:*** singular girus, ***cols:*** kollateral sulkus, ***FuG:*** fusiform girus, ***GR:*** girus rektus, ***ıcer:*** internal serebral arter, ***lOcA:*** lateral oksipital arter, ***ITG:*** inferior temporal girus, ***ITS:*** inferior temporal sulkus, ***LgG:*** lingual girus, ***mOcA:*** medial oksipital arter, ***OcP:*** oksipital pol, ***OrG:*** orbital girus, ***pcer:*** posterior serebral arter, ***pcerA:*** anterior temporal dal, ***pcerC:*** kalkarin dal, ***pcerP:*** posterior temporal dal, ***pcerPO:*** paryetooksipital dal, ***PHG:*** parahipokampal girus, ***TmP:*** temporal pol, ***Un:*** unkus**)**

Cerrahi mikroskop (Zeiss Universal S3, Carl Zeiss, Almanya) altında araknoid membran kaldırıldı. TCb, serbest kenarından tabanı trs'ye, açıklığı LgG, PHG ve FuG'a bakan U şeklinde 4x3 cm boyutlarında kesildi (Şekil 20).



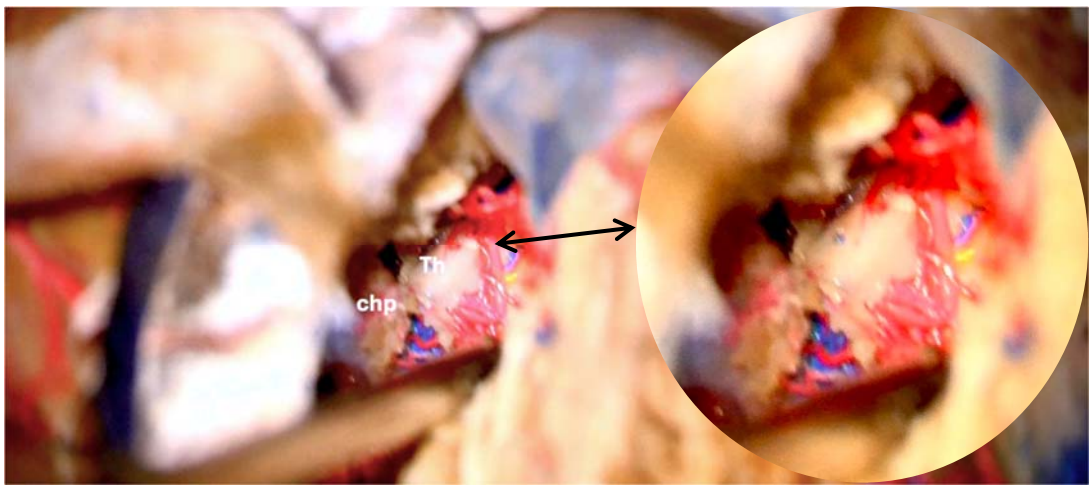
Şekil 20: U şeklinde TCb kesisi sonrası spesmenin görüntüsü
(FuG: Fusiform girus, ***lOcG:*** inferior oksipital girus, ***lSL:*** inferior semilunar lobül, ***lds:*** lamdoid sütur, ***LgG:*** lingual girus, ***SCeL:*** serebellar santral lobül, ***sigs:*** sigmoid sütur, ***TCB***: tentorium serebelli, ***trs:*** transvers sinüs**)**

Bu anatomik yapılar boncukları farklı renkli toplu iğneler ile işaretlenerek hemisfer yerine yerleştirildi. Bu yolla TCb'de yer alan kesi açıklığından görülen anatomik yapılar tanımlandı. Sonra kesi açıklığından LgG önünde pcer P2 ve P3 dallarının ayrım noktasının hemen önünden PHG üzerine yapılan insizyonla anteriora doğru Cavitron Ultrasonik Cerrahi Aspiratör (CUSA) (Sonastar FS-1000-RF, Misonix, USA) yardımı ile subpial diseksiyon yapıldı.



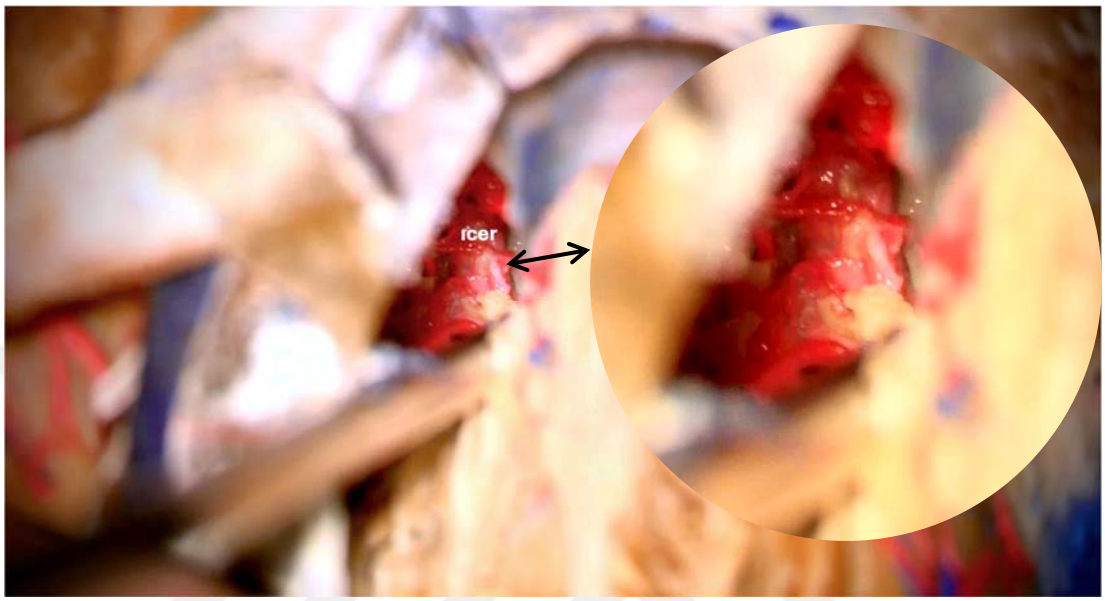
Şekil 21: CUSA yardımı ile subpial diseksiyonun yapılışı
(Beyaz: kollateral sulkus, ***kırmızı:*** parahipokampal girus, ***mavi:*** fusiform girus, ***yeşil:*** lingual girus**)**

Hipokampus kuyruğu, medialde pcer P2 ve P3 dalları lateralde cols olacak şekilde anteriora doğru rezeke edildi. Yaklaşık iki buçuk cm sonra lateral ventrikülün Th'ye ulaşıncaya kadar superiora ve mediale doğru ilerlenerek hipokampal gövde ve başın büyük kısmı rezeke edildi. Bu yapılırken FuG'un yaklaşık 2 cm^3'lük kısmı görüş açısının sağlanması için rezeksiyona dahil edildi. Th lateral duvarı rezeke edildi chp görüldü.



Şekil 22: Koroid pleksus görülerek temporal horn lateral duvarının rezeke edildikten sonra görüntüsü
(chp: koroid pleksus, ***Th:*** temporal horn**)**

Lateral duvardan internal serebral arter (ıcer) ve optik sinir (2n) gölgeleri görülene kadar laterale ve inferiora doğru diseksiyona devam edilerek amigdala ve hipokampusun başının geri kalanı rezeke edildi (Şekil 23). Diseksiyonlar yapılırken RGN ile pcer P2 ve P3 dalları ayrım noktası, Th lateral duvarı arası ve ıcer gölgesi görülene kadar mesafe ölçüldü.



Şekil 23: Lateral ve inferior doğrultuda devam edilerek hipokampus başı ve amigdala rezeksiyonu. ***(ıcer:*** internal serebral arter**)**

30 derece endoskop (Storz Xenon Nova® 20, Karl Storz, Almanya) yardımı ile cerrahi alan görüntülenerek mikrocerrahi sınırlar tespit edildi. Lateralde FuG, medialde pcer ve dalları, anteriorda unkusun ön 1/3'lük kısmı ve posteriorda ise LgG'ye kadar rezeksiyon yapıldı.

Bütün aşamalar Canon® (200D, Canon, Japonya) fotoğraf makinası ve Canon® (EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 DC III, Macro Art Lens® EF 100 mm f/1:2.8) lensler ile fotoğraflandı.

Elde edilen tüm verilerin istatistiği IBM SPSS Versiyon 25.0. (Armonk, NY: IBM Corp) programı kullanılarak yapıldı. Veriler yüzde olarak frekans, ortalama, yüzde (%) ve standart sapma olarak değer şeklinde ifade edildi. Sefalik indeksler gibi kategorik veriler için Ki-Kare (chi-square) (χ^2) testi, açı ve mesafe ölçümlerinin kıyaslamasında student-t testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık kriteri olarak $p<0,05$ değeri kabul edildi. Hesaplanan tüm değerlerin kendi aralarında ilişkilerinin tespiti Pearson korelasyon testi ile yapıldı. r değeri; 0-0,25 ise çok zayıf, 0,26-0,49 ise zayıf, 0,50-0,69 ise orta, 0,70-0,89 ise yüksek, 0,90 üzeri ise çok yüksek ilişkili olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1 Diseksiyon Aşamasında Ölçülen Mesafeler ve Sonuçları

Asterion in arası mesafe 61,42±1,23 mm, asterion opi arası mesafe 61,56±1,21 mm ve asterion Mst arası mesafe 47,78±1,41 mm olarak ölçüldü (Tablo 4). Kemik doku kaldırılması sonrasında asterionun dört kadavrada TSSJ noktasında, iki kadavrada TSSJ dorsalinde ve iki kadavrada trs'nin kaudalinde yer aldığını görüldü. Kadavra diseksiyonunda yapılan ölçümlerde RGN ile pcer P2 ve P3 dalları ayrım noktası mesafe 42,43±1,50 mm, RGN ile Th lateral duvarı arasındaki mesafe 65,31±6,62 mm ve RGN ile ıcer gölgesi görülene kadar mesafe 82,78±5,68 mm olarak ölçüldü (Tablo 5).

Tablo 4: Asterion ile İlgili Ölçümler ve Sonuçları

No	Asterion ile olan mesafeler		
	A-in (mm)	**A-opi (mm)**	**A-Mst (mm)**
1	62,5	62,3	49,1
2	59,6	59,8	46,5
3	61,7	61,4	48,2
4	63,1	63,3	50,3
5	60,2	60,4	46,5
6	62,3	62,8	47,1
7	60,4	60,7	48,2
8	61,6	61,8	46,4
Ort.±SD	61,42±1,23	61,56±1,21	47,78±1,41

A: Asterion, ***in:*** İnion, ***Mst:*** Mastoid proces, ***opi:*** Opistion

Tablo 5: Kadavra Diseksiyonunda RGN ile Hedef Noktalar Arası Mesafe Ölçümleri

No	RGN ile olan mesafeler		
	P2 ve P3 ayrımı (mm)	**Th lateral duvar (mm)**	**ıcer görülme noktası (mm)**
1	42,4	64,7	83,6
2	44,6	73,4	89,8
3	43,5	70,5	86,7
4	41,7	61,6	82,9
5	43,8	73,8	88,2
6	42,2	63,3	78,3
7	49,9	55,9	72,5
8	41,4	59,3	80,3
Ort.±SD	42,43±1,50	65,31±6,62	82,78±5,68

RGN: Retrosigmoid giriş noktası, ***Th:*** Temporal horn, ***ıcer:*** internal serebral arter

4.2 Kadavra Radyolojik Görüntülemelerinin Ölçüm Sonuçları

Hesaplanan sefalik uzunluk en kısa 173,9 mm, en uzun 187,5 mm ort. (181,27±5,3), biparyetal genişlik en kısa 134,2 mm, en uzun 163,8 mm ort. (150,71±9,7), sefalik indeks ort. 83,02±3,6 idi. TA en düşük 32,3° ve en yüksek 43,8° (ort. 36,88±4,2) ölçüldü. OA en düşük 104,7° ve en yüksek 116,4° (ort. 108,86±4,1) ölçüldü. Ölçümlere göre kadavraların yedisi (%87,59) brakisefalik, biri (%12,5) mezosefalik idi; dolikosefalik kadavra yoktu (Tablo 6).

Tablo 6: Kadavra Görüntülemelerinde SI ve Açı Ölçümleri

Kadavra			Sefalik Uzunluk (mm)	Biparyetal Genişlik (mm)	SI (%)	TA (°)	OA (°)
No	Cins	Yaş					
1	E	65	178,7	147,7	82,6*	43,8	116,4
2	E	68	187,5	163,8	87,3*	32,3	104,7
3	E	71	185,6	151,1	81,4*	39,2	108,2
4	E	74	180,2	156,2	86,6*	40,5	112,8
5	E	76	186,6	161,9	86,7*	37,7	107,1
6	K	69	183,4	147,2	80,2*	32,6	105,3
7	K	73	174.3	143,6	82,3*	36,4	110,8
8	K	81	173,9	134,2	77,1**	32,6	105,6
Ort.±SD		72,1±5,02	181,27±5,3	150,71±9,7	83,02±3,6	36,88±4,2	108,86±4,1

SI: Sefalik indeks (genişlik/uzunlukx100), ****:*** Brakisefalik, *****:*** Mezosefalik, ***TA:*** Tentorial açı, ***OA:*** Oksipital açı

Tablo 7: Kadavra Görüntülemelerinde RGN ile Hedef Nokta Arası Ölçümler

No	SI (%)	RGN ile Hedef Nokta Arası Mesafe		
		RGN-IchP (mm)	RGN-Th (mm)	RGN-TmP (mm)
1	82,6*	67,56	67,06	86,14
2	87,3*	78,32	77,86	92,54
3	81,4*	74,41	73,27	88,69
4	86,6*	65,62	64,43	85,51
5	86,7*	76,84	76,15	90,63
6	80,2*	66,10	65,72	81,34
7	82,3*	59,51	59,42	74,32
8	77,1**	63,12	62,45	82,51
Ort.±SD	83,02±3,6	68,93±6,8	68,29±6,6	85,21±5,8

SI: Sefalik indeks (genişlik/uzunlukx100), ****:*** Brakisefalik, *****:*** Mezosefalik, ***RGN:*** Retrosigmoid giriş noktası, ***IchP:*** Alt koroidal nokta, ***Th:*** MRG'lerde görülebilen temporal horn en ön kısmı, ***TmP:*** Temporal pol

RGN ile IchP arası mesafe en kısa 59,51 mm, en uzun 78,32 mm (ort. 68,93±6,8) ölçüldü. Aynı noktadan Th arası mesafe en kısa 59,42 mm, en uzun 77,86 mm (ort. 68,29±6,6) ve TmP arası mesafe en kısa 74,32 mm, en uzun 92,54 mm (ort. 85,21±5,8) ölçüldü (Tablo 7).

4.3 Serebral Patoloji Olmayan Yüz Olgunun Görüntülemelerinin Ölçüm Sonuçları

Kurumun PACS sisteminde temin edilen MR görüntülerinin 50'si kadın, 50'si erkek cinste kişilere aitti. Bu olguların en genci 28 yaşında en yaşlısı 78 yaşındaydı (ort. 51,03).

Bu görüntülerde sefalik uzunluk en kısa 172,8 mm, en uzun 202,2 mm ort. (183,86±6,3), biparyetal genişlik en kısa 129,9 mm, en uzun 163,4 ort. (149,87±7,2), sefalik indeks ort. 81,45±2,7 idi. TA en düşük 25,6° ve en yüksek 52,6° (ort. 41,76±6,8) ölçüldü. OA en düşük 96,7° ve en yüksek 131,7° (ort. 114,7±8,4) ölçüldü. Ölçümlere göre olguların 79 tanesi brakisefalik (%79), 17 olgu mezosefalik (%17) ve 4 olgu dolikosefalik (%4) olarak belirlendi (Tablo 8).

Tablo 8: Serebral Patoloji Olmayan Olguların Görüntülemelerinde SI ve Açı Ölçümleri

Olgular			Sefalik Uzunluk (mm)	Biparyetal Genişlik (mm)	SI (%)	TA (°)	OA (°)
No	Cins	Yaş					
1	E	28	178,9	146,8	82,1*	51,7	123,8
2	E	31	180,9	148,8	82,2*	39,7	109,5
3	E	32	186,4	161,2	86,4*	45,2	119,6
4	E	33	191,1	155,5	81,3*	48,9	122,6
5	E	36	177,6	135,8	76,4**	31,8	104,2
6	E	36	177,2	144,2	81,3*	44,3	118,5
7	E	36	175,9	137,9	78,3**	41,5	114,3
8	E	36	183,2	152,7	83,3*	49,4	125,7
9	E	37	184,5	145,2	78,7**	51,3	128,5
10	E	37	202,2	162,1	80,1*	50,7	128,2
11	E	41	178,1	139,6	78,3**	44,6	117,3
12	E	41	186,4	152,1	81,5*	35,4	109,2
13	E	42	200,8	163,4	81,3*	50,6	128,3
14	E	44	190,4	151,9	79,7**	50,3	128,2
15	E	45	183,4	148,9	81,2*	49,6	125,7
16	E	46	179,8	150,3	83,6*	48,3	121,6
17	E	47	193,6	150,6	77,7**	42,7	113,2
18	E	49	177,2	151,8	85,6*	48,8	122,3
19	E	49	185,5	151,1	81,4*	34,9	107,5
20	E	49	192,5	162,8	84,5*	41,7	111,7
21	E	51	190,3	154,7	81,2*	51,4	128,7
22	E	53	174,4	141,6	81,2*	49,7	126,2
23	E	53	187,6	158,7	84,5*	44,3	118,7
24	E	53	188,7	160,2	84,9*	45,9	120,4
25	E	54	182,2	151,5	83,1*	49,2	125,5
26	E	54	194,7	145,4	74,6***	45,3	119,9

No	Cins	Yaş	Sefalik Uzunluk	Biparyetal Genişlik	SI	TA	OA
27	E	54	194,6	156,2	80,2*	45,5	120,3
28	E	54	189,8	160,1	84,3*	34,3	106,7
29	E	54	190,6	152,8	80,1*	49,8	125,4
30	E	54	186,2	154,9	83,2*	48,6	122,4
31	E	55	182,3	154,4	84,6*	41,2	113,3
32	E	55	189,6	153	80,7*	49,8	125,3
33	E	56	189,2	157,4	83,2*	39,4	108,3
34	E	57	178,7	145,1	81,1*	32,5	105,8
35	E	58	188,7	157,5	83,4*	45,6	120,7
36	E	59	189,2	151,5	80,1*	49,5	125,2
37	E	60	176,6	141,4	80,1*	42,7	115,3
38	E	60	183,2	152,7	83,3*	40,8	111,2
39	E	62	179,4	141,3	78,7**	47,5	121,4
40	E	63	188,3	157,6	83,7*	50,4	127,6
41	E	64	177,8	145,6	81,8*	45,3	119,5
42	E	64	188,3	151,5	80,4*	50,2	127,8
43	E	64	176,5	151,2	85,6*	32,3	105,6
44	E	65	188,7	162,8	86,3*	50,2	121,2
45	E	65	175,5	143,3	81,6*	45,1	120,2
46	E	69	186,7	155,8	83,4*	45,5	120,6
47	E	69	199,6	161,4	80,8*	42,8	113,6
48	E	71	180,1	153,8	85,3*	49,9	125,6
49	E	71	184,7	149,7	81,1*	45,4	120,1
50	E	75	179,3	139,6	77,8**	44,7	117,9
51	K	28	187,8	154,5	82,2*	28,3	98,7
52	K	29	172,8	143,1	82,8*	26,8	97,4
53	K	31	188,9	155,8	82,4*	40,5	110,4
54	K	32	184,6	151	81,8*	34,7	107,2
55	K	32	186,8	143,4	76,7**	48,6	122,1
56	K	33	182,9	149,4	81,6*	35,7	107,3
57	K	34	192,4	141,9	73,7***	48,4	121,8
58	K	35	175,9	138,7	78,8**	25,6	96,7
59	K	35	176,1	145,2	82,4*	41,1	112,8
60	K	35	179,4	142,9	79,6**	35,3	108,9
61	K	38	179,3	151,6	84,5*	42,3	112,8
62	K	41	191,7	158,5	82,6*	36,8	108,2
63	K	42	187,8	148,1	78,8**	39,4	109,7
64	K	42	178,3	149,5	83,8*	37,6	107,4
65	K	43	184,5	155,5	84,2*	38,2	106,9
66	K	43	186,7	152,1	81,4*	44,7	119,1
67	K	44	177,3	139,2	78,5**	32,4	105,6
68	K	45	184,3	151,4	82,1*	37,8	107,6
69	K	46	191,2	159,2	83,3*	52,6	131,7
70	K	46	173,6	141,6	81,5*	27,4	99,5
71	K	47	190,6	161,2	84,5*	49,2	123,4
72	K	47	178,6	145,3	81,3*	32,7	105,7
73	K	48	185,4	151,6	81,7*	37,3	107,1
74	K	49	178,8	146,2	81,8*	30,7	101,4
75	K	50	183,4	155,1	84,5*	44,2	115,7
76	K	52	187,3	147,4	78,7**	43,8	116,1
77	K	52	183,8	153,8	83,6*	42,8	113,4
78	K	52	187,1	156,2	83,4*	37,1	106,8
79	K	55	178,2	143,8	80,6*	30,7	101,5
80	K	55	179,2	151,6	84,5*	43,6	114,2
81	K	56	181,6	143,1	78,7**	41,7	115,2

No	Cins	Yaş	Sefalik Uzunluk	Biparyetal Genişlik	SI	TA	OA
82	K	57	183,2	152,4	83,2*	35,3	109,1
83	K	57	178,2	134,3	75,3**	35,9	109,7
84	K	57	178,4	147,2	82,5*	44,9	119,7
85	K	59	178,1	143,7	80,6*	30,6	101,3
86	K	59	185,4	158,1	85,2*	41,2	111,3
87	K	59	191,4	161,1	84,1*	39,6	108,5
88	K	59	179,6	146,3	81,4*	32,8	105,3
89	K	61	183,5	149,3	81,3*	42,4	115,7
90	K	62	176,5	129,9	73,5***	37,6	107,4
91	K	63	173,2	139,1	80,3*	33,5	106,8
92	K	64	190,4	155,3	81,5*	31,8	104,7
93	K	65	174,5	144,1	82,5*	38,7	107,8
94	K	65	178,5	146,1	81,8*	49,8	125,4
95	K	65	190,2	158,6	83,4*	39,8	110,2
96	K	66	177,6	144,3	81,2*	41,3	112,9
97	K	69	176,1	134,3	76,2**	44,5	118,9
98	K	69	179,9	150,3	83,5*	39,5	108,7
99	K	69	180,7	149	82,4*	43,8	114,5
100	K	70	187,9	140,5	74,7***	29,4	100,3
Ort.±SD		51,03±12,1	183,86±6,3	149,87±7,2	81,45±2,7	41,76±6,8	114,7±8,4

SI: Sefalik indeks, ****:*** Brakisefalik, *****:*** Mezosefalik, ******:*** Dolikosefalik, ***TA:*** Tentorial açı, ***OA:*** Oksipital açı

RGN ile IchP arası mesafe en kısa 53,39 mm, en uzun 79,98 mm (ort. 64,67±6,08) ölçüldü. Aynı noktadan Th arası mesafe en kısa 52,85 mm, en uzun 79,13 mm (ort. 63,84±6,1) ve TmP arası mesafe en kısa 73,57 mm, en uzun 119,17 mm (ort. 88,22±9,6) ölçüldü (Tablo 9).

Tablo 9: Serebral Patoloji Olmayan Olguların Görüntülemelerinde RGN ile Hedef Nokta Arası Ölçümler

No	SI (%)	RGN ile Hedef Nokta Arası Mesafe		
		RGN-IchP (mm)	RGN-Th (mm)	RGN-TmP (mm)
1	82,1*	67,45	67,14	87,28
2	82,2*	61,23	60,28	84,26
3	86,4*	62,23	61,15	85,27
4	81,3*	68,36	67,42	96,18
5	76,4**	65,46	65,56	84,24
6	81,3*	62,26	60,33	81,73
7	78,3**	56,78	56,21	83,25
8	83,3*	65,38	65,30	86,24
9	78,7**	63,28	63,11	85,98

No	SI	RGN-IchP	RGN-Th	RGN-TmP
10	80,1*	79,98	79,13	119,17
11	78,3**	66,43	65,88	86,62
12	81,5*	72,36	71,24	90,78
13	81,3*	77,23	76,41	117,44
14	79,7**	71,59	70,19	102,87
15	81,2*	67,62	66,28	88,59
16	83,6*	63,19	62,21	85,22
17	77,7**	70,27	69,41	102,15
18	85,6*	60,78	58,26	76,16
19	81,4*	64,62	63,15	93,21
20	84,5*	70,36	69,11	98,74
21	81,2*	70,39	69,75	99,28
22	81,2*	58,48	58,23	75,63
23	84,5*	63,31	63,17	87,26
24	84,9*	69,42	68,76	97,69
25	83,1*	62,41	61,59	84,45
26	74,6***	72,12	71,23	101,18
27	80,2*	72,43	72,28	107,31
28	84,3*	67,26	66,19	95,24
29	80,1*	71,18	70,16	103,68
30	83,2*	67,24	65,26	93,78
31	84,6*	73,21	73,32	88,16
32	80,7*	70,35	69,26	98,86
33	83,2*	70,28	69,56	98,37
34	81,1*	55,36	55,28	75,62
35	83,4*	78,41	77,13	92,45
36	80,1*	67,16	66,73	92,29
37	80,1*	61,36	60,44	83,59
38	83,3*	69,35	68,21	92,26
39	78,7**	63,45	63,36	87,76
40	83,7*	72,26	72,04	95,19
41	81,8*	59,48	58,96	76,16
42	80,4*	60,78	59,92	91,12
43	85,6*	59,76	58,85	77,34
44	86,3*	76,45	76,37	88,58
45	81,6*	56,22	55,25	75,39
46	83,4*	68,75	68,43	91,22
47	80,8*	75,56	74,26	112,15
48	85,3*	61,42	60,28	79,46
49	81,1*	66,26	65,11	91,48
50	77,8**	56,27	56,07	78,38
51	82,2*	74,32	74,03	91,54
52	82,8*	58,78	58,22	73,57
53	82,4*	59,49	57,32	88,16
54	81,8*	66,23	65,31	92,18
55	76,7**	71,67	71,28	105,36
56	81,6*	64,17	63,19	92,26
57	73,7***	68,23	68,14	99,28
58	78,8**	64,83	62,56	82,13

No	SI	RGN-IchP	RGN-Th	RGN-TmP
59	82,4*	53,39	52,85	75,28
60	79,6**	59,21	59,23	77,68
61	84,5*	59,48	58,19	79,29
62	82,6*	69,18	67,73	96,37
63	78,8**	65,35	63,28	94,28
64	83,8*	61,41	59,96	78,22
65	84,2*	59,36	59,13	81,18
66	81,4*	65,35	64,19	89,76
67	78,5**	55,28	53,88	75,86
68	82,1*	66,18	65,39	92,75
69	83,3*	75,23	74,38	92,56
70	81,5*	58,23	57,94	74,54
71	84,5*	67,22	66,39	89,78
72	81,3*	60,86	60,35	85,19
73	81,7*	69,42	69,38	88,27
74	81,8*	59,76	58,02	78,36
75	84,5*	63,19	62,41	82,35
76	78,7**	69,37	68,28	100,52
77	83,6*	61,19	60,84	85,28
78	83,4*	63,23	62,08	86,24
79	80,6*	56,44	56,23	80,18
80	84,5*	59,36	58,48	77,80
81	78,7**	62,31	61,36	84,23
82	83,2*	70,42	70,23	89,34
83	75,3**	55,41	54,22	77,26
84	82,5*	63,26	63,19	85,32
85	80,6*	55,78	55,37	76,31
86	85,2*	62,19	61,36	86,93
87	84,1*	66,64	66,28	96,36
88	81,4*	60,34	59,36	79,19
89	81,3*	66,36	65,28	92,28
90	73,5***	55,46	54,85	82,92
91	80,3*	55,46	54,14	73,93
92	81,5*	69,72	69,18	98,25
93	82,5*	57,22	57,16	74,32
94	81,8*	60,42	59,03	77,21
95	83,4*	69,88	69,39	95,22
96	81,2*	60,28	59,57	77,29
97	76,2**	54,26	53,17	77,23
98	83,5*	61,42	60,36	83,73
99	82,4*	67,32	65,13	91,29
100	74,7***	54,62	54,31	91,42
Ort.±SD	81,45±2,7	64,67±6,08	63,84±6,1	88,22±9,6

SI: Sefalik indeks (genişlik/uzunlukx100), ****:*** Brakisefalik, *****:*** Mezosefalik, ******:*** Dolikosefalik, ***RGN:*** Retrosigmoid giriş noktası, ***IchP:*** Alt koroidal nokta, ***Th:*** MRG'lerde görülebilen temporal horn en ön kısmı, ***TmP:*** Temporal pol

Kadavra ve serebral patoloji olmayan beyin görüntülemeleri üzerine yapılan ölçümlerin değerlendirilmesinde TA ile OA arasında doğru yönlü anlamlı ilişki olduğu görüldü (r: 0,973, p<0,05). TA ve RGN-hedef noktalar arasında [TA ile RGN-IchP (r: 0,305, p<0,05), TA ile RGN-Th (r: 0,301, p<0,05) ve TA ile RGN-TmP (r: 0,358, p<0,05)] ve OA ile RGN-hedef noktalar arasında [OA ile RGN-IchP (r: 0,294, p<0,05), OA ile RGN-Th (r: 0,292, p<0,05), ve OA ile RGN-TmP (r: 0,346, p<0,05)] istatistiksel olarak doğru yönlü anlamlı ilişki vardı.

Açılardan bağımsız olarak mesafelerin ölçüm değerleri arasında da [RGN-IchP ile RGN-Th mesafesi arasında (r: 0,996, p<0,05), RGN-TmP arasında (r: 0,798, p<0,05) ve RGN-Th mesafesi ile RGN-TmP arasında (r: 0,790, p<0,05)] doğru yönlü anlamlı ilişki olduğu görüldü (Tablo 10).

Tablo 10: Ölçümlerin İstatistik Sonuçları

Ölçümler	OA	RGN-IchP	RGN-Th	RGN-TmP
TA	r 0,973 p<0,05	r 0,305 p<0,05	r 0,301 p<0,05	r 0,358 p<0,05
OA	-	r 0,294 p<0,05	r 0,292 p<0,05	r 0,346 p<0,05
RGN-IchP	-	-	r 0,996 p<0,05	r 0,798 p<0,05
RGN-Th	-	-	-	r 0,790, p<0,05

RGN: Retrosigmoid giriş noktası, ***IchP:*** Alt koroidal nokta, ***Th:*** MRG'lerde görülebilen temporal hornun en ön kısmı, ***TmP***: Temporal pol, ***TA***: Tentorial açı, ***OA***: Oksipital açı

5. TARTIŞMA

Önemli nörovasküler yapılara komşu olan MTA; vasküler, dejeneratif ve patolojik süreçlerin yer aldığı bir bölgedir. Ayrıca ilaca dirençli epilepsilerde MTA'nın epileptojenik aktivesinin gösterilmesi nöroşirurjiyenlerin bu alana yönlenmesini sağlamış ve bu alana yönelik yeni cerrahi yöntemler geliştirilmesi hız kazanmıştır. Cerrahide amaç ise tek seansta mümkün olan en az hasarı vererek patolojiyi ortadan kaldırmak olmuştur. Ancak cerrahiler sonrasında kanama, enfarkt, enfeksiyon, tam olmayan rezeksiyon, çeşitli görme alanı defektleri, hafıza kayıpları, konuşma bozuklukları, duygudurum bozuklukları gibi komplikasyonlar görülebilmektedir.

Cerrahide tartışmalı konulardan birisi MTA'yı saran temporal ve oksipital lobları cerrahi esnasında rezeke etme, kesme veya çekme ihtiyacıdır. Ayrıca önemli vasküler ve nöral yapılara olan komşuluğu, MTA'yı zor bir cerrahi alan haline getirmektedir (183). Yerleşimi nedeni ile etraf yapılara en az zararı vererek tüm MTA'ya hâkim olmak zor olmuş ve birçok cerrahi yöntem tariflenmiştir (13).

Bir kısım cerrahların MTA cerrahisinde anterior temporal lobektomi veya anteromedial temporal lobektomi yapmayı tercih ettikleri görülür (184, 185). Falconer tarafından tarif edilen anterior temporal lobektomi, Panfield tarafından geniş ters soru işareti şeklinde insizyonla yaygınlaştırılmıştır. Tekrarlanan bir prosedür olduğu ve cerrahlar arasında çok az değişkenlik gösterdiği için standart temporal lobektomi olarakta bilinir (186, 187). Bu cerrahide öncelikle temporal neokorteksin ardından derin yapıların rezeksiyonu yapılacak şekilde iki aşamalı operasyon yapılır. TmP'den non dominant hemisferde 5,5 cm, dominant hemisferde 4,5 cm posteriora doğru rezeksiyon yapılır. Subpial diseksiyon ile vasküler yaralanmaya dikkat edilerek Th'a ulaşıldıktan sonra genelde lateralde cols bırakılacak şekilde neokortikal yapılar rezeke edilir. Ventriküle ulaşılması ve neokortikal rezeksiyon sonrası amigdalohipokampektomi, pcer P2 segmenti, anterior koroidal arter ve hipokampal sulkusa giren perforan damarlar korunarak tamamlanır. (188, 189, 190).

Literatürde anterior temporal lobektomiden sonra gelişen hemiparezi ve dil bozuklukarı en ciddi komplikasyonlar arasındadır. Bu komplikasyonların intraoperatif piramidal traktın doğrudan yaralanmasına, konuşmayla alakalı arkuat ve unsinat fasiküllerin doğrudan yaralanmasına veya vasküler hasara bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir (191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198).

Görme alanı defektleri de postoperatif önemli komplikasyonlar arasındadır. Meyer loopunun ön ve alt liflerinin yaralanması ile ortaya çıkabilecek homonim kuadranopsinin, posterior diseksiyondan kaçınmayla en aza indirilebileceğini belirtilmiştir. Ancak derin yapılara istenilen rezeksiyonun yapılamaması cerrahi işlemin etkinliğini azaltacaktır (199, 200, 201, 202, 203).

Yaşargil tarafından tanıtılan transsylvian yaklaşım, neokortikal rezeksiyon yapılmadan MTA'nın ön ve orta kısımlarına ulaşılabilirliği göstermiştir (204, 205). Sonrasında tüm MTA uzunluğunda yer alan bir kitle için bu yaklaşımın yeterli olabileceğini göstermiştir (176). Fakat yine iyi bir cerrahi hâkimiyet gerekeceği ve vasküler yaralanmaların olma ihtimalinin yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca temporal kortekse ve posteriora uzanıldığında optik radyasyona hasar verme olasılığı yüksektir (13).

Bazal ve lateral yüzeye yaklaşımlar, MTA'ya ulaşmanın diğer alternatifler olup; bazal yüzeye yönelik subtemporal ve transsulkal ve lateral yüzeye yönelik transsulkal ve transgiral yaklaşımlara ayrılabilir. Bazal yüzeye yönelik yaklaşımlar subtemporal, zigomatik, petrosal ve transoksipitotemporal sulkus yaklaşımlarını içerir (173, 206, 207, 208). Lateral yüzeye yönelik yaklaşımlar ise; Niemeyer tarafından amigdala ve hipokampus rezeksiyonu için tarif edilen lateral-transkortikal yaklaşımı ve bu yaklaşımın temporal girus ve sulkuslar yoluyla yapılan bazı modifikasyonlarını içerir (209, 210, 211). Ancak, tüm bu yaklaşımların MTA'nın tüm uzunluğunu açığa çıkarmada sınırlamaları vardır ve optik radyasyonu tehlikeye atan temporal lob retraksiyonu veya insizyonları gerektirmektedirler (13).

Medial yüzeye yönelik olan oksipital interhemisferik yaklaşıma bakıldığında esas olarak MTA'nın arka kısmında yer alan lezyonlar için faydalı olduğu görülür (176). Ayrıca MTA'nın arka kısmında yer alan yer alan lezyonlar için supratentorial infraoksipital yaklaşım ve lateral oksipital subtemporal yaklaşım tariflenmiştir (212, 213). Bu yaklaşımlar arka kısma erişim sağlamış olup sonrasında MTA'nın orta kısmına ulaşmak için de kullanılmaya çalışıldı ancak oksipital lobun aşırı retraksiyonunu gerektirdikleri ve oksipital, bazal ve posterior temporal venlerin fazla gerilmesi nedeni ile tehlike yarattıkları görüldü (183).

Medial yüzeye yönelik bir diğer yaklaşım olan PST yaklaşım; posterior hipokampal kavernöz malformasyonların optik radyasyona zarar vermeden çıkarılması için Yaşargil tarafından geliştirilmiştir (214). Sonrasında bu başarılı yöntemini posterior parahipokampal displazisi olan iki hastada ve oligodendrogliomaı olan bir hastasında da kullanmıştır (176). MTA'nın arka kısmına ulaşmak için Yonekawa ve Moftakhar gibi cerrahlar tarafından da PST yaklaşım kullanılmıştır (215, 216). Lateral korteks, bazal korteks ve optik radyasyonda hasar

yapılmaması nedeniyle avantajlı yöntemlerden biridir. Ancak bu yaklaşımda MTA'nın arka ve orta kısmı ile sınırlı kalır ve serebellar retraksiyon gerektirir. Ayrıca bu yaklaşımda oturur pozisyonun doğası gereği cerrahın operasyon esnasında yorulması kaçınılmazdır (183).

Mevcut cerrahi yöntemler değerlendirildiğinde birbirlerine üstünlükleri konusunda fikir birliği olmadığı, yöntem tercihini belirlemede cerrahın seçilen yaklaşım yöntemine hâkimiyetinin önem gösterdiği görülmektedir. Yöntemlerde giriş noktası ile hedef alana uzaklığın farklılık gösterdiği, bazı yöntemlerde anatomik yapılara hasar verildiği, bazısında MTA'nın tüm yüzölçümüne hakimiyetin sağlanamadığı ve oturur pozisyonda olduğu gibi bazı pozisyonlarda cerrahın konforlu çalışamadığı ve operasyon esnasında yorulduğu görülmektedir (13, 182, 183).

Bu sorunları değerlendirerek giriş noktası ile MTA arasında daha kısa mesafe kat edilecek, daha geniş alan hâkimiyeti sağlayacak ve bunu sağlarken anatomik yapılara hasar vermeyeceğimiz bir cerrahi yaklaşım modeli geliştirmenin gerekli olduğunu düşündük. Posterior fossa açılışlarında kullanılan, doğal anatomik koridor ile anatomik yapılara verilen hasarı en aza indiren RS açılımı 8 adet kadavra üzerinde çalışarak; MTA'ya ulaşımda kullanılabilirliğini sorguladık.

Kadavra çalışmaları sadece anatomik çalışmalarda değil aynı zamanda intraaksiyal lezyonlara beyin cerrahisi yaklaşımlarının gösterilmesinde de kullanılmıştır. En yaygın kadavra hazırlama tekniği Josef Klingler tarafından tanımlanan yöntemlerdir (217, 218). Klingler'in beynin ölümden sonra ilk 12 saat içerisinde vücuttan çıkarılması gerektiği görüşü çeşitli yazarlar arasında 8 ila 18 saat arasında değişmektedir (219, 220, 221, 222, 223). Ayrıca Klingler beynin %5'lik formalin solüsyonunda fiksasyonunu önermektedir. Genelde formalin kullanılmakla beraber solüsyon konsantrasyonu için %4 ile %15 arasında değişen oranlar belirtilmiş, şu an ise yaygın olarak %10 konsantrasyon kullanılmaktadır (224, 225, 226). Çalışmamızda kadavralar, ölüm sonrası ilk 12 saat içinde %10'luk formalin ile fikse edilmişti. Kadavraların muhafaza edilmesinde, formalin solüsyonunun yoğunluğunu veya hoş olmayan kokusunu en aza indirmek için alkol solüsyonu önerilir (220, 227, 228, 229, 230, 231). Çalışmamızda kadavralar planlanan çalışma vaktine kadar %70'lik alkol solüsyonu içinde muhafaza edildi.

Geçmişte yapılan ilk diseksiyonlarda 2-4 mm genişliğinde saat ustası forsepsleri ve tahta spatulalar kullanılmıştı (217, 218). Şu anda genellikle hassas diseksiyonlar için mikrocerrahi el aletleri kullanılmaktadır (223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232).

Bizde çalışmamızda saatçi penseti, mikrodisektör ve mikromakas gibi mikrocerrahi el aletlerini kullandık.

Klingler, diseksiyon sonuçlarını belgelemek için dört lambalı aydınlatmaya sahip bir analog kamera sistemi kullanmıştı (217, 218). Son zamanda ise görüntülerin kalitesini iyileştirebilen dijital kameralar kullanılmaktadır (223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232). Sunulan çalışmada da diseksiyonun tüm aşamaları dijital olarak fotoğraflandı.

Geniş bilateral suboksipital yaklaşımda serebellar retraksiyonun serebellar ve kranyal sinir hasarlarına yol açması nedeni ile geliştirilen CPA'ya tek taraflı yaklaşım, ilk olarak 1903 yılında Fedor Krause tarafından tanımlanmış ve RS yaklaşımının öncüsü olmuştur (233). Sonrasında Dandy 1934 yılında sisterna magnadan BOS boşaltımı yaparak serebellar gevşeme sağladığı ve CPA'ya erişim sağladığı bu tek taraflı açılımı savunmuştur (234). Cerrahi mikroskobun kullanıma girmesi sonrasında 1961'de William House, bu yöntemi vestibuler schwannomlara uyguladı (235). 1967'de Olivecrona varyasyonları da yayınlayarak modern RS kraniotomi ve sinir diseksiyonlarını tanıttı (236). Yaşargil'in araknoidal diseksiyonları geliştirmesi mikrocerrahi teknikleri daha da geliştirerek tüm cerrahi yöntemlerde olduğu gibi RS yaklaşımda da kullanılabilirliği artırdı (237).

Uygulamanın artması sonrası RS yaklaşım için; lineer, S-şekilli, C-şekilli ve eğrisel ters U-şekilli gibi çeşitli insizyonlar tanımlandı. Bu insizyonlardan; lineer ve S-şekilli insizyonlar daha basit ve çok yönlüdür. Ancak ekartörlerin kullanımı cilt ve kasların sıkışmasına ve occa ve oksipital sinirlerin yaralanmasına neden olur. C-şekilli insizyon, postoperatif BOS sızıntısını azaltan deri flebi ve kas flebinin çok katmanlı diseksiyonuna ve retraksiyonuna izin verir, ancak insizyonun alt kısmı nörovasküler gövdelere zarar verme riski taşıyabilir. Aşağı dayalı ters U-şekilli insizyon bu nörovasküler gövdeleri koruyabilir, ancak tek bir tabaka halinde yapılır ve yukarı doğru uzatılamaz (238).

Cilt insizyonu sonrası da cerrahi teknik nüanslar belirtilmiştir. Subgaleal cilt flebi diseksiyonu önce makasla, sonra elektrokoter ile SNL'nin altından subkütan doku ve fasya boyunca flebin kalınlığı aynı kalacak şekilde gerçekleştirilir. Deri flebi daha sonra PAM ve SCM'nin fasyası ile kaldırılır ve mastoid proses üzerinden anterior olarak geri çekilir. RS yaklaşımındaki kas diseksiyonu cilt insizyonunu takiben altta yatan kaslar, tek bir miyokütan flep oluşturmak için cilt ile aynı hizada kesilebilir ve C-şekilli bir cilt kesisinde öne doğru geri çekilebilir. Cilt ile aynı hizada bölünmüş ve hafif kavisli bir cilt insizyonunda öne ve arkaya doğru geri çekilebilir veya suboksipital kaslar boyunca dayanan tek bir miyokütan flep ters U-şekilli bir cilt insizyonunda aşağı doğru çekilebilir. Kanamayı kontrol etmek ve hava

embolizmlerini önlemek için, damarlar koterize edilmeli ya da bir hemostatik ajan kullanılmalıdır. Damarların hemostatik ajanlarla aşırı doldurulmasının sinüs trombozuna neden olabileceğinin akılda tutulması çok önemlidir (161, 238). Çalışmamızda supratentorial ve infratentorial alana hakimiyetin sağlanması amacıyla tüm skalp, adale ve periost eksize edildi.

Asterion, RS yaklaşımında tanımlanması gereken en önemli yer belirteçlerinden biridir. Genellikle kraniotomi başlamadan önce TSSJ tahmini için kullanılır. Genel olarak TSSJ anteriorda, sigs anteroinferior yönde ve posterior fossa durası posteroinferior yöndedir. Asterion, TSSJ'yi belirlemek için en uygun kemik anatomisi olmayabilirken, RS yaklaşımında TSSJ, sigs ve trs'yi tahmin etmek için diğer yüzeysel anatomik işaretler de tanımlanmıştır. SNL'nin izdüşümü ile kabaca aynı olan zigoma-inion çizgisi ile trs bulunabilir. Mastoid ucu ile asterion arasındaki çizgi veya digastrik oluğun dikey izdüşümü ile sigs yaklaşık olarak belirlenebilir. Son olarak, zigoma-inion çizgisi ile mastoid-astrion çizgisi arasındaki kesişme ile TSSJ tahmin edilebilir (239). Emel Avcı ve ark. yaptıkları çalışmada asterion ile in arası mesafeyi ortalama 61,4 mm ve asterion ile Mst arası mesafeyi ortalama 50,3 mm olarak ölçtüler (240). Başka bir yayında ise asterion ile opi arası mesafe ortalama 61,71 mm olarak ölçülmüştür (241). Daha önce yapılan bir çalışmada asterion %87 vakada trs üzerinde, bunların %11'inin trs'nin kaudalinde ve %2'sinin rostralinde yer aldığı tespit edilmiştir (242). Bizim çalışmamızda ise; asterion-in arası mesafe 61,42±1,23 mm, asterion-opi arası mesafe 61,56±1,21 mm ve asterion-Mst arası mesafe 47,78±1,41 mm olarak ölçüldü. Asterion noktasının dört kadavrada TSSJ noktasında, iki kadavrada TSSJ dorsalinde ve iki kadavrada trs'nin kaudalinde yer aldığını gördük. Bu varyasyonların olması, trs ve sigs belirlenmesinde yol gösterici olan asterionun konumunun farklılıklar gösterebileceği ve bunun operasyon esnasında kraniotomi yapılırken sinüs hasarından sakınmak için dikkate alınması gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.

Standart RS yaklaşımında, posterior fossa dura bileşkesini ve bitişik trs ve sigs'nin kenar boşluklarını ortaya çıkarması gereken en önemli burr hole, geleneksel olarak asterionun üzerine veya onun biraz altına yerleştirilir. Bununla birlikte, Teranishi tekniğini (burr hole asterionun 6.5mm aşağısına ve 6.5mm önüne yerleştirilmesi) veya Ribas tekniğinin (burr hole üst kenarı parietomastoid sütüre bitişik olarak asterionun 10 mm önüne yerleştirilmesi) de tartışılmaktadır. Kraniotomi; TSSJ'yi, üstte trs'nin alt kenarını, anteriorda sigs'nin arka kenarını ve altta posterior fossanın tabanını ortaya çıkaracak ancak foramen magnuma girmeyecek şekilde yapılır. İlk kesiler önce trs uzunluğu boyunca ön üstten arka üste, ardından serebellar hemisfer üzerinde arka üstten arka alta ve son olarak arka alttan ön alta doğru

gerçekleştirilir (166, 243). Burr hole sayısı ise hastanın altta yatan patolojisine ve hastanın yaşına bağlıdır. Dura kranial yüzeye daha fazla yapışık olduğu için tipik olarak 60 yaşından büyük hastalarda daha fazla sayıda burr hole açılmalı veya kraniektomi uygulanmalıdır. Kraniotomi, standart RS yaklaşımında trs ve sigs'nin sadece kenarı ile sınırlandırılabilir veya genişletilmiş yaklaşımda sınırlı posterior mastoidektomi ile sinüsleri ortaya çıkarmak için daha da genişletilebilir (161). Çalışmamızın amacı doğrultusunda kadavraların kemik dokusu, landmark olarak gösterilebilmesi için sütur hatları korunarak eksize edildi.

RS yaklaşım ile CPA'ya hakimiyetin ortaya konulması ve yaygın bir cerrahi yöntem olması sonrası bu yaklaşım ile ilgili anatomik çalışmalar yapılması da hız kazanmıştır. Üstte TCb'ye, altta foramen magnuma kadar uzanan CPA; üst, orta ve alt nörovasküler kompleksler şeklinde ayrılmış ve bunlara erişimlerine göre RS yaklaşımın varyasyonları ortaya çıkmıştır (235, 244). Üst nörovasküler kompleks superior serebellar arteri takip eder ve üst pons, trigeminal sinir, trochlear sinir, superior petrosal ven ve kolları ile superior serebellumu içerir. Orta nörovasküler kompleks, anterior inferior serebellar arteri takip eder ve orta pons, orta serebellar pedinkül, fasial ve vestibülocochlear sinirleri içerir. Alt nörovasküler kompleks posterior inferior serebellar arteri takip eder ve medulla, alt kranial sinirler ve inferior serebellumu içerir. Bu ayrım ya da diğer adı ile serebellum üçler kuralı CPA'ya cerrahi yaklaşımı basitleştirmek ve kraniotomi ve serebellar retraksiyonu spesifik hedefe uyarlamak için Rhoton tarafından önerilmiştir (244). Her nörovasküler komplekse erişmek için geliştirilmiş RS varyasyonları mevcuttur. Üst nörovasküler komplekse erişim için asterial kraniotomi; orta ve alt nörovasküler komplekslere erişimde bazal kraniotomi; her ikisine erişmek ve serebellar retraksiyonu en aza indirmek istendiğinde genişletilmiş kraniotomi; Meckel kavitesi ve orta fossa arka kısmına erişmek isteniyor ise suprameatal kraniotomi; juguler foramenin superior yüzeyine erişmek için inframeatal ve lateral kraniotomi; serebellomedüler alana ulaşmak istendiğinde ise far-lateral veya genişletilmiş suboksipital kraniotomi gibi RS yaklaşım varyasyonları geliştirilmiştir (235).

Kraniotomi sonrası açığa çıkan dura ağırlıklı olarak vert ve occa'nın meningeal dalları tarafından beslenir. Dural açıklık, trs'nin alt kenarı boyunca ve sigs'nin arka kenarı boyunca 3-5 mm uzaklıkta medial bazlı C-şekilli bir kesi ile sağlanır (243). Genişletilmiş RS yaklaşımında sinüsleri örten dura geri çekilerek cerrahi açı arttırılabilir (161). Bununla birlikte, küçük dural yırtıklardan oluşabilecek herhangi bir dural kanama ve bunun koterizasyonu dural büzülmeye ve su geçirmez bir dural kapamada zorluğa yol açacaktır. Alternatif olarak dura, trs ve sigs'e dayalı dural yapraklar oluşturan Y şeklinde bir

kesi ile veya lateralde sigs'e, üstte trs'ye dayalı, medial tabanlı ve aşağı tabanlı dört üçgen dural yaprak oluşturan, X şeklinde bir kesi ile açılabilir (245). Çalışmamızda sinüsler korunacak şekilde tüm dura eksize edildi.

Dura açıldıktan sonra bir diğer önemli bir konu serebellar retraksiyondur. Geleneksel RS yaklaşımda; lomber drenaj yoluyla veya sisterna magnadan araknoid diseksiyonla BOS boşaltılıp serebellum gevşemesi sağlanır. Serebellumun petrozal yüzünü koruyucu bariyerler (yani cerrahi eldiven veya cottonoid) kullanılıp geriye retrakte ederek ameliyat koridoru genişletilebilir. Özellikle sabit ekartörlerle yapılan retraksiyonun, perfüzyon bozulmasına neden olabileceği belirtilmiştir. Kullanılan retraktör sayısına, boyutuna, retraksiyonun basıncına ve süresine bağlı olarak perfüzyon bozuklukları gelişebileceği de unutulmamalıdır (246, 247, 248). Bu sebeplerden dolayı, günümüzde BOS boşaltması ve mikro aletlerin kullanılmasıyla serebellum yüzeyinin korunarak dinamik retraksiyon yapılması önerilmektedir (249). Çalışmamızda sisterna magnadan BOS boşaltılması sayesinde oluşacak serebellumun gevşemesini kadavra üzerinde de gösterebilmek amacıyla serebellumun üst 1/3 kısmı çıkarıldı.

Retraksiyon sırasında dikkat edilecek bir diğer anatomik yapı serebellumun üst yüzeyi ile TCb arasındaki tentorial köprü damarlardır. BOS boşalması ve serebellumun tentorial yüzeyinin diseksiyonu, MTA'nın tüm uzunluğuna ulaşmak için yeterli alan sağlar. Serebellar ödem, enfarkt ve kanamanın önlenmesi için vermian köprü oluşturan bu damarlar korunmalıdır (250, 251).

Serebellum ekartasyonu sonrası TCb üzerinde yapılacak kesi ile supratentorial alana ulaşılır. Petroklival bölgeye ve ventrolateral beyin sapına yaklaşımda RTY'nin uygulandığı bildirilmektedir. TCb kesisi ile doğal anatomik koridorun kullanıldığı çalışmalarda bu yöntem transpetrosal, klasik subtemporal ve transtemporal yöntemlerle kıyaslanarak avantajları gösterilmiştir (252, 253, 254, 255). Bunlardan birisinde TCb'nin kesilmesi ile sağlanan açıklığın anteriora doğru 20.1 mm, mediale doğru ise 13 mm'lik ek bir cerrahi alan sağladığı, cerrahi alanı 68.8mm'den 90.3mm'ye arttırdığı bildirildi (253). Petroklival bölge lezyonlarına RTY'nin retrosigmoid intradural suprameatal ve transpetrosal-transtentorial yaklaşım (Kawase yaklaşımı) ile karşılaştırıldığı bir başka çalışmanın sonucunda RTY'nin oldukça yeterli bir cerrahi açıklığa olanak sağladığı, özellikle ventrolateral beyin sapı elemanlarına ulaşım açısından diğer yaklaşımdan daha geniş bir alan sunduğu belirtilmektedir (254). Hatta RTY ile yapılan operasyonların transpetrosal yaklaşıma göre cerrahi sürede azımsanmayacak

kısalma sağladığı belirtilmiş ve bu özellikle hedef alana daha erken ulaşılmasına bağlanmıştır. Cerrahi sürenin kısalmasının kan kaybını da azalttığı vurgulanmıştır (256).

Cerrahide önemli noktalardan biri, TCb kesisi ile sağlanan açıklığın oluşturduğu görüş alanıdır. Kesi açıklığından pcer P2 ve P3 dalları, cols, PHG, LgG ve FuG görülür. Oksipital transtentorial yaklaşımla PST yaklaşımın sağladığı görüş alanlarının kıyaslandığı bir çalışmada en ön nokta IchP'nin hemen altı, merkez nokta P2-P3 bağlantısı, en medial nokta PHG'nin MTA arka kısmındaki nokta ve lateral sınır cols olmak üzere ön ve arka üçgenler oluşturulmuş her iki yaklaşım için görüş alanları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda her iki yaklaşımda da hedef alanların az bir kısmının görülebildiği ve istatistiksel olarak aralarında fark olmadığı tespit edilmiştir (257). Çalışmamızda da kesi açıklığından görüş alanına giren kısmın benzer şekilde hedef alanın az bir kısmı olduğu görüldü.

RTY'de önemli bir diğer hususta subpial rezeksiyonun yapılmasıdır. 1909'da Horsley tarafından temporal lobdaki epileptik odakları rezeke etmek için tanımlanan bu rezeksiyon tekniğini, Percival Bailey ve Penfield gibi beyin cerrahları daha da geliştirmiştir. Bu teknik sayesinde normal pial tabakaların korunması sağlanır, kortikal anatomi daha az bozulur, korunmuş piaya kadar uzanan vasküler yapıların tanımlanmasına olanak sağlanır ve bu yapıların yaralanma riski azaltılır (258, 259, 260). Bu işlemi yaparken CUSA, piayı geçme ve alttaki damarları yaralama riskini en aza indirmek için düşük ayarda (%20–30 aspirasyon / 0,20–0,30 güç) kullanılır. Genel bir kural olarak, pia kafa tabanı boyunca medialde laterale göre daha sağlam olduğundan subpial rezeksiyona medialden başlanılması önerilir. Pia sınırları belirlendikten sonra CUSA ile korteksi aspire ederek girus rezeke edilebilir (260).

Mevcut cerrahi yöntemlerle kıyaslandığında epilepsi cerrahisi sonrası oluşan iyatrojenik görme alanı defektlerinin görülme ihtimali, PST yaklaşımda olduğu gibi RTY'de olmayacaktır. Literatürde yer alan çalışmalara bakıldığında pterional-transsylvian yaklaşımla görme alanı kusurları gelişmeyen başarılı cerrahi operasyonlar bildirilmiştir (204, 205, 261). Ancak; mikrocerrahi teknikleri ve anatomi bilgisi yüksek olan bu cerrahların aksine görme alanı kusurları bildirilen operasyon serileri de yer almaktadır (262, 263, 264, 265, 266, 267, 268). Çünkü bu yaklaşımlarda görsel korteks ve optik radyasyon cerrahi koridorla ilgili değildir ve bu nedenle bu yapıların yaralanma ihtimali çok düşüktür.

Yapılan bazı çalışmalarda MTA'nın superior, bazal ve lateral yüzeyine yönelik cerrahilerde sözel, figürel bellek ve dil işlevleri dikkate alınarak bilişsel fonksiyonlar değerlendirilmiştir. Bu çalışmalarda transsylvian yaklaşımda daha fazla olmak üzere sözel tanıma belleğinin; subtemporal yaklaşımda da görece figürel bellek ve sözel akıcılıkta anlamlı

düşme olduğu görüldü (269, 270, 271). RTY ve PST yaklaşımlarında bu komplikasyonların gelişmesi beklenmez, çünkü işlevleri üstlenmiş alanların (Brodmann 9, 10, 12, 13, 35, 37, 39, 40) cerrahi koridorla ilgili olmadığı bilinmektedir.

Anterior selektif amigdalohipokampektomiden sonra tekrarlayan nöbetlerin görülmesinin temporal neokorteks, sylvian bölgesi veya temporal poldeki iyatrojenik hasara bağlı olabilir (183). RTY ve PST yaklaşımları sırasında bu alanlar zarar görmeyeceğinden bu komplikasyonun gelişmesi de beklenmez.

Superior, medial ve bazal bölge yaklaşımlarına göre RTY ve PST yaklaşımların avantajlarından birisi de skalp flebinin elevasyonu esnasında fasial sinirin frontal dallarının hasar görmesi veya temporal adelenin koterizasyonu ile oluşabilecek atrofi, çiğnemede güçlük ve kozmetik kusurların bu yaklaşımlarda görülmeyecek olmasıdır. Ancak; bu yaklaşımlarda da occa, occv ve oksipital sinirin hasar görebileceği unutulmamalıdır (13, 163, 164).

Görülmektedir ki RTY ile PST açılımının avantajları ve dezavantajları diğer cerrahi yöntemlerle kıyaslandığında çok benzemektedir. Fakat PST yaklaşımda MTA'nın arka ve orta kısmına erişim sağlanıyor olup, ön kısma erişimde endoskop desteği gerekmektedir. Cerrahi deneyime ve mikroşirurjikal anatomiye hakimiyete bağlı olarak bu yaklaşımda MTA'nın tüm kısımlarına erişmenin mümkün olacağı unutulmamalıdır. RTY ile MTA'ya ulaşımda önemli olan konulardan bir diğeri ise TA'dır. Literatürde MTA'ya ulaşım için PST yaklaşımı kullanılan bazı vakaların diğerlerine göre daha zor olmasının dikkat çekmesi üzerine yapılan bir çalışmada; TA azaldıkça OA'nın da azaldığı ve TA arttıkça MTA'nın özellikle ön kısmına olan hakimiyetin azaldığı görülmüştür (12). Biz de çalışmamızda kullandığımız kadavralar ile 100 beyin MRG üzerinde OA ve TA'ları ölçerek birbirleri ile kıyasladık ve Pearson korelasyon testinde bu açılar arasında doğru yönlü anlamlı ilişki olduğunu yani TA arttıkça OA'nın da arttığını gördük (r: 0,973, $p<0,05$). RTY ile TA'ları düşük olan kadavralarda MTA'nın tüm kısımlarına ulaşabildik. TA'ları diğer kadavralara göre daha yüksek olan iki kadavrada (kadavra no 1 ve 4) ise endoskop desteği ile MTA'nın ön kısmının rezeksiyonunu sağlayabildik. Ek olarak; FuG'un görüş açısında olması nedeni ile bu alanda yer alan kitle veya vasküler malformasyon gibi patolojilere erişmenin de daha kolay olacağını düşündük.

Ayrıca; RTY'de PST'nin aksine yarı oturur pozisyon değil, Fukushima pozisyonu (üç çeyrek yüzüstü pozisyon) kullanılır. Bu pozisyonun avantajları yarı oturur pozisyona göre hava embolisi olasılığı daha azdır ve cerrahın dirseklerini ipsilateral omuz üzerinde dinlendirebilmesine ve operasyon esnasında daha az yorulmasına olanak sağlar (182). Ayrıca operasyon esnasında USG ile intraoperatif görüntü sağlanmak istenirse mesafeyi yıkama

solüsyonu ile doldurarak görüntü almak oturur pozisyona nazaran daha kolay olacaktır. Çünkü yerçekimine bağlı olarak yıkama solüsyonu oturur pozisyon aksine mesafede kalacak dışarıya akmayacaktır. Dezavantajı ise ameliyat sırasında sürekli kan ve irrigasyon sıvısı aspirasyonu ihtiyacı, serebellumu geri çekmek için ekartörlere ihtiyaç duyulması, ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu ve brakiyal pleksus yaralanmalarıdır (182).

Cerrahi koridorun uzunluğunu değerlendirdiğimizde ise, RTY'nin PST'ye göre MTA'ya ulaşım mesafesinin daha kısa olduğuna kanaat getirdik. Kadavralar ve sistemimizde taradığımız 100 beyin MRG'de MTA'nın ön kısmıyla ilgili üç farklı hedef noktasına olan uzaklığı daha önce PST için yapılan çalışma ile kıyasladık (12). Ölçümler değerlendirildiğinde PST için yapılan çalışmadaki değerlere göre RTY'de; RGN ile TmP arasındaki mesafenin ortalama değeri 10 cm'den 8,8 cm'ye; Th arasındaki mesafenin 6,8 cm'den 6,3 cm'ye ve IchP arasındaki mesafenin ortalama değeri 7,6 cm'den 6,4 cm'ye düştüğünü gördük. Bunun da cerrahi alana daha kolay erişimi sağlayacağını ve cerrahi yorgunluğu azaltacağını düşünmekteyiz.

6. SONUÇ

Mevcut cerrahi yöntemlere kıyasla RTY, nöral ve vasküler yapılara daha az hasar vererek MTA'ya yerleşen patolojilerin güvenli bir şekilde çıkarılmasına olanak sağlar. RTY ile MTA'nın özellikle ön kısmına hakimiyet; TA ve OA arttıkça azalır ancak bu açıların düşük olduğu hastalarda tüm alanın rezeksiyonunu mümkündür. Ayrıca RTY ile FuG'a ait lezyonlara da müdahale edilebilir. Bu yaklaşıma en çok benzeyen PTS'ye göre hasta pozisyonun cerrahı yormayacak şekilde olması ve ciltten MTA'ya olan mesafenin daha kısa olması nedeni ile de üstünlük göstermektedir. Bununla birlikte, henüz kadavra çalışması aşamasında olduğu için avantajlarının ve dezavantajlarının değerlendirilebilmesi için daha geniş anatomik ve klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. KAYNAKÇA

1. Yaşargil M, Wieser H, Valavanis A, et al. Surgery and results of selective amygdala-hippocampectomy in one hundred patients with nonlesional limbic epilepsy. Neurosurg Clin N Am. 1993; 4 (2): 243-61.

2. Falconer MA, Serafetinides EA, Corsellis JA. Etiology and pathogenesis of temporal lobe epilepsy. Arch Neurol. 1964; 10: 233-48.

3. Sharma AK, Reams RY, Jordan WH, et al. Mesial temporal lobe epilepsy: pathogenesis, induced rodent models and lesions. Toxicol Pathol. 2007; 35 (7): 984-99.

4. Romanelli P, Striano P, Barbarisi M, et al. Non-resective surgery and radiosurgery for treatment of drug-resistant epilepsy. Epilepsy Res. 2012; 99 (3): 193-201.

5. Schuele SU, Lüders HO. Intractable epilepsy: management and therapeutic alternatives. Lancet Neurol. 2008; 7 (6): 514-24.

6. Powell MP. Sir Victor Horsley at the birth of neurosurgery. Brain. 2016; 139 (2): 631-34.

7. Ramey WL, Martirosyan NL, Lieu CM, et al. Current management and surgical outcomes of medically intractable epilepsy. Clin Neurol Neurosurg. 2013; 115 (12): 2411-18.

8. Al-Otaibi F, Baeesa SS, Parrent AG, et al. Surgical techniques for the treatment of temporal lobe epilepsy. Epilepsy Res Treat. 2012; 2012: 374848.

9. Yaşargil MG, Teddy PJ, Roth P. Selective amygdalo-hippocampectomy. Operative anatomy and surgical technique. Adv Tech Stand Neurosurg. 1985; 12: 93-123.

10. Grigoryan YA, Sitnikov AR, Timoshenkov AV, Grigoryan GY. The paramedian supracerebellar transtentorial approach to the mediobasal temporal region. Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko. 2016; 80 (4): 48-62.

11. Türe U, Harput MV, Kaya AH, et al. The paramedian supracerebellar-transtentorial approach to the entire length of the mediobasal temporal region: an anatomical and clinical study. Laboratory investigation. J Neurosurg. 2012; 116 (4): 773-91.

12. Lafazanos S, Türe U, Harput MV, et al. Evaluating the importance of the tentorial angle in the paramedian supracerebellar-transtentorial approach for selective amygdalohippocampectomy. World Neurosurg. 2015; 83 (5): 836-41.

13. Campero A, Tróccoli G, Martins C, et al. Microsurgical approaches to the medial temporal region: an anatomical study. Neurosurgery. 2006; 59 (4 Suppl 2): ONS 279-307; discussion ONS 307-8.

14. Haubrich WS. Medical Meanings: A Glossary of Word Origins. ACP Press: Philadelphia. 2003. pp: 78-80.

15. Jouanna J. Hippocrate II. La Maladie Sacrée. Paris: Les Belles Lettres; 2003.pp: 42-53

16. Kaculini CM, Tate-Looney AJ, Seifi A. The history of epilepsy: from ancient mystery to modern misconception. Cureus. 2021; 13 (3): e13953.

17. Wilson JV, Reynolds EH. Translation and analysis of a cuneiform text forming part of a Babylonian treatise on epilepsy. Med Hist. 1990; 34 (2):185-98.

18. Reynolds EH. Atlas: Epilepsy Care in the World. World Health Organization Press; Geneva. 2005. pp: 15-20.

19. Magiorkinis E, Sidiropoulou K, Diamantis A. Hallmarks in the history of epilepsy: epilepsy in antiquity. Epilepsy Behav. 2010; 17 (1): 103-8.

20. Lai CW, Lai YH. History of epilepsy in Chinese traditional medicine. Epilepsia. 1991; 32 (3): 299-302.

21. Kirk GS, Raven JE, Schofield M. The Pesocratic Philosophers: A Critical History With A Selection of Texts: Cambridge University Press; 1983. pp:9-21.

22. Geddes J. Trepanation: history, discovery, theory. J R Soc Med. 2003; 96 (8): 420.

23. Karamanou M, Tsoucalas G, Themistocleous M, et al. Epilepsy and neurosurgery: historical highlights. Curr Pharm Des. 2017; 23 (42): 6373-75.

24. Verano JW, Finger S. Chapter 1: ancient trepanation. Handb Clin Neurol. 2010; 95: 3-14.

25. Tekiner H. Aretaeus of Cappadocia and his treatises on diseases. Turk Neurosurg. 2015; 25 (3): 508-12.

26. Banerjee AD, Nanda A. Ambroise Paré and 16th century neurosurgery. Br J Neurosurg. 2011; 25 (2): 193-96.

27. Tuğcu B. Anadolu'da canlıda yapılan ilk trepanasyon örneği: Aşıklı Höyük insanı. Türk Nöroşir Derg. 2010; 20 (2): 70-75.

28. Sabuncuoğlu Şerefeddin. Cerrahiyetü'l-Haniyye, (Haz) İlter Uzel, Ankara, TTK yay, 1992, CI, s:140-154.

29. Bayat AH. Türk Tip Tarihinde Akupunktur ve Moksa (Dağlama) Tedavisi. Tip Tarihi Arastirmalari. 1989; 3: 56-61.

30. Schupbach W. A new look at the cure of folly. Med Hist. 1978; 22 (3): 267-81.

31. Ladino LD, Hunter G, Téllez-Zenteno JF. Art and epilepsy surgery. Epilepsy Behav. 2013; 29 (1): 82-89.

32. Meador KJ, Loring DW, Flanigin HF. History of epilepsy surgery. J Epilepsy. 1989; 2 (1): 21-25.

33. Taylor DC. One hundred years of epilepsy surgery: Sir Victor Horsley's contribution. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1986; 49 (5): 485.

34. Hughlings-Jackson J. On a particular variety of epilepsy ("intellectual aura"), one case with symptoms of organic brain disease. Brain. 1888; 11 (2): 179-207.

35. Jackson JH, Colman WS. Case of epilepsy with tasting movements and "dreamy state" very small patch of softening in the left uncinate gyrus. Brain. 1898; 21 (4): 580-590.

36. Hogan RE, English EA. Epilepsy and brain function: common ideas of Hughlings-Jackson and Wilder Penfield. Epilepsy Behav. 2012; 24 (3): 311-13.

37. Carlson C, Devinsky O. The excitable cerebral cortex Fritsch G, Hitzig E. Uber die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. Arch Anat Physiol Wissen 1870; 37: 300-32. Epilepsy Behav. 2009; 15 (2): 131-2.

38. Wieser HG. Epilepsy surgery: past, present and future. Seizure. 1998; 7 (3): 173-84.

39. Engel Jr J. Evolution of concepts in epilepsy surgery. Epileptic Disorders. 2019; 21 (5): 391-409.

40. Macewen W. An address on the surgery of the brain and spinal cord. BMJ. 1888; 2 (1441): 302.

41. Dandy WE. Roentgenography of the brain after the injection of air into the spinal canal. Ann Surg. 1919; 70 (4): 397.

42. Oliveira V. History of Carotid Occlusions: The Contribution of Egas Moniz. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2018; 27 (12): 3626-9.

43. İnce R, Adanır SS, Sevmez F. The inventor of electroencephalography (EEG): Hans Berger (1873-1941). Childs Nerv Syst. 2021;37(9):2723-4.

44. Zifkin BG, Avanzini G. Clinical neurophysiology with special reference to the electroencephalogram. Epilepsia. 2009; 50: 30-8.

45. Reif PS, Strzelczyk A, Rosenow F. The history of invasive EEG evaluation in epilepsy patients. Seizure. 2016; 41: 191-5.

46. Feindel W, Leblanc R, de Almeida AN. Epilepsy surgery: historical highlights 1909-2009. Epilepsia. 2009; 50 (Suppl 3): 131-51.

47. Scoville WB, Milner B. Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1957; 20 (1): 11-21.

48. Wiebe S, Blume WT, Girvin JP, Eliasziw M. A randomized, controlled trial of surgery for temporal-lobe epilepsy. N Engl J Med. 2001; 345 (5): 311-8.

49. Yuan H, Silberstein SD. Vagus Nerve and Vagus Nerve Stimulation, a Comprehensive Review: Part II. Headache. 2016; 56 (2): 259-66.

50. Englot DJ. A modern epilepsy surgery treatment algorithm: Incorporating traditional and emerging technologies. Epilepsy Behav. 2018; 80: 68-74.

51. Gross C. Aristotle on the Brain. Neuroscientist. 1995;1:245-50.

52. Green CD. Where did the ventricular localization of mental faculties come from? J Hist Behav Sci. 2003; 39 (2): 131-42.

53. Tessman PA, Suarez JI. Influence of early printmaking on the development of neuroanatomy and neurology. Arch Neurol. 2002; 59 (12): 1964-9.

54. Roxo MR, Franceschini PR, Zubaran C, Kleber FD, Sander JW. The limbic system conception and its historical evolution. Scientific World Journal. 2011; 11: 2428-41.

55. Del Maestro RF. Leonardo da Vinci: the search for the soul. J Neurosurg. 1998; 89 (5): 874-87.

56. Pevsner J. Leonardo da Vinci's contributions to neuroscience. Trends Neurosci. 2002; 25 (4): 217-20.

57. Rolls ET. The brain and emotion. Behavioral and brain sciences. 2000; 23 (2): 219-28.

58. LeDoux J. Emotional networks and motor control: a fearful view. Prog Brain Res. 1996; 107: 437-46.

59. Greenblatt SH. Phrenology in the science and culture of the 19th century. Neurosurgery. 1995; 37 (4): 790-804.

60. Roxo MR, Franceschini PR, Zubaran C, et al. The limbic system conception and its historical evolution. Sci World J. 2011; 11: 2428-41.

61. Monod-Broca P. Paul Broca: 1824-1880. Ann Chir. 2001; 126 (8): 801-7.

62. Stone JL. Paul Broca and the first craniotomy based on cerebral localization. J Neurosurg. 1991; 75 (1): 154-9.

63. Vogt BA. Cingulate cortex in the three limbic subsystems. Handb Clin Neurol. 2019; 166: 39-51.

64. Laird JD, Bresler C. William James and the mechanisms of emotional experience. Pers Soc Psychol Bull. 1990; 16 (4): 636-51.

65. Cannon WB. The James-Lange theory of emotions: a critical examination and an alternative theory. Am J Psychol. 1987; 100 (3-4): 567-86.

66. Ellsworth PC. William James and emotion: is a century of fame worth a century of misunderstanding? Psychol Rev. 1994; 101 (2): 222-9.

67. Peper M, Markowitsch HJ. Pioneers of affective neuroscience and early concepts of the emotional brain. J Hist Neurosci. 2001; 10 (1): 58-66.

68. Panksepp JB, Lahvis GP. Rodent empathy and affective neuroscience. Neurosci Biobehav Rev. 2011; 35 (9): 1864-75.

69. Macmillan M. The concept of inhibition in some nineteenth century theories of thinking. Brain Cogn. 1996; 30 (1): 4-19.

70. Klüver H, Bucy PC. "Psychic blindness" and other symptoms following bilateral temporal lobectomy in Rhesus monkeys. Am J Physiol. 1937. 119: 352-53

71. Hayman LA, Rexer JL, Pavol MA, Strite D, Meyers CA. Klüver-Bucy syndrome after bilateral selective damage of amygdala and its cortical connections. J Neuropsychiatry Clin Neurosci. 1998; 10 (3): 354-8.

72. Nahm FK. Heinrich Klüver and the temporal lobe syndrome. J Hist Neurosci. 1997; 6 (2): 193-208.

73. Lilly R, Cummings JL, Benson DF, Frankel M. The human Klüver-Bucy syndrome. Neurology. 1983; 33 (9): 1141-5.

74. Papez JW. Proposed mechanısm of emotion. Arch Neuro Psych. 1937; 38 (4): 725-43.

75. Dalgleish T. The emotional brain. Nat Rev Neurosci. 2004; 5 (7): 583-9.

76. Maclean PD. Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (visceral brain). Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1952; 4 (4): 407-18.

77. Maclean PD. Psychosomatic disease and the visceral brain; recent developments bearing on the Papez theory of emotion. Psychosom Med. 1949; 11 (6): 338-53.

78. Lopes da Silva FH, Witter MP, Boeijinga PH, Lohman AH. Anatomic organization and physiology of the limbic cortex. Physiol Rev. 1990; 70 (2): 453-511.

79. The neurobiological relevance of social behavior: A tribute to Paul MacLean. Physiol Behav. 2003; 79 (3): 341-547.

80. Holden C. Paul MacLean and the triune brain. Science. 1979; 204 (4397): 1066-8.

81. Nauta WJ. Hippocampal projections and related neural pathways to the midbrain in the cat. Brain. 1958; 81 (3): 319-40.

82. LeDoux JE. Evolution of human emotion: a view through fear. Prog Brain Res. 2012; 195: 431-42.

83. Goodrich JT. How to get in and out of the skull: from tumi to “hammer and chisel” to the Gigli saw and the osteoplastic flap. Neurosurg focus. 2014; 36 (4): E6.

84. Kobets AJ, Goodrich JT. History of brainstem glioma surgery. Brainstem Tumors: Diagnosis and Management. 2020: 1-40.

85. Pevsner J. Leonardo da Vinci's studies of the brain. Lancet. 2019; 393 (10179): 1465-72.

86. Gross CG. Leonardo da Vinci on the brain and eye. Neuroscientist. 1997; 3 (5): 347-55.

87. Parent A. Berengario da Carpi and the Renaissance of Brain Anatomy. Front Neuroanat. 2019; 13: 11.

88. Nanda A, Khan IS, Apuzzo ML. Renaissance Neurosurgery: Italy's Iconic Contributions. World Neurosurg. 2016; 87: 647-55

89. Russell GA. Vesalius and the emergence of veridical representation in Renaissance anatomy. Progress in brain research. 2013; 203: 3-32.

90. Hanigan WC, Ragen W, Foster R. Dryander of Marburg and the first textbook of neuroanatomy. Neurosurgery. 1990; 26 (3): 489-98.

91. Goodrich JT. History of Posterior Fossa Tumor Surgery. In: Özek MM, Cinalli G, Maixner W, Sainte-Rose C, editors. Posterior Fossa Tumors in Children. Cham: Springer International Publishing; 2015. p. 3-60.

92. Splavski B, Rotim K, Lakičević G, et al. Andreas Vesalius, the Predecessor of Neurosurgery: How his Progressive Scientific Achievements Affected his Professional Life and Destiny. World Neurosurg. 2019; 129: 202-9.

93. Meyer A, Hierons R. Observations on the history of the 'circle of willis'. Med Hist. 1962; 6 (2): 119-30.

94. Thakur JD, Sonig A, Chittiboina P, Khan IS, et al. Humphrey Ridley (1653–1708): 17th century evolution in neuroanatomy and selective cerebrovascular injections for cadaver dissection. Neurosurg Focus. 2012; 33 (2): E3.

95. Cucu AI, Turliuc S, Costea CF, et al. The brainstem and its neurosurgical history. Neurosurg Rev. 2021; 44 (6): 3001-22.

96. Bird DT. The illustration of anatomical atlases during the hand-press era. J Audiov Media Med. 1987;10(3):90-6.

97. Goodrich JT. A millennium review of skull base surgery. Child's Nervous System. 2000; 16: 669-85.

98. Flamm ES. The neurology of Jean Cruveilhier. Med Hist. 1973; 17 (4): 343-55.

99. Brunon J. The origins of the French neurosurgery. Neurochirurgie. 2016; 62 (3): 119-27.

100. Pallud J, Simboli GA, Moiraghi A, et al. Neurosurgical developments of Thierry de Martel (1875-1940), French neurosurgery pioneer, during World Wars I and II. Neurosurg Focus. 2022;53(3):E6.

101. Morcos JJ, Haines SJ. History of brain stem surgery. Neurosurg Clin of N Am. 1993; 4 (3): 357-65.

102. Morcos JJ, Heros RC, Frank DE. Microsurgical treatment of infratentorial malformations. Neurosurg Clin N Am. 1999;10(3):441-74.

103. Grossi PM, Nonaka Y, Watanabe K, Fukushima T. The history of the combined supra- and infratentorial approach to the petroclival region. Neurosurg Focus. 2012; 33 (2): E8.

104. Dandy WE. Ventriculography following the injection of air into the cerebral ventricles. Ann Surg. 1918; 68 (1): 5.

105. Weinstein JS, Burchiel KJ. Dandy's disc. Neurosurgery. 2009; 65 (1): 201-5.

106. Dandy WE. An operation for the total extirpation of tumors in the cerebello-pontine angle. A preliminary report. Bull Johns Hopkins Hosp. 1922; 33: 344-5.

107. Koerbel A, Gharabaghi A, Safavi-Abbasi S, Tatagiba M, Samii M. Evolution of vestibular schwannoma surgery: the long journey to current success. Neurosurg Focus. 2005; 18 (4): 1-6.

108. Fitsiori A, Hiremath SB, Boto J, Garibotto V, Vargas MI. Morphological and Advanced Imaging of Epilepsy: Beyond the Basics. Children. 2019; 6 (3).

109. Kyoshima K, Kobayashi S, Gibo H, Kuroyanagi T. A study of safe entry zones via the floor of the fourth ventricle for brain-stem lesions: Report of three cases. J Neurosurg. 1993; 78 (6): 987-93.

110. Bricolo A. Surgery for gliomas and other mass lesions of the brainstem. Mesencephalon. Adv Tech Stand Neurosurg. 1995; 22: 279-85.

111. Judaš M, Pletikos M. A note on the sea-horse in the human brain. Trans Neurosci. 2010; 1 (4): 335-7.

112. Amaral D, Insausti R, Paxinos G. The Human Nervous System. San Diego: Academic. 1990: 711-55.

113. Songur A, Özen OA, Sarsılmaz M. Hipokampus. Türkiye Klinikleri J Med Sci. 2001; 21 (5): 427-31.

114. Suzuki M, Hagino H, Nohara S, et al. Male-specific volume expansion of the human hippocampus during adolescence. Cerebral Cortex. 2005; 15 (2): 187-93.

115. Kier EL, Kim JH, Fulbright RK, Bronen RA. Embryology of the human fetal hippocampus: MR imaging, anatomy, and histology. AJNR Am J Neuroradiol. 1997; 18 (3): 525-32.

116. İzci Y, Erbaş YC. Hipokampus: yapısı ve fonksiyonları. Türk Nöroşir Derg. 2015; 25 (3): 287-95.

117. Erdem A, Yaşargil MG, Roth P. Microsurgical anatomy of the hippocampal arteries. J Neurosurg. 1993; 79 (2): 256-65.

118. Tatu L, Vuillier F. Structure and vascularization of the human hippocampus. Front Neurol Neurosci. 2014; 34: 18-25.

119. Zhang SJ, Ye J, Couey JJ, et al. Functional connectivity of the entorhinal-hippocampal space circuit. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2014; 369 (1635): 20120516.

120. Seress L, Ábrahám H, Horváth Z, Dóczi T, Janszky J, Klemm J, et al. Survival of mossy cells of the hippocampal dentate gyrus in humans with mesial temporal lobe epilepsy. J Neurosurg. 2009; 111 (6): 1237-47.

121. Woollett K, Maguire EA. Exploring anterograde associative memory in London taxi drivers. Neuroreport. 2012; 23 (15): 885.

122. Smith SM, Vale WW. The role of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in neuroendocrine responses to stress. Dialog Clin Neurosci. 2006; 8 (4): 383-95.

123. Ozmen E, Ozsoy S, Donmez N, Ozsoy B, Yumuşak N. The protective effect of L-carnitine against hippocampal damage due to experimental formaldehyde intoxication in rats. Biotech Histochem. 2014; 89 (5): 336-41.

124. Lega B, Burke J, Jacobs J, Kahana MJ. Slow-theta-to-gamma phase–amplitude coupling in human hippocampus supports the formation of new episodic memories. Cereb Cortex. 2016; 26 (1): 268-78.

125. Moser M-B, Rowland DC, Moser EI. Place cells, grid cells, and memory. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2015; 7 (2): a021808.

126. Moser E, Moser MB. Mapping your every move. Cerebrum. 2014; 2014: 4.

127. O'Keefe J, Dostrovsky J. The hippocampus as a spatial map: Preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. Brain Res. 1971.

128. Wixted JT, Squire LR, Jang Y, Papesh MH, Goldinger SD, Kuhn JR, et al. Sparse and distributed coding of episodic memory in neurons of the human hippocampus. Proc Natl Acad Sci. 2014; 111 (26): 9621-6.

129. Rowland DC, Moser M-B. Time finds its place in the hippocampus. Neuron. 2013; 78 (6): 953-4.

130. Klüver H, Bucy PC. Preliminary analysis of functions of the temporal lobes in monkeys. Arch Neuro Psych. 1939; 42 (6): 979-1000.

131. Nikolenko VN, Oganesyan MV, Rizaeva NA, et al. Amygdala: neuroanatomical and morphophysiological features in terms of neurological and neurodegenerative diseases. Brain Sci. 2020; 10 (8): 502.

132. LeDoux J. The amygdala. Curr Biol. 2007; 17 (20): R868-R74.

133. Rajmohan V, Mohandas E. The limbic system. Indian J Psychiatry. 2007; 49 (2): 132.

134. Sah P, Faber EL, Lopez de Armentia M, Power J. The amygdaloid complex: anatomy and physiology. Physiol Rev. 2003; 83 (3): 803-34.

135. Tozzi L, Doolin K, Farrel C, et al. Functional magnetic resonance imaging correlates of emotion recognition and voluntary attentional regulation in depression: a generalized psycho-physiological interaction study. J Affect Disord. 2017; 208: 535-44.

136. Lin T-W, Shih Y-H, Chen S-J, et al. Running exercise delays neurodegeneration in amygdala and hippocampus of Alzheimer's disease (APP/PS1) transgenic mice. Neurobiol Learn Mem. 2015; 118: 189-97.

137. Heller AS. Cortical-subcortical interactions in depression: from animal models to human psychopathology. Front Syst Neurosci. 2016; 10: 20.

138. Baczkowski BM, van Zutphen L, Siep N, et al. Deficient amygdala–prefrontal intrinsic connectivity after effortful emotion regulation in borderline personality disorder. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci. 2017; 267 (6): 551-65.

139. Hu X, Song X, Yuan Y, et al. Abnormal functional connectivity of the amygdala is associated with depression in Parkinson's disease. Mov Disord. 2015; 30 (2): 238-44.

140. Wassum KM, Izquierdo A. The basolateral amygdala in reward learning and addiction. Neurosci Biobehav Rev. 2015; 57: 271-83.

141. Duvarci S, Pare D. Amygdala microcircuits controlling learned fear. Neuron. 2014; 82 (5): 966-80.

142. Morrison SE, Salzman CD. Re-valuing the amygdala. Curr Opin Neurobiol. 2010; 20 (2): 221-30.

143. Baidoo N, Wolter M, Leri F. Opioid withdrawal and memory consolidation. Neurosci Biobehav Rev. 2020; 114: 16-24.

144. McDonald AJ. Cortical pathways to the mammalian amygdala. Prog Neurobiol. 1998; 55 (3): 257-332.

145. Popescu A, Lippa CF, Lee VM-Y, Trojanowski JQ. Lewy bodies in the amygdala: increase of α-synuclein aggregates in neurodegenerative diseases with tau-based inclusions. Arch Neurol. 2004; 61 (12): 1915-9.

146. Sorrentino ZA, Goodwin MS, Riffe CJ, et al. Unique α-synuclein pathology within the amygdala in Lewy body dementia: implications for disease initiation and progression. Acta Neuropathol Commun. 2019; 7 (1): 1-22.

147. Poulin SP, Dautoff R, Morris JC, Barrett LF, Dickerson BC. Amygdala atrophy is prominent in early Alzheimer's disease and relates to symptom severity. Psychiatry Res. 2011; 194 (1): 7-13.

148. Prieto del Val L, Cantero JL, Atienza M. Atrophy of amygdala and abnormal memory-related alpha oscillations over posterior cingulate predict conversion to Alzheimer's disease. Sci Rep. 2016; 6 (1): 1-12.

149. Shukla V, Hayman LA, Ly C, et al. Adult Cranial Dura I: Intrinsic Vessels. J Comput Assist Tomogr. 2002; 26 (6): 1069-74.

150. Meyer A. Herniation of the brain. Arch Neuro Psych. 1920; 4 (4): 387-400.

151. Klintworth GK. The comparative anatomy and phylogeny of the tentorium cerebelli. Anat Rec. 1968; 160 (3): 635-41.

152. Snell RS. Clinical Neuroanatomy: Lippincott Williams & Wilkins. Wolters Kluwer Health; 2010. 7: 428-431.

153. Adeeb N, Mortazavi MM, Tubbs RS, Cohen-Gadol AA. The cranial dura mater: a review of its history, embryology, and anatomy. Child's Nerv Syst. 2012; 28 (6): 827-37.

154. Newton TH. The Anterior and Posterior Meningeal Branches of the Vertebral Artery. Radiology. 1968; 91 (2): 271-9.

155. Banerjee AD, Ezer H, Nanda A. The Artery of Bernasconi and Cassinari: A Morphometric Study for Superselective Catheterization. Am J Neuroradiol. 2011; 32 (9): 1751-5.

156. Umeoka K, Takusakawa Y, Kominami S, et al. The meningeal branches of the superior cerebellar artery: a surgical observation study. J Neurosurg. 2016; 124 (1): 244-7.

157. Newton TH, Weidner W, Greitz T. Dural Arteriovenous Malformation in the Posterior Fossa. Radiology. 1968; 90 (1): 27-35.

158. Kaplan HA, Browder J, Krieger AJ. Venous Channels within the Intracranial Dural Partitions. Radiology. 1975; 115 (3): 641-5.

159. Kiliç T, Akakin A. Anatomy of cerebral veins and sinuses. Front Neurol Neurosci. 2008; 23: 4-15.

160. Lee S-H, Shin K-J, Koh K-S, Song W-C. Visualization of the tentorial innervation of human dura mater. J Anat. 2017; 231 (5): 683-9.

161. Ramina R, Tatagiba M, Ramina R, et al. Petroclival meningiomas: diagnosis, treatment, and results. in: M.T. Ricardo Ramina (Ed.), Samii's Essentials in Neurosurgery, Springer, Berlin, Heidelberg, 2008: 121-35.

162. Singh V. Textbook of Anatomy Head, Neck, And Brain; Volume III: Elsevier Health Sciences; Haryana. 2014. pp: 265-82

163. McKinnon BJ, Wall MP, Karakla DW. The vascular anatomy and angiosome of the posterior auricular artery: a cadaver study. Arch Facial Plast Surger. 1999; 1 (2): 101-4.

164. Tokugawa J, Cho N, Suzuki H, et al. Novel classification of the posterior auricular artery based on angiographical appearance. PLoS One. 2015; 10 (6): e0128723.

165. Alvernia JE, Fraser K, Lanzino G. The occipital artery: a microanatomical study. Neurosurgery. 2006; 58 (1): 114-22.

166. Magill ST, Lee YM, Rubio RR, et al. Retrosigmoid craniectomy with a layered soft tissue dissection and hydroxyapatite reconstruction: technical note, surgical video, regional anatomy, and outcomes. J Neurol Surg B Skull Base. 2022; 83 (02): 185-92.

167. Quiñones-Hinojosa A, Chang EF, Lawton MT. The extended retrosigmoid approach: an alternative to radical cranial base approaches for posterior fossa lesions. Neurosurgery. 2006; 58 (4): 208-14.

168. Raza SM, Quinones-Hinojosa A. The extended retrosigmoid approach for neoplastic lesions in the posterior fossa: technique modification. Neurosurg Rev. 2011; 34 (1): 123-9.

169. Mega M, Cummings J, Salloway S, Malloy P. The limbic system: an anatomic, phylogenetic, and clinical perspective. J Neuropsychiatry Clin Neurosci. 1997; 9: 315-30.

170. Fernández-Miranda JC, de Oliveira E, Rubino PA, et al. Microvascular anatomy of the medial temporal region: part 1: its application to arteriovenous malformation surgery. Neurosurgery. 2010; 67 (3): 237-76.

171. De Oliveira E, Tedeschi H, Siqueira MG, et al. Anatomic principles of cerebrovascular surgery for arteriovenous malformations. Clin Neurosurg. 1994; 41: 364-80.

172. Nieuwenhuys R, Voogd J, van Huijzen C. The Human Central Nervous System: Springer-Verlag. New York; 2008. pp: 361-86

173. Türe U, Pamir M. Small petrosal approach to the middle portion of the mediobasal temporal region: technical case report. Surg Neurol. 2004; 61: 60-7.

174. Wen H, Rhoton A, de Oliveira E, et al. Microsurgical anatomy of the temporal lobe: part 1: mesial temporal lobe anatomy and its vascular relationships as applied to amygdalohippocampectomy. Neurosurgery. 1999; 45: 549-92.

175. Yaşargil M. Anatomy. Microneurosurgery, vol. IVA. Thieme, New York 1994. pp: 16-69.

176. Yaşargil M. Surgical Approachs. Microneurosurgery, vol. IVB. Thieme, New York 1996. pp: 252-285.

177. Germano IM. Transsulcal approach to mesiotemporal lesions. Anatomy, technique, and report of three cases. Neurosurg Focus. 1996; 1 (5): e4.

178. Vajkoczy P, Krakow K, Stodieck S, Pohlmann-Eden B, Schmiedek P. Modified approach for the selective treatment of temporal lobe epilepsy: transsylvian-transcisternal mesial en bloc resection. J Neurosurg. 1998; 88 (5): 855-62.

179. Tseng KY, Lin JH, Lin EY, Ma HI. Occipital interhemispheric approach without excision of tentorium for the tumor in the medial temporal region: technical note. Surg Neurol. 2009; 71 (4): 448-50.

180. Smith KA, Spetzler RF. Supratentorial-infraoccipital approach for posteromedial temporal lobe lesions. J Neurosurg. 1995; 82 (6): 940-4.

181. Türe U, Harput MV, Kaya AH, et al. The paramedian supracerebellar-transtentorial approach to the entire length of the mediobasal temporal region: an anatomical and clinical study. J Neurosurg. 2012; 116 (4): 773-91.

182. Velho V, Naik H, Bhide A, et al. Lateral Semi-sitting Position: A Novel Method of Patient's Head Positioning in Suboccipital Retrosigmoid Approaches. Asian J Neurosurg. 2019; 14 (1): 82-6.

183. Türe U, Harput MV, Kaya AH, , et al. The paramedian supracerebellar-transtentorial approach to the entire length of the mediobasal temporal region: an anatomical and clinical study: Laboratory investigation. J Neurosurg. 2012; 116 (4): 773-91.

184. Fish D, Andermann F, Olivier A. Complex partial seizures and small posterior temporal or extratemporal structural lesions: surgical management. Neurology. 1991; 41: 1781-4.

185. Spencer D: Anteromedial temporal lobectomy: Directing the surgical approach to the pathological substrate. In Spencer S, Spencer D (eds): Surgery for Epilepsy. Boston, MA, Blackwell Scientific Publications: 1991; pp: 129-137

186. Penfield W. Temporal lobe epilepsy. Br J Surg. 1954;41 (168): 337-43.

187. Hill D, Falconer MA, Pampiglione G, Liddell DW. Discussion on the surgery of temporal lobe epilepsy. Proc R Soc Med. 1953; 46 (11): 965-76

188. Spencer DD, Mattson RH, Williamson PD, Novelly RA. Access to the posterior medial temporal lobe structures in the surgical treatment of temporal lobe epilepsy. Neurosurgery. 1984; 15 (5): 667-71.

189. Schaller K, Cabrilo I. Anterior temporal lobectomy. Acta Neurochir. 2016; 158 (1): 161-6.

190. Kim DW, Lee SK, Jung KY, Chu K, Chung CK. Surgical treatment of nonlesional temporal lobe epilepsy. Seizure. 2021; 86: 129-34.

191. Nascimento FA, Gatto LA, Silvado C, et al. Anterior temporal lobectomy versus selective amygdalohippocampectomy in patients with mesial temporal lobe epilepsy. Arq Neuropsiquiatr. 2016; 74 (1): 35-43.

192. Srikijvilaikul T, Lerdlum S, Tepmongkol S, et al. Outcome of temporal lobectomy for hippocampal sclerosis in older patients. Seizure. 2011; 20 (4): 276-9.

193. Falowski SM, Wallace D, Kanner A, et al. Tailored temporal lobectomy for medically intractable epilepsy: evaluation of pathology and predictors of outcome. Neurosurgery. 2012; 71 (3): 703-9; discussion 9.

194. Iachinski RE, de Meneses MS, Simão CA, et al. Patient satisfaction with temporal lobectomy/selective amygdalohippocampectomy for temporal lobe epilepsy and its relationship with Engel classification and the side of lobectomy. Epilepsy Behav. 2014; 31: 377-80.

195. Salanova V, Markand O, Worth R. Temporal lobe epilepsy surgery: outcome, complications, and late mortality rate in 215 patients. Epilepsia. 2002; 43 (2): 170-4.

196. Sindou M, Guenot M, Isnard J, et al. Temporo-mesial epilepsy surgery: outcome and complications in 100 consecutive adult patients. Acta Neurochir. 2006; 148 (1): 39-45.

197. Adam C, Clemenceau S, Semah F, et al. Variability of presentation in medial temporal lobe epilepsy: a study of 30 operated cases. Acta Neurol Scand. 1996; 94 (1): 1-11.

198. Fisch B. Anterior temporal lobectomy - how safe is it? Epilepsy Curr. 2011; 11 (6): 186-8.

199. Mathon B, Navarro V, Bielle F, et al. Complications After Surgery for Mesial Temporal Lobe Epilepsy Associated with Hippocampal Sclerosis. World Neurosurg. 2017; 102: 639-50. e2.

200. Winston GP, Daga P, Stretton J, et al. Optic radiation tractography and vision in anterior temporal lobe resection. Ann Neurol. 2012; 71(3): 334-41.

201. Winston GP. Epilepsy surgery, vision, and driving: what has surgery taught us and could modern imaging reduce the risk of visual deficits? Epilepsia. 2013; 54 (11): 1877-88.

202. Chamberland M, Tax CMW, Jones DK. Meyer's loop tractography for image-guided surgery depends on imaging protocol and hardware. Neuroimage Clin. 2018; 20: 458-65.

203. Pathak-Ray V, Ray A, Walters R, Hatfield R. Detection of visual field defects in patients after anterior temporal lobectomy for mesial temporal sclerosis-establishing eligibility to drive. Eye. 2002; 16 (6): 744-8.

204. Wieser H, Yaşargil M. Selective amygdalohippocampectomy as a surgical treatment of mesiobasal limbic epilepsy. Surg Neurol. 1982; 17: 445-57.

205. Yaşargil M, Krayenbühl N, Roth P, et al. The selective amygdalohippocampectomy for intractable temporal limbic seizures. Historical vignette. J Neurosurg. 2010; 112: 168-85.

206. Hori T, Yamane F, Ochiai T, et al. Selective subtemporal amygdalohippocampectomy for refractory temporal lobe epilepsy: operative and neuropsychological outcomes. J Neurosurg. 2007; 106: 134-41.

207. Park T, Bourgeois B, Silbergeld D, Dodson W. Subtemporal transparahippocampal amygdalohippocampectomy for surgical treatment of mesial temporal lobe epilepsy. Technical note. J Neurosurg. 1996; 85: 1172-6.

208. Shimizu H, Suzuki I, Ishijima B. Zygomatic approach for resection of mesial temporal epileptic focus. Neurosurgery. 1989; 25: 798-801.

209. Nıemeyer P. The transventricular amygdalohippocampectomy in temporal lobe epilepsy. In: Temporal Lobe Epilepsy (Baldwin, Maitland et al. edits). Springfeld 1958: 461-82.

210. Olivier A. Temporal resections in the surgical treatment of epilepsy. Epilepsy Res Suppl. 1992; 5: 175-88.

211. Kelly P, Sharbrough F, Kall B, Goerss S. Magnetic resonance imaging-based computer-assisted stereotactic resection of the hippocampus and amygdala in patients with temporal lobe epilepsy. Mayo Clin Proc. 1987; 62: 103-8.

212. Smith K, Spetzler R. Supratentorial-infraoccipital approach for posteromedial temporal lobe lesions. J Neurosurg. 1995; 82: 940-4.

213. Weiner H, Kelly P. A novel computer-assisted volumetric stereotactic approach for resecting tumors of the posterior parahippocampal gyrus. J Neurosurg. 1996; 85: 272-7.

214. Voigt K, Yaşargil M. Cerebral cavernous haemangiomas or cavernomas. Incidence, pathology, localization, diagnosis, clinical features and treatment Review of the literature and report of an unusual case. Neurochirurgia. 1976; 19: 59-68.

215. Yonekawa Y, Imhof H, Taub E, et al. Supracerebellar transtentorial approach to posterior temporomedial structures. J Neurosurg. 2001; 94: 339-45.

216. Moftakhar R, Izci Y, Başkaya M. Microsurgical anatomy of the supracerebellar transtentorial approach to the posterior mediobasal temporal region: technical considerations with a case illustration. Neurosurgery. 2008; 62 (3 Suppl 1): 1-8.

217. Ludwig E, Klingler J. The preparation method of Klingler. In; The Inner Structure of the Brain Demonstrated on the Basis of Macroscopical Preparations (Ludwig E, Klingler J edit). Karger Publishers, Basel: 1956. pp: 15-16.

218. Klingler J, Gloor P. The connections of the amygdala and of the anterior temporal cortex in the human brain. J Comp Neurol. 1960; 115 (3): 333-69.

219. Di Carlo DT, Benedetto N, Duffau H, et al. Microsurgical anatomy of the sagittal stratum. Acta Neurochir. 2019; 161 (11): 2319-27.

220. Goryainov S, Kondrashov A, Gol'Dberg M, et al. Long association tracts of the human white matter: an analysis of 18 hemisphere dissections and in vivo HARDI-CSD tractography. Zhurnal Voprosy Neirokhirurgii Imeni NN Burdenko. 2017; 81 (1): 13-25.

221. Peltier J, Travers N, Destrieux C, Velut S. Optic radiations: a microsurgical anatomical study. J Neurosurg. 2006; 105 (2): 294-300.

222. Rigoard P, Buffenoir K, Jaafari N, et al. The accumbofrontal fasciculus in the human brain: a microsurgical anatomical study. Neurosurgery. 2011; 68 (4): 1102-11; discussion 11.

223. Türe U, Yaşargil MG, Friedman AH, Al-Mefty O. Fiber dissection technique: lateral aspect of the brain. Neurosurgery. 2000; 47 (2): 417-26; discussion 26-7.

224. 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 Neurosurg. 2004; 101 (5): 739-46.

225. Wu Y, Sun D, Wang Y, et al. Tracing short connections of the temporo-parieto-occipital region in the human brain using diffusion spectrum imaging and fiber dissection. Brain Res. 2016; 1646: 152-9.

226. Dziedzic TA, Balasa A, Jeżewski MP, et al. White matter dissection with the Klingler technique: a literature review. Brain Struct Funct. 2021; 226 (1): 13-47.

227. Capilla-Guasch P, Quilis-Quesada V, Regin-Neto M, et al. White Matter Relationships Examined by Transillumination Technique Using a Lateral Transcortical Parietal Approach to the Atrium: Three-Dimensional Images and Surgical Considerations. World Neurosurg. 2019; 132: e783-e94.

228. Costa M, Braga VL, Yağmurlu K, et al. A Technical Guide for Fiber Tract Dissection of the Internal Capsule. Turk Neurosurg. 2018; 28 (6): 934-9.

229. Baran O, Baydin S, Gungor A, et al. Surgical Approaches to the Thalamus in Relation to the White Matter Tracts of the Cerebrum. World Neurosurg. 2019; 128: e1048-e86.

230. Güngör A, Baydın Ş S, Holanda VM, et al. Microsurgical anatomy of the subthalamic nucleus: correlating fiber dissection results with 3-T magnetic resonance imaging using neuronavigation. J Neurosurg. 2018; 130 (3): 716-32.

231. Peuskens D, van Loon J, Van Calenbergh F, et al. Anatomy of the anterior temporal lobe and the frontotemporal region demonstrated by fiber dissection. Neurosurgery. 2004; 55 (5): 1174-84.

232. Serra C, Türe U, Krayenbühl N, et al. Topographic Classification of the Thalamus Surfaces Related to Microneurosurgery: A White Matter Fiber Microdissection Study. World Neurosurg. 2017; 97: 438-52.

233. Perneczky A, Reisch R. Retrosigmoidal approach. In: Keyhole Approaches in Neurosurgery: Volume I Concept and Surgical Technique. (Perneczky A, Reisch R edits) Vienna: Springer Vienna; 2008. p: 159-77.

234. Sampath P, Holliday MJ, Brem H, Niparko JK, Long DM. Facial nerve injury in acoustic neuroma (vestibular schwannoma) surgery: etiology and prevention. J Neurosurg. 1997;87(1):60-6.

235. Basma J, Anagnostopoulos C, Tudose A, et al. History, Variations, and Extensions of the Retrosigmoid Approach: Anatomical and Literature Review. J Neurol Surg B Skull Base. 2022; 83 (Suppl 2): e324-e35.

236. Olivecrona H. The removal of acoustic neurinomas. J Neurosurg. 1967; 26 (1): 100-3.

237. Yasargil MG. CNS Tumors: Surgical Anatomy, Neuropathology, Neuroradiology, Neurophysiology: Clinical Considerations, Operability: Thieme Medical Publishers; 1994.

238. Kemp WJ, Cohen-Gadol AA. A review of skin incisions and scalp flaps for the retromastoid approach and description of an alternative technique. Surg Neurol Int. 2011; 2: 143.

239. Hall S, Gan Y-CP. Anatomical localization of the transverse-sigmoid sinus junction: comparison of existing techniques. Surg Neurol İnt. 2019; 10.

240. Avci E, Kocaogullar Y, Fossett D, Caputy A. Lateral posterior fossa venous sinus relationships to surface landmarks. Surg Neurol. 2003; 59 (5): 392-7.

241. Çırpan S, Yonguç G, Sayhan S, et al. Morphometric evaluation of localisation of asterion for intracranial approaches posterolaterally. Ege J Medicine. 2019; 58 (2): 108-14.

242. Ucerler H, Govsa F. Asterion as a surgical landmark for lateral cranial base approaches. J Craniomaxillofac Surg. 2006; 34 (7): 415-20.

243. Teranishi Y, Kohno M, Sora S, Sato H. Determination of the keyhole position in a lateral suboccipital retrosigmoid approach. Neurol Med Chir. 2014; 54 (4): 261-6.

244. Rhoton AL, Jr. The cerebellopontine angle and posterior fossa cranial nerves by the retrosigmoid approach. Neurosurgery. 2000; 47 (3 Suppl): 93-129.

245. Raza SM, Quinones-Hinojosa A. The extended retrosigmoid approach for neoplastic lesions in the posterior fossa: technique modification. Neurosurg Rev. 2011; 34 (1): 123-9.

246. Liebelt BD, Huang M, Britz GW. A Comparison of Cerebellar Retraction Pressures in Posterior Fossa Surgery: Extended Retrosigmoid Versus Traditional Retrosigmoid Approach. World Neurosurg. 2018; 113: e88-e92.

247. Krayenbühl N, Oinas M, Erdem E, Krisht AF. The impact of minimizing brain retraction in aneurysm surgery: evaluation using magnetic resonance imaging. Neurosurgery. 2011; 69 (2): 344-8.

248. Rosenørn J, Diemer NH. Reduction of regional cerebral blood flow during brain retraction pressure in the rat. J Neurosurg. 1982; 56 (6): 826-9.

249. Spetzler RF, Sanai N. The quiet revolution: retractorless surgery for complex vascular and skull base lesions. J Neurosurg. 2012; 116 (2): 291-300.

250. Rhoton A. The cerebral veins. Neurosurgery. 2002; 51 (4 Suppl): 159-205.

251. Ueyama T, Al-Mefty O, Tamaki N. Bridging veins on the tentorial surface of the cerebellum: a microsurgical anatomic study and operative considerations. Neurosurgery. 1998; 43: 1137-45.

252. Kawamata T, Katayama Y. Lateral supracerebellar transtentorial approach for petroclival lesions. No Shinkei Geka. 2006; 34 (6): 567-75.

253. Ostergard TA, Glenn CA, Dekker SE, et al. Retrosigmoid transtentorial approach: technical nuances and quantification of benefit from tentorial incision. World Neurosurg. 2018; 119: 176-82.

254. Sharma M, Ambekar S, Guthikonda B, Nanda A. A Comparison between the Kawase's and Extended Retrosigmoid Approaches (Retrosigmoid Transtentorial and Retrosigmoid Intradural Suprameatal Approaches) for Accessing the Petroclival Tumors. A Cadaveric Study. J Neurol Surg B: Skull Base. 2014; 75 (S 01): A178.

255. Ambekar S, Amene C, Sonig A, et al. Quantitative comparison of retrosigmoid intradural suprameatal approach and retrosigmoid transtentorial approach: implications for tumors in the petroclival region. J Neurol Surg B Skull Base. 2013; 74 (5): 300-4.

256. Jha RT, McBride P, Zavadskiy G, et al. Retrosigmoid Transtentorial Approach Compared to Traditional Transpetrosal Approaches for the Resection of Petroclival Meningiomas: A Case-Control Study. J Neurol Surg B Skull Base. 2021; 82 (4): 466-75.

257. Jittapiromsak P, Deshmukh P, Nakaji P, et al. Comparative analysis of posterior approaches to the medial temporal region: supracerebellar transtentorial versus occipital transtentorial. Neurosurgery. 2009; 64 (suppl_1): 35-43.

258. Horsley V. The Linacre Lecture on the function of the so-called motor area of the brain: Delivered to the Master and Fellows of St. John's College. Br Med J. 1909; 2 (2533): 121-32.

259. Amberson WR. Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain. Wilder Penfield and Herbert Jasper. Science. 1954; 119 (3097): 645-6.

260. Hebb AO, Yang T, Silbergeld DL. The sub-pial resection technique for intrinsic tumor surgery. Surg Neurol Int. 2011; 2: 180.

261. Yaşargil M, Türe U, Yaşargil D. Impact of temporal lobe surgery. J Neurosurg. 2004; 101: 725-38.

262. Marino R, Rasmussen T. Visual field changes after temporal lobectomy in man. Neurology. 1968; 18: 825-35.

263. Yeni SN, Tanriover N, Uyanik O, et al. 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; 63 (3): 507-13; discussion 13-5.

264. Mengesha T, Abu-Ata M, Haas KF, et al. Visual field defects after selective amygdalohippocampectomy and standard temporal lobectomy. J Neuroophthalmol. 2009; 29 (3): 208-13.

265. Delev D, Wabbels B, Schramm J, et al. Vision after trans-sylvian or temporobasal selective amygdalohippocampectomy: a prospective randomised trial. Acta Neurochir. 2016; 158 (9): 1757-65.

266. Falconer M, Wilson J. Visual field changes following anterior temporal lobectomy: their significance in relation to Meyer's loop of the optic radiation. Brain. 1958; 81: 1-14.

267. Schmeiser B, Daniel M, Kogias E, et al. Visual field defects following different resective procedures for mesiotemporal lobe epilepsy. Epilepsy Behav. 2017; 76: 39-45.

268. Xu K, Wang X, Guan Y, et al. Comparisons of the seizure-free outcome and visual field deficits between anterior temporal lobectomy and selective amygdalohippocampectomy: A systematic review and meta-analysis. Seizure. 2020; 81: 228-35.

269. Vogt VL, Delev D, Grote A, et al. Neuropsychological outcome after subtemporal versus transsylvian approach for selective amygdalohippocampectomy in patients with mesial temporal lobe epilepsy: a randomised prospective clinical trial. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2018; 89 (10): 1057-63.

270. De Souza JP, Ayub G, Zanao T, et al. Transsylvian amygdalohippocampectomy for mesial temporal lobe epilepsy: Comparison of three different approaches. Epilepsia. 2021; 62 (2): 439-49.

271. Clusmann H, Kral T, Gleissner U, Sassen R, Urbach H, Blümcke I, et al. Analysis of different types of resection for pediatric patients with temporal lobe epilepsy. Neurosurgery. 2004; 54 (4): 847-59; discussion 59-60.