T.C.
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı

KOLLOİD KİSTLERDE ENDOSKOPİK VE AÇIK CERRAHİ YAKLAŞIM TİPLERİNİN AK MADDE DİSEKSİYONU EŞLİĞİNDE ANATOMİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Furkan İlteber DAYI

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Hakan Hadi KADIOĞLU

ERZURUM-2024

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİ ve TEZİ İLE İLGİLİ BİLGİLER

Adı, Soyadı : Furkan İlteber DAYI

Anabilim Dalı : Beyin ve Sinir Cerrahisi ABD

Tez Danışmanı ve Atanma Tarihi: Prof.Dr. Hakan Hadi KADIOĞLU

Sınav tarihi: 15 / 03 / 2024

Tezin Konusu ve Başlığı : Kolloid Kistlerde Endoskopik ve Açık Cerrahi Yaklaşım Tiplerinin Ak Madde Diseksiyonu Eşliğinde Anatomik Olarak Karşılaştırılması.

Belirlenme Tarihi :13.10.2021

Tezin Niteliği : ☒ Tıpta Uzmanlık Tezi
☐ Klinik Çalışmalar ( ) Prospektif ( ) Retrospektif ( ) Kesitsel
☒ Laboratuvar Çalışmaları (X) Invitro (Cansız) Çalışmaları ( ) Hayvan Çalışmaları

Tez Sınavının Nasıl Yapıldığı: ☒ Yüz yüze katılım sağlanarak ☐ Online (Jürinin teşkil edilmesinde kurum dışından belirlenecek olan jüri üyesi, aynı il sınırları içerisinde bulunmadığından, tez sınavı dijital ortamda yapılmıştır.)

II. KARAR

Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin 19. maddesi gereğince yapılan tez savunma sınavının tamamlanması sonucunda adı geçenin tezinin, jüri üyelerince "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak;

☒ Kabulüne

1.Tez Sınavı ☐ Reddine (Eksikliklerin tamamlanması ve gerekli düzeltmelerin yapılması için uzmanlık öğrencisine, TUEY'nin 19. Maddesinin 6. fıkrası gereğince altı aylık ek bir süre verilmesine)

2.Tez Sınavı ☐ Reddine (TUEY'nin 19. Maddesinin 7. fıkrası gereğince, uzmanlık öğrencisinin uzmanlık öğrenciliği ile ilişiğinin kesilmesine)

☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.

III. AÇIKLAMALAR

Lütfen, tezin reddi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

IV. JÜRİ ÜYELERİ

	Unvanı Adı Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurum Bilgisi	İmza
Jüri Başkanı	Prof Dr. Hakan Hadi KADIOĞLU	Nöroşirurji	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	
Jüri Üyesi	Prof Dr.Mehmet Dumlu AYDIN	Beyin ve Sinir Cerrahisi	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	
Jüri Üyesi	Doç.Dr.Mete ZEYNAL	Beyin ve Sinir Cerrahisi	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	

İÇİNDEKİLER

TABLOLARIN DİZİNİ ..... **II**
ŞEKİLLERİN DİZİNİ ..... **III**
KISALTMALARIN DİZİNİ ..... **V**
TEŞEKKÜR ..... **VIII**
ÖZET ..... **IX**
ABSTRACT ..... **X**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL BİLGİLER **2**
2.2. Kolloid Kist 2
2.3. Ventriküler Sistem Anatomisi 9
2.3.1. Makroskopik Anatomi 9
2.3.2. Histolojik Anatomi 12
2.3.3. Radyolojik Anatomi 13
2.4. Serebral Anatomide Ak Madde ve Yolaklarının Gösterimi 22
2.4.1. Tarihsel Bakış 22
2.4.2. Serebral Fiksasyonda Kullanılan Yöntemler ve Çözeltiler 23
3. MATERYAL VE METOT **31**
3.1. Gereç 31
3.2 . Yöntem 31
4. BULGULAR **34**
4.1. Navigasyon Bulguları 34
4.1. Diseksiyon Bulguları 34
4.1.1. Transkortikal Girişim Noktaları Diseksiyon Bulguları 34
4.1.2. Transkortikal İntraventriküler Girişim Noktaları Diseksiyon Bulguları 34
4.1.3. İnterhemisferik diseksiyon bulguları 40
4.2. Radyolojik Ölçümler 45
5. TARTIŞMA **50**
6. SONUÇ **65**
7. KAYNAKLAR **66**

TABLOLARIN DİZİNİ

Tablo No **Sayfa No**

Tablo 2.1 Kolloid kist skorlama sistemi 5
Tablo 2.2 Kolloid kist tedavi yaklaşımlarının karşılaştırılması 7
Tablo 2.3 MSS yapıları ve T1-T2 sekans ölçümleri 14
Tablo 2.4 Serebral ak madde liflerinin sınıflandırılması 15
Tablo 2.5 Tanımlanma tarihi sırasına göre serebral fiksasyon gelişmeleri 29
Tablo 3.1 Belirlenen hedeflerden navigasyonla girişim yerleri ve PU/KVU ölçümleri 32
Tablo 4.1 Farklı girişim noktalarına göre PU ve KVU uzunlukları 45
Tablo 4.2 Farklı girişim noktalarına göre PU ve KVU uzunluklarının ortalama ve standart sapması 47
Tablo 4.3 PU ve KVU ölçümlerinin farklı girişim noktalarına göre karşılaştırılması 47
Tablo 4.4 Erkek ve kadınlarda farklı girişim noktalarında ölçülen PU değerlerinin karşılaştırması 48
Tablo 4.5 Erkek ve kadınlarda farklı girişim noktalarında ölçülen KVU değerleri 49
Tablo 4.6 Farklı girişim noktalarında ölçülen PU ve KVU değerlerinin birbirleriyle uyumluluğu 49

ŞEKİLLERİN DİZİNİ

Şekil No **Sayfa No**

Şekil 2.1 Kolloid kistlerde karar yönetim şeması 6
Şekil 2.2 Lateral ventrikülün komşulukları (Timurkaynak ve ark., 1986) 10
Şekil 2.3 Ventriküler sistemdeki koroid pleksusların illüstrasyonu 13
Şekil 2.4 Süperior longitudinal fasikül ve dalları 16
Şekil 2.5 Orta longitudinal fasikül 17
Şekil 2.6 İnferior longitudinal fasikül 17
Şekil 2.7 Süperior fronto-oksipital fasikül 18
Şekil 2.8 İnferior fronto-oksipital fasikül 18
Şekil 2.9 Unsinat fasikül ve singulum 19
Şekil 2.10 Singulum 19
Şekil 2.11 Korpus kallozum ve bölümleri 20
Şekil 2.12 Anterior komissüral lif ve parçalarının görünümü 21
Şekil 2.13 Forniks 22
Şekil 3.1 Üç pinli kafa fiksatörü yardımıyla sabitlenmiş kafa spesmeni üzerinde navigasyon probu ile foramen Monro'ya erişim direksiyonlarının belirlenmesi. 32
Şekil 3.2 Üç pinli kafa fiksatörü yardımıyla sabitlenmiş kafa spesmeni üzerinde orta hat belirlendikten sonra, navigasyon görüntüleri yardımıyla ventriküler kateterinin proksimal ucunun Kocher noktasından gönderilen 1.kateter, Kocher noktasından 3 cm anteriorundan 33
Şekil 4.1 Kaş, kulak çevresi korunarak cilt ve ciltlaltı dokuların kaldırıması sonrasında sagittal sütür, koronal sütür ve girişim noktaları etrafındaki kemik dokular korunarak frontal, parietal ve oksipital kemik dokuların kaldırılması sonrası görünüm. 34
Şekil 4.2 Dura meter kaldırılması sonrası lateralden transkortikal transventriküler girişim noktalarının görünümü 35
Şekil 4.3 Araknoid mater, arterler ve venler kaldırıldıktan sonra girişim noktaları ve koronal sütür korunarak beyin parankimi ve girişim noktalarının gösterilmesi. 36
Şekil 4.4 Gri madde dekortikasyonu sonrası yer yer görülen U lifler ve girişim

noktaları ile ilişkisinin görüntüsü. 36
Şekil 4.5 Koronal sütür ve girişim noktaları korunarak superior ve orta temporal girus, inferior ve superior parietal lob, superior, orta ve inferior temporal girus, presantral ve postsantral girus kenarları ve gri maddelerinin birçoğu dekortite edilmesi sonrası superior longitidunal fasikül kompleksi ve U-fiberlerin gösterilmesi. 37
Şekil 4.6 Koronal sütür, 2. ve 3. Girişim noktalarındaki kemik noktaları kaldırılması sonrası girişim noktalarının SLF-2 ile ilişkisinin gösterilmesi. 38
Şekil 4.7 Superior longitidunal fasikül kaldırılması sonrası frontal aslant yol, arkuat fasikül, kapsula interna genu ortaya çıkarılması. Girişim noktalarının kapsula interna genusu ile ilişkisinin gösterilmesi. 39
Şekil 4.8 Arkuat fasikül, superior longitudinal fasikül 3, frontal aslant yol ve kapsula interna genuya ait liflerin kaldırılması sonrasında girişim noktalarının tapetal lifler, ependim dokusu ve nuc. caudatus ile ilişkisinin gösterilmesi. 40
Şekil 4.9 Ependim dokusu ve üzerindeki lif grubu kaldırıldıktan sonra kateterlerin lateral ventrikül frontal hornuna girişim yaptığının gösterilmesi. 41
Şekil 4.10 Medialden laterala diseksiyonda sağ hemisfer eksizyonu sonrası SaS, KoS, Br, FxS, ten, iss, sts, GV, CC-s, CC-b, CC-g, CC-r, S.pel, ch.p, Th, 3v, tc, ac, mb, Fx, vim, pog, g.rec, n.acc, 2n ve 3n görüldü. Vasküler yapılardan ica, r-asa, acom, r-a2, l-a2 42
Şekil 4.11 Falks serebri superior sagittal sinus ve inferior sagittal sinus hizasından kesilerek çıkarıldı. MFG, pas, pal, mas, p.cu, poc, cu, cas, lg, n.cau, i-g, pr-Fx, po-Fx görüldü. Vasküler yapılardan pm.fd, pas.d ve po.d görüldü. 43
Şekil 4.12 Korpus kallozum genu ve body kısmı üzerindeki korpus kallozuma ait ak madde lifleri gösterildi. Bir adet ventriküler kateter Kocher noktası üzerinden foramen Monro geçilerek 3.ventriküle kadar gönderildi. 44
Şekil 4.13 Farklı girişim noktalarında ölçülen PU ve KVU değerleri 48

KISALTMALARIN DİZİNİ

ac	**:**	Anterior commissure arter
acom	**:**	Anterior komunikan arter
AnG	**:**	Angular girus
am.fd	**:**	Anteromedial frontal dal
ap-a	**:**	Anterior parietal arter
ar-m	**:**	Araknoid mater
a.sp.v	**:**	Anterior septal ven
a.temp.b	**:**	Anterior tempral dal
BA	**:**	Brodmann alanı
BBB	**:**	Kan beyin bariyeri
BCSFB	**:**	Kan-serebrospinal sıvı bariyeri
BOS	**:**	Beyin omurilik sıvısı
Br	**:**	Bregma
BT	**:**	Bilgisayarlı tomografi
cas	**:**	Kalkarin sulkus
CC	**:**	Korpus kallozum
CC-b	**:**	Korpus kallozum body
CC-f	**:**	Korpus Kallosum fiber
CC-g	**:**	Korpus kallozum genu
CC-r	**:**	Korpus kallozum rostrum
CCRS	**:**	Kolloid kist risk skorlaması
CC-s	**:**	Korpus kallozum splenium
ch.p	**:**	Koroid pleksus
cig	**:**	Singulat
CoS	**:**	Koronal sütür
cs-a	**:**	Sanral sulkal arter
c.v	**:**	Santal ven
cu	**:**	Cuneus
dm	**:**	Duramater
epn	**:**	Ependimal doku
EVDS	**:**	Eksternal ventriküler drenaj sistemi
FAT	**:**	Frontal aslant yol
fmo	**:**	Foramen Monro
FOF	**:**	Frontooksipital fasikül
f.po.a	**:**	Frontopolar arter
Fx	**:**	Forniks
FxS	**:**	Falks serebri
g.rec	**:**	Rektus girus
GV	**:**	Galen ven
IFOF	**:**	İnferior fronto-oksipital fasikül
IFG	**:**	İnferior frontal girus
IOcG	**:**	İnferior oksipital girus
ILF	**:**	İnferior longitudinal fasikül
Ins	**:**	İnsula
IPL	**:**	İnferior parietal lobül
i-c	**:**	İnsula santral sulkus
ica	**:**	İnternal karotis arter
İcv	**:**	İnternal serebral ven
IFGOp	**:**	İnferior frontal girus pars operculum

IFGTr	**:**	İnferior frontal girus pars triangularis
i-g	**:**	İndiseum-griseum
i-lag	**:**	İnsula uzun anterior girus
i-lpg	**:**	İnsula uzun posterior girus
im.fd	**:**	İntermediomedial frontal dal
IOcG	**:**	İnferior oksipital girus
i-sag	**:**	İnsula kısa anterior girus
i-smg	**:**	İnsula kısa orta girus
i-spg	**:**	İnsula kısa posterior girus
iss	**:**	İnferior sagittal sinüs
KoS	**:**	Koronal sütür
KVU	**:**	Kranyum-ventrikül uzunluğu
l-a2	**:**	Sol a2
lof-a	**:**	Lateral orbitofrontal dal
lg	**:**	Lingual girus
mas	**:**	Marjinal sulkus
mb	**:**	Mamillar body
MdLF	**:**	Orta longitudinal fasikül
MFG	**:**	Medial frontal girus
m.fro-v	**:**	Orta frontal ven
m.l	**:**	Orta hat
MLS	**:**	Orta longitudinal fasikül
mm	**:**	Orta meningeal arter
mmf	**:**	Orta meningeal arter frontal dal
mmp	**:**	Orta meningeal arter parietal dal
mtemp.b	**:**	Orta temporal dal
MTG	**:**	Medial temporal girus
MRG	**:**	Manyetik rezonans görüntüleme
n.acc	**:**	Nucleus accumbens
n.cau	**:**	Nucleus caudatus
OVLT	**:**	Lamina terminalis organum vaskülosum
pal	**:**	Parasantral lobül
pas	**:**	Parasantral sulkus
pas.d	**:**	Parasantral dal
p.cal.a	**:**	Perikallozal arter
p.com	**:**	Posterior komunikan arter
p.cu	**:**	Precunes
p.fro-v	**:**	Posterior frontal ven
PHMGH	**:**	Polihekzametilenguanidin hidroklorür
p.l.cho	**:**	Posterior lateral koroidal arterler
pls	**:**	Posterior limitan sulkus
pm.fd	**:**	Posteromedial frontal dal
pocs-a	**:**	Posteriorsantal sulkal arter
po.d	**:**	Paryetooksipital dal
pog	**:**	Paraolfaktor girus
PoG	**:**	Postsantral girus
po-Fx	**:**	Postcommissural forniks
Pop	**:**	Parietal operculum
pos	**:**	Paryetooksipital sulkus
pp-a	**:**	Posterior parietal arter

prcs-a	**:**	Presantral sulkal arter
pr.fr-a	**:**	Prefrontal arter
pr-Fx	**:**	Precommissural forniks
PrG	**:**	Presantral girus
psa	**:**	Posterior serebral arter
ptemp.b	**:**	Posterior temporal dal
PU	**:**	Parankim uzunluğu
r-asa	**:**	Sağ anterior serebral arter
r-a2	**:**	Sağ a2
SaS	**:**	Sagittal sütür
s.cho.v	**:**	Superior koroidal ven
S.pel	**:**	Septum pellucidum
SF	**:**	Serum fizyolojik
SFOF	**:**	Süperior fronto-oksipital fasikül
SFG	**:**	Süperior frontal girus
SLF	**:**	Süperior longitudinal fasikül
SLF-C	**:**	Süperior longitudinal fasikül kompleksi
sls	**:**	Superior limitan sulkus
SMG	**:**	Supramarginal girus
SOcG	**:**	Süperior oksipital girus
SPL	**:**	Süperior parietal lobül
sss	**:**	Süperior sagittal sinüs
STG	**:**	Süperior temporal girus
sts	**:**	Süperior sagittal sinüs
tc	**:**	Tuber cinerum
ten	**:**	Tentorium
Th	**:**	Thalamus
t.o-a	**:**	Temporooksipital arter
Top	**:**	Temporal operculum
tsv	**:**	Talamostriat ven
tpf	**:**	Tapetal lifler
TTG	**:**	Transvers temporal girus
U-f	**:**	U lifler
UF	**:**	Unsinat fasikül
vim	**:**	Velum intermedullare
VP	**:**	Ventrikülo-peritoneal
2n	**:**	Optik sinir
3n	**:**	Okülomoto sinir
3v	**:**	Üçüncü ventrikül

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.

Tabii ki asistanlığımın her aşamasında bana desteklerini esirgemeyen aileme ve motivasyon kaynağım eşime ve kızıma sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Furkan İlteber Dayı

Mart 2024

ÖZET

KOLLOİD KİSTLERDE ENDOSKOPİK VE AÇIK CERRAHİ YAKLAŞIM TİPLERİNİN AK MADDE DİSEKSİYONU EŞLİĞİNDE ANATOMİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Amaç: Cerrahi yöntemlerin kadavra beyinlerindeki foramen Monro'ya kadar olan bölgede kortikal ve subkortikal yapıları nasıl etkilediğini göstererek, bu yöntemleri karşılaştırmayı amaçladık.

Materyal ve Metot: Çalışmamız iki aşamadan oluşturuldu. Birinci aşamada altı adet tahnitli kadavra beyni üzerinde modifiye Klingler metodu uygulandı. Kaba diseksiyonda bistüri ve dril ile cilt, kemik ve dura açıldı. Mikroskop mikrodisektör, tahta spatula, mikrohook ve mikro makas ile araknoid mater, arter, ven, gri ve ak madde diseksiyonları yapıldı. Tüm aşamalar fotoğraflandı ve kayıt altına alındı.

Çalışmanın ikinci aşamasında, intrakraniyal patoloji bulunmayan 50 sağlıklı erişkinin radyolojik görüntüleri incelendi. Her girişim noktası için parankim uzunluğu ve kranyum-ventrikül uzunluğu MRG ölçüldü. Ölçümler, interhemisferik girişim için Bregma'nın 1 cm önünden, koher noktasından ve koher noktasının 3 cm önü ile transkortikal transventriküler girişim için koher noktasının 3 cm önü, 2 cm lateralinden yapıldı. Radyolojik verilerin analizi için IBM SPSS 20 istatistik analiz programı kullanıldı.

Bulgular: Diseksiyon çalışmalarında girişim noktalarının perikallozal arter ve uç dalları, orta serebral arter dalları ve superior sagittal sinüse uzanım gösteren parankimal venler ile anatomik komşuluğu görüldü. Bu noktalar superior frontal girus, U lifler, superior longitudinal fasikül, korona radiata ve korpus kallozum genusuna ait kommissural lifler ile bağlantılıydı. Radyolojik olarak yapılan incelemelerde ortalama PU/KVU; I. girişim noktasında 37.06 /77.94 mm, II. girişim noktasında 37.13/77.99 mm, III. girişim noktasında 37.26/77.98 mm ve anterior interhemisferik girişimde 38.24/78.56 mm olarak ölçüldü. Girişim noktalarında uzunluk açısından istatistiksel anlamlı fark bulunamadı ($p>0.05$).

Sonuç: Nöronal doku üzerindeki en minimal hasarlama mikronöroşirurjinin hedefidir. İnterhemisferik transkallozal girişim, kortikal ve subkortikal dokularda en az yaralanmaya neden olan cerrahi yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: ak madde diseksiyonu, endoskopik cerrahi, interhemisferik transkallozal girişim, kadavra, kolloid kist, transkortikal girişim.

ABSTRACT

ANATOMICAL COMPARISON OF ENDOSCOPIC AND OPEN SURGICAL APPROACHES IN COLLOID CYSTS WITH WHITE MATTER DISSECTION

Objective: We aimed to demonstrate how surgical methods affect cortical and subcortical structures in the region up to the foramen Monro in cadaver brains and compare these methods.

Material and Method: Our study was conducted in two stages. In the first stage, the modified Klingler method was applied to six perfused cadaver brains. Gross dissection involved using a scalpel and drill to open the skin, bone, and dura. Microscopic dissections of the arachnoid mater, arteries, veins, gray and white matter were performed using a microscope microdisection, wooden spatula, microhook, and microscissors. All stages were documented through photography and recording.

In the second stage of the study, radiological images of 50 healthy adults without intracranial pathology were examined. The parenchymal length and cranium-ventricle length for each intervention point were measured using MRI. Measurements were taken from Bregma's 1 cm anterior, the coherent point, and 3 cm anterior to the coherent point for interhemispheric interventions, and 3 cm anterior to the coherent point, 2 cm lateral for transkortical transventricular interventions. IBM SPSS 20 statistical analysis software was used for the analysis of radiological data.

Results: In dissection studies, anatomical adjacency of intervention points with pericallosal artery and its branches, middle cerebral artery branches, and parietal veins extending to the superior sagittal sinus was observed. These points were connected to commissural fibers of the superior frontal gyrus, U fibers, superior longitudinal fasciculus, corona radiata, and corpus callosum genus. Radiological examinations revealed average VP/CP lengths as follows: 37.06/77.94 mm at Intervention Point I, 37.13/77.99 mm at Intervention Point II, 37.26/77.98 mm at Intervention Point III, and 38.24/78.56 mm at anterior interhemispheric intervention. No statistically significant differences were found in length among intervention points ($p>0.05$).

Conclusion: The goal of microneurosurgery is to minimize damage to neuronal tissue. Interhemispheric transcallosal intervention is a surgical method that causes the least injury to cortical and subcortical tissues.

Keywords: cadaver, colloid cyst, endoscopic surgery, interhemispheric transcallosal approach, transcortical approach, white matter dissection.

1. GİRİŞ

Kolloid kistler, iyi huylu beyin tümörleridir. Hastalar sıklıkla baş ağrısı ve baş dönmesi gibi spesifik olmayan bulgular ile başvururlar (1). Bununla birlikte yerleşim yeri sebebiyle beyin omurilik sıvısının ani dolaşımının bozulması sonucu akut hidrosefali kliniği olan bulantı, kusma, nörolojik defisit ve kardiyopulmoner arrest gibi hayatı tehdit eden bulgular ile başvurabilir (2). Etyolojisi kesin olarak bilinmemektedir (3).

Akut hidrosefali tablosu içerisinde müracaat eden kolloid kistli olgularda tedavi cerrahidir. Cerrahisinde açık ve endoskopik seçenekler bulunmaktadır. Bu cerrahi seçenekler de tümörün yerleşim yerine göre kendi içinde farklılıklar gösterir. Günümüzde bu cerrahi yöntemlerin birbirlerine göre avantajları, dezavantajları ve üstünlükleri günümüzde halen tartışmalıdır. Ancak bu yöntemlerden hangisi tercih edilirse edilsin cerrahi sırasında serebral parankimal hasar kaçınılmazdır (4).

Serebral parankim; korteks, kortikal ve subkortikal çok sayıda altyapının bağlantıları ile oluşur. Bu nöroanatomik yapıları anlamak için ak madde yollarını iyi bilmek gerekmektedir. Bunu öğrenmenin en iyi yolu kadavralar üzerinde inceleme ile mümkündür. Hastalarda ise bu öğrenme, radyolojik görüntüleme yöntemlerinden, imkanlar ölçüsünde yararlanılarak olabilir. Hatta günümüzde radyolojik görüntüleme tekniklerinde ilerlemeler sayesinde manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve MR traktografi (MRT) ile ak madde yolları in vivo olarak değerlendirilebilmektedir. Fakat bu gelişmelere rağmen MRT tekniğinde halen önemli kısıtlar vardır (5).

Kolloid kist cerrahi tedavisindeki güncel yaklaşımların birbirleriyle karşılaştırmasını yapabilmek için anatomik çalışmalara dayalı bilgilere gerek vardır. Bu düşünceyle bilinen güncel cerrahi yaklaşımları kadavra beyinler üzerinde uygulayarak ak madde diseksiyonu yardımı ile hangi anatomik bölge ve yolaklarının ne kadar zarar görebileceği, hangi olası fonksiyon kayıplarının yaşanabileceği ve en uygun cerrahi girişim yönteminin ne olabileceğine dair kanıya sahip olmak için bu çalışma planlandı.

2. GENEL BİLGİLER

2.2. Kolloid Kist

Kolloid kistlerin tanımlanması 19. yy sonu ve 20. yy başlarında olmuştur. İngilizce literatürde üçüncü ventrikülün nöroepitelyal kisti ilk kez 1858'de Wallman ve 1881 yılında Alman patolog Wilhelm Löwenthal tarafından tanımlandığı bildirilmektedir (6, 7). Fakat Sjovall, 1909 yılında kolloid kistlerin embriyonik parafiz artıklarından oluştuğunu belirttiği ifade edilmektedir (7). Sonraki yüzyıl içerisinde primitif nöroepitelyum ve kolloid kist üzerine yapılan çalışmalarla kolloid kistin İngilizce literatürdeki tanımlayıcı patogenezi değişmiştir.

Günümüzde kolloid kistler beynin III. ventrikülünde veya bu ventrikülün anteriorunda bulunan iyi huylu, içerisinde musin, kan ürünleri, protein ve kolesterolün bulunduğu epitelyal kist olarak tanımlanmaktadır (1).

Kolloid kistlerin etiyolojisinde genetik faktörler sıklıkla suçlanmalarına rağmen genetik çalışmalarda kolloid kist oluşumuna yol açabilecek etkenler tam olarak gösterilememiştir (3). Genetik çalışmalarda çoğunlukla kromozomal anormallikler üzerinde durulmaktadır. Fakat kromozomal anormallikler ile kolloid kist arasında genetik geçişleri açıklayacak bir bilgi bulunmamaktadır (8). Bunun yanında kolloid kistlerinin ailesel geçişinde otozomal resesif kalıtımın etkisinin olduğunu gösteren çalışmaların olduğu da görülmektedir (9-11).

Kolloid kistler genellikle asemptomatikler ve rastlantısal olarak tanı alırlar. Bundan ötürü görülme sıklıkları hakkında açık bir bilgi bulunmamaktadır (12). Fakat otopsi çalışmalarında tespit edilen asemptomatik kolloid kist sıklığının 1/8500 olduğu belirtilmektedir (11). Semptomatik kolloid kist görülme sıklığının ise bir milyon olguda 3.2 olduğu tahmin edilmektedir (11, 13, 14). Primer beyin tümörleri içerisinde görülme insidansı ise %2'den daha azdır (15). Bildirilen kolloid kist olgularının üçüncü ve yedinci dekatta yoğunlaştığı görülmektedir (14, 16-18). Kolloid kistlerin cinsiyete göre farklılık göstermediği belirtilmesine rağmen (14, 16), Pollock erkeklerde kadınlara göre 1.5 kat daha fazla sıklıkta kolloid kistin tespit edildiğini ifade etmektedir (13).

Kolloid kistin patogenezi tam olarak anlaşılamamakla birlikte embriyonik bir kalıntı olan parafiz artıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir (19). Parafiz kalıntıları, diensefalonun önünde yer alan nöroepitelyal artıklardır. Semptomatik kolloid kistlerin büyük çoğunluğu üçüncü ventriküle yerleşmektedir (15). Bunun dışında nadir de olsa lateral ventrikülde (20) ve dördüncü ventrikülde (21) de görülmektedir. Bunun dışında İngilizce literatürde kolloid kistlerin ekstraventriküler yerleşimleri de bildirilmiştir. Bunlar cisterna basalis (22, 23), optik kiazma (24), serebellopontin açı (25), velum interpositum (26) ve serebral hemisferlerdir (27).

Kolloid kist oluşumu hakkında iki farklı görüş bulunmaktadır. Bunlardan birinde kolloid kistlerin nöroepitelyal kökenli olduğu ileri sürülmektedir (19). Coxe, kolloid kistlerin ependimal kalıntılardan (28), Kappers ise embriyonik parafiz kalıntılarından (29) oluştuğunu iddia etmektedir. Buna karşılık Ho ve Mackenzie, kolloid kistin üst solunum yolu epitel yapısına benzemesinden dolayı nöroepitelyal kalıntılardan ziyade endodermal kalıntıların kist oluşumunda etkili olabileceği ileri sürmektedirler (30, 31).

Kolloid kist yapısal olarak sferoid görünüme sahiptir. Düz çeperleri bulunmaktadır. Kistin boyutları 1 cm ile 3 cm arasında değişkenlik göstermektedir. Kistin kapsülü ince veya yoğun gri renkli ince vasküler membrandan oluşmaktadır (6). Kistin kapsülü kollajen liflerden, fibroblastlardan ve araknoid hücrelerden oluşmaktadır. Yapısında glikokaliks ve goblet hücreleri bulunmaktadır (32). Kistin içeriği kan, musin, kolesterol, protein, demir ve kalsiyum iyonlarının oluşturduğu jelatinimsi yapıdadır (1, 15).

Kolloid kistlerin kliniği genellikle obstrüktif hidrosefali sonucunda ortaya çıkmaktadır. Obstrüktif tipte hidrosefaliden ötürü şiddetli paroksismal baş ağrısı, bulantı ve/veya kusma, alt ekstremitelerde parestezi, koma ve hatta ölüm bile görülebilmektedir (2). Ayrıca bazı olgularda yukarı bakmada güçlük, üriner inkontinans, papilla ödemi, derin tendon reflekslerinde artma, mental durum değişkenliği ve gövdesel ataksi gibi yürüme bozuklukları da saptanabilmektedir (2, 33).

Tanı, semptomatik kolloid kistli olgularda muayene ve radyolojik açımsamalarla, asemptomatik olgularda ise rastlantısal olarak konulmaktadır. Bu rastlantı genellikle travma, akut baş ağrısı gibi nedenlerle başvuran hastalarda etiyolojiyi aydınlatmak amacıyla yapılan tetkiklerde tespit edilmektedir. Tanı konulurken her ikisinde de radyodiagnostik yöntemler yardımcı olmaktadır. Kraniografi de herhangi spesifik bir bulguya rastlanılmamaktadır. Kronik hidrosefalide kafa içi basıncı artışına bağlı olarak kraniografide dövülmüş bakır manzarası, sella destrüksiyonu gibi görüntüler izlenebilir. Radyografik görüntülemede düz grafiler yerine bilgisayarlı tomografi (BT) ya da MRG tanı koydurucu bilgiler sağlar. BT'de kontrastsız kesitlerde septum pelliciduma yerleşik keskin sınırlı, yuvarlak hiperdens veya izodens, nadiren hipodens lezyon izlenir. Kontrast verildiğinde değişiklik görülmez. Obstrüksiyonun derecesine göre lateral ventriküllerde genişleme görülürken IV. ventrikülün normal biçimde olduğu belirlenir (34).

Kolloid kistlerin MRG'deki görüntüsü değişkenlik gösterir. Bunun sebebi kist içeriğindeki kolesterol oranıdır. Kolesterol içeriğinin artması yoğunluğu artırmaktadır. Çünkü kolesterol T1 sekansda gevşeme süresini kısaltmaktadır. Bu nedenle kolloid kistler T1 sekans MRG'de beyin parankimine göre hiperintens görünür. Bu durum

kolesterol içeriğine göre değişkenlik göstererek izointens veya hipointens görünüme de neden olabilir. Kolloid kistler, T2 sekans MRG'de ise hipointens görünümdedir. Kolloid kistler, kontrast madde tutmaz ve difüzyon kısıtlaması yoktur. Bazen difüzyon MR'de sıvı seviyeleri görülebilir (34).

Kolloid kist ayrıcı tanısında, kolloid kist ile nadir de olsa benzer yerleşim gösteren ya da benzer klinik bulgulara neden olabilecek patolojiler akla gelmelidir. Radyografik görüntülemelerde kolloid kistle karışabilecek lezyonlar içerisinde kraniofarenjiom (35), ependimom (1), koroid pleksus papillomu (36) ve hipofiz tümörleri (37) akla getirilmelidir.

Kraniofarenjiom çoğunlukla sellar ve suprasellar bölgede oluşan ve üçüncü ventriküle uzanım gösterebilen kistik veya solid lezyonlardır. Çevresinde bulunan hipotalamus, hipofiz, optik kiazma gibi yapılara basısı sonucu endokrin bozukluklar, görüme bozuklukları gibi semptomlara neden olmaktadır. Üçüncü ventriküle basısı sonucu obstrüktif tipte gelişen hidrosefali ve ona bağlı kafa içi basıncı artmaktadır. Hipotalamo-hipofizer aksa basısı sonucunda portal dolaşım etkilenmektedir ve klinik tablo gelişmektedir. Bu ayırıcı tanıda kullanılabilir (35).

Ependimom düzenli, oval veya yuvarlak yapıda olan nöroepitelyal glial hücre tümörleridir. Ventriküler sistem içerisinde yavaş büyüme özelliğine sahiptir. Kliniğinde obstrüktif hidrosefaliye bağlı şiddetli baş ağrısı, bulantı ve/veya kusma, görme bozuklukları, ataksiye neden olabilmektedir. Üçüncü ventrikül çevresine yerleşmekle birlikte daha çok çocuklarda dördüncü ventrikülde görülmektedirler. Ependimomlar, çocukluk çağında en sık görülen dördüncü ventrikül tümörleridir. Ependimom, BT'de hipodens veya izodens görünümdedir. T1 sekans MRG'de izointens veya hipointens, T2 sekans MRG'de ise izointens veya hiperintens görünmektedir. Kontrastlı BT veya MRG'de heterojen kontrastlanma olmaktadır. Kanama ya da kalsifikasyon olması durumunda özellikle T2 sekans MRG'de daha geniş ve parlak görünebilmektedir. MRG'de ise kistik, kalsifik ve hemorajik görünümünün olması, kontrastlanma artışının görülmesi ve daha çok çocukluk döneminde görülmesi ile kolloid kistlerden ayrılmaktadır (1, 38).

Koroid pleksus tümörleri beş yaşın altındaki çocukluklarda görülen kitlelerdir. Bu tümörler farklı mekanizmalarla hidrosefali kliniğine neden olmaktadır. Bunlar tümör tarafından beyin omurilik sıvısı (BOS) üretiminin artırılması, kanama ya da protein içerikli sıvının BOS emilimini engellemesi ya da tümörün kendisinin BOS emilimini engellemesi ile gerçekleşmektedir. Koroid pleksus tümörleri kontrastlı grafilerde kontrastlanma artışı gösteren vasküler lezyonlardır. BT'de izodens veya hiperdens görünümdedir. MRG'de karnabahar görünümünde papiller ya da lobüler yapılı heterojen kitlesel lezyon olarak izlenir. T1 sekansta izointens veya hipointens iken T2 sekansta heterojen hiperintens yapı izlenir. Kontrastlı BT'de ve MRG'de kontrast artışı görülür. Koroid peleksus tümörlerinde kan-beyin bariyeri (Blood-Brain

Barrier~BBB) bozulacağından dolayı kontrast madde interstisyuma kadar geçebilir. (36, 38).

Hipofiz tümörleri de nadiren üçüncü ventrikül yerleşimlidir. Hipofiz neoplazmları endokrin disfonksiyonuna neden olmaktadır. Hipofiz tümörlerinde kontrast madde tutulumu kolloid kistlere göre daha fazla olmaktadır. Kolloid kistlerden, hem kontrast madde tutulumu olması hem de endokrin disfonksiyonu olmasıyla ayırt edilir (37).

Kolloid kist tedavisinde tedaviyi belirleyen klinik görünümdür. Beamont ve ark. tarafından kolloid kistlerin cerrahi tedavisini şekillendirmede kullanılmak üzere bir risk skorlaması önerilmiştir (Tablo 2.1). Kolloid kistlerde doğrulanmış risk faktörleri erken yaş, baş ağrısı mevcudiyeti, kist çapı ≥7 mm, MRG'de hiperintens görünüm, üçüncü ventrikülde ön veya arka yerleşim olarak belirtilmiştir. Kolloid kist risk skorlaması (Colloid Cyst Risk Score, CCRS) adı verilen bu çizelgeye göre hastalar düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Buna göre CCRS ≤2 puanı olan hastalar düşük ve CCRS ≥4 puanı olan hastalar ise yüksek risk faktörlerine sahip hastalar olarak tanımlanmaktadır. CCRS'i 3 puan olan hastalar ise orta risk faktörlerine sahip hastalar olarak tanımlanmaktadır (Tablo 2.1) (2).

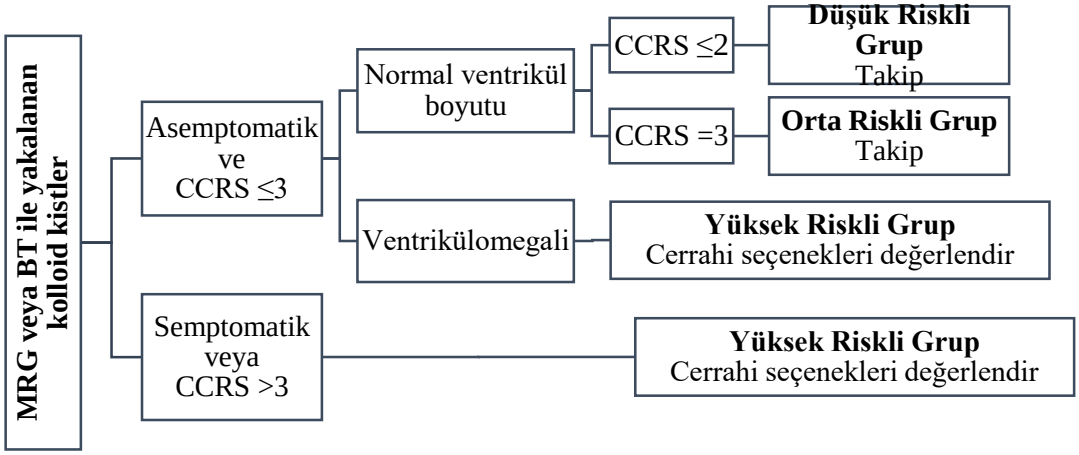
Tablo 2.1 Kolloid kist skorlama sistemi

	CCRS Kriterler	**Puanlama**
Yaş <65 yıl	Evet	1
	Hayır	0
Baş ağrısı	Evet	1
	Hayır	0
Kist çapı ≥7 mm	Evet	1
	Hayır	0
MRG hiperintens	Evet	1
	Hayır	0
Riskli yerleşim	Evet	1
	Hayır	0

CCRS: *Kolloid Kist Risk Skorlama, MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme*

Yakın zamanda Zeineddine ve ark. tarafından kolloid kist tedavisinde izlenecek yola dair bir çizelge önerilmektedir. Bu çizelgenin kolloid kistlerin tedavi yönetiminde yararlı olabileceği düşünülmektedir (Şekil 2.1), (39).

Kolloid kistlerde tedavi yaklaşımı kistin büyüklüğüne ve risk faktörlerinin mevcudiyetine göre şekillenmektedir. Çoğunlukla asemptomatik olan, rastlantısal olarak tespit edilen ve çapı <7 mm olan kolloid kistlerde (CCRS ≤3 puan) klinik ve radyolojik takip önerilmektedir (4). Bu grup kolloid kistlerin zaman içerisinde spontan olarak gerilediği de bildirilmektedir (40).



Şekil 2.1 Kolloid kistlerde karar yönetim şeması

Kolloid kistlerin tedavisinde eksternal ventriküler drenaj sistemleri (EVDS) veya shunt yöntemleri, mikroskopik yöntemler, endoskopik rezeksiyon ve stereotaktik aspirasyon yöntemleri uygulanmaktadır. Düşük risk faktörlerine sahip hastalarda kolloid kiste bağlı hidrosefalinin semptomlarını azaltmak amacıyla EVDS uygulanması fayda sağlayabilmektedir. Bu olgularda uygulanabilen diğer yaklaşım olan stereotaktik aspirasyon, minimal invaziv tedavi yöntemidir. Ancak bu yöntemde rekürrens riski yüksektir (4).

Foramen Monro obstrüksiyonuna bağlı gelişen ventrikülomegali varlığında, CCRS >3 puana sahip hastalarda, >1 cm olan kolloid kistlerde ve semptomatik hastalarda cerrahi rezeksiyon önerilmektedir (41).

Yüksek risk faktörlerinin bulunması durumunda (CCRS ≥4 puan) mikrocerrahi ve intraventriküler endoskopi yöntemleri önerilmektedir. Her iki tedavi yöntemi arasında nüks ve morbidite açısından fark bulunmaktadır. Nüks oranı intraventriküler endoskopik tedavi yöntemlerinde %3-46 arasında iken (42-44), mikrocerrahi yöntemlerinde %3'tür (45).

Mikrocerrahi ve intraventriküler endoskopik girişimlerde postoperatif nöbetler, hafıza bozuklukları, arteryel veya venöz enfarktüsler, intraserebral hematom, subdural veya intraventriküler hemorajiler bulunmaktadır. Endoskopik girişimlerde (%10.5) genel morbidite oranları mikrocerrahi yöntemine (%16.3) göre daha düşüktür. Mikrocerrahi yöntemler içerisinde ise transkallozal girişim yönteminin (%14.4) morbidite oranı transkortikal girişim yöntemine (%4.5) göre daha düşüktür. Morbidite açısından kıyaslandığında postoperatif nöbetler endoskopik yöntemde %0.3, transkallozal girişimde %2.9 ve transkortikal girişimde %10.4'tür. Menenjit ise sırasıyla %2.7, %1.1 ve %3.8'dir. En yüksek intraventriküler kanama endoskopik girişimlerde (%1.2), en yüksek venöz enfarktüs transkallozal girişimde (%2.7), en yüksek intraserebral hemoraji transkortikal girişimde (%2.8)'dir. Tüm cerrahi yöntemlerde hafıza bozukluğu ve hemiparezi benzer oranlarda görülür. Bu

morbiditeler endoskopik girişimlerde sırasıyla %5 ve %0.9, mikrocerrahi yöntemlerinde %5.1 ve %1.6, transkallozal girişimlerde %4.9 ve %1.6, transkortikal girişimlerde ise %5.7 ve %1.9'dur Subdural hematom ve arteryel enfarktüs oranları tüm cerrahi yöntemlerde %1'in altındadır (45).

Kolloid kist tedavisinde uygulanan tedavi yöntemleri, avantajları ve dezavantajları karşılaştırmalı biçimde Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2 Kolloid kist tedavi yaklaşımlarının karşılaştırılması

	Avantaj	**Dezavantaj**
EVDS/ Shunt	Minimal invaziv yöntemdir Cerrahi risk azdır	Küratif değil palyatif tedavidir
Mikroskopik transkallozal yaklaşım (İnterhemisferik yaklaşım)	Kortikal insizyon yoktur	Perikallozal arter yaralanması, singulat girus ve forniks hasarı gelişebilir Serebral sinüslerin drenajı bozulabilir Vazokonstriksiyon, nöbet, amnezi, hemiparezi, menenjit gelişebilir
Mikroskopik transkortikal yaklaşım	Serebral sinüslerin drenajı az etkilenmektedir Singulat girus, perikallozal arter, forniks yaralanması daha azdır	Kortikal insizyon mevcut. Kortikal ve forniks yaralanması olabilir Nöbet, amnezi, interserebral hemoraji, hemiparezi, menenjit gelişebilir
Endoskopik yaklaşım	Minimal invaziv yöntemdir Sagittal sinüs drenajının bozulması, forniks ve singulat girus yaralanması, perikallozal arter yaralanması nadir görülmektedir	Total kist eksizyonu ve kanama kontrolü zorluğu bulunmaktadır Nöbet, amnezi, interventriküler hemoraji, intrakranial hemoraji, hemiparezi, menenjit ve nüks gelişebilir
Stereotaktik aspirasyon	Minimal invaziv yöntemdir	Kist tekrarlayabilir

EVDS*: Eksternal Ventriküler Drenaj Sistemi*

Cerrahi yöntemler arasında mortalite oranları açısından anlamlı bir fark yoktur. Bu durum Sheikh ve ark. tarafından yapılan sistematik inceleme ile desteklemektedir. Mikrocerrahi yöntemler ile endoskopik girişimlerin mortalite açısında değerlendirildiği bu çalışmada mikrocerrahi yöntemin (%1.4) endoskopik girişim (%0.6)'e göre mortalite oranın fazla olduğu fakat anlamlı bir farka yol açmadığı belirtilmektedir (45).

Kraniyotomi yönteminde kolloid kistin büyüklüğü 1 cm'den fazla ve semptomatik hidrosefaliye neden olmuşsa transkallozal ya da transkortikal girişim tercih edilebilir (41). Ventrikülomegali olmayan olgularda yapılan transkallozal yaklaşımda, frontal interhemisferik yolla korpus kallozuma ulaşılmaktadır. Bu yaklaşım davranış bozukluklarına (46), süperior sagittal sinüs drenajında bozulmaya (43, 46), perikallozal arter yaralanmasına (4), singulat girus ve forniks hasarına (4, 14) neden olabilmektedir. Transkortikal yöntemde ise sağ frontal orta girusun korteksinden girilerek kiste ulaşılmaktadır. Bu yaklaşımın ventrikülomegalisi olan kolloid kistli olgularda uygulanması önerilmektedir (4).

Kolloid kistlerin endoskopik yöntemle çıkarılmasının mikroşirurjikal kistektomi yöntemlerine göre intraoperatif riskleri az, fakat geç dönem rekürrens riski daha yüksektir (42, 47, 48).

Hastaların tıbben cerrahiye elverişli olmadığı durumlarda stereotaktik aspirasyon yöntemi kullanılabilir. Stereotaktik aspirasyon yönteminin hem endoskopik hem de cerrahi kraniyotomi yöntemlerine göre rölatif riskleri daha azdır. Fakat rekürrens riski diğer yöntemlere göre daha yüksektir (4, 47).

Kolloid kistlerin tedavisinde doğal olarak, uygulanan yönteme göre farklı komplikasyonlar gelişebilmektedir. İngilizce literatür içerisinde kolloid kistlerin shunt veya EVDS yöntemi ile tedavi edildikten sonra oluşabilecek komplikasyonları tanımlanmamıştır.

Transkortikal mikrocerrahi yönteminde karşılaşılan komplikasyonlar nöbet (%10,4-13,6) (45, 49), amnezi (%5,7) (45), menenjit (%3,8) (45, 50), intraserebral hemoraji (%2,8) (45) ve hemiparezi (%1,9) (45, 50)'dir.

Transkallozal mikrocerrahi sonrası görülebilen komplikasyonlar ise amnezi (%4,9) (45), nöbet (%2,9-3,3) (45, 49), venöz spazm (%2,7) (45), hemiparezi (%1,6) (45) ve menenjit (%1,1) (14, 45)'tir.

Endoskopik tedavi yöntemlerinde karşılaşılan komplikasyonlar intrakraniyal hemoraji (%6,2) (51), amnezi (%4,5-5) (45, 52), menenjit (% 1,7-8) (42, 45), intraventriküler hemoraji (%1-2) (45), hemiparezi (%0,8-3,6) (45, 51, 52), nöbet (%0,3- 5,4) (42, 45, 51) ve nüks (%2,5-46,2) (43, 45) olarak rapor edilmiştir.

Şu ana kadar stereotaktik aspirasyona bağlı olarak gelişebilen komplikasyonlara İngilizce literatürde ulaşamadık. Bunun nedeninin stereotaktik aspirasyonla birlikte stereotaktik radyocerrahi yöntemlerinin eş zamanlı kullanılması olabilir. Bundan dolayı postoperatif dönemde görülen komplikasyonların cerrahi yöntemle mi yoksa radyasyon tedavisiyle mi ilişkili olduğu ayırt edilememektedir. Ancak diğer cerrahi yöntemlerde göre stereotaktik aspirasyon yöntemi ile tedavi edilen kolloid kist olgularının hastanede kalış süresinin daha kısa olduğu ve hızlı iyileştiği

bildirilmektedir (53).

2.3. Ventriküler Sistem Anatomisi

2.3.1. Makroskopik Anatomi

Beynin ventriküler sistemi toplamda dört ventrikülden oluşmaktadır. Bunlar her hemisferde birer adet olmak üzere iki lateral ventrikül, diensefalonda bulunan üçüncü ventrikül ve rhombensefalonda bulunan dördüncü ventriküldür (54).

Lateral ventrikül aksiyel düzlemde makroskobik olarak C harfine benzemektedir. Her serebral hemisferde bir tanedir. Her bir lateral ventrikül beş bölümden oluşmaktadır. Bunlar frontal, temporal, oksipital boynuz (horn), gövde (body) ve atriumdur. Lateral ventrikülün tüm bölümlerinde taban, tavan, lateral ve medial duvar bulunmaktadır. Bunlara ek olarak atriumun, frontal ve temporal boynuzların anterior duvarı da bulunmaktadır. Bu duvarları talamus, septum pellucidum, serebral ak madde, korpus kallozum, nuc. caudatus ve forniks oluşturmaktadır (Şekil 2.2) (55).

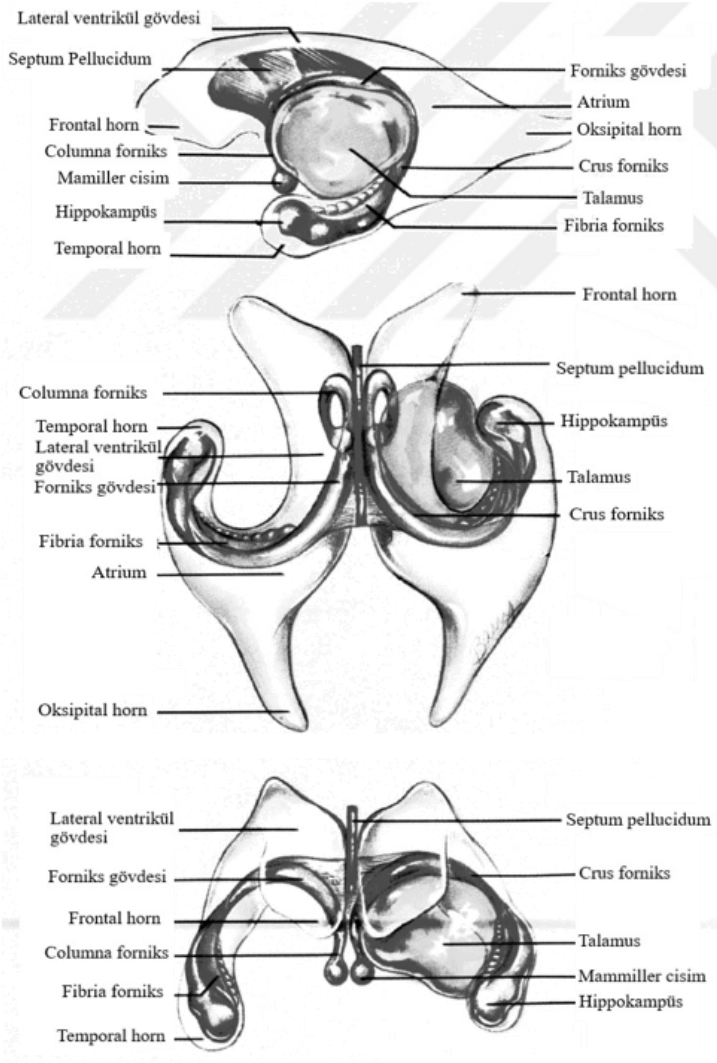
Talamus lateral ventriküllerin ortasında bulunmaktadır (Şekil 2.2). Bu nedenle talamusun posteriorunda lateral ventrikülün atriumu ile oksipital boynuzu, inferolateralinde ise temporal boynuzu bulunmaktadır. Ayrıca talamusun süperior yüzeyi lateral ventrikül gövdesinin tabanını, talamusun pulvinar parçasının posterior yüzeyi lateral ventrikül atriumunun anterior duvarını ve talamusun inferolateral yüzeyi temporal boynuzunun tabanının medial bölümünü oluşturur (55).

Nuc. caudatus makroskobik görünümü C harfine benzeyen ve talamusun etrafını saran yapılardan biridir (Şekil 2.2). Baş, gövde ve kuyruk olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Lateral ventrikül duvarlarının önemli bir bölümünü oluşturur. Nuc. caudatus'un baş kısmı frontal boynuz ile atrium arasında, kuyruk kısmı atrium ile temporal boynuz arasında komşuluk etmektedir. Talamusa göre anatomik lokalizasyonunu tarif etmek gerekirse nuc. caudatus lateral ventrikül gövdesinin süperolateralinde, atriyumunun posterolateralinde ve temporal boynuzun inferolateralinde yer almaktadır (55).

Forniks, makroskopik olarak talamusun etrafını C harfine benzer şekilde saran diğer bir yapıdır (Şekil 2.2). Fibria forniksin ilk parçasıdır. Lateral ventrikülün temporal boynuzlarından başlayarak posteriora doğru uzanır. Burada forniksin crusunu oluşturur. Cruslar lateral ventrikülün atrium ve gövdesi seviyesinde birleşerek forniksin gövdesinin yapısına katılır. Cruslar lateral ventrikül gövdesinin medial duvarına komşudur. Cruslar, superomedial düzlemde ilerledikten sonra birleşerek hippocampal komissürleri meydana getirir. Forniksin gövdesi ise lateral ventrikül gövdesinin anteromedial duvarındadır (55).

Korpus kallozum ise lateral ventrikülün tüm duvarlarının yapısına katılmaktadır. Rostrum, genu, gövde (body) ve splenium kısımları bulunmaktadır. Rostrum frontal boynuzun tabanındadır. Genu frontal boynuzun anterior duvarının yapısındadır. Bununla birlikte genu ve korpus kallozum gövdesi frontal boynuzun ve lateral ventrikül gövdesinin tavanını oluşturur. Splenium parçası lateral ventrikül atriumun medial duvarına komşudur. Ayrıca oksipital boynuzları da birbirine bağlamaktadır. Tapetum, korpus kallozumun gövdesi ve splenium parçalarından çıkan liflerden meydana gelmektedir. Bu kısım ise inferolateral yönde lateral ventrikül atriumunun tavanının, lateral duvarlarının, temporal ve oksipital boynuzlarının yapısına katılır (55).

Lateral ventriküllerin frontal boynuzları ve gövdeleri septum pellucidum ile ayırmaktadır. Lateral ventrikülün frontal boynuzu ve gövdesinin lateral duvar yapısı içerisinde internal kapsül yerleşiktir (55).



Şekil 2.2 Lateral ventrikülün komşulukları (55)

Üçüncü ventrikül, ventriküler sistemin orta hattında bulunan bir boşluktur. Anterosüperior tarafta bulunan foramen Monro ile lateral ventriküllere, posterior tarafta bulunan aquaductus Sylvius ile dördüncü ventriküle devamlılığı sağlar. Huni şekline benzetilmektedir. Bu nedenle tavan, taban, ön, arka ve her iki tarafında lateral duvarlar vardır (56).

Bu ventrikülün tavanı anteriorda foramen Monro'dan başlayıp posteriorda suprapineal recessus'a kadar uzanan bir kemere benzetilmektedir. Bu tavanda forniks tarafından oluşturulan nöral yapı, tela choroidea'nın ince iki membranı ve bu membranların arasındaki vasküler yapıları içermektedir. Üçüncü ventrikül tavanının anterosüperior tabakası forniks tarafından, posterior tabakası crus ve hippocampal komissur tarafından oluşturulmaktadır. Tela choroidea'nın ince iki membranı arasında bulunan vasküler yapılar medial posterior choroid arter ve dalları, internal cerebral ven ve dalları bulunmaktadır. Bu vasküler yapılar da üçüncü ventrikül tabanının sınırlamaktadır. Bununla birlikte bu ventrikül tavanın lateral kenarını forniksin lateral kenarı ile talamusun superiomedial yüzeyi arasında bulunan choroidal fissür oluşturur (56, 57).

Üçüncü ventrikülün tabanı anteriorda optik kiazmadan başlayıp aquaductus Slyvius'a kadar uzanır. Bu tabanı oluşturan yapılar ise optik kiazma, hipotalamusun infundibulumu, tuber cinerum, mamiller cisim ve tegmentum'dur. Optik kiazma üçüncü ventrikülün tabanı ile anterior duvarının kesiştiği noktada yerleşiktir. Optik kiazmanın inferior yüzeyi üçüncü ventrikül tabanının ön kısmını oluşturmaktadır (56, 57).

Ventrikülün anterior duvarını yukarıdan foramen Monro aşağıdan ise optik kiazma sınırlamaktadır. Anterior duvarın sadece alt üçte ikisi görülebilirken, üst üçte biri korpus kallozum'un rostrum parçasının posteriorunda kalmasından dolayı görülmemektedir. Anterior duvarın bu görülebilen kısmı optik kiazma ve lamina terminalis tarafından oluşturulmaktadır. Üçüncü ventrikül ön duvarlarının sınırları, içeriden bakıldığında sırasıyla forniks, foramen Monro, anterior komissur, lamina terminalis, optik recessus ve optik kiazma görülmektedir (56, 57).

Ventrikül posterior duvarı üstte suprapineal resessus ile altta aqueductus Sylvius arasındadır. Üçüncü ventrikül içerisinden anteriora doğru bakıldığında bu duvarı oluşturan yapılar yukardan aşağıya doğru şu şekilde sıralanmaktadır; suprapineal recessus, habernula komissur, pineal bez, posterior komissur ve aquaductus Sylvius (56, 57).

Üçüncü ventrikülün lateral duvarları serebral hemisferler arasındadır. Bu duvar hipotalamus ile talamus arasındadır. Hipotalamus duvarın inferiorundayken, talamus ise süperiorundadır. Talamusun stria medullaris thalami adlı parçası süperior sınırını oluşturmaktadır (56, 57).

Dördüncü ventrikül önde pons ve medulla oblongatayla arkada ise serebellum ile sınırlıdır. Aquaductus cerebrii ile üçüncü ventrikülün devamlılığını sağlamaktadır. Spinal kord ile bağlantısı bulunmaktadır (54).

2.3.2. Histolojik Anatomi

Ventriküler sistemin duvarları ependimosit veya ependim adı verilen hücrelerle kaplıdır. Bu hücreler nöroepitelyumdan gelişmektedir. Küboidal ya da kolumnar epitele sahiptir. Ependimal tabakanın altında subependimal glial hücre tabakası bulunmaktadır. Subependimal glial hücre topluluğunun yaptığı sıkı bağlantılar ile BBB oluşur (58).

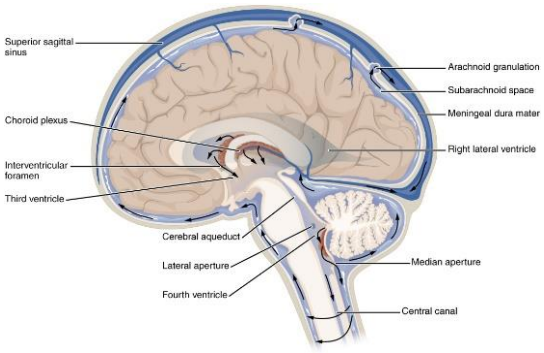
BBB, ilk kez 1880 yılların Alman bakteriyolog olan Paul Ehrlich (1854-1915) tarafından fark edilmiştir. Hayvan deneyinde intravenöz erişim yoluyla verilen tripan mavisinin beyin dokusu dışında tüm organları boyandığını tespit edilmiştir. Ehlich, bu durumu beyin dokusunun diğer organlara göre boya maddelerine karşı düşük afiniteli olarak yorumlamıştır. Edwin Goldman (1862-1913), 1913 yılında tavşan ve köpek hayvan deneylerinde tripan mavi sıvısını beyin omurilik sıvısı içerisine enjekte etmiştir. Bu sefer beyin dokusu dışında diğer organların boyanmadığı görülmüştür. Bu sayede Ehlich'in yanlış yorumladığını ve beyinde bir bariyerin bulunduğunu göstermiştir (59).

BBB, sirkümventriküler organlar (SVO) denen yapılar dışında beynin tüm bölgelerinde bulunmaktadır. SVO, yüksek geçirgenlik gösterir. Fenestrasyonları bulunan kapiller damarları bulunur. Bu sayede plazma içeriği sirkümventriküler organlarda bulunan vasküler yapılar içerisine girmektedir. Bu organlar lamina terminalis organum vaskülosum (Organo Vasculosum of Lamina Terminalis~OVLT), subfornicial organ, area postrema, nörohipofiz, median eminens ve pineal bezden oluşmaktadır (60).

Koroid pleksuslar, epitelyal-endotelyal kıvrımlar olarak belirtilmektedir. Bu yapılar bağ dokusu ve epitelyal hücreleri içeren vaskülarize stromadan oluşmaktadır. Stroma kapiller kılcal damarlara sahiptir ve tek katlı küboidal epitel ventriküler sistemi kaplamaktadır. Koroid pleksuslar ventriküler sistem içerisinde farklı boyut ve şekillerde bulunmaktadır (61).

Koroid pleksuslar ventriküler sistem içerisinde dört yerde bulunmaktadır. Lateral ventriküllerdeki koroid pleksusların yapısı ince ve kıvrımlıdır. Koroid pleksus, lateral ventrikülün frontal ve oksipital boynuzları hariç, lateral ventrikülün tabanında bulunmaktadır. Lateral ventrikül tabanında bulunan koroid pleksuslar foramen Monro ile üçüncü ventrikülün tavanında devamlılık gösterir. Üçüncü ventrikülün koroid pleksusları boyut olarak en küçük olanlarıdır. Dördüncü ventrikülde bulunan koroid pleksuslar multiple loblu ve daha karmaşık yapıya sahiptir. Buradakiler dördüncü

ventrikülde dorsocaudal yerleşimlidir (Şekil 2.3) (62).



Şekil 2.3 Ventriküler sistemdeki koroid pleksusların illüstrasyonu

Koroid pleksusların ventriküler sistemi kaplamasının yanında temel iki görevi bulunmaktadır. Bunlardan biri BOS üretimi sağlamak ve diğeri kan-serebrospinal sıvı bariyerini (Blood-CSF Barrier ~ BCSFB) oluşturmaktır. Koroid pleksus, özelleşmiş ependimal hücreleri, sıkı bağlantılar (tight junction) ve yapışkan bağlantılar (adherens) ile birbirlerine tutunmaktadır. BCSFB, bu bağlantılar ile oluşturmaktadır. BCSFB, BBB ile karıştırılmamalıdır. BBB, kendisini oluşturan subependimal glial hücre topluluğundaki sıkı bağlantılar nedeniyle çoğu maddenin beyin parankimine geçişini engellemektedir. BCSFB'nin ise kapiller endoteli geçirgendir (61).

2.3.3. Radyolojik Anatomi

Ventriküllerin radyolojik incelenmesi ventrikülografi, BT ve MRG ile yapılmıştır. Bir nöroşiruryen olan Walter Edward Dandy (1886-1946) kafa travmaları sonrası ventrikül içerisinde giren hava yardımı ile çekilen kraniyografilerden esinlenerek yeni bir yöntem geliştirmiştir. Ventriküllere ponksiyonla hava enjekte edilerek yapılan bu yöntem ventrikülografi (1928) ve pnömoansefalografi (1929) olarak adlandırılmıştır. Fakat bu yöntemlerin nörolojik komplikasyon riski yüksek olduğu görülmüştür (63, 64).

Yirminci yüzyılın sonlarına doğru elektrik ve bilgisayar temelli teknolojilerde ciddi gelişmeler görülmüştür. Bu gelişmelere paralel olarak nörolojik komplikasyon riski yüksek bulunan ventrikülografi, anjiografi gibi yöntemler yerini daha yenilikçi ve zararları az olan yöntemlere bırakmıştır. Bir elektrik mühendisi olan Sir Godfrey Newbold Hounsfield (1919-2004) X-ray ışınlarını kullanarak 1972'de BT'yi icat etmiştir. Aynı dönemde kimyager Paul Christian Lauterbur (1929-2007) ve doktor Raymond Damadian (1936-2022) MRG bularak nöroradyolojide yeni yaklaşımlara vesile olmuştur (63, 64).

BT, fotonların BT dedektörleri tarafından toplanıp, emilim derecesine göre gri tonlu ölçekte oluşan diferansiyel yoğunluk oranını göstermektedir. Bu yoğunluk BT'de -1000 ile +1000 arasında ölçeklenebilmektedir. Bu ölçek Hounsfield Unit (HU) olarak ifade edilir. Buna göre su 0 HU, hava -1000 HU, ak ve gri madde 30-50 HU, taze hematom (1-7 gün) 50-80 HU, kalsifikasyonlar 150 HU, kemik veya metaller ise +1000 HU olarak ölçülmektedir (64).

BT, kafa travması olan hastalarda en hızlı ve etkili tarama tekniğidir. Subaraknoid kanama (SAK) tespiti için en duyarlı ve ilk olarak uygulanması gerekli olan bir yöntemdir. Serebral vasküler yapıları kontrast madde vererek komputerize görüntüleme BT anjiografi olarak adlandırılır. BT anjiyografi, acil serviste SAK'lı hastaların etiyolojisini araştırmada BT'den daha üstündür. Ayrıca BT, serebral perfüzyonu olası serebrovasküler patolojik süreçlerin değerlendirilmesi ve trombolitik tedavinin yönlendirilmesinde de erken dönemde yararlanılabilen tekniktir. BT, kemikle ilgili lezyonların tanısında en ideal yöntemdir. BT'nin kalsifikasyon için duyarlılığı, özellikle santral sinir sistemi (SSS) tümörleri, metabolik bozukluklar ve konjenital lezyonlar gibi durumlar için tanı özgüllüğünü artırmaktadır. Kafa ve boyun bölgesinde, kıkırdaklı ve kemikli lezyonların BT'de yorumlanması MRG'ye göre daha iyidir (64).

MRG, dokulara yüklene manyetik alanı kullanan tekniktir. MR cihazları, manyetik alan üreten mıknatıs, x, y ve z eksenli manyetik alanı oluşturan "gradiyant coil" ile vücut içinde oluşan manyetik sinyali algılayan radyofrekans "recevier coil"den oluşmaktadır. Larmor frekansı ve buna bağlı relaksasyon zamanının ölçümüne dayalı bir yöntemdir. Relaksasyon zamanı T1 ve T2 sekans olarak tarif edilmektedir. T1 sekans hidrojen çekirdeğinin uzunlamasına (z ekseni) manyetizasyonunun %63'ünü geri kazanması için geçen süre olarak tanımlanmaktadır. x ve y düzlemindeki transvers manyetizasyon da eksponansiyel bir şekilde azalmaya ise T2 sekans denilmektedir (Tablo 2.3) (64).

Tablo 2.3 MSS yapıları ve T1-T2 sekans ölçümleri

Yapı	T1 sekans (msn)	T2 sekans (msn)
Gri madde	980-1040	64-71
Ak madde	740-770	64-70
BOS	>2000	>300
Kas	600	40
Yağ	180	90

Ak madde traktlarını haritalandırmak ve üç boyutlu görünür difüzyon katsayısını elde etmek için MR difüzyon tensör traktografi denilen yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntem hücrelerin sınırlarını belirlemek için su molekülünün

difüzyon kolaylığının ölçülmesine dayanmaktadır (64).

Aşağıda üçüncü ventrikül, BT ve MR görünümü olarak serebral ak madde ve traktus yapısı üzerinde durulmuştur. Serebral ak madde ve traktuslarının incelenmesi ise radyodiyagnostik tekniklerin gelişmesiyle birlikte mümkün olmuştur. Bu anlamda MRG ve özellikle MR difüzyon tensör traktografi sıklıkla kullanılmıştır (5, 65).

Serebral ak madde traktuslarını oluşturan myelinli sinir lifleri fizyolojik açıdan fonksiyonel özelliğine göre üç ana başlıkta sınıflandırılmıştır (Tablo 2.4). Bunlar asosiasyon lifleri, komissüral lifler ve projeksiyon lifleridir (66).

Tablo 2.4 Serebral ak madde liflerinin sınıflandırılması

Asosiasyon lifleri	Komissüral lifler	Projeksiyon lifleri
Süperior longitudinal fasikül	Anterior komissüral lifler	Forniks
Orta longitudinal fasikül	Posterior komissüral lifler	İnternal kapsül
İnferior longitudinal fasikül	Korpus kallosum	
Süperior fronto-oksipital fasikül		
İnferior fronto-oksipital fasikül		
Unsinat fasikül		
Singulum		

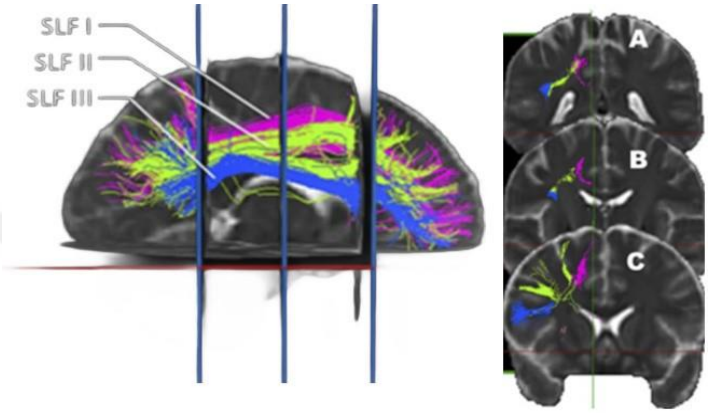
Asosiasyon lifleri aynı hemisferdeki kortikal alanlar arasında, komissüral lifler farklı hemisferlerde bulunan birbiriyle eşleşmiş kortikal alanlar arasında ve projeksiyon lifleri de yukarı-aşağı uzanım sağlayarak serebral-kaudal iletişimi sağlamaktadır (67).

Süperior Longitudinal Fasikül

Süperior longitudinal fasikül (SLF), frontotemporoparietal bölgenin ana asosiasyon liflerindendir. (68). MRG ile SLF tek bir lif olarak belirtilmiştir (69, 70). Bunun aksine diseksiyon çalışmalarında SLF'nin süperior dalı (SLF I), orta dalı (SLF II) ve inferior dalı (SLF III) olmak üzere üç komponentinin olduğu ve her birinin frontal ya da parietal kortekste farklı yerlerde sonlandıkları tespit edilmiştir (Şekil 2.4) (71).

SLF I, superior parietal lob ve precuneustan başlayarak superior frontal loba kadar uzanmaktadır ve vizüel-motor aktivitede önemli rol oynamaktadır. Brodmann

alanları (BA) olarak tarif edilen parietal loptaki BA5 ve BA7'nin frontal loptaki BA6, BA8, BA9 ve BA10 arasındaki iletişimi sağlamaktadır. SLF II, inferior parietal lob ile orta frontal girus arasında uzanmaktadır. SLF II, BA39 ile BA6 arasındaki iletişimi sağlamaktadır. SLF III ise inferior parietal loptan başlayarak pars operkularis, pars triangularis ve inferior frontal girusta sonlanmaktadır. SLF III ise BA40 ile BA44, BA45 ve BA47 arasında iletişimi devam ettirmektedir (72).



Şekil 2.4 Süperior longitudinal fasikül ve dalları

Sagittal ve koronal kesitlerde süperior longitudinal fasikül SLF I pembe, SLF II sarı ve SLF III mavi renk ile gösterilmektedir

Orta Longitudinal Fasikül

Orta longitudinal fasikül (MLS), temporal, parietal ve oksipital loblar arasında iletişimi sağlayan asosiasyon liflerindendir (Şekil 2.5) (73). İnsan morfolojisine yakınlığının fazla olduğu bilinen maymun türlerinde yapılan çalışmalarda MLS liflerinin süperior temporal girus ile inferior parietal lobu birbirine bağladığı gösterilmiş olsa da in vivo ve post-mortem insan çalışmalarında MLS'nin süperior parietal lopta, lateral oksipital kortekste ve cuneus'ta sonlandığı görülmüştür (74-76). Morfoloji açısından MLS, konuşma işlevinde ventral-dorsal ileti aktarımında, işitme işlevinde dorsal-ventral ileti aktarımında görev alarak işitsel ve görsel veriler arasında tümlemeyi sağlamaktadır (75, 77-79).

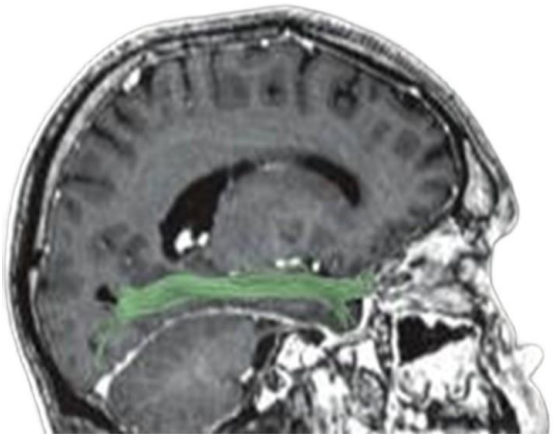


Şekil 2.5 Orta longitudinal fasikül

Orta longitudinal faskülün sagittal ve koronal düzlemde ön parçası kırmızıyla ve arka parçası sarıyla gösterilmiştir.

İnferior Longitudinal Fasikül

İnferior longitudinal fasikül (ILF) temporal ve oksipital alanlar arasındaki iletişimi sağlamaktadır (80). Temporal lopta bulunan inferior temporal girus, orta temporal girus ve temporal lobun alt tarafında bulunan fusiform girus ile oksipital lobun lingual girus, cuneata, oksipital lateral korteks ve oksipital lobun en uç kısımları ile iletişimi sağlamaktadır (Şekil 2.6) (80). Uzun assosisasyon liflerinin yanında kısa U şeklinde kortikokortikal lifleri de içermektedir. Asıl görevi kesin biçimde anlaşılmış olmasa da görsel uyarıların hızlıca iletimini sağladığı düşünülmektedir. Bunun yanında sekonder vizüel alana gelen projeksiyonların modülasyonunu sağlayarak objelerin vizüel tanımlanmasına yardımcı olmaktadır (66, 81, 82).

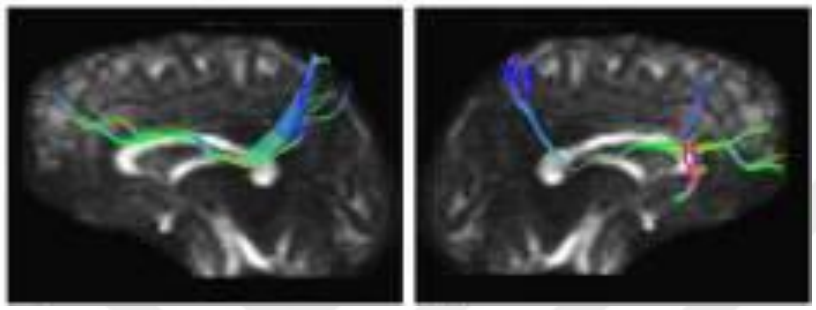


Şekil 2.6 İnferior longitudinal fasikül

Sagittal düzlemde inferior longitudinal fasikül yeşil renkle gösterilmektedir.

Süperior Fronto-Oksipital Fasikül

Uzak kortikal bölgeler arasında nöral iletiyi sağlayan süperior fronto-oksipital fasikül (SFOF), tam olarak bileşenleri tanımlanmış olmasa da frontal korteks ve insuladan gelen lifler ile oksipital ve temporal korteksin iletişimini sağladığı belirtilmiştir. Lateral prefrontal korteksten çıkan lifler lateral ventrikülün ön tarafında birleşerek süperiorposterior doğrultuda nuc. caudatus'a doğru uzandığı belirlenmiş ve bunun görüntüleme yöntemlerinde kolayca tespit edilebileceği gösterilmiştir (Şekil 2.7) (83).

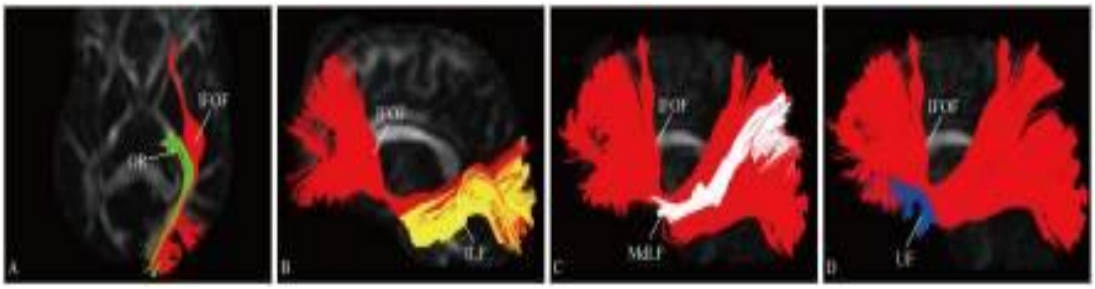


Şekil 2.7 Süperior fronto-oksipital fasikül

Süperior fronto-oksipital fasikülün sagittal planda sol hemisfer (solda) ve sağ hemisfer (sağda) için difüzyon MR görünümü gösterilmektedir.

İnferior Fronto-Oksipital Fasikül

İnferior fronto-oksipital fasikül (IFOF) oksipital lob, temporal lobun bazal kısımlarını ve parietal lobu frontal loba bağlamaktadır. Seyri sırasında temporal lob ile insulanın derininden geçmektedir (84). SLF, ILF, MLF ve unsinat fasikül (UF) ile bağlantıları bulunmaktadır. Tam olarak fonksiyonu netlik kazanmış olmasa da okuma, dikkat ve vizüel işlevlerde görev aldığı düşünülmektedir (Şekil 2.8) (85).

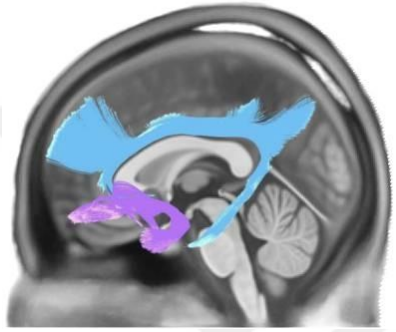


Şekil 2.8 İnferior fronto-oksipital fasikül

İFOF'un optik sinir (A), ILF (B), MLF (C), UF (D) ile bağlantısı gösterilmektedir. İFOF: İnferior fronto-oksipital fasikül, OR: Optik sinir, ILF: inferior longitudinal fasikül, MLF: Orta longitudinal fasikül, UF: Unsinat fasikül

Unsinat Fasikül

UF, orbitofrontal korteks ile temporal korteks arasındaki iletişimi sağlayan asosiasyon liflerinden biridir. UF, frontal kortekste dorsal ve lateral liflerden oluşarak posteriora doğru seyreder. Temporal kortekse girmeden önce frontooksipital fasikül (FOF) seyri boyunca kısa liflerle uzantılar yapan, temporal korteks, unkus, hipokampal girus ve amigdalada sonlanır (66). Bazı araştırmalar FOF'un belleğin sosyal ve duygusal uyarılarla etkilenmesinde, ödül-ceza prensibi ile belleğin işlenmesinde görev aldığını (86), posttravmatik amneziden sorumlu olduğunu düşünmektedir (Şekil 2.9) (87).

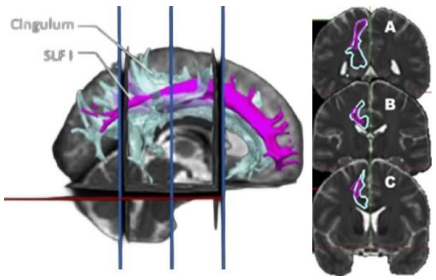


Şekil 2.9 Unsinat fasikül ve singulum

Unsinat fasikül mor renkle, singulum mavi renkle gösterilmektedir.

Singulum

Singulum, Latince kemer gibi sarmak anlamına gelmektedir. Singulum kısa ve uzun asosiasyon liflerinden oluşmaktadır (Şekil 2.9-10). En uzun lifleri frontal korteksin subrostal alanından uncus ve parahipokampal girusa doğru uzanmaktadır. Parietal, frontal ve oksipital bölgeler arasında iletişimi sağlayarak dikkat, hafıza ve motivasyon gibi bilişsel hareketlerde görev almaktadır (66, 88).



Şekil 2.10 Singulum

Singulum ve SLF I traktografisinin sagittal ve koronal görünümleri gösterilmiştir. Sigulum mavi renkte, SLF I pembe renkte belirtilmiştir. SLF I: Süperior longitudinal fasikül.

Korpus Kallozum

Korpus kallozum (KK), serebral ak maddenin en büyük birleştirici lifleridir. KK beş bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler rostrum, genü, gövde, isthmus ve splenium olarak posteriordan anteriora doğru sıralanmaktadır (Şekil 2.11). Büyük lifler (3-5 µm) splenium ve gövdenin arka kısmında, küçük lifler (<0,4 µm) ise rostrum, genü ve gövdenin ön kısmında bulunmaktadır (89).



Şekil 2.11 Korpus kallozum ve bölümleri

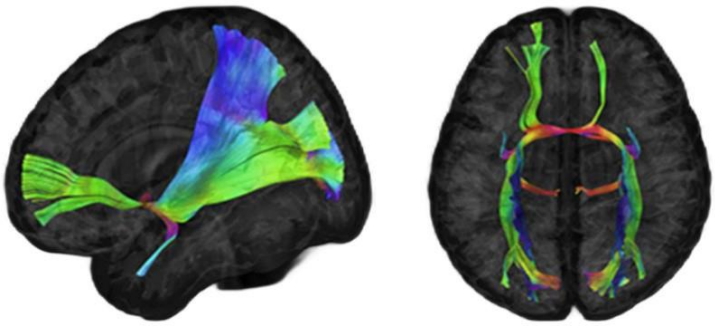
Korpus kallozumum bölümleri numerik sıra ile belirtilmiştir. Rostrum (1), genü (2), gövde (3,4,5), isthmus (6) ve splenium (7) olarak gösterilmiştir.

KK'nın rostrum, genü ve gövde bölümleri frontal kortikal alanlar arasında, isthmus bölümü birincil motor sinirler, somatosensoryal ve işitsel lifler arasında, splenium bölümünün posterior parçası görsel korteks, genu ve spleniumun anterior parçası prefrontal ve temporoparietal alanlar arasında iletişimi sağlamaktadır (90).

Anterior Komissüral Lifler

Anterior komissüral lifler, her iki hemisferde de bulunan lif demetidir. KK'nın rostrum parçasından inferoposterior seyir göstererek midsagittal bölgeyi geçmektedir (91). Anterior komissüral lifler septum pellusidumun altında üçüncü ventrikülün önünde konumlandığından dolayı sagittal MRG'de kılavuz olarak kullanılmaktadır (66). Bu liflerin iki komponenti bulunmaktadır (Şekil 2.12). Anterior seyirli lifler olfaktör nukleusa uzanan ve kişiden kişiye değişkenlik gösteren küçük lif demetini içerirken, posterior seyirli lifler anterior komissüral liflerin büyük çoğunluğunu içermektedir. Posterior seyirli lifler nuc. caudatus içinde ve globus pallidus ön sınırın altından geçmektedir (91). Bu liflerin posterior parçası amigdala, hipokampal girus,

inferior temporal kortekse ve inferior oksipital kortekse uzanmaktadır (92). Vizüel bilginin dikkat gerektiren eylemlerle birleştirilmesinde görev almaktadır (93).



Şekil 2.12 Anterior komissüral lif ve parçalarının görünümü

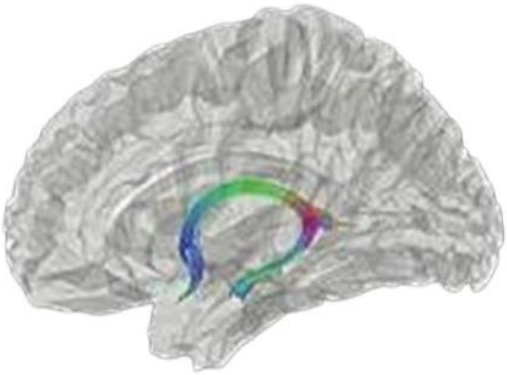
Sagittal ve koronal eksende anterior komissüral lifi oluşturan anterior ve posterior parçalarının uzanımı görülmektedir.

Posterior Komissüral Lifler

Posterior komissüral lifler, inferior pineal laminada bulunmaktadır. Görevleri içerisinde pupiller reflekslerin organizasyonu bulunmaktadır. Nuc. oculomotoris'in anteriorunda bulunan Darkschewitsch ve okülomatör fasikülün süperiorunda bulunan Cajal'ın intertisyel nükleusuyla bağlantılıdır (94).

Forniks

Forniks, hipokampusa bağlı fimbria bölümüyle başlayarak sırasıyla crus, gövde (body), kolumna, prekomissüral ve postkomissüral lifleri oluşturmaktadır (Şekil 2.13) (95). Forniks, hipokampusun afferent ve efferent sinirlerini bağlamaktadır. Anterior komissür çevresinde prekomissüral ve postkomissüral olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Prekomissüral forniks hipokampal formasyonla septal çekirdeklere bağlanmaktadır. Temel görevleri arasında duyusal davranış, motivasyon ve hafıza işlevleri bulunmaktadır (96). Postkomissüral forniks ise hipokampal formasyon ile mamiller bölgeleri birbirine bağlamaktadır. Epizyodik bellek işlevinde görev almaktadır (97).



Şekil 2.13 Forniks

İnternal Kapsül

İnternal kapsül anterior, genu ve posterior kısımlardan oluşmaktadır. İnternal kapsülün anterior parçası nuc. caudatus ile medialinde pellucidum ve lateralinde putamenin bulunduğu nuc. lentikülaris arasında bulunmaktadır. Posterior parçası nuc. lentikülaris ile talamusun ayrıldığı bölgededir. Genu kısmı ise anterior parçası ile posterior parçası arasında kalan ve foramen Monro ile yakın komşuluğu bulunan parçasıdır. İnternal kapsülün temel görevi ise serebral korteks ile spinal kord arasındaki iletişimi sağlamaktır. Bu amaçla yapısında kortikoretiküler, kortikobulbar, kortikospinal ve kortikopontin lifler bulunmaktadır (98).

2.4. Serebral Anatomide Ak Madde ve Yolaklarının Gösterimi

2.4.1. Tarihsel Bakış

Serebral ak maddeyle ilgili ilk bilgiler KK ve forniksin hayvan beyinlerinde gösterilmesiyle edinilmiştir. KK'nın anatomik lokalizasyonu ve görevi hakkında ilk açıklamayı anatomist Andreas Vesalius (1514-1564) tarafından yapmıştır. KK'nın interhemisferik alanda olduğu ve iki serebral hemisferin birbiriyle koordinasyonunu sağladığını ifade etmiştir (99). Serebral ak madde ve korteks tanımlamaları 1586 yılında İtalyan anatomist Arcangelo Piccolhomini (1526-1605) tarafından yapılmıştır (99). Medulla oblongatanın keşfi ise 1664 yılında doktor Thomas Willis (1621-1675) tarafından yapılmıştır (99). Bununla birlikte Thomas Willis hafıza ile girus arasında, hayal gücü ile KK arasında, algılama ile korpora striata arasında ve önsezi ile orta beyin arasında bağlantı olduğunu belirtmiştir (99). Serebral ak madde traktusları ise ilk defa 1664 yılında doktor Marcello Malpighi (1628-1694) tarafından açıklanmıştır (100). Bir sonraki yıl içerisinde anatomi ve jeoloji alanında ünlü Danimarkalı bilimci Nicolaus Steno (1638-1686) bu traktusların anatomik lokalizasyonları, başlangıç ve bitiş yerlerini "kazıma diseksiyon" yöntemi ile incelemiştir (101). Serebral ak madde traktuslarının ponsun altından geçtiğini 1709 yılında İtalyan doktor Domenico

Mistichelli (1675-1715) 1710 yılında İtalyan doktor Francois Pourfoir de Petit (1664-1741) serebral ak madde traktuslarının beyin sapından kaudale doğru spinal kord içerisinde uzandığını 1738 ve 1744 yıllarında İsveçli ünlü filozof Emanuel Swendenborg (1688-1772) gösterilmiştir (99).

Alman fizyolog, anatomist ve psikiatrist Johann Christian Reil (1759-1813) 1809 yılında serebral diseksiyon yöntemi ile korona radiata, uncinat fasikül, serebral pedinkül ve insular korteksin anatomik tanımlamalarını yapmıştır. Serebral ak madde trunkuslarının organizasyonu Alman nöroanatomist Franz Joseph Gall (1758-1828) ve doktor Johann Kaspar Spurzheim (1776-1832) tarafından yapılan anatomik çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte Gall aynı çalışmalarda SLF, İLF, UF ve singulum tanımlamalarını yapmıştır (102). On dokuzuncu yüzyıl içerisinde anatomist Herbert Mayo (1796-1852) ve anatomist Friedrich Arnold (1803-1890) lif demetlerini gravürlerinde resimleştirmiştir (99). On dokuzuncu yüzyılın sonlarına doğru diseksiyon yöntemlerinin geliştirilmesi, seri kesit teknikleri, beyin fiksasyon yöntemindeki yenilikler ve nöron boyama yöntemleri sayesinde daha önceki çalışmaların büyük kısmı doğrulanmıştır (103).

Yirminci yüzyılın sonlarına doğru serebral ak madde ve trunkuslar için radyolojik teknolojilerin gelişmesi ile modern yaklaşımlar kullanılmaya başlanılmıştır. Özellikle MRG yöntemi serebral ak madde ve trunkusları hakkındaki bilgilere daha kolay ulaşılmasını sağlamıştır (65, 104).

2.4.2. Serebral Fiksasyonda Kullanılan Yöntemler ve Çözeltiler

Serebral fiksasyon yöntemlerinin ve diseksiyon tekniklerinin geliştirilmesi nöroşirurjikal açıdan önemlidir. Bunların en önemli etkisi ameliyat öncesi beyin cerrahlarının becerilerini geliştirmeye katkısıdır (105).

Serebral fiksasyon için kullanılan iki yöntem bulunur. Bunlardan ilkine daldırma (immersion) tekniği denilmektedir. Bu teknik formaldehit gibi fiksatif kimyasallarla dolu havuz içerisine beyin dokusunun yerleştirilmesidir. Fiksatiflerin beyin dokusuna yayılması beklenir (106). Havuz içerisindeki fiksatiflerin beyin dokusunun en derinine ulaşma süresinin 20-46 gün arasında değişebilmektedir (107). Bu kadar uzun bir süre içerisinde beynin en derin dokularında hücresel bozulmalar ve otoliz gelişir. Ayrıca beynin derin yerlerine fiksatiflerin ulaşması için yapılan kesiler de tüm beyin morfolojisini bozmaktadır. Daldırma tekniğiyle yapılan serebral fiksasyon beynin en dış tabakalarındaki morfolojiyi tanımlamada faydalıyken, benzer etki beynin en iç tabakaları için söylenemez (106).

Serebral fiksasyon için kullanılan diğer yöntem ise perfüzyon tekniğidir. Bu tekniğin hayvan çalışmalarında tüm beyin fiksasyonu için en ideal yöntem olduğu düşünülmektedir. Perfüzyon tekniğinde, beyin doku tümünün morfolojisi daldırma

tekniğine göre daha iyi korunmaktadır. Bu teknik ex situ veya in situ olarak uygulanır. Ex situ fiksasyonda, perfüzyondan önce beyin kafatasından çıkarılır. Fiksatifler arteria carotis interna (ACI) ve arteria vertebralis basilaris (AVB) kanülasyonu ile verilir. İn situ fiksasyon ise beyin, kafatası içerisindeyken perfüzyonun sağlanmasıdır. Bu amaçla ACI ve bazen bununla birlikte arteria vertebralis yolu kullanılmaktadır. Beyin dokusunun yeterli perfüzyonunu sağlamak için yerçekimi etkisinden yararlanılabildiği gibi pompalardan da faydalanılmaktadır (108).

Anatomistler veya fizyolojistler fiksasyon amacıyla birçok farklı kimyasal madde veya yöntem kullanmıştır (Tablo 2.5). İngilizce literatürde bilinen en eski nörohistolojik fiksatör ise formalindir. Formalin, formaldehitin %35-40'lık sulu çözeltisine denilmektedir (109). Formalin içerisine konulan beyin, formaldehitin yavaş penetrasyonundan dolayı ödemlenmektedir. Bu durumu fark eden Parker ve Floyd, 1896 yılında serebral ödemi azaltan bir çözelti oluşturmuştur. Bu çözelti %85 alkol ve %2 formaldehit karışımıdır. Uygulanma biçimi hakkında İngilizce literatürde yeterli bir bilgi elde edilmiş olmasa da, Parker ve Floyd'un serebral fiksasyonu bu yolla sağladığı belirtilmektedir (105).

İn situ fiksasyon ilk olarak 1898 yılında Sainton ve Kattwinkel tarafından yapılmıştır. Orbita veya nazal yoldan, trokara bağlanılan 80 cm uzunluğundaki bir plastik tüpün içerisinden lateral ventrikül ön boynuzlarına formaldehit gönderilerek, beynin ve spinal kordun in situ fiksasyonu sağlanmıştır. Sözü edilen yaklaşımda serebral fiksasyon için kullanılan çözeltiden çok uygulama tekniği ön plana çıkarılmıştır (109, 110).

Lagerlöf ve Torgersruud ise serebral fiksasyon için Parker ve Floyd'un önerdiğinden farklı bir çözelti kullanılabileceği bildirmişlerdir. Fakat ikisinin de amacı serebral fiksasyonu sağlamak ve serebral ödemi azaltmaktır. Lagerlöf ve Torgersruud'un 1934 yılında önerdiği çözelti %10'u formalin, %90'ı %1.75'lik serum fizyolojikten oluşturulmuştur (105, 111).

Josef Klingler ise serebral fiksasyon için farklı bir yöntemden bahsetmektedir. Beynin dondurulması esasına dayanan bu metot günümüzde de sıklıkla serebral ak madde diseksiyonları için kullanılmaktadır. Serebral fiksasyon amacıyla beyin daldırma fiksasyonu yöntemi kullanılarak %5'lik formalin içerisinde en az 2-3 ay süre boyunca bekletilmektedir. Bu sayede formalinin homojen dağılması ve beynin en derin noktalarına ulaşılması amaçlanmaktadır. Bu süre sonunda bir plaka üzerine konulan beyin buzdolabı içerisinde -10 ile +15^{o}C arasında 8-10 gün boyunca dondurulur. Beyin, dondurma işlemi ile dokular arasındaki sıvı moleküllerinin hacimsel artışına bağlı olarak gevşer. Bu bağlı olarak serebral ak madde lifleri birbirinden ayrılır. Fakat beynin morfolojik yapısı (donma işleminden) etkilenmez (112).

İn situ serebral fiksasyonda, orbita ve nazal yol dışında farklı erişim metotları

da tanımlanmıştır. Fahr, 1938 yılında, kulağa yakın bir yerden açılan bir delikle beyne erişilebileceğini belirtmiştir. Buradan erişilen lateral ventriküllerin inferior boynuzlarına 60-70 mL formalin solüsyonu (60-70 mL) verilerek in situ fiksasyon sağlanmaktadır (105).

Serebral fiksasyon için vasküler yapıların kullanılabileceğini ilk kez 1938 yılında Hasenjäger ve Spatz belirtmiştir. Bu yeni fiksasyon metodunda amaç beyin tabanında bulunan ACI'ya erişmek ve fiksatifleri buradan enjekte etmektir. Bu yöntemde ölümden hemen sonra kafatası kemiğinin açılması, falks serebri ve optik sinirlerin anterior kısımlarının kesilmesi ve frontal lobun kaldırılması sonrası ACI'ya erişilmektedir. Buradan öncelikle serum fizyolojik verilerek vasküler yapı içerisindeki kanın boşalması sağlanmaktadır. Son olarak formalin çözeltisi verilmektedir (113).

Serebral fiksasyon için Carlsbad tuz çözeltisi ilk defa 1949 yılında Ostertag tarafından kullanılmıştır. Carlsbad tuz çözeltisi sodyum karbonattır. Yapısında sodyum ve karbonat dışında magnezyum ve kalsiyum tuzlarını da içermektedir. Ostertag, bu çözeltiyi formalin ile birlikte kullanmıştır. %70 oranında Carlsbad tuz çözeltisi formalinin oluşturacağı serebral ödemi azaltmak için eklemiştir. Ostertag, bu çözeltiyi hem in situ fiksasyonda (%20 formalin + %70 Carlsbad) hem de fiksasyon sonrasında (%10 formalin + %70 Carlsbad) kullanmıştır (114).

Serebral fiksasyon için başka vasküler erişim yolları da denenmiştir. Böttger, 1951 yılında daha proksimalden fiksasyonun sağlanabileceğini belirtmiştir. Bu amaçla arteria carotis communis (ACC) bifürkasyonunun 2-3 cm altından fiksasyonun yapılabileceği bildirmiştir (105).

Formalinin yol açtığı serebral ödemi azaltmak için farklı karışımlarda denenmiştir. Khadziselimowitch, 1963 yılında, formalin ile birlikte şeker çözeltisi kullanımının fayda göstereceğini belirtmiştir. Beyin, şekerli çözeltiye daldırılarak serebral hacmi korunmaktadır. Şekerli çözeltiyi 24 saat boyunca %10 formalin ile birlikte, daha sonra altı hafta %5 formalinle birlikte kullanarak fiksasyon sağlanmaktadır (105).

Bradbury ve Hashino, kadavraların daha uzun süre boyunca morfolojik açıdan korunabilmesi için bir yöntem geliştirmişlerdir. Mumyalama tekniği de denilen yöntemle beyin, diseksiyon için daha uygun hale getirilmektedir. Kadavraların arteria femoralis ve ACC'lerinden 10-20 dk süreyle, 1:1 oranında seyreltilmiş "Champion Clot Disperser® (The Champion Company, Ohio, USA)" solüsyon enjekte edilir. Bu solüsyon pıhtılaşan kanı uzaklaştırır. Bu aşama tamamlandıktan sonra mumyalama aşamasına geçilir. Mumyalama için kullanılan karışım %50 etilen glikol, %20 metanol, %10 fenol ve %20 formalinden oluşmaktadır. Bu karışımdaki fiksatif kimyasallar metil alkol ve formalindir. Fenol'ün küf önleyici etkisi bulurken, etilen glikol ise enfeksiyonlardan koruyucudur (115).

Brown ve ark. Creutzfeldt-Jakob hastalığı gibi enfekte beyinlerde serebral fiksasyon için farklı bir yöntem kullanmıştır. Enfekte beyinlerdeki viral patojenleri etkisiz hale getirebilmek için 48 saat formaline ve sonrasında 1 saat süreyle formik asite daldırma yöntemi ile serebral fiksasyonun yapılması önerilmiştir. Bu sayede hem enfeksiyöz patojenler etkisiz hale getirilmiştir hem de yüksek kalitede histolojik serebral kesitler elde edilmiştir (116).

Bass ve ark., otopsi yapılana kadar geçen sürede morfolojisi bozulan beyin dokularının in situ serebral fiksasyonu için farklı bir çözelti önermiştir. "Zamboni fiksasyon solüsyonu" olarak bilinen 120 mL fosfatla tamponize edilmiş pikrik asit formaldehit çözeltisi perkütanöz yolla ön fontanelden lateral ventriküllere enjekte edilir. Fiksatif çözelti, intratekal yolla spinal iğne ile lomber bölgeden veya lomber ponksiyonun mümkün olmadığı durumlarda cisterna magnadan boşaltılır. Bu yolla otopsi yapılana kadar merkezi sinir sistemindeki yapıların morfolojisini koruyan bir yaklaşım sunulmuştur (117).

Nicholls, 1998 yılında in situ fiksasyon için Heidenhain-Susa adında yeni bir fiksatif çözeltiyi kullanmıştır. Bu çözelti civa klorür (45 gr), sodyum klorür (5 gr), trikloroasetik asit (20 gr), asetik asit (40 mL), formaldehit (200 mL) ve distile su (800 mL)'dan oluşmaktadır. Çoğunlukla fetal beyin fiksasyonu için önerilen bu yöntemde giriş yerleri anterior ya da posterior fontaneldir. Bu fiksatif çözelti fontanellerden yerleştirilen epidural kateter vasıtasıyla kafa tabanına değdikten sonra subaraknoid boşluğa verilmektedir. Enjeksiyondan 24 saat sonra çıkarılan beyin üç gün daha bu yeni çözelti içerisinde bekletilmektedir. Fetal beyin morfolojisini araştırmada kullanılabilen yeni bir çözeltidir.

Walter Thiel, farklı bir yöntemle hafif mumyalama tekniğini kullanan başka bir anatomisttir. Bu teknikte bedenin doğal renkleri korunmakta ve formaldehit ile dolu tanklara gerek olmadan kadavralar uzun süre saklanmaktadır. İki adet çözelti ayrı ayrı hazırlanıp, sırasıyla uygulanmaktadır. Hazırlanan ilk çözeltinin içerisinde solüsyon A [etilen glikol (30 mL), amonyum nitrat (20 gr), potasyum nitrat (5 gr), sıcak su (100 mL)], solüsyon B [etilen glikol (10 mL), 4-kloro-3-metilfenol (1 mL)], formalin (300 mL), sodyum sülfat (700 gr) bulunmaktadır. Bu çözelti intravenöz erişim yolu ile uygulanmaktadır. İkinci çözelti içerisinde etilen glikol (10 mL), formalin (2 mL), solüsyon B (2 mL), borik asit (3 gr), amonyum nitrat (10 gr), potasyum nitrat (10 gr), sodyum nitrat (7 gr) ve sıcak su (100 mL) bulunmaktadır. Bu çözelti lomber ponksiyonla spinal keseye girilerek peristaltik pompa ile 24 saat süre boyunca verilmektedir (109).

Cimmino ve ark. fetal serebral fiksasyon için yeni bir solüsyon tarif etmiştir. Bu teknik ile makroskopik ve mikroskopik gözlemlerle birlikte immünohistokimyasal analizler de etkili bir biçimde yapılabilmektedir. Bu solüsyon asetik asit, formaldehit ve distile sudan oluşmaktadır. Fiksatif solüsyonu anterior, posterior fontanellerden

lateral ventrikül içerisinde verilmektedir (118).

Barret ve ark. pediatrik serebral fiksasyon için ısıyla hızlandırılmış fiksasyonu tarif etmiştir. Pediatrik otopsi incelemelerini hızlandıran bir yöntemdir. Çıkarılan beyin 5 L'lik %10 formalin solüsyonuna daldırılır. Fiksasyon mikrodalgada [MicroMed T/T Mega® (Milestone, Sorisole, Italy)] ile iki adımla gerçekleştirilir. İlk olarak 20 dk boyunca 600 W güç uygulanır. İkinci adımda ise 6 saat boyunca 300 W güç uygulanır. Bu sayede formalin 50ºC'ye kadar ısıtılır. Bu adımlardan sonra beyin 12 saat boyunca soğumaya bırakılır. Bu yöntemin dezavantajı serebral fiksasyonun beynin derinlerine kadar etki etmemesidir (119).

Sharma ve Grieve hızlı serebral fiksasyonu tekniğini belirten başka araştırmacılardır. İlk olarak, %20'lik formalin solüsyonu beyin tabanındaki damarlardan ve üçüncü ventrikül tabanından lateral ventriküllere verilmektedir. Ardından çıkarılan beyin %20'lik formalin içeren bir kovaya asılarak 1-4 hafta boyunca bekletilmektedir. Bu teknik, beynin dört haftadan uzun süre boyunca saklanılmasına ihtiyaç duyulmadan ayrıntılı nöropatolojik incelemeye olanak sağlamaktadır (120).

Mumyalama tekniğini kullanan başka bir araştırmacı Stephen Anderson'dır. Anderson'un yöntemi hafif mumyalama tekniği olarak adlandırılmıştır. Diğer mumyalama uygulamalarından farkı ise daha az mumyalama solüsyonunun kullanılması ve vücutta mumyalama sıvısını biriktirmemesidir. Bu teknikte de mumyalama işleminden önce pıhtılaşan kanın uzaklaştırılmasıyla başlanılır. Bunun için "Dodge Metaflow® (The Dodge Compony, Massachusetts, USD)" bir solüsyon kullanılır. Arteria femoralis'ten verilen bu solüsyon, 15 dk boyunca vücutta tutulur. Daha sonra A.Femoralis'ten, bu defa "Dodge Metasyn® (The Dodge Compony, Massachusetts, USD)" mumyalama solüsyonu verilir. Drenajın sağlanabilmesi için vena femoralis de kanüle edilmelidir. Kadavra, mumyalama işlemi tamamlandıktan sonra 48ºC'de altı hafta süreyle saklanır. Hafif mumyalama tekniği uygulanan kadavraların diseksiyonlarında kadavra dokularının yapısı ve renginin canlılardakilere yakın olduğu gözlenmiştir (121).

Messmer ve ark., dondurma ve kimyasal fiksasyonun birlikte kullanıldığı yeni bir teknik önermiştir. İlk olarak internal juguler vene yerleştirilen drenden 80 mmHg basınçla emme kuvveti oluşturulmuştur. Bu sayede kansızlaştırma aşaması tamamlandıktan sonra ACC'den antikoagülan maddeler 260 mmHg'lik basınç uygulayan perfüzör yardımıyla enjekte edilmiştir. İkinci adımda 24 saat boyunca ESCO Epic® (The Embalmer's Supply Company, Ontario, Canada) krem, metanol ile 1:2 oranında karıştırılarak ACC'den aynı başınçla enjekte edilmiştir. Yirmi dört saat süreyle kadavralar -18ºC'de saklanılmıştır. Son adımda ise frontal bölgeden açılan 16 mm'lik bir delikten 60 mL %10 formalin solüsyonu enjekte edilmiştir (122).

Anichkov ve ark., polihekzametilenguanidin (PHMGH) ile formalini birleştirerek farklı bir solüsyonla serebral fiksasyonu gerçekleştirmiştir. Bu yöntemde ilkin, daldırma tekniğiyle beyin ve diğer organlardan alınan preparatlar %10±3'lük PHMGH solüsyonunda bekletilmiştir. İkinci aşamada, kullanılacak örnekler %10'luk formaline daldırılarak, ex situ fiksasyonu sağlanılmıştır. Bu usulde beyin ve diğer organların renkleri ve hacimlerinin korunduğu farkedilmiştir (123).

Al-Hayani ve ark., serebral fiksasyonda gıda ve ilaç endüstrisinde kullanılan, böceklerden elde edilen, toksik olmayan, Lacciferlacca adlı bir böceğin salgısıyla oluşan gomalak adlı doğal reçine denen bir polimeri solüsyon içerisinde kullanmıştır. Bu solüsyon, gomalak (80 gr), etanol (120 L) ve distile su (80 L)'dan oluşturulmuştur. Daldırma tekniğinin kullanıldığı bu fiksasyon tekniğinde beyinde kahverengi tonlarında renk değişikliklerinin olduğu görülmüştür (124).

Hammer ve ark., formalin, etanol-gliserin ve timol solüsyonlarından oluşan yeni bir serebral fiksasyon tekniğinden bahsetmiştir. Etanol-gliserin ve timol solüsyonu ile fiksasyonun sağlandığında beyin küçülmekte ve yumuşamaktadır. İkinci adımda trepenasyon sonrası subdural boşluğa formalin verilerek in situ veya beyin çıkarıldıktan sonra formalin solüsyonuna daldırma tekniği ile ex situ fiksasyon sağlanmaktadır. Formalin etkisi ile sertleşen beyin fiksasyon için daha kullanışlı olmaktadır (125).

Latini ve ark.'ları, serebral fiksasyonda dondurma tekniğini farklı bir yöntemle birlikte kullanan başka bir araştırmacılardır. Latini ve ark.'ları %12'lik formalin solüsyonunu daldırma yönteminden önce ACI'dan vererek in situ fiksasyon sağlamaktadırlar. Bunu yapmalarındaki amaç Klinger metodunda güç olan yapısal anormalliklerin veya vasküler patolojilerin tespitini kolaylaştırmaktır. Bu yöntemle perfüzyondan 48 saat sonra çıkarılan beyinler, 24 saat boyunca %10'luk formalin çözeltisi içerisinde saklanır. Beyin serbestleştirildikten sonra plaka üzerine yerleştirilerek buz dolabında -15 ile -20^{o}C'de 6-10 gün boyunca depolanmaktadır. Bu şekli ile teknik Klinger metodunun optimizasyonu olarak kabul edilmektedir (126).

Miyake ve ark., kadavra cerrahisi eğitimi için serebral fiksasyonda kullanılan eski yöntemleri ve kendileri tarafından tanımlanan yeni yöntemi karşılaştırmıştır. Formalin ile fiksasyon, dezenfeksiyonu sağlayan etkili bir yöntem olmasına rağmen doku sertliğini, kadavra eğitimi alan öğrencilerin kanserojen yapıdaki formalin maruziyetini artırmaktadır. Thiel'in mumyalama tekniğinde ise dokuların rengi, elastikiyeti ve esnekliği korunmaktadır. Fakat dokuların fazla yumuşamasından dolayı dokular parçalanabilmekte ve eriyebilmektedir. Bu amaçla Miyake ve ark., Thiel'in mumyalama tekniğine intraserebral ventriküler formalin enjeksiyonu ekleyerek yeni bir teknik geliştirmiştir. Bu yeni tekniğin formalin enjeksiyonu ile Thiel'in mumyalama tekniğinde görülen doku parçalanması ve erimesini önlemesinden dolayı serebral fiksasyon için en uygun yöntem olduğu belirtilmiştir (127).

Yakın zamanda Crosado ve ark., serebral fiksasyonda kullanılabilecek yeni bir solüsyondan bahsetmiştir. Bu solüsyon sırasıyla periferik fiksasyon ve serebral fiksasyonda kullanılmıştır. Periferik fiksasyon için %95'li etanol (40 L), distile su (10 L), gliserin (10 L) ve % 90'lık fenoksietanol (5 L)'den oluşan bu yeni fiksatif solüsyonu 4 saat boyunca A.Femoralis'ten 20 L enjekte edilmektedir. Serebral fiksasyonda ise median sagittal sinüs'ün 10-15 mm lateralinden yerleştirilen iğne ile drene edilerek BOS boşaltılır ve yerine %37'lik 50 mL formalin enjekte edilir (128).

Yakın zamanda geliştirilen yeni bir in situ fiksasyon tekniğinde farklı fiksatifler kullanılmıştır. Bu yeni yöntem makroskopik incelemeden histolojik incelemeye kadar birçok uygulamalaya imkân vermektedir. Bu teknikte 50.000 U Heparin ve pH'ı 7.4 olan 0.1 M fosfat içeren 4 L'lik fizyolojik çözelti ACC yoluyla verilmektedir. Bu ön çözeltinin verilmesinin amacı pıhtılaşan kanı boşaltmaktır. Ardından 0.1 M fosfat tamponunu içeren 8L'lik %4 paraformaldehitin yarısı ilk 20 dk içerisinde geri kalanı ise 40 dk içerisinde enjekte edilir; örneklerin 24-48 saat süre bekletilmesiyle in situ fiksasyon elde edilir. İn situ fiksasyonu tamamlanan beyinler, çıkarıldıktan sonra 4^{o}C'de 3L'lik %4 paraformaldehit çözeltisi içerisinde saklanır. Bu yolla fiksasyonu tamamlanan beyinler beş yıl kadar uzun bir süre boyunca morfolojisi bozulmadan kullanılabilir (129).

Tablo 2.5 Tanımlanma tarihi sırasına göre serebral fiksasyon gelişmeleri

Yıl	Tanımlayanlar	Özelliği
1896	**Parker ve Floyd**	%85 alkol ve %2 formaldehit karışımından oluşturulan çözelti ile serebral ödemi azaltmıştır, serebral fiksasyon sağlanmıştır
1898	**Sainton ve Kattwinkel**	Fiksasyon için kullanılan çözeltiden ziyade fiksasyon tekniği ön plana çıkmıştır. Orbita veya nazal yoldan formaldehit göndererek beynin ve spinal kordun ilk defa in situ fiksasyonu sağlanmıştır
1934	**Lagerlöf ve Torgersruud**	Formalin içerisine %1.75'lik serum fizyolojik ekleyerek, serebral ödemi azaltan yeni bir çözelti önerilmiştir.
1935	**Klinger**	Beyin %5'lik formalin içerisine daldırılıp bekletildikten sonra -10 ile +15^{o}C arasında 8-10 gün süreyle tutulması suretiyle fiksasyon elde edilen yeni bir yöntemdir.
1938	**Fahr**	İn situ serebral fiksasyonda farklı erişim yolunu göstermiştir. Kulağa yakın bir bölgeden girilerek lateral ventrikülün inferior boynuzlarına erişilen in situ serebral fiksasyon yöntemidir.
1938	**Hasenjager ve Spatz**	Serebral fiksasyon için ilk kez vasküler yapılar kullanılmıştır. ACI yoluyla serebral fiksasyon sağlanmıştır.
1949	**Ostertag**	Serebral ödemi azaltmak için in situ fiksasyonda (%20 formalin + %70 Carlsbad) hem de fiksasyon sonrasında (%10 formalin + %70 Carlsbad) kullanılmıştır.
1951	**Bottger**	ACC bifürkasyonunun 2-3 cm altından çözeltiler verilerek fiksasyonun yapılabileceği belirtilmiştir.
1963	**Khadziselimowitch**	Serebral ödemi azaltmak amacıyla şeker çözeltisi kullanımı önerilmektedir.

1978	**Bradbury ve Hoshino**	Serebral fiksasyon için mumyalama tekniğini göstermiştir. Pıhtılaşan kan damar içi temizlendikten sonra %50 etilen glikol, %20 metanol, %10 fenol ve %20 formalin solüsyonu ile yapılan mumyalama tekniğidir.
1990	**Brown ve ark.**	Enfekte beyinlerde formalin-formik asit kombinasyonunu kullanarak yapılan serebral fiksasyonda, non-enfeksiyöz histolojik kesitlerin alınmasını sağlamıştır.
1993	**Bass ve ark.**	İn situ serebral fiksasyon için fosfatla tamponize pikrik asit formaldehit çözeltisinin kullanılmasını önermiştir.
1998	**Nicholls**	Fetal beyin morfolojisini araştırmak için kullanılabilecek yeni bir fiksatif çözelti [civa klorür (45 gr), sodyum klorür (5 gr), trikloroasetik asit (20 gr), asetik asit (40 mL), formaldehit (200 mL) ve distile su (800 mL)] önermiştir.
2002	**Thiel**	Bedenin doğal renkleri korunduğu ve formaldehit ile dolu tanklara gerek olmadan kadavralar uzun süre saklanabildiği hafif mumyalama tekniğini önermiştir.
2002	**Cimmino ve ark.**	Fetal serebral fiksasyon için asetik asit, formalin ve distile sudan oluşan yeni bir solüsyon önermiştir.
2004	**Barrett ve ark.**	Isıyla hızlandırılmış serebral fiksasyon yöntemini tarif etmiştir.
2006	**Sharma ve Grieve**	Serebral fiksasyon için hızlı ve kullanışlı yeni bir teknik belirtmiştir.
2006	**Anderson**	Serebral fiksasyonda hafif mumyalama tekniği denilen yeni bir yöntem tanımlanmıştır.
2010	**Messmer ve ark.**	Serebral fiksasyon için dondurma ve kimyasal fiksatif solüsyonlarını kullanmıştır.
2011	**Anichkov ve ark.**	PHMGH ile formalini birleştirerek farklı bir solüsyonla serebral fiksasyonu gerçekleştirmiştir.
2011	**Al-Hayani ve ark.**	Serebral fiksasyonda, mumyalama tekniği için toksik olmayan koruyucu bir maddenin bulunduğu yeni bir solüsyonu kullanmıştır.
2012	**Hammer ve ark.**	Serebral fiksasyon için etanol, gliserin ve timoldan oluşan yeni bir solüsyon önermiştir.
2015	**Latini ve ark.**	Serebral fiksasyon için Klinger metodunun optimizasyonudur. Daldırma fiksasyonundan önce ACI'den %12'lik formalin solüsyonu vererek in situ fiksasyon sağlandıktan sonra beynin -15 ile -20ºC'de 6-10 gün boyunca dondurulduğu fiksasyon yöntemidir.
2020	**Miyake ve ark.**	Serebral fiksasyonda kullanılan formalin, Thiel'in mumyalama yöntemi ve Thielin mumyalama yöntemi ile birlikte intraventriküler formalin enjeksiyonunu karşılaştırmıştır. Thiel'in mumyalama yöntemi ile birlikte intraventriküler formalin enjeksiyonun serebral fiksasyon için en uygun yaklaşım olduğunu belirtmiştir.
2020	**Crosado ve ark.**	Serebral fiksasyonda kullanılabilecek %95'li etanol, distile su, gliserin ve % 90'lık fenoksietanol'den oluşan yeni fiksatif solüsyonu tanımlamıştır.
2023	**İnsausti ve ark.**	Yeni fiksatifler kullanılarak yapılan in situ fiksasyon yöntemidir.

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Etik Kurulu'nun 53 sayılı kararı ve TTU-2022-10482 BAP projesi onay kodu ile 2023-2024 tarihleri arasında Erzurum Atatürk Üniversitesi Nöroanatomi Laboratuvarı'nda yapıldı.

3.1. Gereç

Diseksiyonda kullanılmak üzere altı adet tahnitli insan kadavra kafası temin edildi. Kadavralar BT (Toshiba® Aquilion One TSX-301C) ve MR (3T, Magnetom Skyra, Siemens®) radyolojik görüntülemeye tabi tutuldu. Spesmenlerdeki kateterlerin doğru lokasyondan doğru açıyla gönderilmesi amacıyla üç pinli kafa fiksatörü (MAYFIELD® Skull Clamps) eşliğinde navigasyon sistemi (Brainlab® Buzz 2.0 System) kullanıldı.

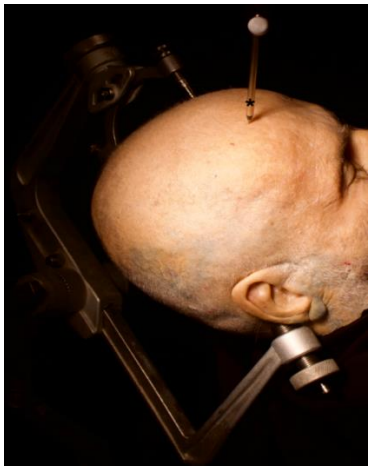
İstatistiksel analizde kullanılmak üzere hastanemizde serebral atrofisi veya lateral ventrikül bütünlüğünü bozacak kitlesel lezyonu olmayan ve rastgele seçilen 50 adet erişkin olgunun MRG görüntüleri retrospektif olarak incelenerek araştırmaya dahil edildi. Radyolojik verilerin analizi amacıyla IBM SPSS Versiyon 26.0. (Armonk, NY: IBM Corp) istatistik paket programı kullanıldı.

3.2 . Yöntem

Çalışmamız kadavra ve sağlıklı bireylerden oluşmak üzere iki aşamalı planlandı.

Birinci aşamada anatomik diseksiyon yapıldı. Çalışmada tedarikçi firma tarafından 6 adet tahnitli olarak alınan soğuk zincirde teslim edilen insan kadavra beyinleri kullanıldı. Kadavraların dördü erkek, ikisi kadın olup yaşları 65/69/71/73/74/81 idi.

Beyin spesmenleri sırasıyla üç pinli çivili başlık ile sabitlendi. Navigasyon sistemi her bir kadavraya kuruldu. Bir ay süreyle %10 formalin solüsyonda bekletilen spesmenlerin MRG'leri alındı; görüntüler navigasyon sistemine yüklendi. Spesmenlerin MRG'leri aksiyel, sagittal, koronal düzlemde ve 3D konfigürasyonu her bir spesmene ait frontal transkortikal girişim noktaları belirlendi ve spesmenler üzerinde işaretlendi (Şekil 3.1). Girişim noktalarına 2 cm'lik vertikal cilt insizyonu yapıldı. Kemik dokuya ulaşıldı ve yüksek devirli drill ile 1 cm çapında 1'er adet burr-hole açıldı. Dura vertikal insizyon ile açıldı. Her bir noktadan 3D konfigürasyon ve 3 plandaki kesitler eşliğinde kateterler guide yardımıyla hesaplanan uzunluklarda lateral ventriküle gönderildi (Şekil 3.2).

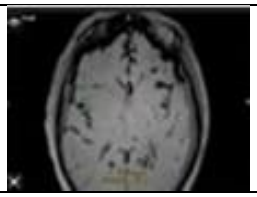
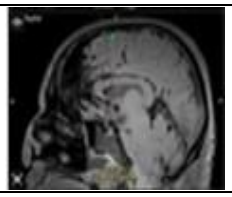
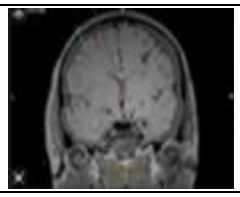
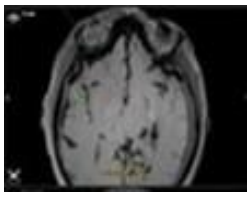
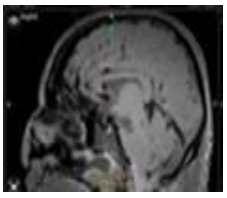
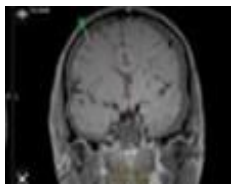
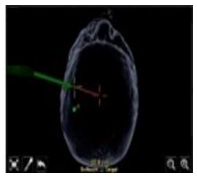
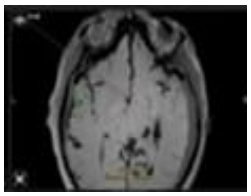
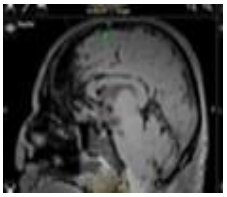
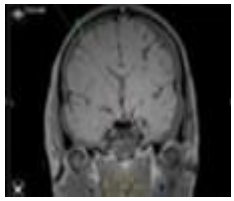
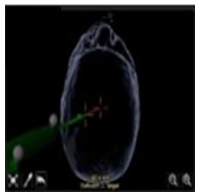


Şekil 3.1 Üç pinli kafa fiksatörü yardımıyla sabitlenmiş kafa spesmeni üzerinde navigasyon probu ile foramen Monro'ya erişim direksiyonlarının belirlenmesi.

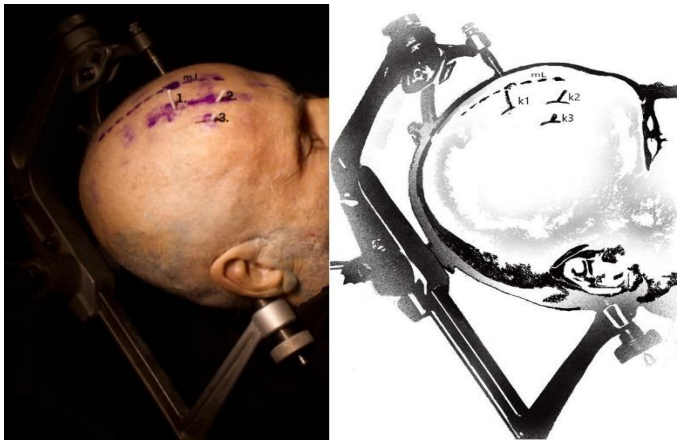
**=Navigasyon probu*

Ventriküler kateterin hedefi üçüncü ventrikül olarak belirlendi. Kateterin kranyumdan giriş yeri olarak üç nokta belirlendi. I. nokta Kocher noktası (Süperior sagittal sinüsün 3 cm laterali, koronal sütürün 1 cm frontali), II. nokta Kocher'in sagittal sütüre paralel, 3 cm önü ve III. nokta II. noktanın 2 cm laterali. Bu noktalar ile üçüncü ventrikül arasındaki mesafe saçlı deri-ventrikül (KVU) ve kraniumun iç tabakası-ventrikül arası uzunluk (PU) metrik olarak ölçüldü.

Tablo 3.1 Belirlenen hedeflerden navigasyonla girişim yerleri ve PU/KVU ölçümleri

	Aksiyel	**Sagittal**	**Koronal**	**Navigasyon**
I. nokta PU/KVU ölçümü				
II. nokta PU/KVU ölçümü				
III. nokta PU/KVU ölçümü				

PU: *Kraniumun iç tabakası-ventrikül arası uzunluk, KVU: Saçlı deri-ventrikül uzunluğu*



Şekil 3.2 Üç pinli kafa fiksatörü yardımıyla sabitlenmiş kafa spesmeni üzerinde orta hat belirlendikten sonra, navigasyon görüntüleri yardımıyla ventriküler kateterinin proksimal ucunun Kocher noktasından gönderilen 1.kateter, Kocher noktasından 3 cm anteriorundan

m.l= midline (orta hat); k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

Kadavralar diseksiyon öncesinde %10 formalin solüsyonunda bir ay bekletip, bir saat akan su altında yıkama işlemi sonrası -16°C'de iki hafta dondurulduktan sonra çözüp, %70 alkol solüsyonunda saklandı. Kaba diseksiyonda cilt, kemik ve dura için bistüri ve dril (Midas® Rex Legend High- Speed Drill System) kullanıldı. Araknoid mater, arter, ven, gri ve ak madde diseksiyonlar için mikroskop (Zeiss® Universal S3 model) mikrodisektör, tahta spatula, mikrohook, mikro makas kullanıldı. Tüm aşamaların fotoğrafları (Canon® EOS 200D 24.2Mp 3.0 DSLR Fotoğraf Makinesi, Canon® EF-S 18-55mm f/3.5-5.6 DC III lens, Canon® Macro Art Lens EF 100 mm f/1:2.8 lens) alındı ve Brainlab® Buzz 2.0 System ile kayıt altına alındı.

İkinci kısımda sağlıklı insan kranial MRG'lerinde ölçümler yapıldı. Ölçümlerin etkilememesi için serebral atrofi ve lateral ventrikül bütünlüğünü bozacak kitlesel lezyonu olmayan ve başka intrakraniyal patoloji saptanmayan 50 erişkin bireyin radyolojik görüntüleri incelendi. Kadavra ölçümlerinde tanımladığımız ile aynı giriş yeri ve hedef noktaları kullanılarak üç planda PU ve KVU'lar ölçüldü.

Analizler IBM SPSS 20 istatistik analiz programı ile yapıldı. Veriler ortalama, standart sapma, yüzde ve sayı olarak sunuldu. Sürekli değişkenlerin normal dağılımına Shapiro Wilk testi, Kolmogorov Simirnov testi, Q-Q plot, skewness ve kurtosis ile bakıldı. İki bağımsız grup arasındaki kıyaslamalarda normal dağılım şartı sağlandığı durumda İndependent Samples t testi, sağlanmadığı durumda Mann Whitney U testi kullanıldı. İkiden fazla bağımsız grup ile sürekli değişkenlerin kıyaslanmasında normal dağılım şartı sağlandığı durumda ANOVA testi, sağlanmadığı durumda Kruskal Wallis testi kullanıldı. Ölçülen değerler arasında uyum için ICC analizi yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak alındı.

4. BULGULAR

4.1. Navigasyon Bulguları

Kateterler, kraniyumdan ventrikülün hedeflenen bölümüne; Bregma'nın 1 cm ön noktasından PU/KVU ortalaması 38.24/78.56 mm, Kocher noktasından PU/KVU ortalaması 37.06/77.94 mm, Kocher'in 3 cm ön noktasından PU/KVU ortalaması 37.13/77.99 mm ve Kocher 2 cm lateral noktasından PU/KVU ortalaması 37.26/77.98 mm spesmenlere ait uzunluklar kaydedildi.

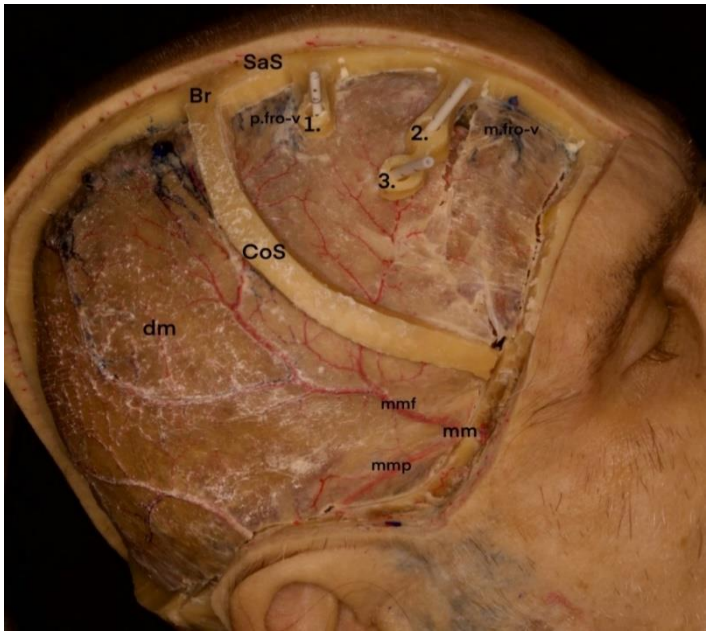
4.1. Diseksiyon Bulguları

Kadavra diseksiyonu, üçüncü ventriküle yapılacak girişimler ve kateter yerleştirilmelerinin anatomik ilişkileri lateralden mediale diseksiyon yapıldıktan sonra ortaya konuldu.

4.1.1. Transkortikal Girişim Noktaları Diseksiyon Bulguları

4.1.2. Transkortikal İntraventriküler Girişim Noktaları Diseksiyon Bulguları

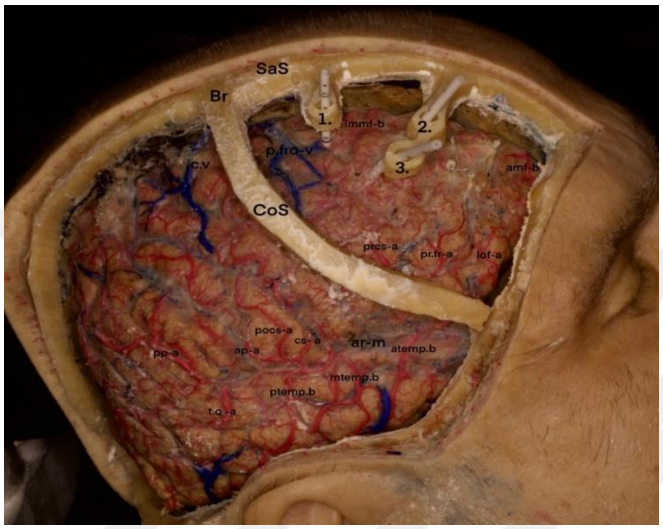
Navigasyon işlemi sonrasında orta hattan kaş ve kulak çevresi korunacak şekilde cilt ve cilt altı dokular kaldırıldı. Sagittal sütür, koronal sütür, Bregma ve girişim noktalarının giriş yeri etrafındaki yaklaşık 1 cm çapındaki kemik dokular korunarak frontal, parietal ve oksipital kemik kaldırıldı (Şekil 4.1). Dura mater, orta meningeal arter, meningeal frontal ve parietal dalları görüldü. Ayrıca dura altından girişim yerlerine yakın pozisyonda olan orta ve posterior frontal venler izlendi.



Şekil 4.1 Kaş, kulak çevresi korunarak cilt ve ciltlaltı dokuların kaldırıması sonrasında sagittal sütür, koronal sütür ve girişim noktaları etrafındaki kemik dokular korunarak frontal, parietal ve oksipital kemik dokuların kaldırılması sonrası görünüm.

Br=Bregma, CoS=Koronal sütür, dm=dura mater, mm=orta meningeal arter, mmf=orta meningeal arter frontal dal, mmp=orta meningeal arter parietal dal, m.fro-v=orta frontal ven, p.fro-v=posterior frontal ven, SaS=sagittal sütür, k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

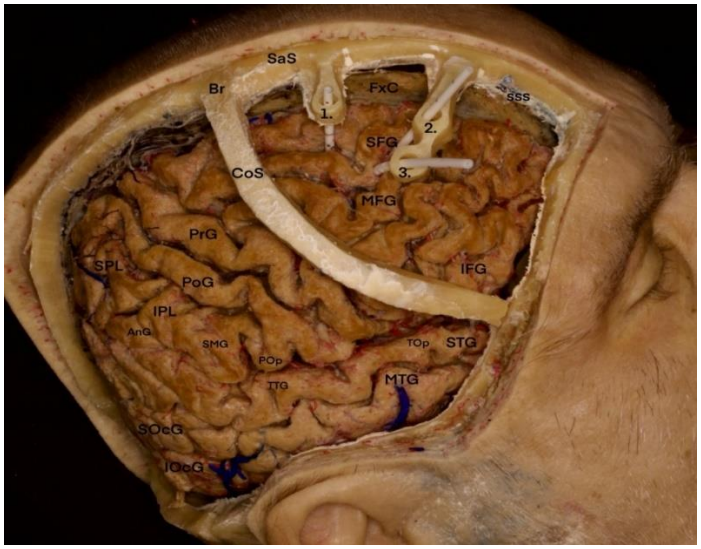
Dura mater ve altında yapışık konumda olan venler kaldırıldı. Girişim noktaları korunarak araknoid mater ve altındaki arteriyel yapılar ortaya çıkarıldı (Şekil 4.2). Perikallozal arter superior dalları olan anterior medial frontal dal, intermediomedial frontal dal'ın girişim noktaları ile yakın ilişkisi tespit edildi. Ayrıca orta serebral arter (MCA) dallarından olan, lateral orbitofrontal arter, prefrontal arter, precentral sulkal arter, anterior temporal arter, orta temporal arter, posterior temporal arter, santral sulkal arter, posterior santral sulkal arter, anterior ve posterior parietal arter, temporal oksipital arter ile birlikte posterior frontal venler ve santral venler gösterildi.



Şekil 4.2 Dura meter kaldırılması sonrası lateralden transkortikal transventriküler girişim noktalarının görünümü

am.fb=anterior medial frontal dal, ap-a=anterior parietal arter, ar-m=araknoid mater, a.temp.b=anterior tempral dal, Br=Bregma, CoS=Koronal sütür, cs-a=sanral sulkal arter, c.v=santal ven, immf-b=intermediomedial frontal dal, lof-a=lateral orbitofrontal dal, mtemp.b=orta temporal dal, p.fro-v=posterior frontal ven, pocs-a=posteriorsantal sulkal arter, pp-a=posterior parietal arter, prcs-a=presantral sulkal arter, pr.fr-a=prefrontal arter, ptemp.b=posterior temporal dal, SaS=sagittal sütür, t.o-a=temporooksipital arter, k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

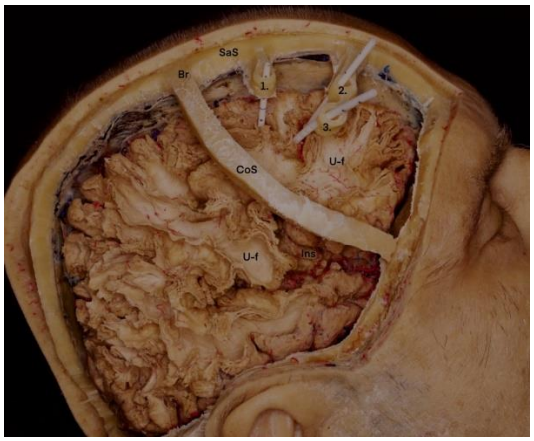
Araknoid mater, arter ve venler kaldırıldıktan koronal sütür ve girişim noktaları etrafındaki kemik dokular korunarak serebral korteks ortaya çıkarıldı. I. ve II. girişim noktaları ile superior frontal girusun, III. girişim noktasının ise superior frontal girus ve orta frontal girus arasındaki yakınlık gösterildi (Şekil 4.3). Ayrıca falks serebri, superior sagittal sinus, inferior frontal girus, superior temporal girus, temporal operculum, transvers temporal girus, orta temporal girus, parietal operculum, supramarginal girus, angular girus, inferior parietal lobül, superior parietal lobül, presantral girus, postsantral girus, inferior oksipital girus ve superior oksipital girus gösterildi.



Şekil 4.3 Araknoid mater, arterler ve venler kaldırıldıktan sonra girişim noktaları ve koronal sütür korunarak beyin parankimi ve girişim noktalarının gösterilmesi.

AnG=angular girus, Br=Bregma, CoS=koronal sütür, FxC=falks serebri, IFG=inferior frontal girus, IOcG=inferior oksipital girus, IPL=inferior parietal lobül, MFG=orta frontal girus, MTG=orta temporal girus, Pop=parietal operculum, SaS=sagittal sütür, SFG=superior frontal girus, SMG=supramarginal girus, SPL=superior parietal lobül, sss=superior sagittal sinüs, SOcG=superior oksipital girus, STG=superior temporal girus, Top=temporal operculum, TTG=transvers temporal girus, k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

Koronal sütür ve girişim noktaları korunarak serebral korteks üzerindeki gri madde yapılar koronal sütür korunarak dekortikasyona tabi tutuldu ve giruslar arasındaki U lifler gösterildi (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Gri madde dekortikasyonu sonrası yer yer görülen U lifler ve girişim noktaları ile ilişkisinin görüntüsü.

Br=Bregma, CoS=koronal sütür, Ins=insula, SaS=sagittal sütür, U-f=U lifler, k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

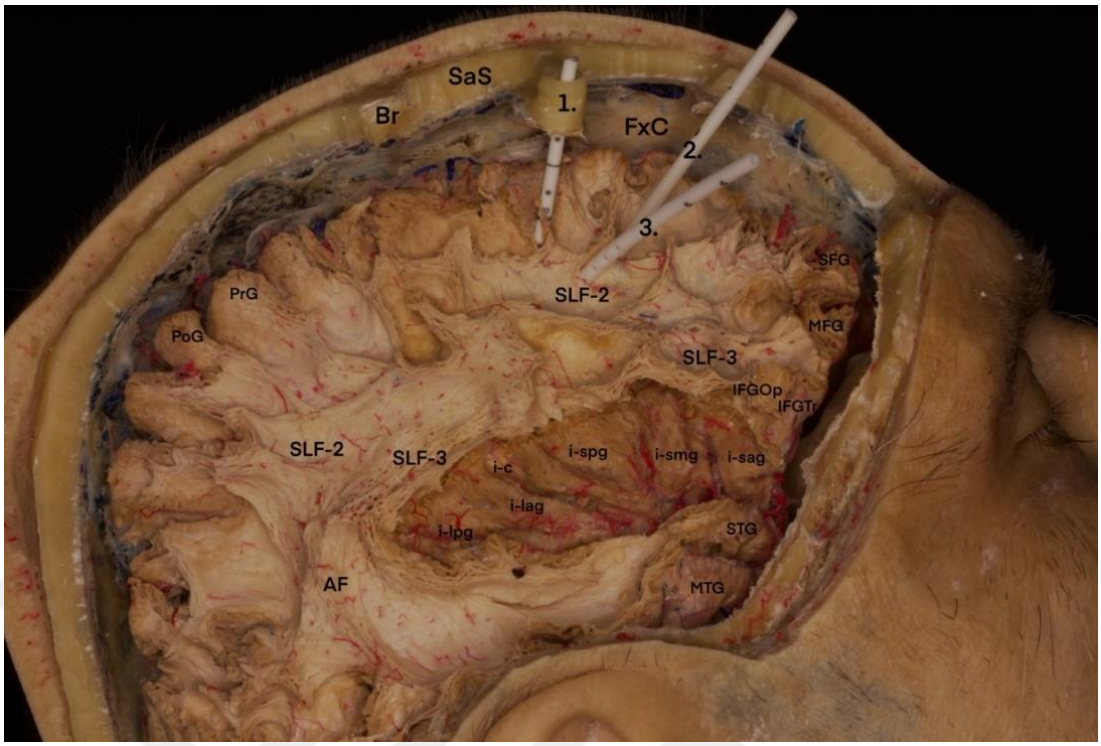
Dekortikasyona devam edilerek, koronal sütür ve girişim noktaları korunarak superior ve orta temporal girus, inferior ve superior parietal lob, superior, orta ve inferior temporal girus, presantral ve postsantral girus kenarları ile gri maddelerinin birçoğu dekortike edilmesi sonrası superior longitidunal fasikül kompleksi ve U-fiberleri gösterildi (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Koronal sütür ve girişim noktaları korunarak superior ve orta temporal girus, inferior ve superior parietal lob, superior, orta ve inferior temporal girus, presantral ve postsantral girus kenarları ve gri maddelerinin birçoğu dekortite edilmesi sonrası superior longitidunal fasikül kompleksi ve U-fiberlerin gösterilmesi.

Br=Bregma, CoS=koronal sütür, FxC=falks serebri, SaS=sagittal sütür, IFGOp=inferior frontal girus pars operculum, IFGTr=inferior frontal girus pars triangularis, Ins=insula, MFG=orta frontal girus, MTG=orta temporal girus, PoG=postsantral girus, PrG=presantral girus, SFG=superior frontal girus, SLF-C=superior longitidunal fasikül kompleks, STG=superior temporal girus, U-f=U lifler, k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

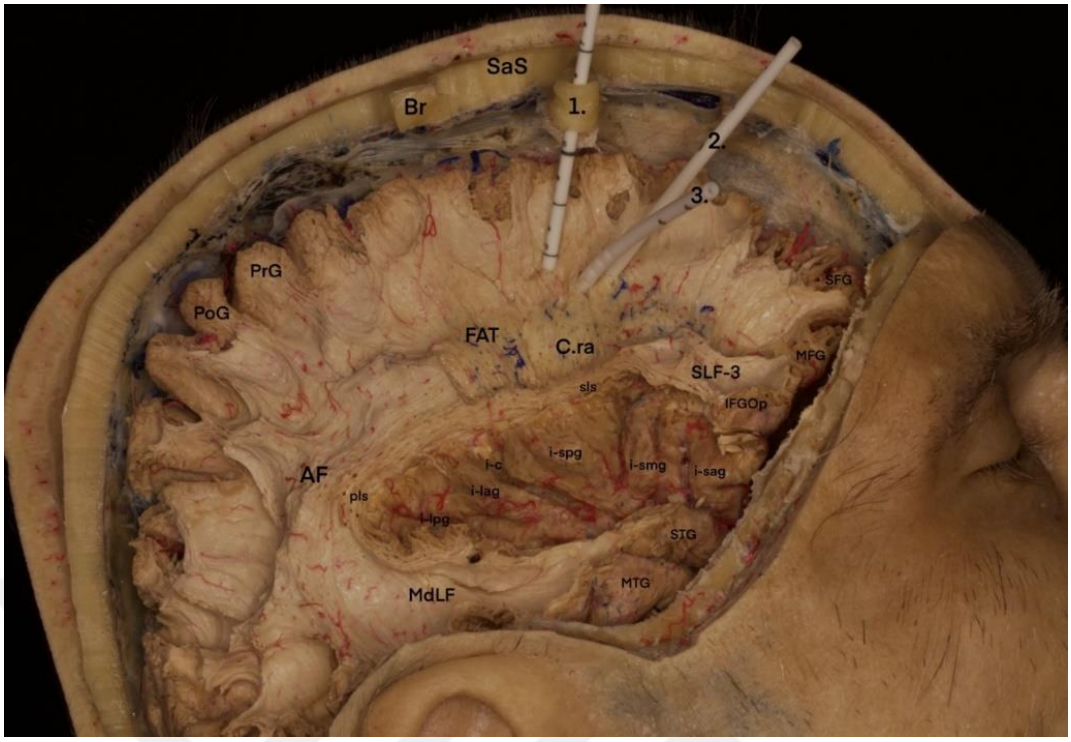
Girus duvarları eksize edilen bölgelerdeki U lifler kaldırılarak superior longitidunal 2 ve 3, arkuat fasikül gösterildi. Girişim noktaları ile superior longitudinal fasikül 2 arasındaki ilişki gösterildi. Ayrıca superior longitudinal fasikül ile inferior frontal girus pars operkulum ve pars triangularis arasındaki ilişkide gösterildi. İnsula tamamen açığa çıkarıldı ve insulaya ait santral sulkus, insulanın kısa anterior, orta ve posterior girusları ile insulanın uzun anterior ve posterior giruslarıda gösterildi (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Koronal sütür, 2. ve 3. Girişim noktalarındaki kemik noktaları kaldırılması sonrası girişim noktalarının SLF-2 ile ilişkisinin gösterilmesi.

AF=arkuat fasikül, Br=Bregma, FxC=falks serebri, i-c=insula santral sulkus, IFGOp=inferior frontal girus pars operculum, IFGTr=inferior frontal girus pars triangularis, i-lag=insula uzun anterior girus, i-lpg=insula uzun posterior girus, Ins=insula, i-sag=insula kısa anterior girus, i-smg=insula kısa orta girus, i-spg=insula kısa posterior girus, MFG=orta frontal girus, MTG=orta temporal girus, PrG=presantral girus, PoG=postsantral girus, SaS=sagittal sütür, SFG=superior frontal girus, SLF-2=superior longitidunal fasikül 2, SLF-3=superior longitidunal fasikül 3, STG=superior temporal girus, U-f=U lifler, k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

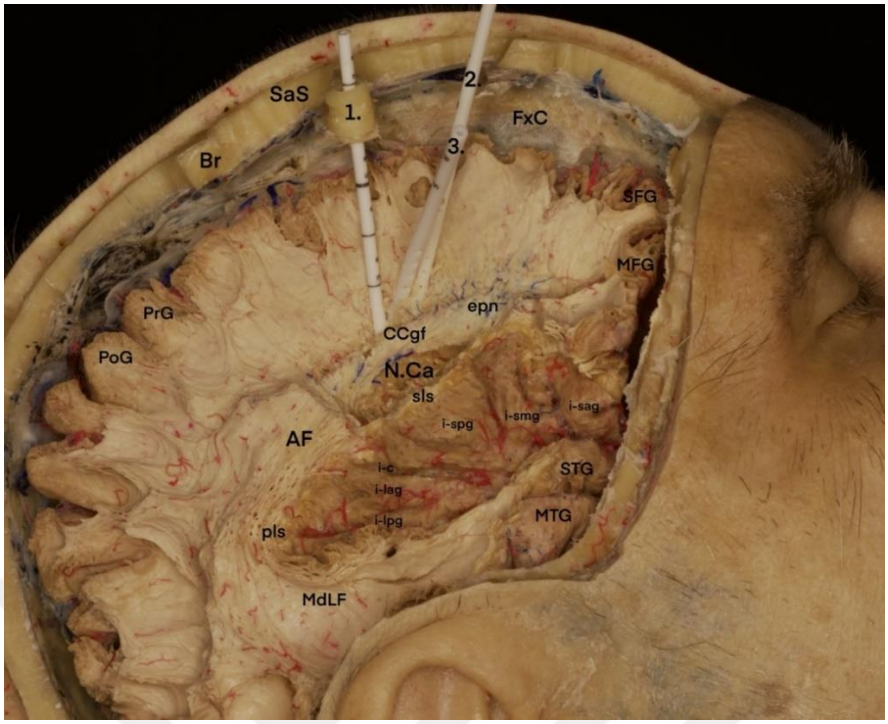
Superior longitudinal fasikül 2 kaldırıldı ve altındaki arkuat fasikül, frontal aslant yol, sıklıkla kapsula interna genusuna giden korona radiataya ait lifler gösterildi. Posterior limitan sulkus ve superior limitan sulkus belirlendi. Girişim noktalarının korona radiata ile yakınlığı gösterildi (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Superior longitidunal fasikül kaldırılması sonrası frontal aslant yol, arkuat fasikül, kapsula interna genu ortaya çıkarılması. Girişim noktalarının kapsula interna genusu ile ilişkisinin gösterilmesi.

AF=arkuat fasikül, Br=Bregma, C.ra=korona radiata, FAT=frontal aslant yol, IFGOp=inferior frontal girus pars operculum, IFGTr=inferior frontal girus pars triangularis, Ins=insula, i-c=insula santral sulkus, i-lag=insula uzun anterior girus, i-lpg=insula uzun posterior girus, i-sag=insula kısa anterior girus, i-smg=insula kısa orta girus, i-spg=insula kısa posterior girus, MdLF=orta longitudinal fasikül, MFG=orta frontal girus, MTG=orta temporal girus, pls=Posterior limitan sulkus, PoG=postsantral girus, PrG=presantral girus, SaS=sagittal sütür, SFG=superior frontal girus, SLF-3=superior longitidunal fasikül 3, sls=Superior limitan sulkus, STG=superior temporal girus, U-f=U lifler, k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

Korona radiata ve frontal aslant trakta ait lifler kaldırıldı. Lateral ventrikül frontal horn çatısı görüldü ve üzerinde uzanım gösteren korpus kallozum genusuna ait kommissural lif grubu ve altındaki belli belirsiz şeffaf yapıdaki ependim dokusu görüldü (şekil 4.8). Ayrıca lateral ventrikül frontal horn lateral duvarını oluşturan nuc. caudatus'un başı da görüldü. Ventrikül çatısının kesişim yerinden lateralden mediale gidildiğinde singulat girusun lateral kenarı görülecektir (Şekil 4.9).

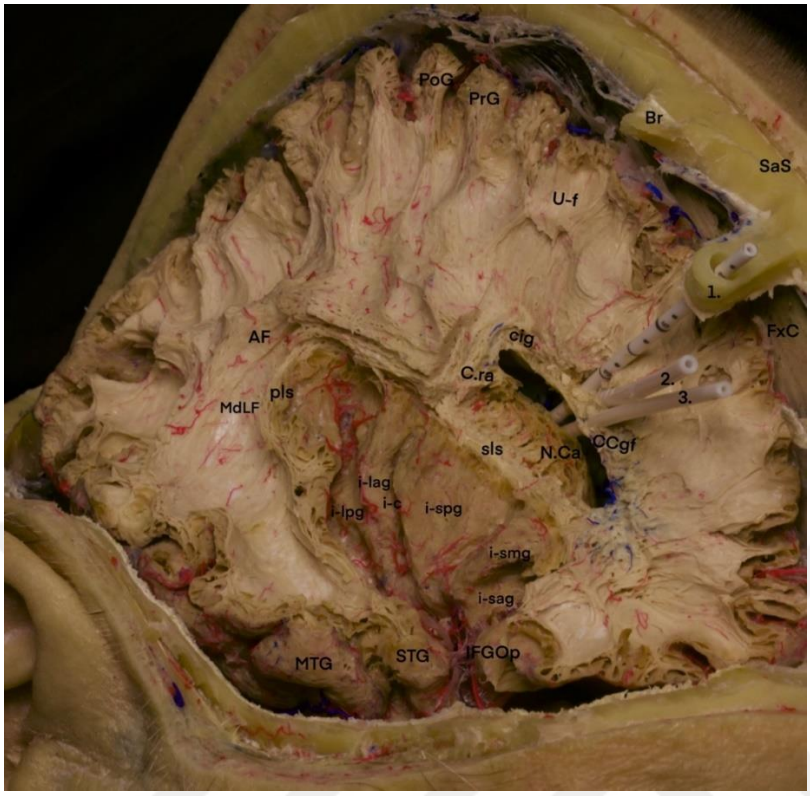


Şekil 4.8 Arkuat fasikül, superior longitudinal fasikül 3, frontal aslant yol ve kapsula interna genuya ait liflerin kaldırılması sonrasında girişim noktalarının tapetal lifler, ependim dokusu ve nuc. caudatus ile ilişkisinin gösterilmesi.

AF=arkuat fasikül, Br=Bregma, Ccgf=korpus kallozum genu fiber, epn=ependimal doku, FxC=falks serebri, IFGOp=inferior frontal girus pars operculum, IFGTr=inferior frontal girus pars triangularis, Ins=insula, i-c=insula santral sulkus, i-lag=insula uzun anterior girus, i-lpg=insula uzun posterior girus, i-sag=insula kısa anterior girus, i-smg=insula kısa orta girus, i-spg=insula kısa posterior girus, MdLF=orta longitudinal fasikül, MFG=orta frontal girus, MTG=orta temporal girus, N.Ca=nucleus caudatus, pls=posterior limitan sulkus, PoG=postsantral girus, PrG=presantral girus, SaS=sagittal sütür, SFG=superior frontal girus, sls=superior limitan sulkus, STG=superior temporal girus, tpf=tapetal lifler, U-f=U lifler, k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

4.1.3. İnterhemisferik diseksiyon bulguları

Anterior interhemisferik girişim için ilk etapta herhangi bir kateter gönderilmedi. Literatürde bilinen cerrahi teknikleri ön gördüğü bir şekilde kadavra spesmenlerinde medial yüzey açığa çıkarıldı. Lateralden mediale diseksiyon yapılan spesmenlerde sağ hemisfer tamamen çıkarılmadan önce anterior interhemisferik girişim ile yakın ilişkide olan anatomik yapılar gösterildi. Sagittal sütür ve koronal sütür görüldü. Birleşim yeri olan Bregma'nın 1 cm önünden kemik doku altında yerleşim gösteren superior sagittal sinus ve aynı hizadan çıkan frontal ven ve anterior serebral arter (ASA)'nın dalı olan anteromedial frontal dal görüldü ve eksize edildi. Arter, ven ve araknoid venlerin eksize edilmesi sonrasında Bregma'nın 1 cm önündeki superior frontal girus gösterildi.

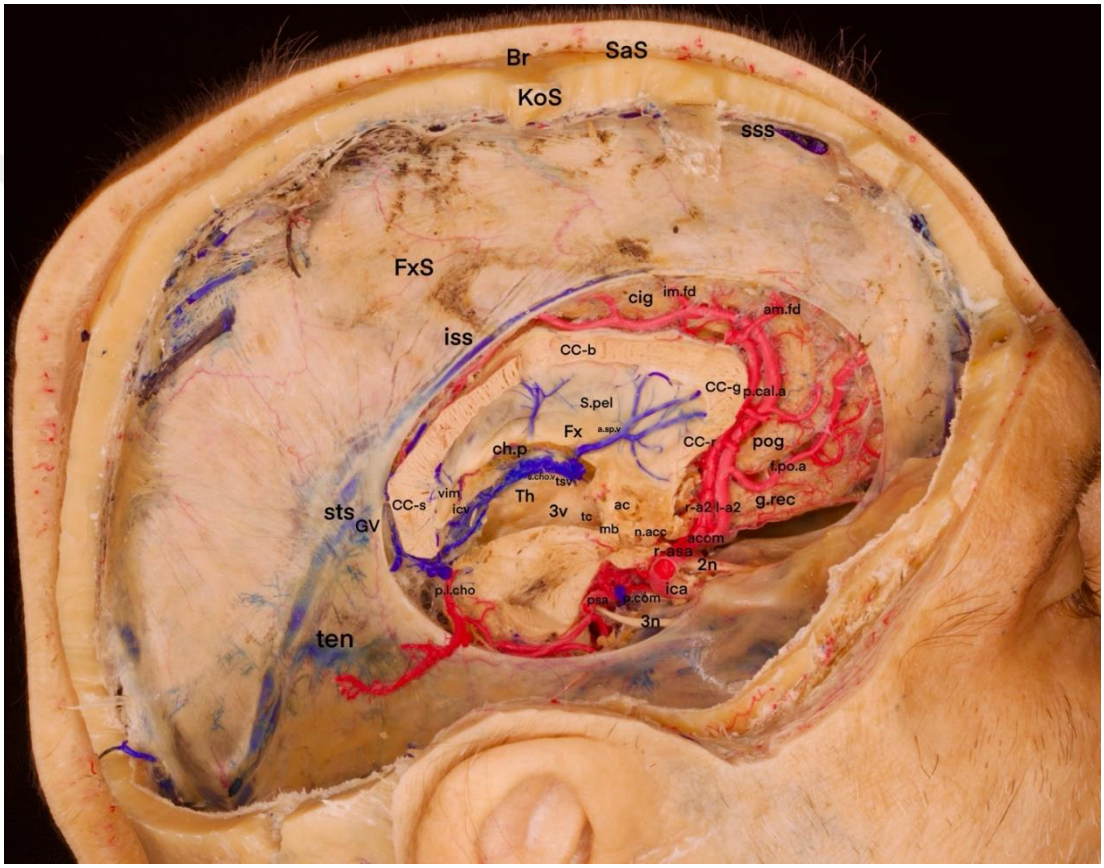


Şekil 4.9 Ependim dokusu ve üzerindeki lif grubu kaldırıldıktan sonra kateterlerin lateral ventrikül frontal hornuna girişim yaptığının gösterilmesi.

AF=arkuat fasikül, Br=Bregma, CCgf=korpus kallosum genu fiber, C.ra=korona radiata, FxC=falks serebri, IFGOp=inferior frontal girus pars operculum, i-c=insula santral sulkus, i-lag=insula uzun anterior girus, i-lpg=insula uzun posterior girus, i-sag=insula kısa anterior girus, i-smg=insula kısa orta girus, i-spg=insula kısa posterior girus, MdLF=orta longitudinal fasikül, MTG=orta temporal girus, N.Ca=nucleus caudatus, pls=posterior limitan sulkus, PoG=postsantral girus, PrG=presantral girus, SaS=sagittal sütür, sls=superior limitan sulkus, STG=superior temporal girus, U-f=U lifler, k1= 1. kateter; k2= 2. kateter; k3= 3. kateter.

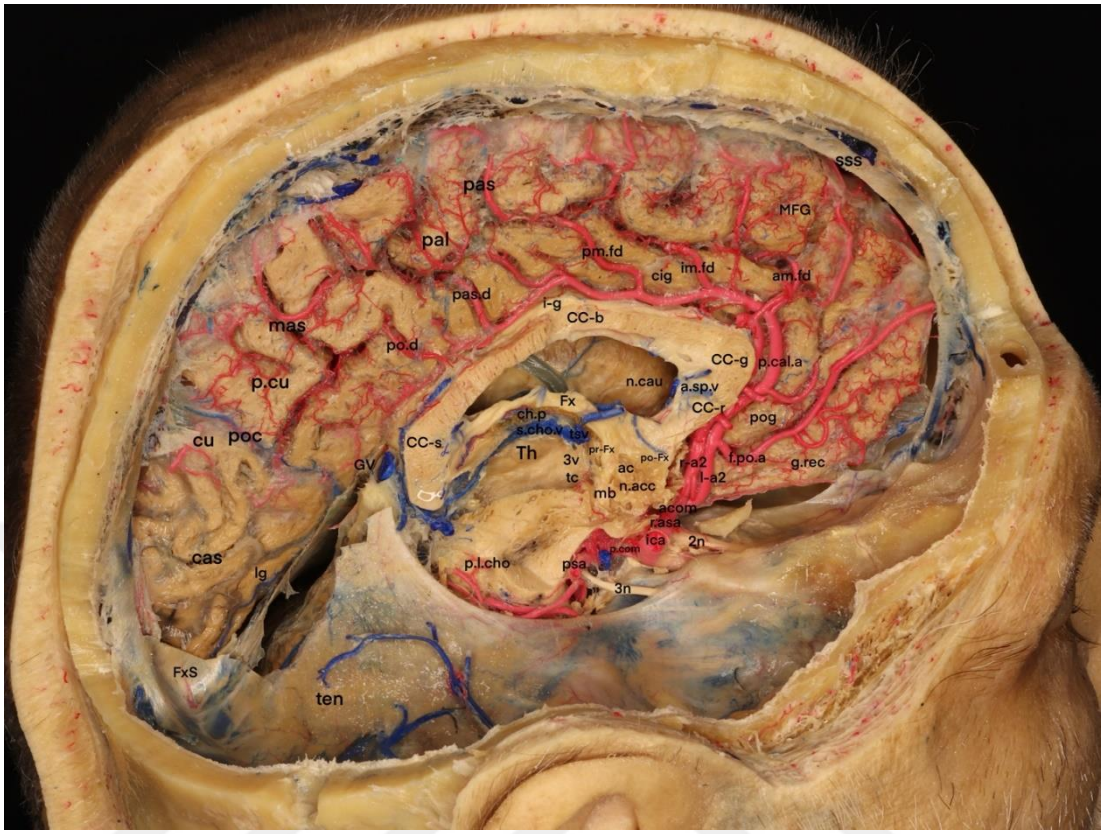
Sağ hemisfer, interhemisferik yaklaşımla korpus kallozum orta hattan keskin diseksiyonla ayrıldı. falks cerebri, tentorium serebelli ve medial yüzey dokulara ulaşıldı. Sagittal sütür, koronal sütür ve birleşim noktası (Bregma) görüldü. Sagittal sütürün hemen altında yerleşim gösteren superior sagittal sinus, Galen veni, inferior sagittal sinus ve straight sinuse ait venöz gölgelenmeler izlendi. Sırasıyla singulat girus, paraolfaktör girus, girus rektus, korpus kallozum (rostrum, genu, gövde, splenium), septum pellucidum, forniks, talamus, mamillar body, tuber cinereum, anterior komissür, nucleus accumbens, velum medullare interpositium, optik sinir, okülomotor sinir, koroid pleksus ve üçüncü ventrikül görüldü. Arteriyel yapılardan sağ internal karotis, sağ anterior serebral, anterior komunikan, sağ ve sol A2, frontopolar arter, pericallosal arter, anteromedial frontal dal, intermediomedial frontal dal, posterior komunikan arter, posterior serebral arter ve posterior lateral koroidal arterler gözlendi. Venöz yapılardan internal serebral ven, superior koroidal ven, superior

talamostriat ven, anterior septal ven görüldü. (Şekil 4.1). Falks cerebri kaldırıldı. Sırasıyla orta frontal girus, parasantal sulkus, parasantral lob, marjinal sulkus, precuneus, cuneus, kalkarin sulkus, lingual girus, indiseum-griseum ve nuc. caudatus görüldü. Vasküler yapılardan parasantral dal ve paryetooksipital dal görüldü (Şekil 4.10). Korpus kallozum genu kısmı üzerindeki korpus kallozuma ait ak madde lifleri diseksiyonla gösterildi. Anterior interhemisferik girişim açısını göstermek için yolu boyunca temsili bir adet şant kateteri foramen Monro'dan geçilerek 3.ventrikül giriş kısmına kadar gönderildi ve çevre anatomik yapılar ile ilişkisi ortaya konuldu (Şekil 4.11).



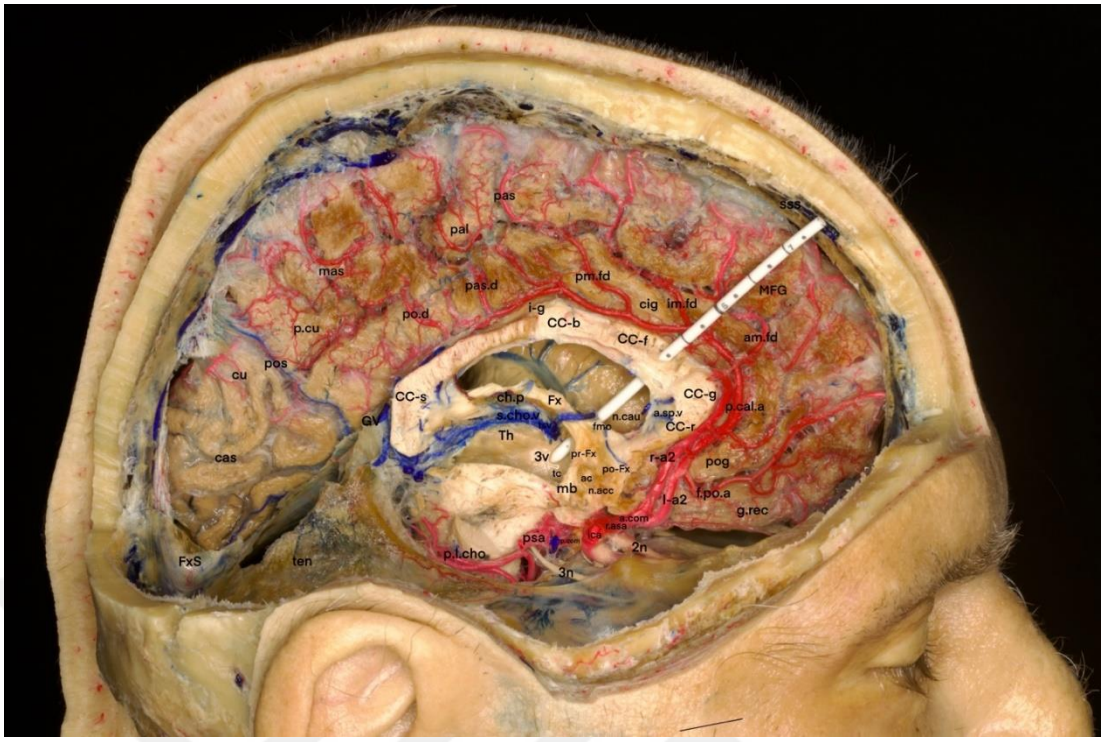
Şekil 4.10 Medialden laterala diseksiyonda sağ hemisfer eksizyonu sonrası SaS, KoS, Br, FxS, ten, iss, sts, GV, CC-s, CC-b, CC-g, CC-r, S.pel, ch.p, Th, 3v, tc, ac, mb, Fx, vim, pog, g.rec, n.acc, 2n ve 3n görüldü. Vasküler yapılardan ica, r-asa, acom, r-a2, l-a2

ac=anterior commissure arter, acom=anterior komunikan arter, am.fd=anteromedial frontal dal, a.sp.v=anterior septal ven, Br= Bregma, CC-b=korpus kallozum body, CC-g=korpus kallozum genu, CC-r=korpus kallozum rostrum, CC-s=korpus kallozum splenium, ch.p=koroid pleksus, cig=singulat girus, f.po.a=frontopolar arter, Fx= forniks, FxS=falks serebri, g.rec=rektus girus, GV=galen ven, ica= internal karotis arter, im.fd=intermediomedial frontal dal, icv=internal serebral ven, iss=inferior sagittal sinüs, KoS=koronal sütür, mb=mamillar body, n.acc=nucleus accumbens, p.cal.a= perikallozal arter, p.com=posterior komunikan arter, p.l.cho=posterior lateral koroidal arterler, pog= paraolfaktor girus, psa=posterior serebral arter, r-asa=sağ anterior serebral arter, r-a2=sağ a2, SaS= sagittal sütür, s.cho.v=superior koroidal ven, S.pel=septum pellucidum, sts=superior sagittal sinüs, tc= tuber cinerum, ten=tentorium, Th=thalamus, tsv=talamostriat ven, vim=velum intermedullare, l-a2=sol a2, 2n= optik sinir; 3n=okülomoto sinir, 3v=üçüncü ventrikül.



Şekil 4.11 Falks serebri superior sagittal sinus ve inferior sagittal sinus hizasından kesilerek çıkarıldı. MFG, pas, pal, mas, p.cu, poc, cu, cas, lg, n.cau, i-g, pr-Fx, po-Fx görüldü. Vasküler yapılardan pm.fd, pas.d ve po.d görüldü.

ac=anterior commissure, acom=anterior komunikan arter, am.fd=anteromedial frontal dal, a.sp.v= anterior septal ven, cas=kalkarin sulkus, CC-b=korpus kallozum body, CC-g=korpus kallozum genu, CC-r=korpus kallozum rostrum, CC-s=korpus kallozum splenium, ch.p=koroid pleksus, cig=singulat girus, cu=cuneus, f.po.a=frontopolar arter, Fx=forniks, FxS=falks serebri, g.rec=rektus girus, GV= galen ven, ica=internal karotis arter, i-g=indiseum-griseum, im.fd=intermediomedial frontal dal, lg=lingual girus, mas=marjinal sulkus, mb=mamillar body, MFG=medial frontal girus, n.acc=nucleus accumbens, n.cau=nucleus caudatus, pal=parasantral lobül, pas=parasantral sulkus, pas.d=parasantral dal, p.cal.a=perikallozal arter, p.com=posterior komunikan arter, p.cu=precunes, p.l.cho=posterior lateral koroidal arterler, pm.fd=posteromedial frontal dal, poc=paryetooksipital sulkus, po.d=paryetooksipital dal, pog=paraolfaktor girus, po-Fx=postcommissural forniks, pr-Fx=precommissural forniks, psa=posterior serebral arter, r-asa=sağ anterior serebral arter, r-a2=sağ a2, s.cho.v=superior koroidal ven, sts=superior sagittal sinüs, tc=tuber cinerum, ten=tentorium, Th=thalamus, tsv=talamostriat ven, l-a2=sol a2.



Şekil 4.12 Korpus kallozum genu ve body kısmı üzerindeki korpus kallozuma ait ak madde lifleri gösterildi. Bir adet ventriküler kateter Kocher noktası üzerinden foramen Monro geçilerek 3.ventriküle kadar gönderildi.

ac=anterior commissure, acom=anterior komunikan arter, am.fd=anteromedial frontal dal, a.sp.v=anterior septal ven, cas=kalkarin sulkus, CC-b=korpus kallozum body, CC-f=korpus kallosum fiber, CC-g=korpus kallozum genu, CC-r=korpus kallozum rostrum, CC-s=korpus kallozum splenium, ch.p=koroid pleksus, cig=singulat girus, cu=cuneus, fmo=foramen Monro, f.po.a=frontopolar arter, Fx=forniks, FxS=falks serebri, g.rec=rektus girus, GV=galen ven, ica=internal karotis arter, i-g=indiseum-griseum, im.fd=intermediomedial frontal dal, l-a2=sol a2, lg=lingual girus, mas=marjinal sulkus, mb=mamillar body, MFG=medial frontal girus, n.acc=nucleus accumbens, n.cau=nucleus caudatus, pal=parasantral lobül, pas=parasantral sulkus, pas.d=parasantral dal, p.cal.a=perikallozal arter, p.com=posterior komunikan arter, p.cu=precunes, p.l.cho=posterior lateral koroidal arterler, pm.fd=posteromedial frontal dal, pos=paryetooksipital sulkus, po.d=paryetooksipital dal, pog=paraolfaktor girus, po-Fx=postcommissural forniks, pr-Fx=precommissural forniks, psa=posterior serebral arter, r-asa=sağ anterior serebral arter, r-a2=sağ a2, s.cho.v=superior koroidal ven, sts=superior sagittal sinüs, tc=tuber cinerum, ten=tentorium, Th=thalamus, tsv=talamostriat ven.

Anterior interhemisferik girişimde koronal sütür önündeki köprü venler ile karşılaşılır. Anterior interhemisferik girişimlerde superior frontal girus üzerinden superior sagittal sinüse dışbükey dura boyunca uzanan köprü damarlar vardır. Bunlar %92,5 bilateral, %7,5 tek taraflıdır. Dural drenaj veni tek (n=1, %17), çoklu bitişik veya venöz kompleksler (n=5, %83) şeklindeydi. Altı kadavranın hepsinde bilateral perikallozal arter ve kallozomarginal arter görüldü. Altı adet kadavramızın korpus kallosum genu yapılarının morfolojik olarak birbirine benzer yapıda olduğu ve ortalama kalınlığı 12 ± 9 mm olduğu görüldü.

4.2. Radyolojik Ölçümler

Çalışmamızdaki bireylerin yaş ortalaması 53.94 ± 16.05 yıl (en küçük 27 yıl, en büyük 84 yıl) idi. Bireylerin %52'si erkek, %48'i kadındı.

Çalışmaya dahil ettiğimiz 50 bireyin farklı girişim noktalarına göre ölçülen PU ve KVU uzunlukları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 Farklı girişim noktalarına göre PU ve KVU uzunlukları

No	Yaş/Cinsiyet	Uzunluk	I. Girişim Noktası	II. Girişim Noktası	III. Girişim Noktası	Anterior İnterhemisferik Bölge
1	50/K	PU	43.00	39.37	38.14	42.15
		KVU	83.53	84.27	80.20	82.00
2	34/E	PU	44.24	41.49	44.92	43.58
		KVU	74.23	75.53	78.10	76.46
3	51/K	PU	31.88	34.17	31.19	35.00
		KVU	84.40	83.04	82.94	82.80
4	67/K	PU	41.43	42.18	42.08	40.64
		KVU	81.61	82.36	81.24	84.58
5	54/E	PU	32.96	34.94	34.99	36.19
		KVU	84.74	84.97	84.36	82.75
6	66/E	PU	41.34	41.20	41.24	44.04
		KVU	74.74	76.60	77.15	78.36
7	34/E	PU	36.25	34.48	35.08	35.50
		KVU	74.50	76.20	74.94	75.55
8	52/K	PU	33.00	35.14	36.76	35.42
		KVU	72.73	72.32	72.75	77.53
9	64/K	PU	41.57	42.38	41.73	41.98
		KVU	76.98	79.46	75.34	72.84
10	82/K	PU	41.20	41.89	39.70	44.19
		KVU	81.09	83.79	83.08	83.45
11	65/E	PU	30.25	35.34	34.80	37.89
		KVU	74.19	72.03	75.42	72.72
12	75/E	PU	38.50	41.91	39.32	39.81
		KVU	79.10	80.48	80.57	83.63
13	31/K	PU	41.78	41.84	38.91	43.07
		KVU	79.34	81.37	82.16	83.08
14	41/K	PU	31.72	35.14	37.44	33.45
		KVU	84.31	82.63	83.11	82.94
15	61/E	PU	44.86	40.81	39.74	40.53
		KVU	77.20	79.83	79.76	80.49
16	77/K	PU	34.79	37.74	43.43	38.26
		KVU	84.76	82.07	83.11	80.49
17	64/E	PU	34.91	33.49	41.47	35.47
		KVU	80.47	78.60	80.55	79.88
18	45/E	PU	41.94	37.43	36.80	38.12
		KVU	83.48	79.76	80.50	81.77
19	62/E	PU	44.05	45.17	42.12	40.72
		KVU	78.51	81.66	79.89	80,12
20	84/E	PU	36.14	33.75	37.83	35.80
		KVU	77.38	73.04	75.68	77.36
21	72/E	PU	30.71	37.21	37.39	35.20
		KVU	76.81	77.61	78.43	81.08
22	55/K	PU	43.32	40.09	40.75	39.89
		KVU	77.90	75.23	75.68	79.25

23	38/K	PU	41.12	37.44	37.18	39.58
		KVU	82.58	83.69	83.91	80.73
24	65/K	PU	33.45	35.91	33.79	34.86
		KVU	74.23	73.31	74.31	72.93
25	51/K	PU	34.30	36.13	32.98	33.05
		KVU	71.25	75.00	74.67	76.80
26	50/E	PU	31.84	32.14	34.83	34.84
		KVU	80.84	80.14	79.53	80.22
27	34/E	PU	39.89	38.39	41.24	43.91
		KVU	78.77	79.55	79.22	77.96
28	51/E	PU	37.34	37.55	38.58	34.78
		KVU	71.02	72.26	71.51	77.47
29	67/K	PU	39.34	39.44	41.97	39.26
		KVU	83.50	79.71	80.34	78.42
30	54/E	PU	41.28	41.98	40.39	41.93
		KVU	70.04	70.71	71.59	70.39
31	66/K	PU	37.79	41.94	37.61	39.71
		KVU	72.89	72.57	72.31	71.04
32	36/K	PU	38.27	36.00	38.47	42.53
		KVU	73.41	74.74	74.28	76.66
33	52/K	PU	35.05	37.05	35.81	36.16
		KVU	78.46	81.97	79.36	79.55
34	64/E	PU	37.54	36.59	35.13	38.49
		KVU	77.71	79.19	79.67	84.56
35	82/E	PU	43.38	41.35	40.49	41.48
		KVU	75.41	72.23	72.31	72.74
36	65/E	PU	33.41	31.72	31.77	32.71
		KVU	78.73	79.37	79.73	78.41
37	75/E	PU	32.23	31.59	31.87	33.07
		KVU	78.64	77.44	77.94	75.69
38	31/E	PU	35.83	31.72	33.08	37.58
		KVU	73.83	75.72	73.05	73.42
39	27/E	PU	37.49	33.54	34.03	39.46
		KVU	77.05	75.45	74.61	72.96
40	43/K	PU	38.42	38.97	37.11	42.31
		KVU	80.27	77.05	80.61	79.14
41	50/K	PU	30.71	31.77	34.89	35.27
		KVU	78.54	75.18	74.28	79.38
42	29/E	PU	35.09	33.21	32.06	37.67
		KVU	72.41	74.11	72.31	78.75
43	41/K	PU	34.43	35.15	37.80	33.94
		KVU	80.86	79.23	79.36	78.57
44	32/E	PU	33.90	38.68	35.64	39.93
		KVU	77.07	76.92	75.61	80.27
45	48/K	PU	38.95	39.95	37.35	41.78
		KVU	77.52	77.30	77.06	78.29
46	67/K	PU	40.82	37.99	38.18	38.69
		KVU	81.00	83.54	83.02	80.73
47	77/K	PU	31.13	32.57	31.87	34.40
		KVU	83.84	78.75	82.83	77.25
48	38/E	PU	32.26	35.56	34.09	32.10
		KVU	75.30	76.81	77.64	74.04
49	27/E	PU	37.45	35.22	39.09	33.42
		KVU	79.17	82.40	80.58	80.96
50	51/K	PU	30.79	30.13	30.19	42.25
		KVU	70.79	72.35	72.85	81.68

Veriler mm cinsinden verilmiştir. PU: Parankim Uzunluğu, KVU: Kraniyum-Ventrikül Uzunluğu, E: Erkek, K: Kadın

Farklı girişim noktalarına göre ölçülen PU ve KVU uzunluklarının ortalaması ve standart sapması Tablo 4.2'de verilmiştir. Ölçümlere göre I. girişim noktasının ortalama PU uzunluğu 37.06 ± 4.29 mm (en küçük 30.25 mm, en büyük 44.86 mm), ortalama KVU uzunluğu 77.94 ± 4.04 mm (en küçük 70.04 mm, en büyük 84.76 mm) idi. II girişim noktasının ortalama PU uzunluğu 37.13 ± 3.63 mm (en küçük 30.13 mm, en büyük 45.17 mm), ortalama KVU uzunluğu 77.99 ± 3.86 mm (en küçük 70.71 mm, en büyük 84.97 mm) idi. III girişim noktasının ortalama PU uzunluğu 37.26 ± 3.50 mm (en küçük 30.19 mm, en büyük 44.92 mm), ortalama KVU uzunluğu 77.98 ± 3.72 mm (en küçük 71.51 mm, en büyük 84.36 mm) idi. Anterior interhemisferik bölge girişim noktasının ortalama PU uzunluğu 38.24 ± 3.51 mm (en küçük 32.10 mm, en büyük 44.19 mm), ortalama KVU uzunluğu 78.56 ± 3.60 mm (en küçük 70.39 mm, en büyük 84.58 mm) idi.

Tablo 4.2 Farklı girişim noktalarına göre PU ve KVU uzunluklarının ortalama ve standart sapması

Uzunluk (ort ± SD)	**I. Girişim Noktası (mm)**	**II. Girişim Noktası (mm)**	**III. Girişim Noktası (mm)**	**Anterior İnterhemisferik Bölge (mm)**
PU	37.06 ± 4.29	37.13 ± 3.63	37.26 ± 3.50	38.24 ± 3.51
KVU	77.94 ± 4.04	77.99 ± 3.86	77.98 ± 3.72	78.56 ± 3.60

Veriler ortalama olarak verilmiştir. PU: Parankim Uzunluğu, KVU: Kraniyum-Ventrikül Uzunluğu, ort=ortalama

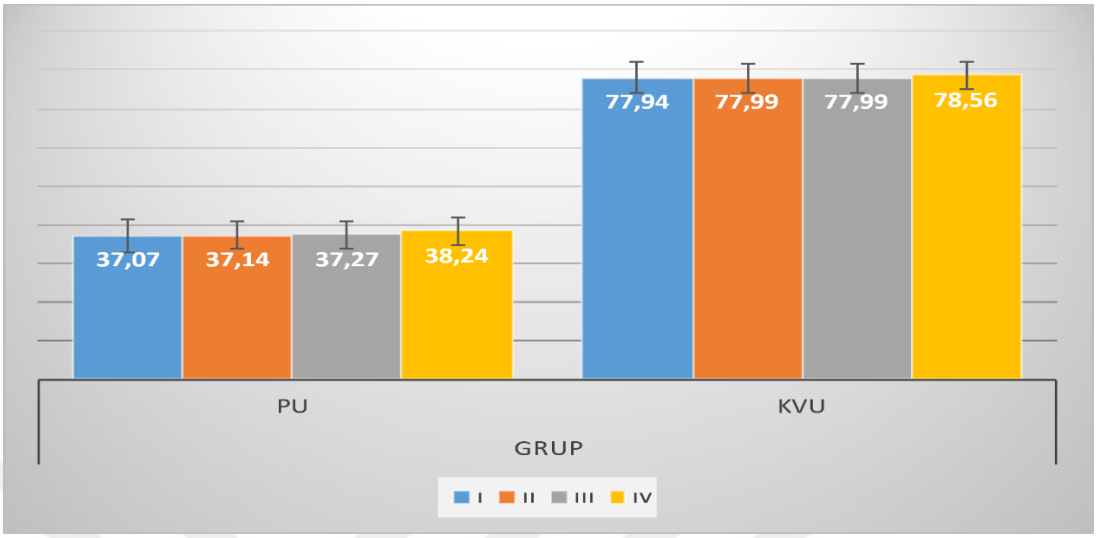
Çalışmamızda PU ve KVU ölçümlerinin farklı girişim noktalarına göre karşılaştırılması Tablo 4.3'te gösterilmiştir. PU ve KVU'nun I., II., III. ve anterior interhemisferik bölge girişim noktalarındaki değerlerinin arasında fark bulunmadı. Bu durum istatistiksel olarak anlamlı oluşturmadı (PU için p=0.068, KVU için p=0.257).

Tablo 4.3 PU ve KVU ölçümlerinin farklı girişim noktalarına göre karşılaştırılması

	ÖLÇÜMLER	
	PU	**KVU**
	Ort ± SS (mm)	**Ort ± SS (mm)**
I. Girişim Noktası	37.07 ± 4.29	77.94 ± 4.05
II. Girişim Noktası	37.14 ± 3.63	77.99 ± 3.86
III. Girişim Noktası	37.27 ± 3.51	77.99 ± 3.73
Anterior İnterhemisferik Bölge	38.24 ± 3.51	78.56 ± 3.61
p	0.068	0.257

(*Veriler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. PU: Parankim Uzunluğu, KVU: Kraniyum-Ventrikül Uzunluğu, ort=ortalama, SS=standart sapma, istatistiksel anlamlılık için p<0.05*)

Farklı girişim noktalarında ölçülen PU ve KVU değerleri Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Ölçülen değerlerin birbirleriyle çok yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 4.13 Farklı girişim noktalarında ölçülen PU ve KVU değerleri

PU: Parankim Uzunluğu, KVU: Kraniyum-Ventrikül Uzunluğu, I= I. girişim noktası, II= II. girişim noktası, III=III. girişim noktası, IV=Anterior interhemisferik bölge girişim noktası)

Erkek ve kadınlarda farklı girişim noktalarında ölçülen PU değerleri karşılaştırılmıştır (Tablo 4.4). Hem erkeklerde hem de kadınlarda farklı girişim noktalarında ölçülen PU değerleri arasında fark görülmedi (Erkeklerde p=0.281, kadınlarda p=0.109) Ayrıca erkek ve kadınlara ait girişim yerlerinde ölçülen PU değerleri arasında da fark tespit edilemedi (I. girişim noktası p=0.930, II. girişim noktası p=0.484, III. girişim noktası p=0.941, anterior interhemisferik bölge için p=0.424).

Tablo 4.4 Erkek ve kadınlarda farklı girişim noktalarında ölçülen PU değerlerinin karşılaştırması

	PU		
	Erkek	**Kadın**	**p**
	Ort ± SS (mm)	**Ort ± SS (mm)**	
I. Girişim Noktası	37.12 ± 4.40	37.01 ± 4.27	0.930
II. Girişim Noktası	36.79 ± 3.83	37.52 ± 3.44	0.484
III. Girişim Noktası	37.23 ± 3.58	37.31 ± 3.50	0.941
Anterior İnterhemisferik Bölge	37.85 ± 3.52	38.66 ± 3.53	0.424
p	0.281	0.109	

Veriler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. PU: Parankim Uzunluğu, ort=ortalama, SS=standart sapma, istatistiksel anlamlılık için p<0.05

Erkek ve kadınlarda farklı girişim noktalarında ölçülen KVU değerleri karşılaştırılmıştır (Tablo 4.5). Hem erkeklerde hem de kadınlarda farklı girişim noktalarında ölçülen KVU değerleri arasında fark görülmedi (Erkeklerde p=0.149, kadınlarda p=0.852) Ayrıca erkek ve kadınlara ait girişim yerlerinde ölçülen PU değerleri arasında da fark tespit edilemedi (I. girişim noktası p=0.078, II. girişim noktası p=0.174, III. girişim noktası p=0.171, anterior interhemisferik bölge için p=0.256).

Tablo 4.5 Erkek ve kadınlarda farklı girişim noktalarında ölçülen KVU değerleri

	KVU		
	Erkek	Kadın	p
	Ort ± SS (mm)	Ort ± SS (mm)	
I. Girişim Noktası	76,97 ± 3,45	78,99 ± 4,44	0,078
II. Girişim Noktası	77,25 ± 3,53	78,79 ± 4,12	0,174
III. Girişim Noktası	77,33 ± 3,37	78,70 ± 4,04	0,171
Anterior İnterhemisferik Bölge	78,00 ± 3,71	79,17 ± 3,47	0,256
p	0,149	0,852	

Veriler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. KVU: Kraniyum-Ventrikül Uzunluğu, ort=ortalama, SS=standart sapma, istatistiksel anlamlılık için p<0.05

Farklı girişim noktalarında ölçülen PU ve KVU değerlerinin birbirleriyle uyumluluğu Tablo 4.6'da gösterilmiştir. Uyumluluk analizi için Interclass Correlation Coefficient (ICC) yöntemi kullanılmıştır. Farklı girişim noktalarında ölçülen PU değerlerinin birbirleriyle uyumlu olduğu görüldü (R=0.895). KVU değerlerinin de birbirleriyle uyumlu olduğu bulundu (R=0.931).

Tablo 4.6 Farklı girişim noktalarında ölçülen PU ve KVU değerlerinin birbirleriyle uyumluluğu

	ICC				
	Grup İçi Korelasyon	%95 Güven Aralığı		F test	
		Üst limit	Alt limit	Değer	p
PU	0.895	0.838	0.936	9.991	<0.001
KVU	0.931	0.893	0.957	14.538	<0.001

Veriler ICC ile değerlendirilmiştir. PU: Parankim uzunluğu, KVU: Kraniyum-Ventrikül Uzunluğu, istatistiksel anlamlılık için p<0.05

5. TARTIŞMA

Beyin cerrahları ventriküler cerrahi yaparken kortikal ve beyaz cevher lifleri hakkında anatomik bilgi donanıma sahip olmak zorundadır. Foramen Monro lezyonları için öncesinde lateral ventrikülün frontal hornuna girişim yapılmalıdır ve frontal horn girişim yolları içerisinde anterior transkortikal ve anterior frontal interhemisferik girişim yolları kullanılabilir (130).

Bu çalışmada, kadavra beyinleri üzerinde yapılan farklı cerrahi girişim yollarıyla hedef nokta olan foramen Monro'ya kadar karşılaşılan kortikal ve subkortikal yapıların ne kadar zarar görebileceğini gösterilmesi ve kullanılan farklı cerrahi yöntemlerinin birbirleriyle karşılaştırılması amaçlanılmıştır.

Beyin atlasları, nörolojik ve psikiyatrik bozuklukların anatomik temellerinin anlaşılmasında her zaman önemli bir rol oynamıştır. Bu atlaslar ilk dönemlerde sadece kortikal anatomi hakkında fikir verirken, ak madde diseksiyon çalışmalarının artması ve MRG'nin yaygınlaşması ile subkortikal bağlantılar hakkında önemli bilgiler vermiştir (131).

Çalışmamız, kadavra (n=6) ve sağlıklı bireylerden (n=50) oluşturulmuştur. Catani ve ark.'larının çalışmasında belirtiği gibi subkortikal bağlantılarla ilgili detaylı bilgi, hem anatomik diseksiyon çalışmalarımızdan hem de MRG'nin kullanıldığı radyolojik çalışmalarımızdan elde edilmiştir. Kadavralarda anatomik diseksiyon çalışmaları yapılmıştır. Belirlenen hedef noktaya uygulanan farklı cerrahi girişim yöntemlerinin subkortikal yapılar ile ilişkileri gösterilmiştir. Sağlıklı bireylerde ise MRG kullanılmıştır. Kadavra ölçümlerinde tanımladığımız ile aynı giriş yeri ve hedef noktaları kullanılarak üç planda PU ve KVU'lar ölçülmüştür.

Kolloid kistler, beynin üçüncü ventrikülünde veya bu ventrikülün anteriorunda yerleşik iyi huylu kist olarak tanımlanmaktadır (1). Hernesniemi ve Leivo'nun yaptığı 14.5 yıllık bir seride 2000 hastanın sadece 40'ında kolloid kist tespit etmiştir. Bu hastaların ortalama 45 yaşında olduğu bulunmuştur. En küçüğü 19 yaşında ve en büyüğü 75 yaşında olduğu belirtilmiştir. Hastaların %52'sinin erkek olduğu tespit edilmiştir. (14). Jefree ve Besser'in çalışmasında ise kolloid kist nedeniyle takip edilen 39 hastanın 21 ile 63 yaş arasında olduğu görülmüştür. Hastaların ortalama yaşının ise 39.9 yıl olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada hastaların %53.8'inin erkek olduğu belirtilmiştir (16).

Çalışmamıza dahil ettiğimiz sağlıklı bireylerin üçüncü ventrikül kolloid kistlerinin sık görüldüğü yaş aralığında olmasına dikkat edilmiştir. Bu amaçla çalışmadaki bireylerin en küçüğü 27 yaş ve en büyüğü 84 yaşındaydı. Bunların yaş ortalaması 53.94 ± 16.05 yıl ve %52'si erkeklerden oluşturulmuştur.

Ventrikül frontal horna anterior transkortikal girişimlere frontal lob yoluyla ulaşılmaktadır. Endoskopik veya mikrocerrahi girişimde kullanılan spesifik lokalizasyon ise Broadman 9 ve 10'a denk gelmektedir.

İntrakraniyal alanın merkezinin yakın derin konumları nedeniyle ve sinir dokular ile tamamen kaplı olmaları sebebiyle lateral ventrikül ve üçüncü ventriküllere operatif yaklaşımları zorlaştırır. Lateral ventriküller talamusun etrafını saran ve serebrumun derininde yer alan C şekilli boşluklardır. Lateral ventriküller ön, temporal, oksipital hornlar ile gövde ve atriyumdan oluşmaktadır. Ön frontal horn, foramen Monro'nun önünde yer alan boşluk kısımdır. Medial duvarını septum pellucidum, ön duvar ve çatısını korpus kallozum genusunun yaptığı üçüncü ventrikül, nuc. caudatus'tan oluşan bir yan duvara sahiptir. Alt duvarını ise korpus kallozum ve nuc. caudatus oluşturur (67).

Foramen Monro'ya ulaşımın hedeflendiği cerrahiler kranial vakaların büyük bir kısmında olduğu gibi saçlı derinin cerrahisi ile başlar. Beyin cerrahları ve kraniyofasiyal cerrahlar kafa derisini beyne kraniyofasiyal iskelete ulaşmak için aşılması gereken ilk engel olarak görürler (132).

Kafa derisi kemik dokuya kadar üstten alta doğru sırasıyla epidermis, dermis, subkutanöz tabaka, galea aponeurotica, gevşek areolar bağ doku (subgaleal alan) ve perikraniumdan oluşur. Kafa derisi vücudun diğer yerlerindeki deriden daha kalındır, kafadaki en ince bulunduğu nokta verteks iken en kalın bulunduğu nokta oksipital alandır (132). Galea aponeurotica oksipitofrontalis kası ile devamlılık gösteren güçlü ve hareketsiz bir bağ dokudur. Altındaki gevşek bağ dokusu ise kafa derisinin hareketliliğini sağlayan esnek bir yapıdır. Kafa derisinin vasküler ağı supratrochlear, supraorbital, superfisiyal temporal, posterior aurikular, oksipital arterler ve venlerden oluşmaktadır (132, 133). Nöronal ağ ise supratroklear sinir, supraorbital sinir, zigomatikotemporal sinir, auricolotemporal sinir, oksipital sinir ve dallarından oluşmaktadır (132).

Foramen Monro'nun hedeflendiği cerrahi girişim noktalarında, vertekse en yakın ve göreli daha ince olduğu kafa derisinin bölgeler tercih edilmektedir. Bu girişim yerlerin vaskülarizasyonunda temporal superficial, supratroklear ve supraorbital arter ve venler, sinir inervasyonundan ise supraorbital sinir görev alır (132). Gevşek areolar bağ doku, kafa derisinden kafatası boşluğuna uzanım gösteren kapaksız venlere sahip olması nedeniyle menenjit gibi enfeksiyöz hadiseler için önemli bir yerdir. Ayrıca bu emmisser venlerin yırtılması sonucu subgaleal hematomda oluşabilir.

Kalvariyum frontal, paryetal, oksipital, temporal ve sfenoid kemikler olmak üzere 5 kemikten oluşmaktadır. Bu kemikler koronal, sagittal ve lambdoid sütürler ile birbirine bağlanmaktadır. Foramen Monro lezyonlarına yaklaşım için frontal kemik kullanılır. Girişim noktaları konumu koronal sütürün ve Bregma'nın önünde kalacak

şekilde frontal kemiğin verteks ve vertekse yakın bölgelerinden yapılır. (134).

Koronal sütur kabaca motor korteksin üzerinde olduğundan ve dışta kraniuma sıkıca yapıştığından dolayı yaptığımız anatomik çalışmada anterior interhemisferik ve transkortikal girişim yerlerimiz literatüre uygun şekilde koronal sütür önünde kalınarak frontal kemik sınırlar içerisinde yapıldı.

MCA, serebral arterler içerisinde en uzun ve en kompleks yapıya sahip olanıdır. Birçok supratentoriyel ameliyatta MCA'ya ait damarların dalları görülür. MCA, sfenoidal (M1), insular (M2), operkular (M3) ve kortikal (M4) olmak üzere 4 segmentte sınıflandırılır. Kortikal segment olan M4 dalı Silvian fissürün yüzeyinden beynin kortikal yüzeyine doğru dağılım gösterir. Kortikal arterler ise orbitofrontal arter, prefrontal arter, presantral arter, anterior parietal arter, posterior parietal arter, angular arter, temporooksipital arter, posterior temporal arter, orta temporal arter, anterior temporal arter ve temporopolar arterdir. Bunlardan çoğunlukla prefrontal arter olmak üzere, presantral arter ile birlikte orta frontal girusun beslenmesinden sorumludur. Prefrontal arter oklüzyonu sonucu mental ve kişilik bozuklukları görülebilir (67, 135)

Yaptığımız çalışmada transkortikal girişim alanlarından en lateralde kalan üçüncü girişim alanının orta frontal girus sınırında olması nedeniyle Rhoton ve Yaşargil'in çalışmalarında belirttiği gibi prefrontal arter ve dalları ile yakın ilişkide olduğu görülmüştür (67, 135).

ASA ise iki terminal dal verdikten sonra karşı ASA ile birleşerek anterior komunikan arteri oluşturur. ASA ana olarak proksimal ve distal segmentlere ayrılır. İnternal karotid arter ile anterior komunikan bileşkeye kadar olan proksimal segment A1 olarak adlandırılır. Anterior komunikan arter sonrası olan distal bölüm ise A2-5 olmak üzere 4 segmente ayrılır. A2 segment lamina terminalis ile korpus kallozumun rostrum ve genu bileşkesine kadar olan kısımdır. A3 segment prekallozal bölümdür ve korpus kallozum genusu üzerinde seyir gösterir ve keskin şekilde posteriora dönüş gösterdiği yerde sonlanır. A4 segment suprakallozal ve A5 segmentte postkallozal segment olarak adlandırılır. A4 segment lateral görünümde kabaca koronal sütürün önünde kalan kısımdır. Distal ASA'ların korpus kallozum üzerinde veya yanında seyir gösteren arterlere perikallozal arterler denir. Kallozomarginal arter ise perikallozal arterlerin en uzun, en kalın dalıdır ve sıklıkla A3 bölgesinden (bazen de A2 veya A4) ayrım göstermektedir. Dalları ise hemisfer medialinden lateral konveksiteye kadar uzanım göstermektedir ve premotor, motor ve duyusal alanların perfüzyonunda sorumluluğu vardır. Distal ASA'nın bazal yönelimi ve kortikal yönelimi olan uç dalları vardır. Kortikal dallar korteks ve medial yüzeyde frontal kutuptan paryetal loba kadar komşu ak madde liflerin beslenmesinden sorumludur. Lateral yüzeyde ASA'nın internal frontal arter dalı özellikle superior frontal girusun beslenmesinden sorumludur. Kallozal arterler korpus kallozuma dallar gönderir ve bunlarda septum

pellucidum ile forniks columnun üst kısmının beslenmesinden sorumludur (67, 135).

Yaptığımız çalışmada transkortikal girişim alanlarından I. ve II. girişim bölgeleri superior frontal girus üzerinde olduğu ve bu bölgenin anteromedial frontal dal ve intermediomedial frontal dal ile yakın ilişkide olduğu görülmüştür. Bu yakın komşuluk Rhoton ve Yaşargil'in çalışmalarındaki bulgularla benzerlik göstermiştir (67, 135).

Serebral venler yüzeyel ve derin olmak üzere ana iki grupta toplanır. Yüzeyel grup korteksin drenajın sağlar ve kendi içerisinde dört gruba ayrılır. Bunlar superior sagittal grup, sfenoparietal grup, tentoriyal grup ve falksin gruptur. Superior sagittal grup frontal, paryetal ve oksipital lobların medial ve lateral yüzeylerinin üst kısmından drenaj sağlar. Anterior, orta veya posterior frontal venlerden genellikle biri feda edilmeden korpus kallozuma ulaşmak zordur. Lateral yüzeyde superior frontal girus ile orta frontal girus venöz drenajından ön yarısında orta frontal ven, arka yarısında ise posterior frontal ven sorumludur. Medial yüzeyde ise superior frontal girus venöz drenajın santral medial frontal ven sorumludur. Korpus kallozum genusunun venöz drenajı ise anterior perikallozal ven aracılığıyla olur. Serebral venler, superior sagittal sinüs boyunca ya da daha derinde yerleşen lezyonlara cerrahi yaklaşımlarda zorluklar çıkarılabilir. Venlerin cerrahi sırasında sakrifiye edilmesi venöz birleşim ağındaki drenajı bozabilir ve enfarkt, kanama, koma ve ölümle sonuçlanabilir. Bu yüzden mümkün olduğunca hiç veya az venöz hasar ile ameliyat tamamlanmalıdır (67, 135).

Yaptığımız çalışmadaki transkortikal girişim alanlarının, korteksin lateral yüzeyinde orta ve posterior frontal ven ile bu venlerin uç dallarının yakın ilişkisi olduğunu görülmüştür. Anterior interhemisferik girişim alanının ise orta frontal ven ve bu venin drene olduğu superior sagittal sinüs ile ilişkisinin olduğunu gözlemlenilmiştir. Bu bulgular Rhoton ve Yaşargil'in bildirdikleri verilerle benzerdir (67, 135).

Anterior interhemisferik girişimlerde koronal sütur önündeki köprü venler ile karşılaşılır. Bu venler superior frontal girus üzerinde dış bükey seyrettikten sonra dura mater içerisine girer ve süperior sagittal sinüsa dökülmeden bir müddet dura mater içerisinde ilerler. Karataş ve ark.'larının çalışmasında, bunlar %92.5 bilateral, %7.5 tek taraflı görülmüştür. Süperior sagittal sinüse drene olan venler tek (%57), çoklu bitişik (%28.6) ve venöz kompleksler şeklinde (%21.4) görülmüştür (136).

Superior frontal girusun medial yüzeyi, parasantral lobülün ön yarısı ve singulat girus frontal lobun medial yüzeyinini oluşturmaktadır. Superior frontal girus, superior sınırı oluşturur ve singulat girustan singulat sulkus ile ayrılmaktadır. Superior frontal girus, singulat giruslar beraber korpus kallozumun genusu ve rostrumu beraber

sararak önden paraterminal ve parolfaktör girus ile birleşir (67). Paraterminal girus ise lamina terminalis yan kenarı ön kısmından başlayarak indusium griseum ile devam eden bir üçgendir ve bu gri madde yapı korpus kallozum üst yüzeyini kaplamaktadır. Orta frontal girus ise superior frontal girus ile inferior frontal girus arasında bulunmaktadır. Ayrıca orta frontal girus üst ve alt olmak üzere iki kısıma ayrılabilir. Yan yüzeydeki orta frontal girus medial yüzeydeki singulat girusun lateralinde yer alır ki, her ikisi centrum semiovaleyi oluşturan derin beyaz madde ile birbirinden ayırılmaktadır (67, 135, 137).

Yaptığımız çalışmada transkortikal girişim alanlarından I. ve II. girişim bölgelerinin superior frontal girusun III. girişim alanın ise superior frontal girus alt sınırı ile orta frontal girus üst sınırını içine alan kortikal alanı etkilediği gözlemlenilmiştir. Anterior interhemisferik girişimde ise falks serebri hizasından superior frontal girus ve singulat girus paralelinden bu dokulara ekartasyon dışında hasarlanma oluşturmadan korpus kallozumun genusuna ulaşılabileceği görülmüştür.

Serebrumun ak madde lifleri, kortekse ait gri madde tabakasının altında yer alır. Kortikal gri madde ile bazal ganglionların gri maddesi arasına girerek ventrikülleri çevrelemektedir. Korpus kallozum üzerindeki yatay kesitlerde subkortikal beyaz madde centrum semiovale adı verilen bir kütle oluşturmaktadır. Beyaz madde lifleri kendi içerisinde kabaca üçe ayrılır. Assosiyasyon lifleri aynı yarım kürenin farklı kortikal liflerini birbirine bağlar. Kommissural lifler iki yarımküre arasındaki orta düzlem boyunca yerleşim gösteren lif grubundur. Projeksiyon lifleri ise nöronal eksende yukarı ve aşağı yönelimi olan korteksi beyin ve omuriliğin kaudal kısmında uzanım gösteren lif grubudur (67, 137).

Assosiyasyon lifler, bitişik lifleri birbirine bağlayan kısa kavisli U lifler ve birbirinden genişçe ayrılmış girusları birbirlerin bağlayan uzun kavisli liflerdir. Bunlardan en belirgin olanları unsinat, singulum ve superior longitudinal fasiküllerdir (67). Projeksiyon lifleri nöronal aksisten yukarı ve aşağı doğru seyir gösterir. Bu projeksiyon lifleri korona radiata adı verilen bir düzlemde kendine yer bulur. Korona radiataya ait lifler tepe noktasında foramen Monro'nun lateralinden yer alır ve doğrudan ventriküler yüzeye gelir. Buradan nuc. caudatus ile talamus arasındaki aralıkta lateral ventriküle dokunmaktadır. Kommissural lifler ise her iki serebral hemisferleri birbirine bağlamaktadır. En büyüğü korpus kallozumdur. Forniks ise hem kommissural hem de projeksiyon liflerini içermektedir. Korpus kallozum longitudinal fissürün tabanındaki hemisferler ile lateral ventriküllerin çatısı arasında yer almaktadır. Ventriküller duvarların en büyük kısmını korpus kallozum oluşturmaktadır. Korpus kallozum beş bölümden oluşmaktadır: rostrum, genu, gövde, splenium ve tapetum. Ön kısım bölümleri rostrum ve genudur. Genu ön lobları birbirine bağlayan forseps minör liflerini oluşturmaktadır. Forniks yapı itibariyle hem kommissural hem de projeksiyon liflerden oluşmaktadır ve hipokampal formasyonda ana efferent yoldur. Lif kaynağı hipokampus, subikulum, dentat girus ve

hipokampomamiller liflerdir. Forniks lateral ventriküle komşu olan talamusu saran C şeklinde bir yapıdır. Hipokampüsten mammiller cisme kadar uzanım gösteren fimbria, body, colum ve crustan olarak dört bölümden oluşan bir yapıdır (67, 137).

Yaptığımız çalışmada transkortikal girişimlerde bitişik kortikal dokuları birbirine bağlayan U liflerin ve U liflerin hemen altında yerleşim gösteren superior longitudinal fasikül 2'nin anterior kısmının ve kapsula internanın genusuna uzanım gösteren korona radiata liflerinin etkilendiği görülmüştür. Ayrıca korpus kallozumun genu hizasından lateral ventriküllerin çatısını saran kommissural liflerde bu girişim esnasında etkilendiği gözlendi. Anterior interhemisferik girişim esnasında ise sadece korpus kallozum genusundaki kommissirual lifler etkilendiği tespit edildi.

Nuc. caudatus, talamus, putamen ve globus pallidus hemisferlerin derin merkezlerinde gri maddeden oluşan 4 büyük oluşumdur. Putamen ve globus pallidus beraber lentiform çekirdek olarak adlandırılır. Nuc. caudatus, lentiform çekirdek ve amigdala birlikte bazal ganglionlar olarak adlandırılmaktadır. Nuc. caudatus'un superior ve posterior bölümleri kapsula interna ile lentiform çekirdeklerden ayrılır, anterior ve inferior bölümleri ise lentiform çekirdekler ile birlikte anterior perforate substance ile bölgesinde belli belirsiz bir birleşme gösterir. Nuc. caudatus'un medial alt kısmına bakıldığında ise anterior kommissür ve nucleus accumbens ile belli belirsiz bir birleşme gösterir. Nuc. caudatus'un talamusun lateral kenarını saran, frontal horn sınırları içinde kalan büyük bir başı ve arkaya gittikçe incelerek giden bir gövde ve kuyruğu vardır. Frontal hornun lateral sınırı büyük bir baş ve gövde tarafından oluşmaktadır. Gövde kısmı ise talamustan talamostriat ven ile stria terminalisten ayrılmaktadır. Talamus ise lateral ventrikülün merkezinde, beyin sapının üst kısmında yer alır. Talamusun anterior talamik tüberkülü ve anterior talamik nükleusa ait çıkıntılı kısım foramen Monro'nun arka sınırını oluşturur (67, 137).

Çalışmamızda hem transkortikal girişimlerde hem de anterior interhemisferik girişim esnasında girişim yerlerindeki farklılık nedeniyle foramen Monro'nun görünürlük açısındaki ufak farklılıklara rağmen karşılaşılan anatomik alan ve bakış açısının Güngör (137) ve Rhoton (67)'un çalışmalarındakilerle aynı olduğu tespit edilmiştir. Transkortikal girişim esnasında özellikle laterale yakın yapılan yaklaşımlarda nuc. caudatus'a çok daha yakın bir seyir gösterdiğinin gözlemlenmiştir.

Lateral ventriküller kabaca C şeklindedir ve serebrumun derininde yer almaktadır. Frontal, temporal, oksipital horn ile gövde ve atriumun katıldığı beş bölümden oluşmaktadır. Frontal horn, foramen Monro'nun ön kısmında yer alır ve medial duvarı septum pellucidum tarafından oluşturulur. Üst ön duvarı ise korpus kallozumun genusu, yan duvarını ise nuc. caudatus'un başı, en alt sınırını ise korpus kallozumun rostrumu oluşturmaktadır. Medial duvarın posteroinferior alt sınırını ise foramen Monro'nun anteriorundan geçen forniksin column kısmı oluşturmaktadır. Koroid pleksus, koroidal fissürün üzerini tamamen örterek foramen Monro içine doğru

seyir gösterir ve 3. ventrikülün çatısına kadar uzanır (67, 137).

Bizim çalışmamızda bütün girişim noktalarının hedef bölgesi olan lateral ventrikül frontal hornu ve foramen Monro hem lateralden mediale hem de medialden lateral yapılan diseksiyonlarda gösterilmiştir.

Foramen Monro lateral ventriküller ile üçüncü ventriküller arasındaki geçiş bölgesi olan kavşakta bulunur. Adını Alexander Monro Secundus isimli İskoç asıllı bir bilim adamında almaktadır. Kendisinin ismi ile anılmasına rağmen kendi yazdığı eserlerde Galen'den bu yana birçok bilim adamının bu anatomik bölgeyi tanımladığı ifade edilmektedir (138).

Foramen ön tarafını forniksin kolon ve gövdesinin birleşim yeri, arka tarafını ise talamus ön kutbu oluşturur. Foramenlerin şekil ve boyutları değişkenlik gösterebilir. Ventriküllerin büyüklüğüne göre hilal bir görünümde yuvarlak bir görünüme kadar değişik şekillerde olabilir. Foramenlerden geçen yapılar arasından koroid pleksus, medial posterior koroidal arterin distal dalları bulunur. Venöz yapılardan ise talamostriat, superior koroidal ve septal ven bulunmaktadır.

Bu bölgenin tıkanıklığı hidrosefaliye yol açar ve etyolojik nedenler arasında atreziler, enfeksiyonlar, malformasyonlar ve neoplastik hastalıklar yer alır. Neoplastik hastalıklar içerisinde kolloid kistler, tüberoskleroz ile ilişkili subependimal dev hücreli tümörler, subependimal nodüller ve hamartomlar sıralanır (139).

Foramen Monro'nun en sık görülen kitleleri kolloid kistlerdir ve tüm intrakraniyal tümörelerin %0,2-2'lik bölümünü oluşturmaktadır. Boyutları birkaç milimetreden 3 cm'ye kadar değişebilir. Foramen Monro'ya tutması dışında büyük lezyonlar üçüncü ventrikülün ön üst kısmında yapışıklık gösterebilir. Yüzde 90 oranında asemptomatiktir fakat %10'luk bir kısmı büyüme eğiliminine girerek hidrosefaliye neden olabilir. Bunun sonucunda baş ağrısı, demans, koma ve ölüme yol açabilir (139, 140).

Foramen Monro'nun en sık görülen pediatrik neoplazmı ise tüberoskleroz ile ilişkili subependimal dev hücreli tümörlerdir. Tuberosklerozlu hastaların yaklaşık %20'sinde görülür. Bu hastalarda ventriküler yüzey boyunca herhangi bir yerde subependimal nodüller veya hamartomlar görülebilir (139).

Subependimom ise orta yaşlı hastalarda sıklıkla dördüncü ventriküle yerleşim gösteren yavaş büyüyen nadir bir tümördür. Supratentoriyel olarak ise sıklıkla foramen Monro'da yerleşim gösterir ve sıklıkla 2 cm'den küçük lezyon oluşturur (139).

Foramen Monro lezyonlarında özellikle kolloid kistlerin tedavisi cerrahidir. Kistin çıkarılması için mikrocerrahi transkortikal-transventriküler ve interhemisferik transkallozal yaklaşımlar ile bunlara alternatif olarak geliştirilen nöroendoskopik

tedavidir (141).

Çalışmamızda ise foramen Monro ön ve arka sınırlarının görülebileceği kortikal alanları navigasyon eşliğinde hesaplayarak I. (Koher noktası) ve II. (Koher noktasının 3 cm anterioru) transkortikal girişim alanları belirlendi. Mikrocerrahi olarak transkortikal transventriküler girişim alanı ise frontal bölgeden lateral ventrikül frontal hornuna girişim yapılabilecek en kısa mesafe belirlenerek III. transkortikal girişim alanın olarak belirtildi. Bu girişim noktalarının anatomik yapılar ile ilişkisi incelendi. Bununla birlikte incelenen 50 yetişkin sağlıklı bireyin beyin MRG'lerinde girişim yerleri ile foramen Monro arasındaki uzaklık: I. girişim noktasının ortalama PU uzunluğu 37.06 ± 4.29 mm (en küçük 30.25 mm, en büyük 44.86 mm), ortalama KVU uzunluğu 77.94 ± 4.04 mm (en küçük 70.04 mm, en büyük 84.76 mm), II girişim noktasının ortalama PU uzunluğu 37.13 ± 3.63 mm (en küçük 30.13 mm, en büyük 45.17 mm), ortalama KVU uzunluğu 77.99 ± 3.86 mm (en küçük 70.71 mm, en büyük 84.97 mm), III girişim noktasının ortalama PU uzunluğu 37.26 ± 3.50 mm (en küçük 30.19 mm, en büyük 44.92 mm), ortalama KVU uzunluğu 77.98 ± 3.72 mm (en küçük 71.51 mm, en büyük 84.36 mm) ve anterior interhemisferik bölge girişim noktasının ortalama PU uzunluğu 38.24 ± 3.51 mm (en küçük 32.10 mm, en büyük 44.19 mm), ortalama KVU uzunluğu 78.56 ± 3.60 mm (en küçük 70.39 mm, en büyük 84.58 mm) idi. Cerrahi girişim alanlarının ulaşım mesafeleri istatiksel olarak anlamsızdı.

Lateral ve üçüncü ventrikül, derin yerleşimli olmalarından dolayı cerrahi yaklaşımlar bu bölgeler kolay değildir. Ayrıca ventriküller nöronal dokuyla tamamen kaplı olduğu için motor, duysal ve yaşamsal merkezler bu bölgelere yaklaşılırken etkilenebilir.

Supratentoriyal bölgede beynin derin yerlerine ulaşmak için Silvian fissür ve interhemisferik fissür gibi doğal anatomik yarıklar kullanılır. Koronal sütür hizasının 1-2 cm önündeki interhemisferik fissür aralığı kullanılarak korpus kallozum rostrum üzerinden transkallozal girişim yapılır. Kolloid kist gibi foramen Monro patolojilerine, ventrikül frontal hornuna ve üçüncü ventrikül üst kısım lezyonlarına ulaşılabilir.

Anterior interhemisferik girişim için bilinen ilk yaklaşım 1936 yılında Tömmis tarafından rüptüre bir anterior komunikan arter anevrizması için uygulanmıştır. 1939 yılında William van Wagenen tarafından hipotalamik bölgeye yine bu girişim uygulanmıştır. 1944 yılında ise Bush üçüncü ventrikül lezyonları için interhemisferik transkallozal interforniksiyel yaklaşımı tanımlamıştır (142).

Frontal anterior interhemisferik girişimlerde hasta supin pozisyonda olmalıdır. Sıklıkla bikoronal veya unikoronal insizyon tercih edilmektedir. Kraniotomi için superior sagittal sütür ve koronal sütür belirlenmelidir. Superior sagittal sinusün 1-2 mm kontralateralinde kalacak şekilde burrhole uygulanması yapılmalı ve açılım planlanan yerin lateralden 3 cm genişliğinden alacak şekilde kranitomi planlanmalıdır.

Dura anteriordan posteriora en az 3-4 cm açıklığa uygun olmalı ve dura insizyonunda köprü venler korunacak şekilde açılmalı ve kontralaterale doğru yatırılmalıdır. (135)

Transkortikal girişim yapılan hastalarda endoskopik prosedürlerde girişim planlanan alanlarda yaklaşık 3 cm'lik bir vertikal insizyonu takiben koronal sütürün önünde kalan bir lokalizasyonda frontal kemik üzerinde 1-2 cm çapında bir burrhole ile kortekse girişim planlanır. Konvansiyonel olarak mikroskobik cerrahi planan hastalarda ise koronal sütür önünde kalacak şekilde orta hattın 1-2 cm lateralinden frontal kemik üzerine 4-6 cm'lik bir kraniotomi yapılarak kortikal dokuya ulaşım hedeflenir (143).

Hemisferin medial yüz anatomisine bakıldığında, frontal, parietal ve oksipital girusların birbirleri ve korpus kallozum ile ilişkisi görülmektedir. Yan medialden bakıldığından 3 adet rulo yapı dikkat çekmektedir. En alttaki tabaka korpus kallozum, ara tabaka singulat gyrus, en üst tabaka ise önden arkaya doğru superior frontal girus, parasantral lob, precuneus, cuneus ve lingual girustur.

Frontal lobun medial yüzey büyük oranda superior frontal girusun medial yüzeyi, parasentral lobun ön yarısı ve singulat girus tarafından oluşmaktadır. Superior frontal girus medial yüzeyin superior kısmında anteriordan posteriora uzanım gösterir ve singulat girustan singulat sulkus ile ayrılır. Singulat girus, superior frontal girusa parallel uzanım gösterir. Singulat girus frontal kısımdan korpus kallozumun gövde kısmı sarar. Korpus kallozumun genusu ise singulat girus ve superior frontal giruslar tarafından sarılır ve bu giruslar lamina terminalis önündeki paraterminal ve paraolfaktör giruslara karışır. Singulat girus korpus kallozumun etrafını sarar ve inferiorda kallozal sulkus ile korpus kallozumdan ayrılır (67).

İnsan prefrontal korteksi uzun süredir işlevsel olarak "sessiz" olarak kabul edilmektedir. Sebebi bu bölgenin hasarlanmalarından klinik problemler azdır ve ölçülmeleri zordur. Aslında "sessiz" olmaktan daha ziyade karmaşık bir yapı olduğu kabul görmektedir (144).

Anterior interhemisferik ve transkortikal girişimlerde karşımıza çıkan ilk kortikal yapı superior frontal girustur. Superior frontal girus broadman tarafından 6, 8, 9 ve 32 numaralı alanlar ile 4 adet bölgeye ayrılmıştır (145). Gelişmiş nörogörüntüleme yöntemleri ile yeni kortikal haritalanmalar da önerilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda motor aktivite, çalışma belleği ve bilişsel kontrol üzerinde etkileri olduğu düşünülmektedir (146).

Girişimler esnasından yol haritası içerisinde Broadman 9 hizasından kortekse zarar vermeden korpus kallozuma ulaşımı hedeflenir. Fakat Broadman 9 bölgesi ekartasyona maruz kalabilir. Süperior frontal girus anteriordan Broadman 9 alt bölgesi ve posteriordan alan 8 alt bölgesinden oluşmaktadır. Broadman 9 kendi içerisinde

anterior (9a), medial (9m) ve posterior (9p) 3 alandan oluşmaktadır. SFG'nin üst yüzeyinde olanlar 9a ve 9p'dir. Alan 9a'nın sınırlarına bakıldığında, önden 10d'ye ve arkadan 9p'ye, ortadan 9m'ye yandan ise 46d'ye komşudur. Alan 9p sınırlarına bakıldığında, önde 9a, arkada Broadman 8, ortadan 9M yanda ise 46d'ye komşudur. 9a ve 9p fonksiyonel olarak çalışma belleğinin korunmasında rol oynadığı düşünülmektedir (146)

Mikrocerrahi olarak transkortikal yaklaşımlarda superior frontal girus ve orta frontal girus etkilenmektedir Orta frontal girus dikkat, dikkati yönledirme, çalışma belleği ve dilin işlenmesinde rol aldığı bilinmektedir. Orta frontal girus, U lifler ve superior longitudinal fasikül bağlantıları ile inferior frontal girusa ve buna ait ak madde bağlantıları ile temporal lob ve oksipital lob ile bağlantıları bulunmaktadır. Karmaşık bir lif ağına sahip olması sebebiyle önemli bir kortikal alandır (147).

Korpus kallosumun çevresini saran singulat korteks Broca'nın limbik lob tarifinde önemli bir alan kaplamaktadır (148). Singulat korteksin duygu ve hafızanın yanı sıra ödül ve ceza gibi eylem-sonuç öğreniminde etkili bir bölge olduğu düşünülmektedir. Anterior ve posterior singular korteks olarak iki bölüme ayrılmaktadır. Anterior singulat korteks, orbitofrontal korteks ve amigdaladan ventral akım alanlarından gelen uyarıları almaktadır (149).

İndusium ve griseum korpus kallozum üzerinde ince bir gri madde tabakasıdır. Hipokampal formasyonda medial ve lateral uzunlamasına strialardan oluşmakatadır ve insanlarda diğer memelilere göre körelmiş bir yapıdır. Bu yapı anteriorda paraterminal girus ile birlikte korpus kallosumun genu ve rostrumunu sarar. Posteriorda ise korpus kallozumun spleniumun arka kısmında önce girus fasciolaris ile ardından dentat girus olarak devam eder (88).

Korpus kallozum serebral korteksin altında komissural lif demetinden oluşan geniş ve kalın bir sinir sistemidir. Bu yapı yalnızca plasentalı memelilerde bulunur. Sol ve sağ serebral hemisferleri birbirine bağlayarak aralarındaki iletişimi sağlar. İnsan beynindeki en büyük beyaz madde yapısında olup yaklaşık 250 mm uzunluğundadır. Korpus kallozum 200-300 milyon aksonal projeksiyondan oluşur. Korpus kallozum 4 bölümden oluşmaktadır. Önden arkaya doğru rostrum, genu, gövde ve splenium kısımlarıdır (150). Korpus kallozumun problem çözme, sözel fonksiyonların işlenmesi ve yürütülmesinde, sözel ve görsel hafıza gibi bilişsel işlemlerde etkili olduğu düşünülmektedir (151).

Yaptığımız çalışmada anterior interhemisferik girişimde kortikal yapılardan sadece korpus kallozum ve altındaki kommissural lif demetlerinin etkilendiği görülmüştür. Transkortikal girişim bölgelerinde ise superior frontal girus, U lifler, superior longitudinal fasikül, korona radiata lif grubu, korpus kallozum genusundan lateral ventrikül üzerine uzanım gösteren lif gruplarının etkilendiği tespit edilmiştir.

Transkortikal endoskopik girişimler ve mikrocerrahi işlemler her cerrahide olduğu gibi rotasyon ve manipülasyon hareketlerini içermektedir. Bu nedenle yaptığımız girişim alanlarındaki kortikal ve lif hasarının diseksiyonlardaki sabit ve minimal girişim işlemlerinden daha fazla yırtılma veya kopmaya neden olabileceği düşünülmelidir.

Yapılan bir metaanaliz çalışmada açık cerrahi girişimler (transkortikal mikrocerrahi ve anterior interhemisferik yaklaşım) endoskopik yaklaşımlarla tam eksizyon bakımından karşılaştırıldığında, açık cerrahi girişimlerde istatistiksel olarak daha yüksek başarı oranın sahip olduğu görülmüş. Her üç yaklaşımın hafıza bozuklukları, nöbet gelişimi ve mortalite sonuçları karşılaştırıldığın anlamlı bir fark olmadığı da görülmüş (152).

Lateral ventrikül ve üçüncü ventriküle cerrahi yaklaşım, kognitif bozukluklar ve nöbet gibi komplikasyonlara yol açabilir. İnterhemisferik girişimlerde sadece korpus kallozuma ait ak madde lifleri etkilenirken, transkortikal işlemlerde değişik oranlarda U lifler, frontal superior longitudinal fasikül, korpus kallozumun alt sınırları içerisinde yer alan arkuat fasikül, talamusa ve kapsula internaya ulaşım gösteren korona radiata ve projeksiyon lifleri etkilenebilir. Her iki girişimde de korpus kallozuma ait lif grupları hasar görebilir. Transkortikal girişimlerin farkı, baskın olmayan yarım kürede bile kognisyon, planlama ve dikkat gibi bilişsel işlemlerden sorumlu olan lif gruplarının zedelenebilmesidir (153).

Foramen Monro'ya yerleşim gösteren kolloid kistlerin endoskopik rezeksiyonu ilk kez 1983 yılında rapor edilmiştir (154). Endoskopik cerrahi girişimlerle ilgili cerrahi tekniği açıklayıcı bilgiler 1983 yılından sonra geliştirilmiştir (155, 156). Bu tekniklerle beraber, lezyon çıkarılması için döndürme tekniğine de ihtiyaç vardır (157, 158). Bu tekniklerin ortak noktası önce kist duvarının açılarak kistin aspire edilmesi ve ardından kist duvarının cerrahi bir alet yardımıyla rotasyon hareketleri ile çıkarılmasıdır (157). Bu yöntemde koronal sütürün 5 cm anteriorundan, orta hattın 4 cm lateralinden açılan 1.5 cm'lik bir burrhole deliğinden girişim yapılmaktadır. Endoskopik sistem çalışma kanalı, irrigasyon sistemi ve ışık iletken sistemlerinden oluşmaktadır. Böyle bir sistemin, dış çalışma kanalının çapı yaklaşık 7 mm'dir (157). Bu sistemin hem girişim esnasında hem lezyonu karşısına almak için yapılan manipülasyonlarda hem de lezyon eksizyonu sırasında yapılacak ön, arka, yan ve rotasyon hareketleri girişim yerinden ventrikül duvarına giderek artan bir açıyla oluşturacağı korteks ve ak madde tahribatının 7 mm çaplı bir alanla sınırlı kalmayacaktır. Bu sebepten ötürü endoskopik girişim de bir transkortikal girişim olarak görülmektedir. Tekniğin dezavantajlarından bir diğeri de kist aspire edilmeden kist bütünlüğünün bozulması sonucunda içeriğinin ventrikül içine boşalmasıdır. Bu endoskopik görüş alanını bozabileceği gibi kimyasal reaksiyonlara da yol açabilir (157). Ayrıca kontrolü de irrigasyon, koagülasyon ve balon basıncından yararlanılmasına rağmen endoskopik görüşü ciddi bir şekilde bozabilir; kanama kontrolü açık cerrahilere göre çok daha zorlayıcı olabilir.

Transkortikal mikrocerrahi girişimler ise eskinin konvansiyonel yaklaşımlarından farklı olarak sıklıkla tübüler ekartör sistemleri kullanılarak yapılmaktadır. Tübüler ekartör sistemleri sıklıkla 16-22 mm çapındadır. 12 mm çaplı ekartörlerin yeterli olduğunu savunanlar da vardır (159). Aynı çalışmada bildirilen 5 cm'lik çalışma derinliği sadece girişim yerindeki korteks üzerinde değil girişim yerinden santrale kadar olan yol boyunca kortikal ve ak maddede ciddi düzeyde hasar yapabilmektedir (159). Bu açıdan bakıldığında hem endoskopik hem de tübüler veya konvansiyonel transkortikal mikrocerrahi girişimler, başlangıçta kortikal insizyonlara odaklansalar da operasyonun daha sonraki aşamasında cerrahi yaklaşım boyunca karşılaşılan korteks ve ak maddede oluşacak hasarın dikkate alınmadığı söylenebilir.

Mikroşirurjikal transkortikal transkallozal cerrahilerde daha geniş bir açı ile foramen Monro görülebilir, fakat cerrahi sırasında kortikal dokunun kaçınılmaz olarak eksizyonu veya ekartasyona maruz kalması bu yöntemin önemli dezavantajıdır (160). Ayrıca bu girişim kontrlateral foramene zayıf bir görüş açısı sağlaması ve postoperatif nöbet riskinin yüksek olması (%5-10) gibi olumsuz tarafa da sahiptir (160). Anterior interhemisferik girişimlerde ise kortikal bir insizyona ihtiyaç yoktur. Ekartasyon için ekartör kullanmadan, korpus kallozum kesisi planlanan alanların anterior ve posterior kısmına farklı büyüklükteki pamuklar yerleştirilerek yeterli görüş alanı sağlanabilmektedir. Korpus kallozum üzerinde bipolar forceps yardımı ile oluşturulacak 10-20 mm'lik bir alan, gerektiğinde septum pellucidumda açılarak her iki lateral ventrikül ve her iki foramen Monro iyi bir şekilde açığa çıkarılabilmektedir (160).

Anterior interhemisferik girişimlerde transkortikal girişimlere göre daha sık olarak superior sagittal sinüse açılan venlerin hasarına bağlı venöz enfarktlar ve superior sagittal sinüs trombozu görülebilmektedir. Bu sebepten ötürü parasagittal venöz sistem mümkün olduğunca korunmalıdır. Diseksiyona derinleştiğinde perikallozal arter, kallozomarjinal arter veya dalları yaralanabilir. Yine korpus kallozum üzerinde bilateral yerleşim gösteren singulat korteks yapışıklığı durumunda diseksiyon bu girusda hasarlanmaya neden olabilir. Özellikle damar hasarlarına bağlı kognitif bozulma ve nöromotor defistler izlenebilir (161). Korpus kallozuma ulaşıldıktan sonra ise bu bölge üzerinde 2.5 cm ile sınırlandırılmış bir kesi lezyon için yeterli bir açıklık sağlayacaktır ve bu kadar ile sınırlandırılmış kesi sonrası kopukluk sendromu görülmediği bildirilmiştir. Bu boyuttan daha büyük kesilerde ise interhemisferik bilgi aktarımında bozukluklar olabilmektedir (161, 162).

Anterior interhemisferik girişimlerden sonra görülen hafıza kayıplarının forniks manipülasyonundan daha çok bilateral forniks hasarlanmaları sonucunda geliştiği düşünülmektedir (161, 163).

Foramen Monro'ya yapılan endoskopik ve mikroskopik girişimlerin karşılaştırılmalarında total eksizyon oranının mikroskobik girişimlerde daha yüksek

başarılı olduğu bildirilmektedir (%96,8) (45). Buna karşılık, enfeksiyon, nöbet ve venöz enfarktüs gibi komplikasyonlar endoskopik girişimlerde daha düşük orandadır (45, 164).

Sheikh ve arkadaşlarının yaptığı 1278 serilik bir meta analiz çalışmasında endoskopik grup ve mikroskobik grup karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada mikroskopik grup içerisinde hem transkortikal hem de interhemisferik girişimler birlikte ele alınmıştır. Mortalite ve şant bağımlılığı açısından iki grup arasında istatistiksel bir fark olmadığı saptanmıştır. Bu çalışmaya göre morbidite oranı endoskopik grupta %10.5 iken mikrocerrahi grupta %16.3 bulunmuştur. Çalışma endoskopik grubu morbidite oranının düşük olduğunu (%10.5) belirlenmiştir. Aynı çalışmada mikrocerrahi girişimler arasında yapılan kıyaslamada; interhemisferik transkallozal yaklaşımdaki morbidite oranı %14.4, transkortikal yaklaşımda %24.5 olarak hesaplanmıştır. Ancak interhemisferik transkortikal yaklaşım ile endoskopik yaklaşıma ait morbidite, komplikasyon oranlarını karşılaştırılmamıştır (45).

Tahnitli kadavraların kullanımı bilimsel araştırmalarda yol göstericidir. Tahnit işlemi, doku ve vücut parçalarının korunmasını için yapılan muhafaza işlemidir. Tahnitli kadavralar, tıp eğitimi alan kişiler için iyi bir eğitim aracı olmaktadır. Bu kadavralar, doku ve vasküler yapıların daha belirgin gösterilmesi amacıyla kullanılabilmektedir (105).

Fiksasyon için sıklıkla formaldehit kullanılmaktadır. Formaldehit bilinen en eski fiksatiftir (109). Bu sayede dokuların renk ve yapı gibi morfolojik görünümü korunmaktadır. Fakat koruyucu ekipmanlara rağmen fiksasyon için kullanılan formaldehitin, mumyalanmış kadavralardan çıkan kimyasal gazlara bağlı kanserojen etkisi bulunmaktadır (165, 166). Bu amaçla formaldehitin kanserojen etkisini azaltmak ve daha güvenli çalışma alanları oluşturmak amacıyla toksik olmayan, hafif ve ucuz solüsyon olan alkol, formaldehit bazlı fiksasyon yöntemlerine eklenmiştir (167). Wineski ve ark. (168), düşük hacimli ve konsantrasyonlarda formaldehit kullanımı daha güvenli olarak tanımlamıştır.

Yaptığımız çalışmada altı adet tahnitli kadavra kullanılmıştır. İngilizce literatürdeki bilgiler doğrultusunda tahnitli kadavralar, ak madde diseksiyonları ve serebral vasküler yapıları daha belirgin görebilmemiz için seçilmiştir. Kadavraların dördü erkek olup yaşları 65/69/71/73/74/81 idi. Serebral fiksasyon için kullanılan formaldehitin kanserojen etkisinden dolayı çalışmamızdaki kadavralar diseksiyon öncesinde %10 formalin solüsyonunda bir ay bekletilip -16°C'de iki hafta dondurulduktan sonra %70'lik alkol solüsyonunda saklanılmıştır.

On altıncı yüzyıldan itibaren anatomi eğitimi ve anatomiyle ilgili bilimsel çalışmaların önemi artarak gelişmeye devam etmiştir. Türkiye'de günümüze kadar kadavra, antropometrik, deneysel, klinik ve radyolojik çalışmalar sıklıkla

kullanılmıştır (169). Toy ve Şahin'in yaptığı çalışmaya göre Türkiye'de 2010 yılından önce kadaverik çalışmalar (%31.67) en sık tercih edilen yöntemken, radyolojik çalışmalar (%24.44) ikinci sıklıkla tercih edilmiştir. Bu durum 2010 yılından sonra değişmiştir. Radyolojik çalışmalar (%30.06), kadaverik çalışmaların (%15.61) önüne geçmiştir. Bu değişikliğin nedeni olarak kadavra temininin zorluğu, ülke koşulları içerisinde bilimsel çalışmalara bağışlanacak bedenlerin olmaması ve radyolojik açıdan gelişen teknolojiler gösterilmektedir (170).

Radyolojik görüntülemeler klinik olarak anatominin en iyi yansımasıdır. Bununla birlikte radyolojik görüntülemeler sayesinde maliyet ve zaman açısından önemli avantajlar elde edilmektedir. Yüksek güvenirliği ve düşük hata payları bulunmaktadır. Nitel ölçümler açısından birçok klasik yöntemin yerine sıklıkla kullanılmaktadır. BT ve MRG de bu görüntülemelerden biridir (171).

Yaptığımız çalışmada farklı girişim noktalarının çevre doku ve yapılara komşulukları kadaverik incelemelerle, sağlıklı bireylerdeki nitel ölçümler BT ve MRG ile yapılmıştır. Bu yöntemlerle çalışmamıza dahil ettiğimiz hastaların nitel ölçümlerini etkileyebilecek ek patolojilerin tespitinin sağlanması ve bu hastaların çalışma dışında bırakılması amaçlanılmıştır.

Serebral ak madde diseksiyonlarında birçok fiksasyon yöntemi tanımlanmıştır (105). Klingler tekniği yaygın olarak kullanılan fiksasyon yöntemidir (172). Özetlemek gerekirse Klinger tekniğinde toplam üç aşama bulunmaktadır. İlk aşamada beynin fiksasyonu sağlanır. Bu nedenle %5'lik formalin içerisinde en az 2-3 ay süre boyunca bekletilmektedir. İkinci aşamada fiksate edilen numunenin dondurulması vardır. Bu aşama -10 ile +15^{o}C arasında 8-10 gün boyunca sürdürülür. Üçüncü aşamada dondurulan numunenin çözülmesi ve diseksiyonun yapılmasıdır (173).

Literatürde bulunan diğer serebral fiksasyon yöntemleri Klingler tekniğini temel olarak almış olsa da, Klingler tekniğinin bir modifikasyonudur. Esas tekniğin içerisinde bulunan aşamaların bir veya ikisinin değiştirilmesi ile yapılmaktadır. Burks ve ark. (174), inferior parietal lob ile serebral ak madde lifleri arasındaki ilişkiyi araştırırken modifiye Klingler tekniğinden faydalanmıştır. Bu çalışmada tekniğin birinci aşamada %5 formalin yerine %10 formalin tercih edilmiştir. İkinci aşamasında ise dondurma işlemi için sadece 2 gün beklenilmiştir. de Castro ve ark. (175), serebral hemisferlerin iç yapısını incelemiştir. Klasik Klingler tekniğinden farklı olarak fiksatif solüsyon %10 formalin olarak kullanılmıştır. Bununla birlikte dondurma işlemi iki veya üç kez tekrarlanmıştır. Modifiye Klingler tekniği ile diseksiyonun kolaylaştığı düşünülmüştür. Latini ve ark. (126) ise klasik Klingler tekniğinde kullanılan immersiyon yönteminden önce perfüzyon yönteminin kullanılmasının serebral fiksasyon için daha etkili olabileceğini savunmuştur. Bu amaçla sağ veya sol ACC'den perfüzatör yardımıyla %12'lik fomalin solüsyonu 15-20 dakika boyunca intraarteryel verilmiştir. Bundan sonra ise klasik Klingler tekniğinde olduğu gibi daldırma yöntemi

(%10'luk formalin ile), dondurma yöntemini ve çözdürme yöntemlerini uygulamıştır.

İngilizce literatürde belirtildiği gibi bizim çalışmamızda da klasik Klingler tekniğinin farklı bir modifikasyonu uygulanmıştır. Klasik tekniğin üç aşaması da uygulanmıştır. Fakat kullanılan solüsyonların konsantrasyonları ve içerikleri farklı tercih edilmiştir. Daldırma tekniğin %5'lik formalin yerine %10'luk formalin kullanılmıştır. Klasik teknikte belirtilen 2-3 aylık daldırma fiksasyonu bir aya düşürülmüştür. Klasik tekniğe benzer şekilde su ile yıkanmış beyin spesmenleri -16°C'de iki hafta süre boyunca dondurulmuştur. Ayrıca formalinin kanserojen etkisinden dolayı beyin spesmenleri çözüldükten sonra son aşamada %70'lik alkol solüsyonlarında saklanılmıştır.

6. SONUÇ

Foramen Monro ve ventrikül içi lezyonların cerrahisi her zaman beyin cerrahları için zor ve karmaşık bir süreçtir. Foramen Monro ve lezyonları için ön görülen cerrahi yaklaşımlar kabaca frontal bölgedeki transkortikal, transkallozal ve interhemisferik transkallozal yaklaşımlar olup, kendi içerisinde birçok teknik farklılıklar barındırmaktadır. Frontal bölgenin kortikal yapısı ve subkortikal ak madde bağlantıları ise "sessiz" bir yapı olmasından daha ziyade karmaşık bir yapı olduğu son yıllarda yapılan nöroanatomik ak madde çalışmaları ve diffüzyon tensör radyolojik çalışmalar ile gösterilmiştir. Ayrıca yapılan birçok çalışmada tartışma boyunca bahsedilen tekniklerin klinik sonuçları açısından birbirlerine olan avantajları ve dezavantajlarından bahsedilmektedir. Biz ise nöroanatomik bir çalışma yaparak navigasyon eşliğinde bu girişim alanlarının karşılaştığı nöroanatomik yapıların vasküler, kortikal ve ak madde anatomisi hakkında beyin cerrahlarına bir bakış açısı geliştirmeyi amaçladık.

Nöroanatomik açıdan bakıldığında interhemisferik transkallozal girişimlerin diğer girişimlere kıyasla daha önemli bir vasküler ağa komşu olduğu ve korunması gerektiği görülmüştür. Kortikal yapılar ele alındığında ise interhemisferik transkallozal girişimlerde sadece korpus kallozum ve bu bölgeye ait ak madde liflerinin etkilendiği görülmektedir. Transkortikal girişimlerde ise ister endoskopik girişim olsun ister tübüler veya konvansiyonel mikroskobik girişimler olsun superior frontal girus veya orta frontal girustan başlayarak, U lifler, superior longitudinal fasikül 2, arkuat fasikül uç dalları, korona radiata, singulat girus ve lateral ventrikül duvarını saran korpus kallozumu saran kommisural lifler az ya da çok hasarlanabilir. Ventrikül içine girdikten sonra foramen Monro ve etrafındaki tüm anatomik yapılar ortak girişim noktası olması nedeniyle her cerrahi girişim tipinde cerrahi manipülasyonlara göre değişen derecelerde hasarlanabilir. Mikronöroşirurjinin hedefi olan nöronal doku üzerindeki en minimal hasarlama prensibi göz önüne alındığında bu çalışmayla interhemisferik transkallozal girişimin kortikal ve subkortikal dokularda en az yaralanmaya neden olan açılım metotu olduğu görülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Ahmed SI, Javed G, Laghari AA, et al. Third ventricular tumors: A comprehensive literature review. Cureus. 2018;10(10):3417.

2. Beaumont TL, Limbrick DD, Jr., Rich KM, et al. Natural history of colloid cysts of the third ventricle. J Neurosurg. 2016;125(6):1420-30.

3. Bavil MS, Vahedi P. Familial colloid cyst of the third ventricle in non-twin sisters: case report, review of the literature, controversies, and screening strategies. Clin Neurol Neurosurg. 2007;109(7):597-601.

4. Yadav YR, Yadav N, Parihar V, et al. Management of colloid cyst of third ventricle. Turk Neurosurg. 2015;25(3):362-71.

5. Le Bihan D. Looking into the functional architecture of the brain with diffusion MRI. Nat Rev Neurosci. 2003;4(6):469-80.

6. Wilkins R, Rengachary S. Neurosurgery-masses of the third ventricle. Newyork: McGraw-Hill Book Company; 1985. 935-940p

7. Shuangshoti S, Netsky M. Neuroepithelial (colloid) cysts of the nervous system: Further observations on pathogenesis, location, incidence, and histochemistry. Neurol. 1966;16(9):887-.

8. Joshi SM, Gnanalingham KK, Mohaghegh P, et al. A case of familial third ventricular colloid cyst. Emerg Med J. 2005;22(12):909-10.

9. Ibrahim AW, Farag H, Naguib M, Ibrahim E. Neuroepithelial (colloid) cyst of the third ventricle in identical twins. Case report. J Neurosurg. 1986;65(3):401-3.

10. Partington MW, Bookalil AJ. Familial colloid cysts of the third ventricle. Clinical genetics. 2004;66(5):473-5.

11. Lannon M, Mackenzie J, Reddy K. Genetics of colloid cyst in monozygotic twins: Case report and review of Literature. World Neurosurg. 2020;144:88-91.

12. Farooq MU, Bhatt A, Chang HT. Hemorrhagic colloid cyst in a 9-year-old girl. Pediatr Neurol. 2008;38(6):443-4.

13. Pollock BE, Schreiner SA, Huston J, 3rd. A theory on the natural history of colloid cysts of the third ventricle. Neurosurg. 2000;46(5):1077-81; discussion 81-3.

14. Hernesniemi J, Leivo S. Management outcome in third ventricular colloid cysts in a defined population: a series of 40 patients treated mainly by transcallosal microsurgery. Surg Neurol. 1996;45(1):2-14.

15. Armao D, Castillo M, Chen H, Kwock L. Colloid cyst of the third ventricle: imaging-pathologic correlation. Am J Neuroradiol. 2000;21(8):1470-7.

16. Jeffree RL, Besser M. Colloid cyst of the third ventricle: a clinical review of 39 cases. J Clin Neurosci. 2001;8(4):328-31.

17. Büttner A, Winkler PA, Eisenmenger W, Weis S. Colloid cysts of the third ventricle with fatal

outcome: a report of two cases and review of the literature. Int J Legal Med. 1997;110(5):260-6.

18. Byard RW. Variable presentations of lethal colloid cysts. J Forensic Sci. 2016;61(6):1538-40.

19. Kondziolka D, Bilbao JM. An immunohistochemical study of neuroepithelial (colloid) cysts. J Neurosurg. 1989;71(1):91-7.

20. Bertalanffy H, Kretzschmar H, Gilsbach JM, et al. Large colloid cyst in lateral ventricle simulating brain tumour. Case report. Acta Neurochir. 1990;104(3-4):151-5.

21. Jan M, Ba Zeze V, Velut S. Colloid cyst of the fourth ventricle: diagnostic problems and pathogenic considerations. Neurosurg. 1989;24(6):939-42.

22. Inci S, Al-Rousan N, Söylemezoglu F, Gurçay Ö. Intrapontomesencephalic colloid cyst: an unusual location: Case report. J Neurosurg. 2001;94(1):118-21.

23. Jaskólski DJ, Wróbel-Wiśniewska G, Papierz W, et al. Colloid-like cyst located in the prepontine region. Surg Neurol. 2003;60(3):260-3.

24. Killer HE, Flammer J, Wicki B, Laeng RH. Acute asymmetric upper nasal quandrantanopsia caused by a chiasmal colloid cyst in a patient with multiple sclerosis and bilateral retrobulbar neuritis. Am J Ophthalmol. 2001;132(2):286-8.

25. Umezu H, Aiba T, Unakami M. Enterogenous cyst of the cerebellopontine angle cistern: case report. Neurosurg. 1991;28(3):462-5; discussion 5-6.

26. Hingwala DR, Sanghvi DA, Shenoy AS, et al. Colloid cyst of the velum interpositum: a common lesion at an uncommon site. Surgical Neurology. 2009;72(2):182-4.

27. Müller A, Büttner A, Weis S. Rare occurrence of intracerebellar colloid cyst. Case report. J Neurosurg. 1999;91(1):128-31.

28. Coxe WS, Luse SA. Colloid cyst of third ventricle. An electron microscopic study. J Neuropathol Exp Neurol. 1964;23:431-45.

29. Kappers JA. The development of the paraphysis cerebri in man with comments on its relationship to the intercolumnar tubercle and its significance for the origin of cystic tumors in the third ventricle. J Comp Neurol. 1955;102(2):425-509.

30. Ho KL, Garcia JH. Colloid cysts of the third ventricle: ultrastructural features are compatible with endodermal derivation. Acta Neuropathol. 1992;83(6):605-12.

31. Mackenzie IR, Gilbert JJ. Cysts of the neuraxis of endodermal origin. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1991;54(7):572-5.

32. Russel DS, Rubinstein LJ. Russell and Rubinstein's pathology of tumors of the nervous system. 8th ed ed. London: Hodder Arnold; 2006. 591-598p

33. Velicu MA, Rossmann K, Vahedi A, et al. On natural history and management of colloid cysts: Time to rethink? World Neurosurg. 2023;170:188-99.

34. Algin O, Ozmen E, Arslan H. Radiologic manifestations of colloid cysts: A pictorial essay. Can

Assoc Radiol J. 2013;64(1):56-60.

35. Carfagno VF, Rouintan J, Ahmed I. Ectopic Recurrence of a Craniopharyngioma. Cureus. 2023;15(3):e35988.

36. Safaee M, Oh MC, Bloch O, Sun MZ, Kaur G, Auguste KI, et al. Choroid plexus papillomas: advances in molecular biology and understanding of tumorigenesis. Neurooncol. 2013;15(3):255-67.

37. Lake MG, Krook LS, Cruz SV. Pituitary adenomas: An overview. Am Fam Physician. 2013;88(5):319-27.

38. Koeller KK, Sandberg GD. From the archives of the AFIP. Cerebral intraventricular neoplasms: radiologic-pathologic correlation. Radiographics. 2002;22(6):1473-505.

39. Zeineddine HA, Westmark K, Khanpara S, et al. Risk analysis and management of third ventricular colloid cysts. World Neurosurg. 2021;146:e1071-e8.

40. Annamalai G, Lindsay KW, Bhattacharya JJ. Spontaneous resolution of a colloid cyst of the third ventricle. Br J Radiol. 2008;81(961):20-2.

41. Hamlat A, Pasqualini E, Askar B. Hypothesis about the physiopathology of acute deterioration and sudden death caused by colloid cysts of the third ventricle. Med Hypotheses. 2004;63(6):1014-7.

42. Lara-Reyna JJ, Uribe-Cardenas R, Perera I, et al. Endoscopic removal of recurrent colloid cysts. J Neurosurg. 2019;132(5):1636-41.

43. Heller RS, Heilman CB. Colloid cysts: Evolution of surgical approach preference and management of recurrent cysts. Oper Neurosurg. 2020;18(1):19-25.

44. Isaacs AM, Bezchlibnyk YB, Dronyk J, et al. Long-term outcomes of endoscopic third ventricle colloid cyst resection: Case series with a proposed grading system. Oper Neurosurg. 2020;19(2):134-42.

45. Sheikh AB, Mendelson ZS, Liu JK. Endoscopic versus microsurgical resection of colloid cysts: a systematic review and meta-analysis of 1,278 patients. World Neurosurg. 2014;82(6):1187-97.

46. Sampath R, Vannemreddy P, Nanda A. Microsurgical excision of colloid cyst with favorable cognitive outcomes and short operative time and hospital stay: operative techniques and analyses of outcomes with review of previous studies. Neurosurg. 2010;66(2):368-74.

47. Yadav YR, Parihar V, Pande S, Namdev H. Endoscopic management of colloid cysts. J Neurol Surg. 2014;75(5):376-80.

48. Ibáñez-Botella G, Segura M, De Miguel L, Ros B, Arráez M. Purely neuroendoscopic resection of intraventricular tumors with an endoscopic ultrasonic aspirator. Neurosurg Rev. 2019;42(4):973-82.

49. Nair S, Gopalakrishnan CV, Menon G, Easwer HV, Abraham M. Interhemispheric transcallosal transforaminal approach and its variants to colloid cyst of third ventricle: Technical issues based on a single institutional experience of 297 cases. Asian J Neurosurg. 2016;11(3):292-7.

50. Hernesniemi J, Romani R, Dashti R, et al. Microsurgical treatment of third ventricular colloid cysts by interhemispheric far lateral transcallosal approach-experience of 134 patients. Surg Neurol.

2008;69(5):447-53.

51. Connolly ID, Johnson E, Lamsam L, et al. Microsurgical vs. endoscopic excision of colloid cysts: An analysis of complications and costs using a longitudinal administrative database. Front Neurol. 2017;8:259.

52. Samadian M, Ebrahimzadeh K, Maloumeh EN, et al. Colloid cyst of the third ventricle: long-term results of endoscopic management in a series of 112 cases. World Neurosurg. 2018;111:e440-e8.

53. Morgan JP, McGraw SC, Asfora WT. Treatment of colloid cyst of the third ventricle by stereotactic aspiration followed by radiosurgery: Report of four cases. Surg Neurol Int. 2018;9:3.

54. Stratchko L, Filatova I, Agarwal A, Kanekar S. The ventricular system of the brain: anatomy and normal variations. Semin Ultrasound CT MR. 2016;37(2):72-83.

55. Timurkaynak E, Rhoton AL, Jr., Barry M. Microsurgical anatomy and operative approaches to the lateral ventricles. Neurosurg. 1986;19(5):685-723.

56. Yamamoto I, Rhoton AL, Jr., Peace DA. Microsurgery of the third ventricle: Part I. Microsurgical anatomy. Neurosurg. 1981;8(3):334-56.

57. Fernandes-Silva J, Silva SM, Alves H, Andrade JP, Arantes M. Neurosurgical anatomy of the floor of the third ventricle and related vascular structures. Surg Radiol Anat. 2021;43(12):1915-25.

58. Shenoy SS, Lui F. Neuroanatomy, Ventricular System. StatPearls. Treasure Island (FL) relationships. 2023.

59. Yılmaz N. Kan-beyin bariyerinin fizyopatolojisi. Van Tıp Derg. 2006;13(1):25-7.

60. Ballabh P, Braun A, Nedergaard M. The blood-brain barrier: an overview: structure, regulation, and clinical implications. Neurobiol Dis. 2004;16(1):1-13.

61. Solár P, Zamani A, Kubíčková L, Dubový P, Joukal M. Choroid plexus and the blood-cerebrospinal fluid barrier in disease. Fluids Barriers CNS. 2020;17(1):35.

62. Damkier HH, Brown PD, Praetorius J. Cerebrospinal fluid secretion by the choroid plexus. Physiol Rev. 2013;93(4):1847-92.

63. Tolun R. History of neuroradiology/Nororadyoloji tarihcesi. Arch Neuropsychiatr. 2010;47(3):180-3.

64. Yousem D, Grossman R. Neuroradiology: The requısıtes. 3th ed. Philadelphia: Mosby Elsevıer; 2010. 1-22p

65. Wang Y, Metoki A, Alm KH, Olson IR. White matter pathways and social cognition. Neurosci Biobehav Rev. 2018;90:350-70.

66. Catani M, Howard RJ, Pajevic S, Jones DK. Virtual in vivo interactive dissection of white matter fasciculi in the human brain. Neuroimage. 2002;17(1):77-94.

67. Rhoton AL, Jr. The cerebrum anatomy. Neurosurg. 2007;61:37-118.

68. De Schotten MT, Dell'Acqua F, Forkel SJ, et al. A lateralized brain network for visuospatial attention. Nat Neurosci. 2011;14(10):1245-6.

69. Lebel C, Gee M, Camicioli R, et al. Diffusion tensor imaging of white matter tract evolution over the lifespan. Neuroimage. 2012;60(1):340-52.

70. Hoeft F, Barnea-Goraly N, Haas BW, et al. More is not always better: increased fractional anisotropy of superior longitudinal fasciculus associated with poor visuospatial abilities in Williams syndrome. J Neurosci. 2007;27(44):11960-5.

71. Komaitis S, Skandalakis GP, Kalyvas AV, et al. Dorsal component of the superior longitudinal fasciculus revisited: novel insights from a focused fiber dissection study. J Neurosurg. 2019;132(4):1265-78.

72. Koch G, Cercignani M, Pecchioli C, et al. In vivo definition of parieto-motor connections involved in planning of grasping movements. Neuroimage. 2010;51(1):300-12.

73. Latini F, Trevisi G, Fahlström M, et al. New insights into the anatomy, connectivity and clinical implications of the middle longitudinal fasciculus. Front Neuroanat. 2020;14:610324.

74. Maldonado IL, de Champfleur NM, Velut S, et al. Evidence of a middle longitudinal fasciculus in the human brain from fiber dissection. J Anat. 2013;223(1):38-45.

75. Wang Y, Fernández-Miranda JC, Verstynen T, et al. Rethinking the role of the middle longitudinal fascicle in language and auditory pathways. Cereb Cortex. 2013;23(10):2347-56.

76. Bryant KL, Li L, Eichert N, Mars RB. A comprehensive atlas of white matter tracts in the chimpanzee. PLoS Biol. 2020;18(12):e3000971.

77. Saur D, Kreher BW, Schnell S, et al. Ventral and dorsal pathways for language. Proc Natl Acad Sci USA. 2008;105(46):18035-40.

78. Kalyvas A, Koutsarnakis C, Komaitis S, et al. Mapping the human middle longitudinal fasciculus through a focused anatomo-imaging study: shifting the paradigm of its segmentation and connectivity pattern. Brain Struct Funct. 2020;225(1):85-119.

79. Makris N, Zhu A, Papadimitriou GM, et al. Mapping temporo-parietal and temporo-occipital cortico-cortical connections of the human middle longitudinal fascicle in subject-specific, probabilistic, and stereotaxic Talairach spaces. Brain Imaging Behav. 2017;11(5):1258-77.

80. Panesar SS, Yeh FC, Jacquesson T, et al. A quantitative tractography study into the connectivity, segmentation and laterality of the human inferior longitudinal fasciculus. Front Neuroanat. 2018;12:47.

81. Urbanski M, Thiebaut de Schotten M, Rodrigo S, et al. Brain networks of spatial awareness: evidence from diffusion tensor imaging tractography. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2008;79(5):598-601.

82. Fernández-Miranda JC, Rhoton AL, Alvarez-Linera J, et al. Three-dimensional microsurgical and tractographic anatomy of the white matter of the human brain. Neurosurgery. 2008;62:989-1026.

83. Bao Y, Wang Y, Wang W, Wang Y. The superior fronto-occipital fasciculus in the human brain revealed by diffusion spectrum imaging tractography: An anatomical reality or a methodological

artifact? Front Neuroanat. 2017;11:119.

84. Wu Y, Sun D, Wang Y, Wang Y. Subcomponents and connectivity of the inferior fronto-occipital fasciculus revealed by diffusion spectrum imaging fiber tracking. Front Neuroanat. 2016;10:88.

85. Catani M, Thiebaut de Schotten M. A diffusion tensor imaging tractography atlas for virtual in vivo dissections. Cortex. 2008;44(8):1105-32.

86. Von Der Heide RJ, Skipper LM, Klobusicky E, Olson IR. Dissecting the uncinate fasciculus: disorders, controversies and a hypothesis. J Neurol. 2013;136:1692-707.

87. Levine B, Black SE, Cabeza R, Sinden M, McIntosh AR, Toth JP, et al. Episodic memory and the self in a case of isolated retrograde amnesia. J Neurol. 1998;121:1951-73.

88. Bubb EJ, Metzler-Baddeley C, Aggleton JP. The cingulum bundle: Anatomy, function, and dysfunction. Neurosci Biobehav Rev. 2018;92:104-27.

89. Aboitiz F, Montiel J. One hundred million years of interhemispheric communication: The history of the corpus callosum. Braz J Med Biol Res. 2003;36(4):409-20.

90. Raybaud C. The corpus callosum, the other great forebrain commissures, and the septum pellucidum: anatomy, development, and malformation. Neuroradiol. 2010;52(6):447-77.

91. Di Virgilio G, Clarke S, Pizzolato G, Schaffner T. Cortical regions contributing to the anterior commissure in man. Exp Brain Res. 1999;124(1):1-7.

92. Baudo MC, Colombo EE, Pérez MA, et al. Three-dimensional anatomy of the anterior commissure: A tractography and anatomical study. World Neurosurg. 2022;159:365-74.

93. Corballis MC. Visual integration in the split brain. Neuropsychol. 1995;33(8):937-59.

94. Ozdemir NG. The anatomy of the posterior commissure. Turk Neurosurg. 2015;25(6):837-43.

95. Benear SL, Ngo CT, Olson IR. Dissecting the fornix in basic memory processes and neuropsychiatric disease: A review. Brain Connect. 2020;10(7):331-54.

96. Yeo SS, Seo JP, Kwon YH, Jang SH. Precommissural fornix in the human brain: a diffusion tensor tractography study. Yonsei Med J. 2013;54(2):315-20.

97. Jang SH, Lee HD. Diffusion tensor tractography studies on mechanisms of recovery of injured fornix. Neural Regen Res. 2017;12(10):1742-4.

98. Cowan FM, de Vries LS. The internal capsule in neonatal imaging. Semin Fetal Neonatal Med. 2005;10(5):461-74.

99. Schmahmann JD, Pandya DN. Cerebral white matter--historical evolution of facts and notions concerning the organization of the fiber pathways of the brain. J Hist Neurosci. 2007;16(3):237-67.

100. Malpighi M. De viscerum structura exercitatio anatomica: Apud Petrum Le Grand; 1977.

101. Clarke E, O'Malley CD. The human brain and spinal cord: A historical study illustrated by writings from antiquity to the twentieth century: Norman Publishing; 1996. 260-269p

102. Gall FJ. Anatomie et physiologie du système nerveux en général, et du cerveau en particulier: Librairie Grecque-Latine-Allemande; 1818.

103. Beevor CE. III. On the course of the fibres of the cingulum and the posterior parts of the corpus callosum and fornix in the marmoset monkey. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1891(182):135-99.

104. Basser PJ, Pajevic S, Pierpaoli C, Duda J, Aldroubi A. In vivo fiber tractography using DT-MRI data. Magn Reson Med. 2000;44(4):625-32.

105. Nardi L, Schmeisser MJ, Schumann S. Fixation and staining methods for macroscopical investigation of the brain. Front Neuroanat. 2023;17:1200196.

106. McFadden WC, Walsh H, Richter F, Soudant C, Bryce CH, Hof PR, et al. Perfusion fixation in brain banking: a systematic review. Acta Neuropathol Commun. 2019;7(1):146.

107. Dawe RJ, Bennett DA, Schneider JA, Vasireddi SK, Arfanakis K. Postmortem MRI of human brain hemispheres: T2 relaxation times during formaldehyde fixation. Magn Reson Med. 2009;61(4):810-8.

108. McKenzie AT, Woodoff-Leith E, Dangoor D, Cervera A, Ressler HW, Whitney K, et al. Ex situ perfusion fixation for brain banking: a technical report. Free Neuropathol. 2022;3:22.

109. Thiel W. The preservation of the whole corpse with natural color. Ann Anat. 1992;174(3):185-95.

110. Sainton P, Kattwinkel W. Ueber die Conservierung des Centralnervensystems durch Formol in situ. Arch Clin Med. 1987;60:548-53.

111. Lagerlöf H, Torgersruud T. Zur Kenntnis der Gewichts-und Volumenveränderungen bei Formalinfixation von Gehirngewebe und der Einwirkung von NaCl-Zusatz darauf. Psychol Neurol. 1934;46:178-88.

112. Agrawal A, Kapfhammer JP, Kress A, et al. Josef Klingler's models of white matter tracts: influences on neuroanatomy, neurosurgery, and neuroimaging. Neurosurg. 2011;69(2):238-52; discussion 52-4.

113. Hasenjäger T, Spatz H. über örtliche veränderungen der konfiguration des gehirns beim hirndruck: zisternenverquellung und verschiebung über die medianebene. naeh einem vortrag gehalten auf der 22. Tagung der Society of British Neurological Surgeons in Berlin am 31.6. 1937. Arch Psychiatr Nervenkrank. 1938;107(1):193-222.

114. Ostertag B. Die Sektion des Gehirns und Rückenmarks und ihrer Hüllen: Springer-Verlag; 2013.

115. Bradbury SA, Hoshino K. An improved embalming procedure for long-lasting preservation of the cadaver for anatomical study. Acta Anat. 1978;101(2):97-103.

116. Brown P, Wolff A, Gajdusek DC. A simple and effective method for inactivating virus infectivity in formalin-fixed tissue samples from patients with Creutzfeldt-Jakob disease. Neurol. 1990;40(6):887-90.

117. Bass T, Bergevin MA, Werner AL, et al. In situ fixation of the neonatal brain and spinal cord. Pediatr Pathol. 1993;13(5):699-705.

118. Cimmino A, Parisi G, Mastropasqua MG, Ricco R. A new technique for foetal brain fixation and extraction. Pathol. 2002;94(6):320-4.

119. Barrett C, Brett F, Grehan D, McDermott MB. Heat-accelerated fixation and rapid dissection of the pediatric brain at autopsy: a pragmatic approach to the difficulties of organ retention. Pediatr Dev Pathol. 2004;7(6):595-600.

120. Sharma M, Grieve JH. Rapid fixation of brains: a viable alternative? J Clin Pathol. 2006;59(4):393-5.

121. Anderson SD. Practical light embalming technique for use in the surgical fresh tissue dissection laboratory. Clin Anat. 2006;19(1):8-11.

122. Messmer C, Kellogg RT, Zhang Y, et al. A technique to perfuse cadavers that extends the useful life of fresh tissues: the Duke experience. Anat Sci Educ. 2010;3(4):191-4.

123. Anichkov N, Danilova I, Vasiliev O, et al. Use of a polyguanidine solution for fixing biological and anatomical specimens. Neurosci Behav Physiol. 2011;41:18-21.

124. Al-Hayani A. Shellac: a non-toxic preservative for human embalming techniques. J Anim Vet Adv. 2011;10(12):1561-7.

125. Hammer N, Löffler S, Feja C, Sandrock M, Schmidt W, Bechmann I, et al. Ethanol-glycerin fixation with thymol conservation: a potential alternative to formaldehyde and phenol embalming. Anat Sci Educ. 2012;5(4):225-33.

126. Latini F, Hjortberg M, Aldskogius H, Ryttlefors M. The use of a cerebral perfusion and immersion-fixation process for subsequent white matter dissection. J Neurosci Methods. 2015;253:161-9.

127. Miyake S, Suenaga J, Miyazaki R, et al. Thiel's embalming method with additional intra-cerebral ventricular formalin injection (TEIF) for cadaver training of head and brain surgery. Anat Sci Int. 2020;95(4):564-70.

128. Crosado B, Löffler S, Ondruschka B, et al. phenoxyethanol-based embalming for anatomy teaching: an 18 years' experience with crosado embalming at the university of Otago in New Zealand. Anat Sci Educ. 2020;13(6):778-93.

129. Insausti R, Insausti AM, Muñoz López M, et al. Ex vivo, in situ perfusion protocol for human brain fixation compatible with microscopy, MRI techniques, and anatomical studies. Front Neuroanat. 2023;17:1149674.

130. Yakar F, Eroglu U, Peker E, et al. Structure of corona radiata and tapetum fibers in ventricular surgery. J Clin Neurosci. 2018;57:143-8.

131. Catani M, Dell'acqua F, Bizzi A, et al. Beyond cortical localization in clinico-anatomical correlation. Cortex. 2012;48(10):1262-87.

132. Seery GE. Surgical anatomy of the scalp. Dermatol Surg. 2002;28(7):581-7.

133. Shimizu Y, Imanishi N, Nakajima T, et al. Venous architecture of the glabellar to the forehead region. Clin Anat. 2013;26(2):183-95.

134. Anne G. O, Kathleen B. D. Imaging in neurology. 1 ed ed: Elsivier; 2016. 288-91 p.

135. Yasargil MG. Microneurosurgery, Volume IV B: Microneurosurgery of CNS Tumors: Thieme; 2021. 161-164p

136. Karatas D, Martínez Santos JL, Uygur S, et al. A new classification of parasagittal bridging veins based on their configurations and drainage routes pertinent to interhemispheric approaches: a surgical anatomical study. J Neurosurg. 2023:1-11.

137. Güngör A, Baydin S, Middlebrooks EH, et al. The white matter tracts of the cerebrum in ventricular surgery and hydrocephalus. J Neurosurg. 2017;126(3):945-71.

138. Wu OC, Manjila S, Malakooti N, Cohen AR. The remarkable medical lineage of the Monro family: contributions of Alexander primus, secundus, and tertius. J Neurosurg. 2012;116(6):1337-46.

139. Glastonbury CM, Osborn AG, Salzman KL. Masses and malformations of the third ventricle: normal anatomic relationships and differential diagnoses. Radiographics. 2011;31(7):1889-905.

140. Hellwig D, Bauer BL, Schulte M, et al. Neuroendoscopic treatment for colloid cysts of the third ventricle: the experience of a decade. Neurosurg. 2008;62(6 Suppl 3):1101-9.

141. Boogaarts HD, Decq P, Grotenhuis JA, et al. Long-term results of the neuroendoscopic management of colloid cysts of the third ventricle: a series of 90 cases. Neurosurg. 2011;68(1):179-87.

142. Anetsberger S, Gonzalez-Lopez P, Elsawaf Y, et al. Interhemispheric approach. Acta Biomed. 2022;92(S4):e2021351.

143. Sabanci PA, Aras Y, Ali A, et al. Transcortical removal of third ventricular colloid cysts: comparison of conventional, guided microsurgical and endoscopic approaches and review of the literature. Turk Neurosurg. 2017;27(4):546-57.

144. Baker CM, Burks JD, Briggs RG, et al. A connectomic atlas of the human cerebrum-Chapter 2: The lateral frontal lobe. Oper Neurosurg. 2018;15(suppl-1):s10-s74.

145. Petrides M, Pandya DN. Projections to the frontal cortex from the posterior parietal region in the rhesus monkey. J Comp Neurol. 1984;228(1):105-16.

146. Briggs RG, Khan AB, Chakraborty AR, et al. Anatomy and white matter connections of the superior frontal gyrus. Clin Anat. 2020;33(6):823-32.

147. Briggs RG, Lin YH, Dadario NB, et al. Anatomy and white matter connections of the middle frontal gyrus. World Neurosurg. 2021;150:e520-e9.

148. Broca P. Anatomie comparée des circonvolutions cérébrales. Le grand lobe limbique et la scissure limbique dans la série des mammifères. J Rev Anthropol. 1978;1:385-498.

149. Rolls ET. The orbitofrontal cortex and emotion in health and disease, including depression. Neuropsychol. 2019;128:14-43.

150. Luders E, Thompson PM, Toga AW. The development of the corpus callosum in the healthy human brain. J Neurosci. 2010;30(33):10985-90.

151. Hinkley LB, Marco EJ, Findlay AM, et al. The role of corpus callosum development in functional connectivity and cognitive processing. Plos One. 2012;7(8):e39804.

152. Elshamy W, Burkard J, Gerges M, et al. Surgical approaches for resection of third ventricle colloid cysts: meta-analysis. Neurosurg Rev. 2021;44(6):3029-38.

153. El-Bendary Y, Apra C, Aldea S, et al. Preservation of frontal white matter tracts in ventricular surgery: favoring an anterior interhemispheric transcallosal approach vs a transcortical transfrontal transventricular approach. Neurosurg Rev. 2022;45(5):3349-59.

154. Powell MP, Torrens MJ, Thomson JL, Horgan JG. Isodense colloid cysts of the third ventricle: a diagnostic and therapeutic problem resolved by ventriculoscopy. Neurosurg. 1983;13(3):234-7.

155. Birski M, Birska J, Paczkowski D, et al. Combination of neuroendoscopic and stereotactic procedures for total resection of colloid cysts with favorable neurological and cognitive outcomes. World Neurosurg. 2016;85:205-14.

156. Azab WA, Najibullah M, Yosef W. Endoscopic colloid cyst excision: surgical techniques and nuances. Acta Neurochir. 2017;159(6):1053-8.

157. Unal TC, Sencer A, Dolas I, et al. Full-endoscopic removal of third ventricular colloid cysts: technique, results, and limitations. Front Surg. 2023;10:1174144.

158. Dorsch AB, Leonardo J. Use of the swiveling technique for endoscopic removal of a colloid cyst of the third ventricle: A technical note. J Neurol Surg. 2017;78(1):78-81.

159. Cohen-Gadol AA. Minitubular transcortical microsurgical approach for gross total resection of third ventricular colloid cysts: technique and assessment. World Neurosurg. 2013;79(1):207.e7-10.

160. Türe U, Yaşargil MG, Al-Mefty O. The transcallosal-transforaminal approach to the third ventricle with regard to the venous variations in this region. J Neurosurg. 1997;87(5):706-15.

161. Symss NP, Ramamurthi R, Kapu R, et al. Complication avoidance in transcallosal transforaminal approach to colloid cysts of the anterior third ventriclen: An analysis of 80 cases. Asian J Neurosurg. 2014;9(2):51-7.

162. Desai KI, Nadkarni TD, Muzumdar DP, Goel AH. Surgical management of colloid cyst of the third ventricle--a study of 105 cases. Surg Neurol. 2002;57(5):295-302; discussion -4.

163. Hodges JR, Carpenter K. Anterograde amnesia with fornix damage following removal of IIIrd ventricle colloid cyst. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1991;54(7):633-8.

164. Sethi A, Cavalcante D, Ormond DR. Endoscopic versus microscopic transcallosal excision of colloid cysts: a systematic review in the era of complete endoscopic excision. World Neurosurg. 2019;132:e53-e8.

165. Guo S, Schwab A, McLeod G, et al. Echogenic regional anaesthesia needles: a comparison study in Thiel cadavers. Ultrasound Med Biol. 2012;38(4):702-7.

166. Hubbell DS, Dwornik JJ, Alway SE, et al. Teaching gross anatomy using living tissue. Clin Anat. 2002;15(2):157-9.

167. Frølich KW, Andersen LM, Knutsen A, Flood PR. Phenoxyethanol as a nontoxic substitute for formaldehyde in long-term preservation of human anatomical specimens for dissection and demonstration purposes. Anat Rec. 1984;208(2):271-8.

168. Wineski LE, English AW. Phenoxyethanol as a nontoxic preservative in the dissection laboratory. Acta Anat. 1989;136(2):155-8.

169. Mehmet D, Karabaş SA, Subaşı FB, Yoldaş A. Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tez Konularının Değerlendirilmesi. KSU Tıp Fak Der. 2023;18(3):22-8.

170. Toy S, Sahin NE. An analysis on the evaluation of subjects of doctoral theses completed in anatomy department in Turkey. J Med. 2022;11(1):204-7.

171. Fazal-Ur-Rehman K, Yunus SM. Students, perception of computer assisted teaching and learning of anatomy-in a scenario where cadavers are lacking. Biomed Res. 2012;23:215-8.

172. 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.

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

174. Burks JD, Boettcher LB, Conner AK, et al. White matter connections of the inferior parietal lobule: A study of surgical anatomy. Brain Behav. 2017;7(4):e00640.

175. de Castro I, Christoph Dde H, dos Santos DP, Landeiro JA. Internal structure of the cerebral hemispheres: an introduction of fiber dissection technique. Arq Neuropsiquiatr. 2005;63(2a):252-8.