

TC
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI

**SEREBRAL VASKÜLER VARYASYONLARIN 64
KESİTLİ ÇKBT ANJİYOĞRAFI İLE
GÖRÜNTÜLENMESİ**

UZMANLIK TEZİ
Dr.Cihad HAMİDİ

TEZ YÖNETİCİSİ
Doç.Dr.Yaşar BÜKTE

DİYARBAKIR-2010

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER.....	2
2.1.SEREBRAL ARTER ANATOMİSİ	2
2.2 SEREBRAL VASKÜLER VARYASYONLAR.....	12
2.3.ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ	16
3.GEREÇ VE YÖNTEM	21
4.BULGULAR.....	22
5.RESİMLERLE OLGU ÖRNEKLERİ	28
6.TARTIŞMA	43
7. SONUÇ.....	49
KAYNAKLAR.....	50

TEŞEKKÜR

Uzmanlık tezimin hazırlanmasında ve değerlendirilmesinde yardımcı olan sayın danışman hocam Doç. Dr. Yaşar BÜKTE'ye radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Aşur UYAR'a, eğitimime katkısı olan sayın Prof. Dr. Aslan Bilici'ye, birlikte çalıştığım radyoloji anabilim dalındaki hocalarıma, asistan arkadaşlarıma, radyoloji personeline ve aileme teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Cihad HAMİDİ

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

Tablo 1. Fenestrasyonların dağılımı

Tablo 2. Willis poligonundaki varyasyonların dağılımı

Tablo 3. Diğer varyasyonların dağılımı

Şekil 1. Beynin iki çift ana damarı ve Willis poligonu

Şekil 2. Serebral vasküler sulama alanları

Şekil 3. İCA ve vertebral arter

Şekil 4. Persistan fetal karotid-vertebrobaziler anastomozlar

KISALTMALAR

BT: Bilgisayarlı tomografi

ÇKBT: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi

DAS: Data acquisition system

EBT: Elektron beam tomografi

MİP: Maksimum intensite projeksiyon

VR: Volume rendering

ÖZET

Amaç: Herhangi bir sebeple, ileri teknoloji ürünü olan 64 dedektörlü bilgisayarlı tomografi cihazıyla beyin BT anjiyo incelemesi yapılan hastalarda serebral vasküler varyasyonları incelemek, bu varyasyonların sıklık oranlarını saptamaktır.

Gereç ve Yöntem: Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Ünitesinde Nisan 2008 – Mart 2010 tarihleri arasında çekilen 500 hasta (253 kadın, 247 erkek) çalışmaya dahil edilmiştir. Beyin BT anjiyo protokolü ile çekilen hastalar, iş istasyonu üzerinden multiplanar, MİP ve VR görüntüler yardımıyla değerlendirilmiştir.

Bulgular: Serebral vasküler varyasyonlar açısından 500 hasta incelendi. Bu hastaların 253' ü (% 50.6) kadın, 247' si (% 49.4) erkekti. 500 hastanın 73' ünde (% 14.6) herhangi bir varyasyona rastlanmadı. 500 hastada toplam 773 varyasyon saptandı. Varyasyonlar Willis poligonundaki varyasyonlar, fenestrasyonlar ve diğer varyasyonlar şeklinde sınıflandırıldı. Willis poligonunda sık varyasyon görülmekte olup, en sık rastlanan varyasyon PCOA hipoplazisi olarak izlendi.

Sonuç: Serebral vasküler varyasyonlar sıkça karşılaştığımız, herhangi bir hastalık nedeniyle çekilen beyin BT anjiyografi incelemeleri sırasında tesadüfen saptadığımız olgulardır. Bu anomalilerin bilgisayarlı tomografi görünümünün bilinmesi doğru tanımlanmasını sağlar. Doğru tanımlama ayırıcı tanı açısından önemlidir, ayrıca cerrahi sırasında varyasyonların bilinmesi majör komplikasyonların önlenmesi için de gereklidir.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to investigate cerebral vascular variations in patients observed with BT angio for any reason using computed tomography with 64 detectors which is a high tech product.

Material and Methodology: 500 patients (253 women, 247 men) had CT scan in the period of April 2008- March 2010 at Dicle University Medicine Faculty Hospital Radiology Unit were surveyed in this study. Patients had CT scan with brain BT angio protocol were evaluated using multiplanar, MIP and VR images in work station.

Findings: 500 patients were surveyed in terms of cerebral vascular variations. 253 of them were women (50,6%) and 247 of them were men (49,4%). Any variation could not detected among 73 (14,6%) of 500 patients. 773 variations were totally detected among 500 patients. Variations were categorized as Willis polygon, fenestration and other variations. Frequent variations were detected at Willis polygon and PCOA hypoplasia was detected as prevalent variation.

Result: Cerebral vascular variations are phenomenon frequently met and detected during cerebral BT angiography screening scanned for any illness. Analyze of computed tomography images of these anomalies lets correct definition of these anomalies. Correct definition is important in the sense of differential diagnosis, and detection of variations during surgery is necessary for preventing major complications

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Serebral vasküler yapılar ÇKBT'nin devreye girmesi ile birlikte noninvaziv bir şekilde daha kolay görüntülenmektedir. Bu nedenle vasküler yapıların birbirleri ile ilişkisi ve varyasyonlarını da rahatlıkla saptayabilmekteyiz. Normal anatomik yapı ve varyasyonlarının ÇKBT ile görüntülenmesi herhangi bir nedenden dolayı cerrahi girişim yapılacak hastanın cerrahi planlanmasına katkı sağlar. ÇKBT noninvaziv olarak VR, MİP ve multiplanar inceleme olanağı sağlaması ile vasküler varyasyonların gösterilmesinde diğer radyolojik yöntemlerden daha ön plana çıkmıştır.

Bu çalışmamızda amacımız, herhangi bir sebeple, ileri teknoloji ürünü olan 64 kesitli ÇKBT anjiyografi ile serebral vasküler varyasyonları incelemek ve sıklık oranlarını saptamaktır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.SEREBRAL ARTER ANATOMİSİ

Beyin, iki çift atardamar ile beslenir. Bunlardan bir çift a.carotis interna, ÖN DOLAŞIM veya İNTERNAL KAROTİD SİSTEM, bir çift a.vertrebalis → a.basilaris, ARKA DOLAŞIM veya VERTEBROBAZİLER SİSTEM başlıkları altında incelenir. Bu iki sistem, beyin tabanında birbirleri ile anastomoz yaparak Willis poligonunu oluştururlar. Normalde bu poligon yolu ile sistemler arası kan alış-verişi çok az olmasına karşın, sistemi oluşturan damarların birindeki tıkanma veya daralma ile bu alış-veriş artar (1).

İnternal Karotid Sistem

İnternal karotid sistem, a.carotis interna (İCA) tarafından oluşturulur. Bu sistem, supratentoryal düzey oluşumlarının beslenmesini sağladığından birçok nöroanatomist tarafından ön dolaşım olarak da adlandırılır. Ön dolaşımın kesilmesine bağlı belirtiler, serebral korteks fonksiyonlarındaki bozukluklar ile karakterizedir.

A.carotis interna, boyunda C 4 hizasında bifurcatio carotica'da a.carotis communis'ten ayrılır. Bifurcatio carotica, aterosklerotik daralma gösteren bir yer olup buradaki daralma kademeli bir şekilde serebral iskemi hatta inmeye neden olabilir. Kafa tabanına yönelen İCA, canalis caroticus'tan geçerek fossa cranii media'ya girer. Burada bir süre, sinus cavernosus'ta seyrettikten sonra proc.clinoides anterior'un iç tarafından sinüsün tavanını oluşturan dura mater'i delerek sinüsten çıkar. Seyri boyunca 4 bölümü ayırt edilir (2).

1.Servikal segment:

Servikal segment ne genişleme ne daralma gösteren , normalde (persistan primitif damarlar dışında) hiçbir dal vermeyen bir segmenttir. Bifurkasyon seviyesinde İCA a.carotis externa (ECA)'nın posterolateralindedir. Servikal segmentin yukarı doğru çıkışı sırasında İCA ECA'nın medialine geçer. %10 vakada bifurkasyonda İCA ECA'nın medialinden çıkar. Bazen bu segmentte persistan embriyolojik damarlar İCA ile vertebrobasiler sistem arasında anastomoz yapabilir.

2.Petröz segment:

Bu segment İCA'nın petröz kemikteki karotid kanala girmesiyle başlar. Kanal içinde İCA önce anteromediale doğru bir dirseklenme yapar, bundan sonra horizontal bir seyir gösterir ve bunu takiben tekrar yukarı doğru dirseklenme ile kranial yönde ilerleyerek kavernöz sinüse ulaşır. Petröz kemik içinde İCA'dan küçük fakat önemli bir dalı olan karotikotimpanik arter çıkar. Bu dal orta ve iç kulağı besler.

3.Kavernöz segment:

Kavernöz segment İCA'nın petröz apekte karotid kanaldan çıkışından itibaren başlar ve anterior klinoid proçese bitişik lokalizasyonda duranın meningeal yaprağını geçerek subaraknoid boşluğa geçişi ile sona erer. Kavernöz İCA'nın birçok küçük ama önemli dalı vardır.

Meningohipofizer arter(posterior turunkus):

Kavernöz segmentin posteriorundan çıkar. Bu arter her insanda bulunmakla beraber eğer genişleme yoksa sadece çok iyi kalitede dijital substraksiyon anjiogramlarda gösterilebilir. Bu damar posterior hipofiz, tentoryum, kavernöz sinüsler, klival durayı besler. Bu damarın genişlemesi dural vasküler malformasyonlar ya da klivusu tutan tümörlerde görülür.

İnferolateral turunkus:

Kavernöz segmentten inferolateral lokalizasyonda çıkar. Kavernöz sinüsü, ayrıca 3, 4, 6. sinirler ve Gasser ganglionu (5.sinir) besler. İnferolateral turunkus internal maksiler arter dalları ile anastomoz yaparak ECA ve ICA arasında kollateral sirkülasyon oluşturur.

4.Supraklinoid segment:

İCA, anterior klinoid proçesinin hemen yanında, durayı geçerek subaraknoid aralığa geçer. Lateral sulkusun başlangıcına ulaştınca anterior serebral arter (ACA) ve orta serebral arter (MCA) olarak adlandırılan uç dallarına ayrılır. İCA'nın kavernöz ve supraklinoid bölümleri beraber **karotid sifon** olarak bilinir. Supraklinoid bölümden ayrılan dallar şunlardır:

Superior hipofizer turunkus:

Hipofiz bezinin ön lobu ve infundibulum bölümünü kanlandırır. Supraklinoid bölümün ilk dalıdır. Hipofizial – portal sisteme katılır.

Oftalmik arter:

İCA'dan anterosüperior yönde ve anterior klinoidlerin medialinde ayrılır. Öne doğru ilerleyerek optik kanal içinden geçer. Başlangıçta optik sinirin altında seyreder, daha sonra superiomediale yönelerek sinirin üstüne geçer ve göz küresini besler.Genellikle supraklinoid İCA'dan çıkar ve subaraknoid aralık orjinlidir, ancak varyasyon olarak intrakavernöz İCA'dan da çıkabilir.

Posterior kominikan arter (PCoA):

İCA'nın posteriorundan çıkar. Okülomotor sinirin üzerinden geçerek posterior serebral artere katılır. Bu anatomik yakınlığın klinik önemi vardır. PCoA anevrizması olan hastalar anevrizmanın büyüklüğü ile ilişkili olarak

bu sinire bası yaparak sadece bası bulgusu ile karşımıza çıkabilir. Talamus seviyesinde bu arter anterior talamoperforan arter dalını verir.

Anterior koroidal arter (AChA):

PCoA çıkışının hemen üstünde , bazen de hemen altından orjin alır. Başlangıcında suprasellar sistern içinde ve optik kiazmanın altında seyreder, temporal lobun unkus bölümünü posteromedialden dolaşarak ilerler. Daha sonra temporal hornun koroidal fissürüne girer. Öncelikle lateral ventrikülün temporal horn ve atrium bölümündeki koroid plek - susları besler.

Anterior Serebral Arter:

ICA'nın daha küçük olan uç dalı olup,optik sinirin üzerinden öne ve içe doğru yönelir. ACA'nın 3 segmenti vardır.

A1 (Horizontal) Segment:

ACA'nın İCA'dan çıkan orjininden ACoA ile birleşim yerine kadar olan parçasıdır. Bu segmentten lentikülostriat arter çıkar. Bu arter kaudat nukleusun baş bölümünü ve internal kapsülün anterior bölümünün beslenmesini sağlar.

A2 Segmenti :

ACA'nın ACoA ile birleşim yerinden perikallosal ve kallosomarginal arterlere ayrıldığı yere kadar olan parçasıdır. A2 segmenti lamina terminalis sisternası içinde yukarı doğru ilerleyerek korpus kallosumun (CC) genu bölümünün önünde bu bölümle uyumlu kavis yapar. A2 segmentinden iki kortikal damar çıkar. Birincisi orbitofrontal, ikincisi ise frontopolar arterlerdir. İnterhemisferik fissürde yukarı doğru ilerleyen A2 segmenti CC'nın genu bölümü hizasında bifurkasyon yaparak daha öne ve yukarıya giden kallosomarginal artere ve CC'nın dış kenarını takip ederek arkaya doğru uzanan perikallosal artere ayrılır. Perikallosal arterin en son bölümü CC'nın splenium bölümünde bu yapının hemen altından öne doğru uzanan splenial arter olarak devam eder.

Heubner' in rekürren arteri lentikülostriat bir daldır.Bu arter % 50 oranında A2 segmentinden, % 44 oranında A1 segmentinden ve daha az oranda da ACoA' dan çıkar.

A3 (Kortikal Dallar) Segmenti:

Kortikal ACA dalları klasik olarak medial hemisferik yüzeyin ön 2/3' ünü ve konveksitede üstte kalan küçük bir alanı beslerler. Ancak bu sulama alanı varyatif olarak daha fazla ya da daha az bir sınır çizebilir.Tek taraflı ACA oklüzyonlarında, karşı taraf alt ekstermitelerinde sensori-motor defisitler, üriner inkontinans ve kontrolateral frontal lob belirtileri ortaya çıkabilir.

Anterior Kominikan Arter (ACA):

İki ACA'yı optik kiazmanın önünde birleştiren arterdir. ACoA' nın perforan dalları küçük ama önemlidir. Bunlar lamina terminalis ve hipotalamusun bir bölümünü, anterior komissürü, forniksi ve septum pellucidum besler. Bu orta hat yapılarına olan kanamalar öncelikle ACoA anevrizmasını akla getirmelidir.

Orta Serebral Arter:

ICA' nın en büyük dalı olup ICA' nın devamı şeklinde uzanır. Frontal, paryetal ve oksipital lobların dış yüzlerinin komşu bölümlerini besler. Seyri boyunca 3 bölümü ayırt edilir.

M1 (Horizontal Segment):

MCA' nın ICA orjininden başlayarak horizontal seyirle laterale doğru giderek silviyan fissürde bifurkasyon ya da trifurkasyon yaptığı yere kadardır. M1 segmentinin derin perforan dalı olan lateral lentikulostrat arter, yukarı doğru giderek lentiform nukleus, internal kapsül ve kaudat nukleusun bir bölümünü beslemektedir.

M2 (İnsular) Segmentler:

Silviyan fissürün medial bölümünde M1 segmenti bifurkasyon ya da trifurkasyon yaparak M2 segmentleri ve anterior temporal artere ayrılır. Bu damarlar laterale doğru giderek silviyan fissür çıkışına kadar devam eder.

M3 (Opercular) Segmentler: Silviyan fissür çıkışından itibaren M3 segmentler oluşur. Bunlar yukarı doğru serebral hemisferik yüzü sararlar.

MCA gövde, üst ekstremité ve yüzün motor-duyu alanlarını, Broca ve Wernicke merkezlerini, Brodmann'ın 8.alanı, kaudat nukleus, putamen, globus pallidus ve internal kapsülü besler. Dominant hemisferdeki tıkanması global afazi yanında karşı taraf yüzde ve üst ekstremitéde sensorimotor defisitler oluşturur.

Vertebrobasiler Sistem

Vertebrobasiler sistem (posterior sirkülasyon) bir çift vertebral arter (VA) ve baziler arter (BA) tarafından oluşturulur. Vertebrobasiler sistem, beyin sapı, beyincik, talamus ve oksipital- temporal lobların bazı bölümlerini besler. Posterior sirkülasyonun bozulmasına bağlı belirtiler beyin sapı ve serebellar disfonksiyonlar (koma, vertigo, kusma, kraniyal sinir parazileri, ataksi, hemiparazi, hemisensoryal bozukluklar, görme bozuklukları) ile karakterizedir.

Vertebral Arterler

Vertebral arterler aynı taraftaki subklavyen arterden çıktıktan sonra kraniyale doğru ilerleyerek C6 seviyesinde transvers foramenler içine girerler. Yine kraniyale doğru ilerleyerek C2 seviyesinde laterale doğru seyirle C1 vertebral forameninden geçerler. Bu seviyede posteriora doğru dönerler ve daha sonra superiomediyal foramen magnumdan geçerler. Posterior fossada, genellikle medulla düzeyinde iki vertebral arter

birleşerek baziler arteri oluşturur. Seyri boyunca vertebral arterin 4 bölümü ayırt edilir.

Prevertebral segment (V1):

Çıkışından itibaren C6' nın transvers foramenine girinceye kadar olan bölümüdür.

Transvers segment (V2):

C6-C1 transvers foramenlerinin içinde seyreden bölümüdür.

V3:

Vertebral arterin atlasın transvers forameninden çıkıp, posterior atlanto-oksipital membranı delerek cavum cranii'ye ulaşmaya kadar olan ve suboksipital trigonumda yer alan bölümüdür.

İntrakraniyal segment (V4):

Vertebral arterin cavum cranii içindeki bölümüdür. Vertebral arterin önemli dalları V4 segmentinden çıkar.

Ekstrakraniyal Dalları:

Birçok küçük segmental spinal, meningeal ve musküler dal verir. Bunlardan en önemlisi **posterior meningeal arterdir**. Vertebral arterin atlasın posterior arkı seviyesinde foramen magnuma girerken verdiği daldır. Bu arter falks serebelliyi besler ve bazen vasküler malformasyonlar ya da tümörler sonucu çok fazla genişleyebilirler. ECA dalları ya da posterior inferior serebellar arter (PICA)'dan da çıkabilir.

İntrakraniyal Dalları:

Anterior spinal arter: Her iki vertebral arterden çıkarak birleşirler ve önde servikal kordun anteromediyal sulkusu boyunca kaudale doğru ilerlerler.

Posterior spinal arter: Vertebral arterin, medulla oblongatanın yan tarafında verdiği bir daldır. Medulla spinalis boyunca uzanır.

Posterior inferior serebellar arter (PICA): Genellikle distal vertebral arterden tek bir kök halinde çıkarlar. PICA dalları 4. ventrikülün koroid pleksusu, posterolateral medulla, serebellar tonsil, inferior vermis, serebellar hemisferin inferolateral bölümünü besler.

Baziler Arter

İki vertebral arterin pontomeduller bileşkede birleşmesi ile oluşan önemli bir arterdir. BA, ponsun ön alt yüzündeki baziler sulkusta öne doğru ilerler. Şu dalları verir:

Anterior inferior serebellar arter (AİCA): BA' nın ilk majör dalıdır. Serebellopontin sistern içerisinde posterolateral seyirle internal akustik kanal lokalizasyonuna doğru ilerler. 6, 7, 8. kraniyal sinirleri, inferolateral ponsu, orta serebellar pedinkülü, flokulusu ve serebellar hemisferlerin anterolateral yüzünü besler.

Superior serebellar arter (SCA): BA apeksine yakın olarak çıkar, pons ve mezensefalonun çevresinden posterolaterale doğru kıvrılır. BA' in infratentoryal son yan dalıdır. Vermisin superior yüzü, serebellar hemisferleri, derin serebellar ak madde ve dentat nukleusu besler.

Perforan dallar: Ventral ponsu, rostral beyin sapını besler.

Posterior serebral arter (PCA): Baziler arterin interpedinküler sisternada ayrılan terminal dalıdır. Mezensefalonun çevresinde arkaya, dışa ve yukarı doğru yönelip İCA' nın dalı olan posterior kominikan arter ile birleşir. PCA embriyolojik olarak İCA'dan doğar. Zamanla baziler segment, baziler ve posterior serebral arterler arasında genişleyerek bağlantı oluşturur. Bu arter hem fonksiyonel hem de anatomik olarak karotid ve vertebral sirkülasyon sistemleri arasında bir sınır oluşturur. Kanlanma %67.5'i baziler arterden, %24.5'i İCA'dan, %8'i her ikisinden sağlanır (3).

PCA 3 segmente ayrılır.

P1 (Pedinküler / prekominikan) segment: Baziler bifurkasyondan PCoA ile birleşim yerine kadar olan bölümdür. Posterior talamoperforan arter baziler bifurkasyon ve P1 segmentinden çıkar. Talamus ve mezensefalonu besler. Mediyal koroidal ve posterior koroidal arterler de P1 segmentinden çıkan dallardır.

P2 (Ambient) segment: PCoA birleşiminden başlayarak ambient sistern içinde mezensefalonun çevresinden arkaya doğru giden segmenttir. Medial geniculate body, pulvinar, superior colliculus ve crus cerebriyi besler.

P3 (Kuadregeminal) segment: Kuadregeminal sistern içinde seyreder ve şu dalları verir:

- İnferior temporal arterler
- Paryetooksipital arterler
- Kalkarin arter
- Posterior perikalozal arter

PCA, beyin sapının yanısıra kortikal dalları ile temporal lobun arka bölümü, oksipital lobu besler. Kortikal dallarının oklüzyonunda kontralateral homonim hemianopsi ortaya çıkar. Dominant hemisfer tutulmuşsa buna ilaveten okuma ve yazma sorunları da görülür.

Willis Poligonu

Bu yapı optik sinirler ve optik traktlara komşu birbirleriyle bağlantılı arterlerden oluşan bir poligondur. Willis poligonunu oluşturan damarlar şunlardır:

- 1) Her iki İCA
- 2) Her iki ACA' nın A1 segmentleri
- 3) ACoA
- 4) Her iki PCoA
- 5) Her iki PCA' nın P1 segmentleri
- 6) Baziler arter bifurkasyonu

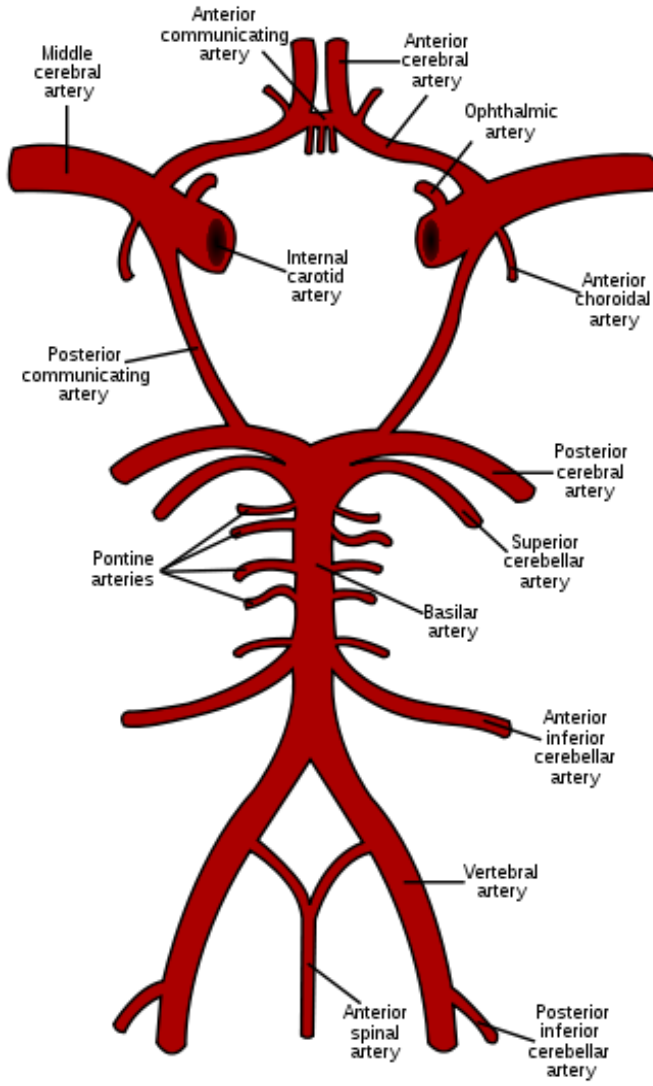
Bazen İCA' lar ACA' lar ACoA ve dalları **anterior sirkülasyon**, PCA' lar, PCoA' lar ve baziler bifurkasyon **posterior sirkülasyon** olarak adlandırılır. Normal bireylerde tek enjeksiyon ile Willis poligonunun tamamını nadiren gösterebilir. Postkontrast spiral BT ile maksimum dansite projeksiyon kullanarak Willis poligonu ve ana dallarının anjiyografik görüntüleri elde edilebilir. Bu poligon yolu ile sistemlerarası kan alışverişi çok az olmasına karşın, sistemi oluşturan damarların birindeki tıkanma veya daralma ile bu alışveriş artar. Willis poligonuna katılan arterlerden biri veya daha fazlası çeşitli derecelerde atrofik olabilir.

Willis poligonundan çıkan birçok küçük damar optik kiazma ve traktlarını, infundibulumu, hipotalamusu ve kafa tabanındaki diğer önemli yapıları besler. Bunlar:

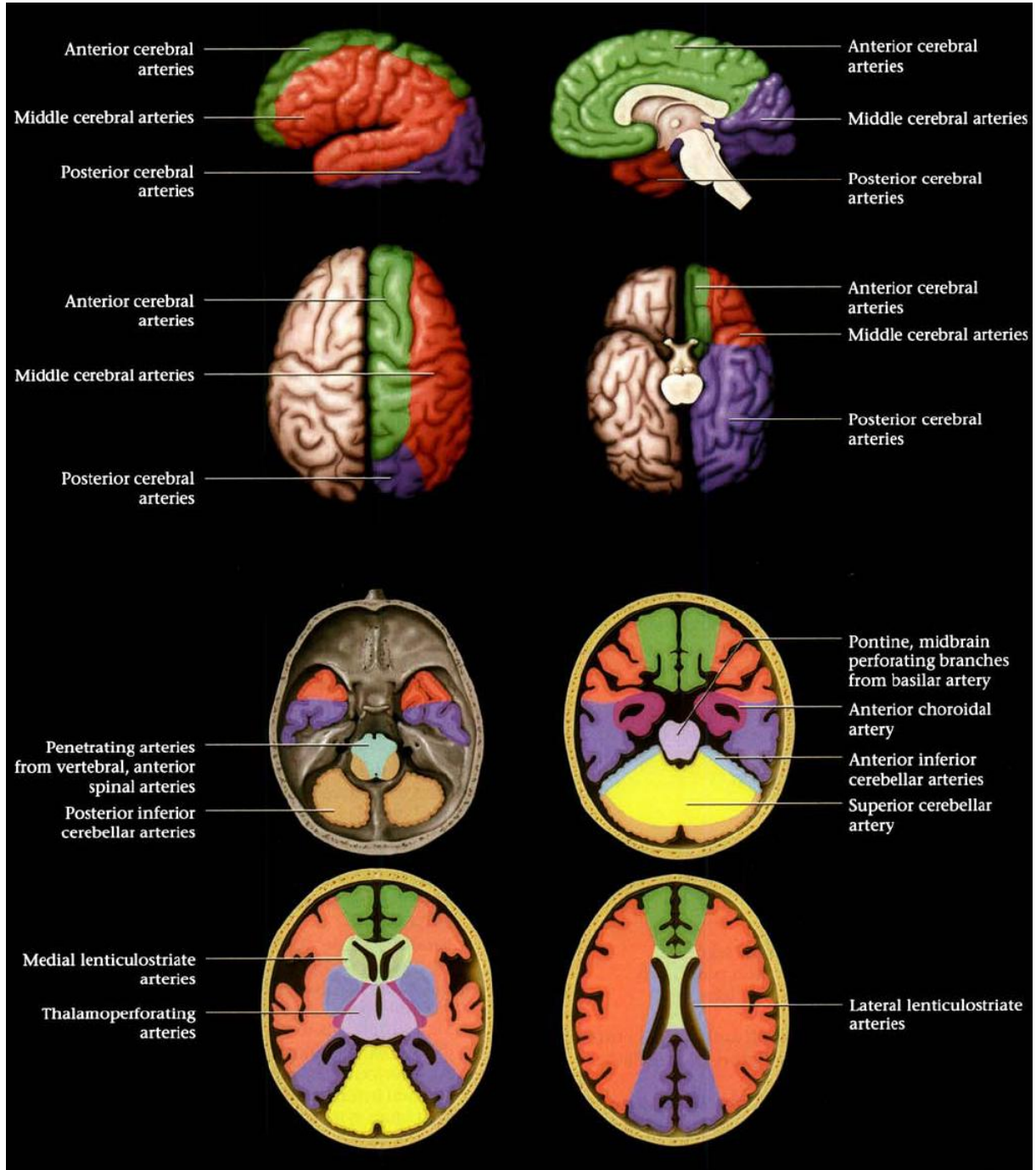
Mediyal lentikülostriat arter (ACA' nın A1 segmentinden çıkar).

Talamoperforan arterler (PCoA, baziler tip ve proksimal PCA' lardan çıkar).

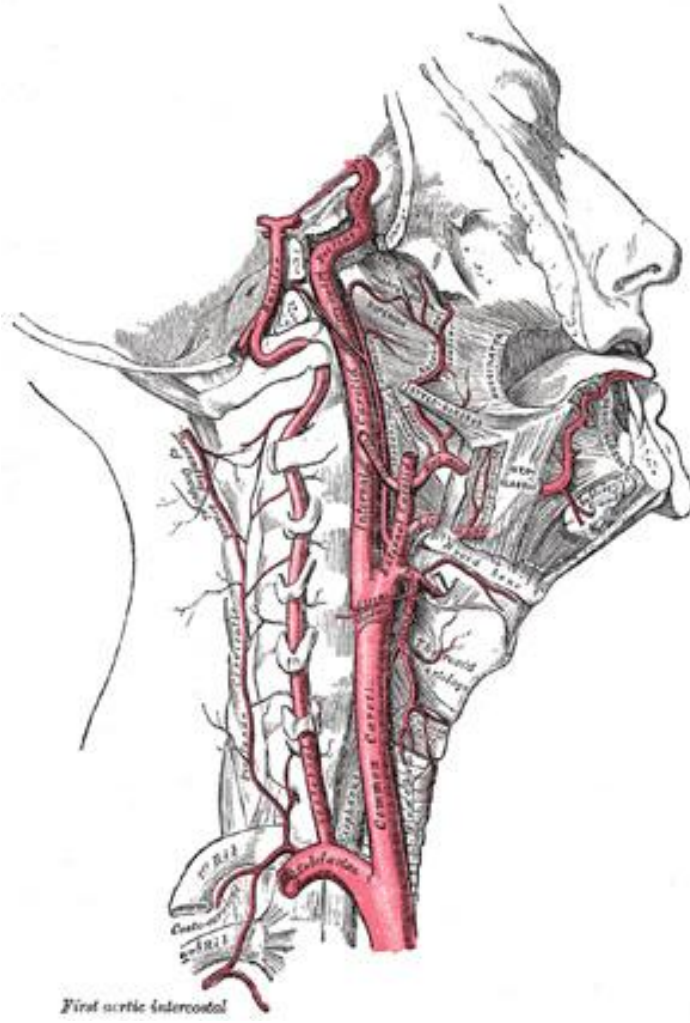
Perforan dallar (ACoA' dan çıkar) .



Şekil 1. Beynin iki çift ana damarı ve Willis poligonu



Şekil 2. Serebral vasküler sulama alanları



Şekil 3. İCA ve vertebral arter

2.2 SEREBRAL VASKÜLER VARYASYONLAR

Serebral vasküler varyasyonları fenestrasyonlar, Willis poligonundaki damarların varyasyonları, persistan fetal karotid-vertebrobaziler anastomozlar , İCA ve vertebral artere ait varyasyonlar şeklinde sınıflandırabiliriz (4).

Fenestrasyon, bir damar normal orjin ve pozisyonda izlenirken seyrinin bir bölümünde çift lümen göstermesidir (5).

WILLS POLİGONUNDAKİ VARYASYONLAR

Anterior serebral arter: ACA'ya ait varyasyonlar şu şekilde sınıflandırılabilir:

A1 segmentinin hipoplazisi ve aplazisi

Azigos ACA: Orta hatta tek bir A2 segmentinin oluşması ve her iki ACA'nın beslenmesini sağlayan dallar vermesidir.

Bihemisferik ACA: Her iki ACA da vardır. Ancak bir taraf dominanttır ve karşı hemisfere de dallar göndererek orayı da besler. Diğer ACA ise hipoplaziktir ve bazen sadece orbitofrontal ve frontopolar dallarını vererek sonlanır.

Aksesuar ACA: Embriyonik hayattaki median korpus kallozum arterinin regrese olmamasına bağlı olarak izlenir. Üç A2 bulunur.

Buptista; ACoA distalindeki ACA varyasyonlarını tip 1 azigos ACA, tip 2 bihemisferik ACA, tip 3 median kallozal arter veya aksesuar ACA olmak üzere 3 tipte değerlendirmiştir. Azigos ACA, korpus kallozumun embriyonik median arterinin persistan kalması sonucu oluşmaktadır. Bu durumda orta hatta tek bir A2 segmenti oluşmakta ve her iki ACA'nın beslenmesini sağlayan dallar vermektedir (6,7).

Orta serebral arter: Başlıca duplikasyon, aksesuar arter ve erken dallanma şeklinde sınıflandırılabilir.

MCA duplikasyonu, geniş bir MCA dalının ICA'dan bifurkasyon öncesinde orijin alarak M1 segmentinin inferiorunda ve ona paralel olarak seyir göstermesidir.

Aksesuar MCA, MCA dalı anterior serebral arterden direkt olarak orjin aldığı anda kullanılır.

MCA 'nın erken dallanması, MCA' nın insula düzeyi öncesinde, İCA orjininden itibaren 0.5 cm içerisinde çatallaşmasıdır.

MCA' nın embriyolojik orijini ACA' dır. MCA varyasyonlarının embriyolojik

gelişimi konusunda uzlaşma bulunmamaktadır. Handa ve arkadaşları varyant arterlerin rekürren Heubner arterinin (RHA) hipertrofiye olmuş şekline benzediğini öne sürmüşlerdir (8). Teal ve arkadaşları RHA' nın aksesuar MCA ile birlikte bulunmasından, perforan arterlerin her zaman aksesuar MCA 'dan çıkmamasından ve dahası aksesuar MCA' nın RHA' nın trasesinden dolayı bu fikre karşı çıkmışlardır (9). Öte yandan aksesuar MCA' lar sıklıkla perforan dallar verir ve RHA çok sayıda bulunabilir. Komiyama ve arkadaşları hem aksesuar MCA hem de duplike MCA' nın gerçek MCA' nın erken anomali dalları olduklarını düşünmüşlerdir (10). Aksesuar MCA ve duplike MCA kortikal sulama alanları açısından da farklılık gösterirler. Aksesuar MCA anterior frontal lobu beslerken, duplike MCA anterior temporal lobu besler (11).

Posterior serebral arter: Başlıca hipoplazik PCOA ve PCA, fetal orjinli PCA, PCOA infundibulum, PCOA ve PCA'nın duplikasyonu şeklinde varyasyonlar görülmektedir.

Fetal orjinli PCA embriyonik PCoA'nın regresyon yetersizliği nedeniyle, oksipital lobun dominant beslenmesi vertebrobasiler sistem yerine İCA'dan kaynaklanmaktadır (2). PCA baziler arter yerine İCA' dan köken alır.

PCOA' nın İCA' dan hemen çıkış yerinde görülen dilatasyonlar

infundibulum adını alır.

Ayrıca PCA ve SCA' nın tek kökten çıkması, SCA' nın duplikasyonu da SCA' ya ait varyasyonlardır.

PERSİSTAN FETAL KAROTİD-VERTEBROBAZİLER ANASTOMOZLAR

Karotis ve vertebrobasiler dolaşımlar arasında fetal dönemde (embriyo yaklaşık 4-5 mm iken) yaklaşık bir hafta kadar devam eden ve vertebral arter ile posterior dolaşım geliştikten sonra kaybolan anastomozlar bulunur. Bu anastomozlar birlikte seyrettikleri sinirlerin isimleriyle anılırlar. Bunlar persistan trigeminal, otik (akustik), hipoglossal ve proatlantal intersegmental arterlerdir. Bu fetal anastomozların hepsine birden presegmental arterler adı verilir. Presegmental arterler embriyonal hayatta bulunan ve fetal beyin gelişiminde önemli bir yapı olan longitudinal nöral arterler ile internal karotid arterler arasında bağlantıyı sağlarlar. Daha sonra bilateral longitudinal nöral arterler kaybolacak, yerlerine vertebrobasiler sistem gelişecektir (embriyo 7-12 mm iken). İlk olarak otik arter oblitere olur, daha sonra sırasıyla hipoglossal, trigeminal ve proatlantal intersegmental arterler kaybolurlar (12). Doğumdan sonra

devam eden bu anastomozların görülme sıklığı %0,1-1 oranında rapor edilmiştir (13,14).

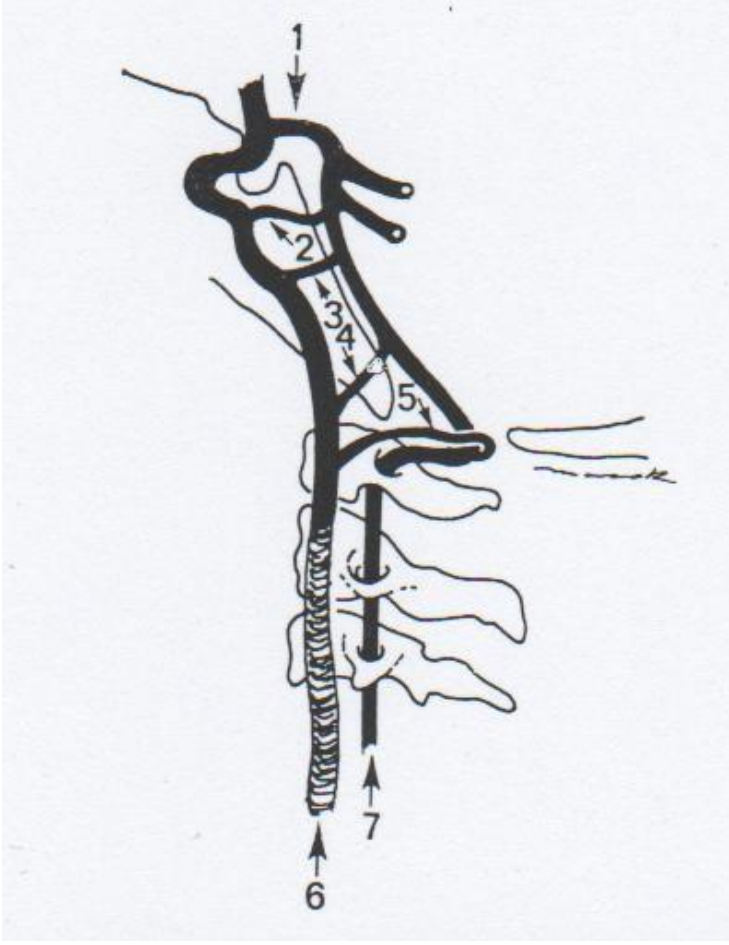
Persistan trigeminal arter (PTA): PTA internal karotid arterin proksimal kavernöz parçasından çıkarak dorsum sellanın lateralinden veya üzerinden geçmek suretiyle baziler arterin 1/3 distaline bağlanır. Eğer dorsum sellanın lateralinden geçiyorsa, çıkış noktası internal karotid arterin kavernöz parçasının posterolateral kesimi, üzerinden geçiyor ise çıkış noktası posteromedial kesimindedir. PTA'nın baziler arter ile bileşkesinin kaudalinde kalan baziler arter parçası ve aynı taraf posterior komünikan arter hipoplazik veya kapalı olabilir (15). Erişkinde %0.1-0.6 oranında görülür. Ancak saptanamamış olgular göz önüne alınırsa bu oranın %1 olduğu kabul edilmektedir (14,15). Trigeminal arter baziler yapıları iki şekilde besler. Olguların yarısında arter sella tursikadan geçip durayı delerek klivusun yanından, olguların diğer yarısında ise kavernöz sinüsten ayrıldıktan sonra trigeminal sinirin duyusal lifleriyle devam eder. Her iki şekilde de antero-inferior serebellar arter ile süperior serebellar arterin arasından baziler artere katılır. Nadiren PTA baziler arter yerine, süperior serebellar veya postero-inferior serebellar artere bağlanır ve bu durumda primitif trigeminal arter varyantı olarak adlandırılır (12). PTA bulunan olgularda genellikle vertebral arterlerin biri veya her ikisi hipoplaziktir.

Persistan hipoglossal arter (PHA): 1995 yılına kadar 160' tan fazla olgu tanımlanmıştır (15). PHA servikal 1-3 vertebra seviyesinde internal karotid arterden büyük bir dal olarak çıkar, hipoglossal kanal (anterior kondiloid) aracılığı ile arka kranyal fossaya girer ve baziler artere katılır. Anterior kondiloid foramende genişleme olabilir (13). Anterior kondiloid foramen genişliği normalde 6-7 mm'dir. PHA'da çap genelde 8 mm'nin üstündedir. En sık eşlik eden vasküler anomali aynı taraf posterior komünikan arterin anjiyografik olarak gösterilememesi, vertebral arterden birinin ya da ikisinin aplazisi veya hipoplazisidir. Diğer vasküler anomaliler anevrizmalar ve arteryovenöz malformasyonlardır (12).

Persistan otik (akustik) arter: En nadir görülen formdur. 1995 yılına kadar 8 olgu tanımlanmıştır. 1999 yılına kadar bir olgu anjiyografik olarak gösterilmiştir. İnternal karotid arterin karotid kanal içindeki petröz parçası ile proksimal baziler arter arasındadır. Ancak tanısı özelliği internal akustik kanalı kullanmasıdır. Direkt serebellar yapılara, internal karotid artere veya postero-inferior serebellar artere katılan formları tanımlanmıştır (12).

Proatlantal intersegmental (PAİS) arterler : Embriyonal gelişimde servikal altıncı vertebra düzeyine kadar olan intersegmental arterlerle birleşerek vertebral arterler ile oksipital arterlerin özellikle horizontal kısımlarının temelini oluşturur. 1993 yılına kadar yaklaşık 40 olgu tanımlanmıştır (16). Tipik özelliği ana karotid arter bifurkasyonu, eksternal karotid arter veya internal karotid arterlerden, servikal 2-4 vertebra seviyelerinde suboksipital alanda foramen magnumdan geçerek vertebral artere

katılmasıdır. Olguların %50'sinde vertebral arterin tek veya bilateral hipoplazisi izlenir (16).



Şekil 4 Persistan fetal karotid-vertebrobaziler anastomozlar

- 1-PCOA
- 2-Persistent trigeminal arter
- 3-Otik arter
- 4-Hypoglossal arter
- 5-Proatlantal arter
- 6-İCA
- 7-Vertebral arter

İCA VARYASYONLARI

Hipoplazik ya da aplazik İCA, İCA' nın timpanik ve faringeal aberan seyri şeklinde sıralanabilir. Ayrıca İCA' nın dalı olan anterior koroidal arterin hiperplazisi de ayrı bir varyasyon çeşididir.

VERTEBRAL ARTER VARYASYONLARI

Vertebral arter hipoplazisi ve vertebral arterlerin subklavyen arter yerine başka damarlardan köken almaları şeklinde tanımlanabilir.

2.3.ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

Kısa tarihçe

Bilgisayarlı tomografi kullanımında yeni bir dönemin kapılarını açan bir gelişme olan BT'nin bugünkü durumuna ulaşması BT teknolojisinde bazı öncü gelişmelerle gerçekleşmiştir. Helikal taramanın geliştirildiği 1989 yılından sonra takip eden çalışmalarla 1991 yılında 1 mm'nin altında kesit alabilen cihazlar türetilmiştir. Aynı yıl bugünkü ÇKBT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü helikal BT de geliştirilmiştir. 1993'te gerçek zamanlı BT'nin kullanıma sokulmasıyla BT floroskopi altında biyopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapıları ya da organlar içindeki kontrastlanmanın monitorizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. Gantry rotasyon zamanlarının 1 sn'nin altına inmesi 1995'te mümkün olmuştur. 1998 yılından itibaren de ilk ÇKBT sistemleri kullanılmaya başlamıştır (17). Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) 1998 yılında klinik kullanıma girmiş olup, literatürde "multislice CT", "multidetector CT" ve "multidetector row CT" gibi isimler ile anılmaktadır (18). Tüpün hasta etrafında bir dönüşünde tek kesit alabildiği önceki helikal (spiral) bilgisayarlı tomografi (BT) sistemlerinden farklı olarak, ÇKBT'de bir rotasyonda 4 veya daha fazla sayıda (8, 16, 32, 40, 64, 256, 320) kesit almasına olanak veren z eksenini (hasta masası yönü) boyunca dizilmiş çok sıralı dedektör sistemi vardır (18,19). 2001 yılında 8-kesitli, 2002 yılında 16-kesitli, 2004 yılında 64-kesitli, 2006'da çift tüplü 64-kesitli, 2007'de 256-kesitli ve 2008'de 320-kesitli BT'ler klinik kullanıma girmiştir (18,19,20). Çok kesitli bilgisayarlı tomografi teknolojisindeki gelişmeler uzun mesafeleri kısa sürede ve ince çözünürlükte görüntülemeyi mümkün kıldığından, ÇKBT anjiyografi 1998'den beri koroner arter sistemi dışındaki vasküler yapıların görüntülenmesinde kullanılmaktadır.

FİZİK ÖZELLİKLER

Gantry Rotasyon Süresi

Bir saniyenin altında sürede tarama yapabilmeyi başaran ilk BT tarayıcıları elektron beam tomografi (EBT) cihazları olmuştur. Kısa zaman içinde helikal cihazlarda da rotasyon süreleri 1 sn'nin altına indirilmiştir. Bugün itibarıyla ulaşılabildiği en kısa süre 0,33-0,40 saniyedir (320 MDCT: Toshiba Aquilion ONE:0,35) (20). Gantry rotasyon süresinin bu denli kısalması hareket artefaktlarını belirgin olarak azalttığı gibi aynı süre içinde daha geniş anatomik bölgelerin taranabilmesi olanağını sağlamış ve longitudinal (z eksen) çözünürlüğü de artırmıştır (17).

Tarama zamanının 1 sn'nin altına indirilmesi için gantry çiziminde (design), gantry motorunda, veri ileti düzeninde (data

transmission system-DAS) ve X- ışını tüpünde bazı değişikliklerin yapılması gerekmiştir (17). Tarama zamanındaki kısalma gantriyi etkileyen merkezkaç kuvvetinde artış oluşturmaktadır. Gantrinin bu kuvvet artışını karşılamak üzere yeniden biçimlendirilmesi gerekmektedir. Yine, tarama zamanı kıaldıkça birim zamanında ölçülen veri miktarı artmaktadır. Bu miktardaki verinin iletimi düşük voltajlı slip-ring yönteminden farklı, daha yüksek hacimli ve hızlı veri iletim sistemlerine ihtiyaç doğurmuştur. Tarama zamanının kısalması tüpe uygulanan merkezkaç kuvvetini artırdığı gibi tüpün ürettiği X-ışını miktarının artmasını ve dolayısıyla tüpün soğutma yeteneğinin iyileştirilmesini de gerektirmiştir (21).

 nce Kesit Kalınlıkları

ÇKBT cihazları bu alışılmamış hızları sayesinde, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı olarak, klasik kesit taramasından çok, bir anlamda "hacim taraması" yapmaktadır. Yüksek kalitede hacim bilgisi için longitudinal düzlemdeki (Z eksenindeki) z z n rl ğ n yeterli olması gerekmektedir. Z eksen z z n rl ğ n  belirleyen başlıca etken kesit kalınlığıdır. Dedektör teknolojisindeki iyileştirmelerle minimum kesit kalınlığı giderek düşürülmektedir. Böylece ulaşılan izotropik voksel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme optimal görsel keskinlikle yapılabilmektedir.

Çok Sayıda Dedektör

Çok kesitli BT teknolojisinin temel taşı, dedektör yapısıdır. Konvansiyonel helikal BT cihazlarında dedektör tek sıra halinde dizilmiş dedektör elemanlarından oluşan tek boyutlu bir yapıdır. Çok kesitli BT cihazlarında ise dedektör, çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu bir matriks yapısındadır. Bu şekilde farklı kalınlıkta dedektör elemanları içeren asimetrik dedektör dizaynlarının yanı sıra bazı sistemlerde dedektör matriksi simetrik yapıdadır. Bu dedektör sıralarının farklı kombinasyonlarının seçilmesi ile değişik kesit kalınlıklarında multislice incelemeler yapılmaktadır (17). Sistemin minimum kesit kalınlığını belirleyen unsur, en k  k dedektör elemanının Z eksenindeki genişliğidir. Bu değer bazı sistemlerde 0.5 mm, bazı sistemlerde 0.625 mm'dir.

DAS (Data Acquisition System: Veri Elde Etme Düzeni)

Dedektör sıralarından veya bunların kombinasyonlarından alınan kesit bilgileri daha sonra DAS'lara aktarılmaktadır. DAS'lara gelen analog veriler dijital verilere dönüştürülmektedir. DAS sayısının artması elektronik devre gereksinimini de artırmaktadır. Fazla miktardaki elektronik devrenin yer ihtiyacı bunların yüksek yoğunlukta monte edilmesi ile z z mlenmiştir (22).

GÖRÜNTÜ REKONSTRÜKSİYONU

Çok noktalı rekonstrüksiyon algoritması ve optimal veri örnekleme

Dedektör sisteminden başka, ÇKBT cihazlarında, konvansiyonel helikal cihazlardan farklı görüntü rekonstrüksiyon algoritmaları kullanılmaktadır. ÇKBT cihazlarında dedektör iki boyutlu olduğundan tüpten çıkan X-ışını hüzmesi de iki boyutludur, yani koni şeklindedir. Konvansiyonel rekonstrüksiyon yöntemlerinin kullanılması durumunda, koni içinde belli bir açıyla dedektör elemanlarına gelen X-ışınları artefaktlara yol açabilir. Bu artefaktların giderilebilmesi için, ÇKBT cihazlarında, konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılan 180 derece lineer interpolasyon algoritması değil, çok noktalı (multipoint) interpolasyon ile görüntüler rekonstrükte edilmektedir (22). Bu şekilde konvansiyonel helikal tekniğe göre daha yüksek kalitede görüntü kalitesi elde edilebilmektedir. Multipoint rekonstrüksiyon algoritmasında verilerin örnekleme de optimize edilmiştir. Optimize edilmiş örnekleme adı verilen bu yöntemin amacı longitudinal yönde veri örnekleme miktarını arttırmak, yani daha fazla ölçüm bilgisi elde etmek ve böylece sinyal/gürültü oranını artırmaktır (17).

Z filtre rekonstrüksiyonu:

ÇKBT’de görüntü rekonstrüksiyonunda çok noktalı interpolasyon algoritması dışında Z filtre rekonstrüksiyon algoritması adı verilen bir teknik de kullanılmaktadır. Z filtre rekonstrüksiyonunda uygun Z kernelleri seçilerek, tek bir helikal veri kümesinden farklı kesit kalınlıklarında çok sayıda görüntü serisi oluşturulabilmektedir. Buradaki ilke standart veya akciğer kernelleri ile yapılan görüntü rekonstrüksiyonuna benzemektedir. Nasıl bu kernellerde düzlem içi (inplane) frekans yanıtı değiştirilerek standart veya akciğer algoritmasında görüntüler oluşturuluyorsa, Z kernelleriyle de kabaca benzer bir biçimde Z eksenindeki frekans yanıtı değiştirilmekte ve bu şekilde farklı kesit kalınlıklarında görüntüler oluşturulabilmektedir.

ÇKBT’DEKİ YENİLİKLERİN TARAMA PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Tarama Hızında Artış:

ÇKBT sistemlerinde hızın artması esas olarak iki nedene bağlıdır:

Gantri rotasyon süresinin kısalması (033-040 sn’ye inmesi) ve pitch faktörünün artması. ÇKBT cihazlarının kullanıma girmesiyle pitch kavramı iki farklı şekilde tanımlanır olmuştur. Pitch 360 derece rotasyon süresince olan masa hareket miktarının tek kesit kalınlığına oranı olarak hesaplanabileceği gibi, 360 derece rotasyon süresince olan masa hareket miktarının toplam ışın demeti genişliğine oranı şeklinde de hesaplanabilir (23).

İkinci yöntemde, örneğin 3 ve 6 gibi pitch değerleri kullanılmaktadır. Bu sistemlerde pitch’in 3 olarak kullanıldığı tarama modları yüksek kalite, pitch’in 6 olarak kullanıldığı tarama modları hızlı olarak tanımlanmaktadır. Uzaysal çözünürlüğün önemli olduğu klinik durumlarda 3 pitch’in, yüksek

hacimlerin kısa zamanda taranmasının gerekli olduğu durumlarda 6 pitch'in kullanılması önerilmektedir. Bazı üreticiler konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılan pitch kavramıyla örtüşmesi amacıyla pitch'i yukarıda belirtilen ikinci formülle, yani rotasyon süresince olan masa hareketini toplam ışın demeti genişliğine bölerek hesaplamakta ve beam pitch olarak adlandırılmaktadırlar. Tarama hızının konvansiyonel helikal cihazlara göre ÇKBT sisteminde artması daha geniş hacimlerin daha kısa sürelerde taranması olanağını getirmiştir. Buna bağlı avantajlar şöyle sıralanabilir:

1.İncelemelerin daha kısa sürelerde (nefes tutma süresinde) bitirilmesi solunum yetmezliğinden kaynaklanan artefaktları gidermiştir. Örneğin 30 cm genişliğindeki toraks incelemesi konvansiyonel helikal bir cihazda 30 sn sürerken çok kesitli cihazlarda daha ince kesit kalınlıkları ile 5-9 sn arasında tamamlanabilmektedir.

2.Hızlı tarama yeteneği travma hastalarının incelenmesinde vazgeçilmez bir avantajdır. Bu hastalarda çok kısa sürelerde tüm vücut taraması yapılabilmektedir.

3.Çocuk yaş grubunda ve kooperasyon sağlayamayan hastalarda ÇKBT son derece hızlı bir biçimde incelemenin tamamlanabilmesini sağlamaktadır.

4.Çok kesitli BT'nin geliştirilmesi BT anjiyografi uygulamalarında çığır açmıştır. Pulmoner emboli hastalarında önceleri mümkün olmayan subsegmental düzeydeki embolilerin değerlendirilmesi ÇKBT cihazları ile olabilmektedir. Aort diseksiyonu, aort anevrizması, ekstremiteler arterlerinin aterosklerotik lezyonları, renal arter patolojileri, mesenter iskemisi, pankreas, karaciğer ve böbrek neoplazmlarında arteriyel/venöz tutulumun araştırılması, karaciğer transplantasyonlarında hepatik arteriyel, portal ve hepatik venöz anatomisinin preoperatif değerlendirilmesi gibi birçok uygulama çok kesitli cihazlarla daha yüksek longitudinal rezolüsyonla yapılabilmekte, longitudinal çözünürlüğün artmasıyla daha kaliteli 3 boyutlu uygulamalar mümkün olmaktadır. Yüksek tarama hızının ince kesit kalınlıklarıyla birleştirilmesi sayesinde Willis poligonu damar yapıları ÇKBT anjiyografi ile de değerlendirilebilir hale gelmiştir.

5.Çok kesitli BT sistemleri çok fazlı kontrastlı çalışmalara olanak sağlamaktadır. Örneğin karaciğerde üst üste iki kere arteriyel faz taraması yapılabilmektedir. Bu şekilde siroz hastalarında daha çok sayıda erken evre karaciğer kanseri yakalandığını gösteren çalışmalar mevcuttur.

6. Tarama hızının artması özellikle ÇKBT anjiyografi uygulamalarında kontrast madde dozundan tasarruf edilmesine imkan vermektedir. Örneğin pulmoner arter ÇKBT anjiyografide daha önceleri 140-160 mL arasında değişen kontrast madde gereksinimi yeni cihazlarda 100 mL'nin altına indirilmiştir (17).

Kesit Kalınlığında Azalma:

ÇKBT teknolojisindeki gelişim minimum kesit kalınlığında azalmayla paralel seyretmiştir. Günümüzde ÇKBT cihazlarında minimum kesit kalınlığı 0.5-0.62 mm arasında değişmektedir. Daha ince kesit kalınlıkları uzaysal çözünürlüğü artırmakta ve kısmi hacim etkisini azaltmaktadır. Çok kesitli dedektörler sayesinde bu denli ince kesit kalınlıkları ile birçok anatomik bölge taranabilmekte, elde olunan izotropik görüntülerle yüksek kalitede reformat, multiprojesiyon, volüm reformat ve 3 boyutlu rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir (17).

X-Işınından Yararlanma Faktöründe (X-Ray Utilisation Factör) Artış:

ÇKBT sistemlerinde X-ışını daha ekonomik olarak kullanılmaktadır; bir başka ifadeyle bu sistemlerin X-ışını istifade faktörü konvansiyonel helikal cihazlara göre daha yüksektir. Bunun nedeni şöyle açıklanabilir: ÇKBT’de X-ışını demetinin longitudinal yöndeki toplam kalınlığı konvansiyonel helikal cihazlara göre daha fazladır. Böylece konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılmayan, bir anlamda ziyan edilen X-ışınları çok kesitli sistemlerde veri eldesi amacıyla kullanılmaktadır. X-ışını istifade faktöründeki bu artış tüp yüklenmesini azaltmakta, helikal taramanın tüp soğuması için bekleme süresi olmaksızın daha uzun süreler devam edebilmesine olanak tanımaktadır. X-ışını yararlanma faktörünün artması nedeniyle tüp ömrü de belirgin olarak uzamaktadır (22).

RADYASYON RİSKİ

Radyasyon dozu ÇKBT için zorlayıcı bir konudur. Rutin bir göğüs BT tetkikinde 4-6 mSv arasında doza maruz kalma söz konusudur. Bugünkü tahminler 5 mSv (500 mRem) efektif bir dozun her 10.000 kişide 2.5 fatal kanser gelişimi riskine tekabül ettiği şeklindedir. ÇKBT’nin tek dedektörlü BT’ye göre hastaya daha fazla radyasyon dozu verip vermediğini araştırmak için birçok çalışma yapılmaktadır. İlk çalışmalarda 4 dedektörlü BT’lerde, tek dedektörlü BT’lere göre belirgin bir doz artışı olduğu bildirilmiştir. Ancak bu sonuç radyasyon ışın profilinin aktif dedektör enine göre daha geniş tutulması sonucu ortaya çıkan doz verimsizliğine bağlanmıştır. Bu durum kolimasyon optimizasyonu ile birlikte fokal spot izlemi için daha iyi yazılım (software) geliştirilmesi sonucu değişmiştir. Yeni cihazlarda dedektör sayısı arttıkça X-ışını daha verimli kullanılmaktadır. Ancak daha yüksek rezolüsyonda görüntü elde etmek için daha ince kesitler ve daha küçük pitch’ler kullanılması gerekmektedir. Bu hastaya verilen dozu artırmak demektir. Yeni cihazlarda buna bir miktar çözüm için pitch düşürülürse kendiliğinden tüp akım miktarı düşürülmekte ya da vücut kalınlığı ile orantılı olarak doz ayarlanması yapılmaktadır. Ekspojur faktörü (mAs/slice)= tüp akımı (mA) x gantri dönüşü (sn)/pitch/kesit başına şeklinde hesaplanabilir. Bu değerlerdeki yapılan değişiklikler hastanın alacağı doz miktarında farklılıklara yol açacaktır (24).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Ünitesinde Nisan 2008 – Mart 2010 tarihleri arasında çekilen 548 hastanın beyin BT anjiyografi işlemi incelenmiştir. Çekimden kaynaklanan teknik yetersizlikler, artefakt, vazospazm v.b nedenlerle arteriyel yapıların incelenmesini güçleştiren durumlardan dolayı 48 hasta çalışma dışı bırakılmıştır. 500 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Bu hastaların 253' ü (50.6) kadın, 247' si (49.4) erkekti. Hastaların yaşları 2 ila 91 yaş aralığında olup, yaş ortalaması 47.29 idi. Kadınların yaş ortalaması 45.62, erkeklerinki ise 48.96 idi.

ÇKBT anjiyografi incelemeleri 64 dedektörlü BT (Brilliance BT cihazı, Philips Medical Systems, Cleveland, Ohio) ile yapılmıştır. Çekim öncesi tüm hastalara ön kol veninden 18-20 G bir kateter aracılığı ile damar yolu açılmıştır. Damar yolundan otomatik enjektör (Ulrich medizin teknik versiyon 7) aracılığı ile 75 mL non-iyonik kontrast madde 4 mL/sn hız ile verilmiştir. Pediatrik olgularda kontrast madde kiloya göre verilmiştir (1ml/kg). Kontrast madde enjeksiyonu sonrası arkus aortada kontrast yoğunluğu 120 Hounsfield Ünitesi (HÜ) değere ulaştığında 5-10. saniyede kesitler alınmaya başlanmıştır. Arkus aortadan başlanarak tüm serebral vasküler yapılar görüntülenecek şekilde kaudokranyal yönde taranmıştır. Rotasyon süresi 0.75 sn doz 120 kV ve 300 mAs, kolimasyon 64x0.625, pitch değeri 0.9 ve kesit kalınlığı 0.90mm, olacak şekilde görüntüler elde edilmiştir. Alınan görüntüler iş istasyonunda (Philips Extented Brilliance Workspace Philips Medical Systems, Best The Netherlands) değerlendirilmiştir. Çalışmamız arşiv sistemine kayıtlı hastalar üzerinden retrospektif olarak yapılmıştır. Değerlendirmeye aksiyel kesitlerden başlanmıştır. Daha sonra MİP görüntülerden yararlanılarak her üç planda vasküler yapılar incelenmiştir. En son aşamada gerektiğinde VR görüntülerden de yararlanılıp inceleme tamamlanmıştır. Bir hastanın incelenmesi ortalama 20-25 dk sürmüştür.

4.BULGULAR

Serebral vasküler varyasyonlar açısından 500 hasta incelendi. Bu hastaların 253' ü (% 50.6) kadın, 247' si (% 49.4) erkekti. Kadınların yaş ortalaması 45.62, erkeklerin yaş ortalaması 48.96 idi. İncelediğimiz 253 kadın hastanın 39' unda (% 15.4) herhangi bir varyasyon saptanmadı. İncelediğimiz 247 erkek hastanın 34' ünde (% 13.8) herhangi bir varyasyon saptanmadı. Toplam 500 hastanın 73' ünde (% 14.6) herhangi bir varyasyona rastlanmadı. 500 hastada toplam 773 varyasyon saptandı. 244 hastada (% 48.8) birden fazla varyasyon saptandı. Kadın hastaların 130' unda (% 51.4), erkek hastaların ise 114' ünde (%46.2) birden fazla varyasyon saptandı. Tek varyasyon saptanan hasta sayısı 183 (% 36.6) olup kadın hastaların 84' ünde (% 33.2), erkek hastaların 99' unda (% 40) saptandı.

En sık rastlanan varyasyon PCOA hipoplazisi olarak izlendi. 83 kadın, 91 erkek olmak üzere 174 hastada (%34.8) PCOA hipoplazisi saptandı. PCOA hipoplazisi saptanan hastaların 71' inde (%14.2) bilateral PCOA hipoplazisi saptandı.

52' si kadın, 41' i erkek olmak üzere 93 hastada (% 18.6) fenestrasyon saptandı. 5' i kadın, 5' i erkek olmak üzere 10 hastada (% 1) birden çok fenestrasyon saptandı. 10 hastada 22 fenestrasyon saptanmış olup, toplamda 105 adet fenestrasyon varyasyonu izlenmiştir.

Fenestrasyon en sık ACOA lokalizasyonunda saptandı. 20 kadın, 15 erkek olmak üzere 35 hastada (% 7) ACOA lokalizasyonunda fenestrasyon mevcuttu.

Baziler arter lokalizasyonunda 13' ü kadın, 2' si erkek 15 hastada (% 3) fenestrasyon izlendi.

Dört kadın, 8 erkek olmak üzere 12 hastada (%2.4) A2 lokalizasyonunda fenestrasyon saptandı.

SSA arter lokalizasyonunda 4 kadın, 8 erkek 12 hastada (%2.4) fenestrasyon mevcuttu.

Beş kadın, 5 erkek 10 hastada (% 2) MCA lokalizasyonunda fenestrasyon izlendi.

Beş kadın, 4 erkek 9 hastada (% 1.8) A1 lokalizasyonunda fenestrasyon izlendi.

PCA lokalizasyonunda 5' i kadın, 2' si erkek 7 hastada (% 1.4) fenestrasyon izlendi.

PCOA lokalizasyonunda 1 kadın, 2 erkek 3 hastada (% 0.6) fenestrasyon izlendi.

İki erkek hastada (% 0.4) vertebral arter lokalizasyonunda fenestrasyon izlendi. Kadın hastalarda bu lokalizasyonda fenestrasyona rastlanmadı.

Fetal orjinli PCA varyasyonu 64 kadın, 33 erkek 97 hastada (% 19.4) saptandı. Bu olgularda 11' i kadın 2' si erkek olmak üzere 13' ü (% 2.6) bilateral idi.

Biri bilateral olmak üzere 6 kadın, 10 erkek 16 hastada (% 3.2) PCOA infundibulum varyasyonu izlendi.

PCOA duplikasyonu sadece 1 kadın olguda (% 0.2) saptandı. Erkek hastalarda PCOA duplikasyonu izlenmedi.

A1 hipoplazisi 41' i kadın, 41' i erkek olmak üzere 82 hastada (% 16.4) saptandı.

Yirmialtı hastada (% 5.2) A1 aplazisi saptanmış olup, bu hastaların 14' ü kadın, 12' si erkekti.

Azigos A2 varyasyonu 5 kadın, 4 erkek 9 hastada (% 1.8) izlendi.

Bihemisferik A2 3 kadın, 6 erkek 9 hastada (% 1.8) saptandı.

A2 trifukasyonu 2 kadın, 3 erkek 5 hastada (% 1) izlendi.

Biri bilateral 16 kadın, yine biri bilateral 16 erkek olmak üzere 32 hastada (% 6.4) MCA' da erken dallanma izlendi.

MCA duplikasyonu 2 kadın, 5 erkek 7 hastada (% 1.4) mevcuttu.

Aksesuar MCA 1 kadın hastada (% 0.2) saptandı. Erkek hastalarda aksesuar MCA varyasyonu izlenmedi.

Bir kadın hastada PCA duplikasyonu izlenmiş olup (% 0.2), erkek hastalarda bu varyasyon izlenmedi.

SSA duplikasyonu 2' si bilateral 22 kadın, 1' i bilateral 18 erkek olmak üzere 40 hastada (% 8) saptandı.

Bir erkek hastada (% 0.2) SSA ile PCA' nın tek kök halinde çıktığı görüldü. Kadın hastalarda bu varyasyona rastlanmadı.

Sağ vertebral arter hipoplazisi 26 kadın, 36 erkek olmak üzere 62 hastada (% 12.4) saptandı. Sol vertebral arter hipoplazisi 12 kadın, 22 erkek 34 (% 6.8) hastada saptandı. Bilateral vertebral arter hipoplazisi ise 2 kadın 1 erkek 3 hastada (% 0.6) saptandı. Böylece toplamda 40 kadın, 59 erkek 99 hastada (% 19.8) vertebral arter hipoplazisi saptandı.

Dört kadın, 1 erkek 5 hastada (% 1) sağ vertebral arter brakiosefalik trunkustan çıkmaktaydı. Sol vertebral arter 5 kadın, 8 erkek 13 hastada (% 2.6) arkus aortadan köken almaktaydı.

İki kadın, 4 erkek 6 hastada (% 1.2) AChA hiperplazisi saptandı.

Otuz kadın, 2' si bilateral 19 erkek 49 hastada (% 9.8) İCA faringeal yerleşimliydi.

İCA aplazisi 1 kadın hastada (% 0.2) saptandı. Erkek hastalarda bu varyasyon izlenmedi.

İCA hipoplazisi 1 kadın hastada (% 0.2) saptandı. Erkek hastalarda bu varyasyon izlenmedi.

Persistan trigeminal arter varyasyonu 1 kadın, 2 erkek 3 hastada (% 0.6) izlendi.

Tablo 1: Fenestrasyonların dağılımı

Lokalizasyon yerleri	Cinsiyet		TOPLAM
	Kadın	Erkek	
ACOA	20(%7.9)	15(%6.1)	35(%7)
Baziler arter	13(%5.1)	2(%0.8)	15(%3)
SCA	4(%1.6)	8(%3.2)	12(%2.4)
A1	5(%2)	4(%1.6)	9(%1.8)
A2	4(%1.6)	8(%3.2)	12(%2.4)
MCA	5(%1.98)	5(%2.02)	10(%2)
PCA	5(%2)	2(%0.8)	7(%1.4)
PCOA	1(%0.4)	2(%0.8)	3(%0.6)
Vertebral arter	0 (%0)	2(%0.8)	2(%0.4)
Birden fazla fenestrasyon	5(%0.5)	5(%0.5)	10(%1)

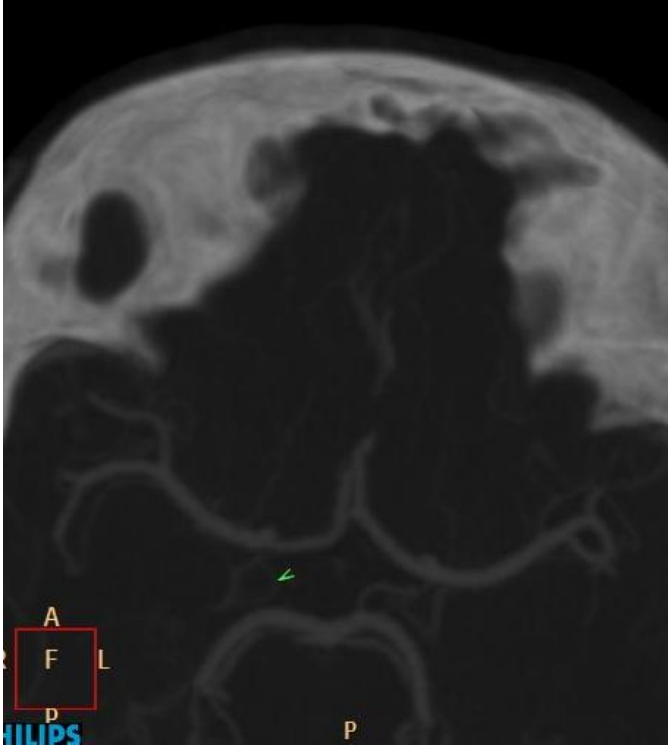
Tablo 2: Willis poligonundaki varyasyonların dağılımı

	Cinsiyet		TOPLAM
	Kadın	Erkek	
Varyasyonlar			
PCOA hipoplazisi	83(%32.8)	91(%36.8)	174(%34.8)
Fetal orjinli PCA	64(%25.3)	33(%13.4)	97(%19.4)
PCOA infundibulum	6(%2.4)	10(%4)	16(%3.2)
PCOA duplikasyon	1(%0.4)	0(%0)	1(%0.2)
PCA duplikasyon	1(%0.4)	0(%0)	1(%0.2)
A1 hipoplazisi	41(%16.2)	41(%16.6)	82(%16.4)
A1 aplazisi	14(%5.5)	12(%4.9)	26(%5.2)
A2 trifukasyon	2(%0.8)	3(%1.2)	5(%1)
Bihemisferik A2	3(%1.2)	6(%2.4)	9(%1.8)
Azigos A2	5(%2)	4(%1.6)	9(%1.8)
MCA erken dallanma	16(%6.6)	16(%6.5)	32(%6.4)
Duplike MCA	2(%0.8)	5(%2)	7(%1.4)
Aksesuar MCA	1(%0.4)	0(%0)	1(%0.2)
SCA duplikasyon	22(%8.7)	18(%7.2)	40(%8)
SCA ve PCA tek kök çıkışı	0(%0)	1(%0.4)	1(%0.2)

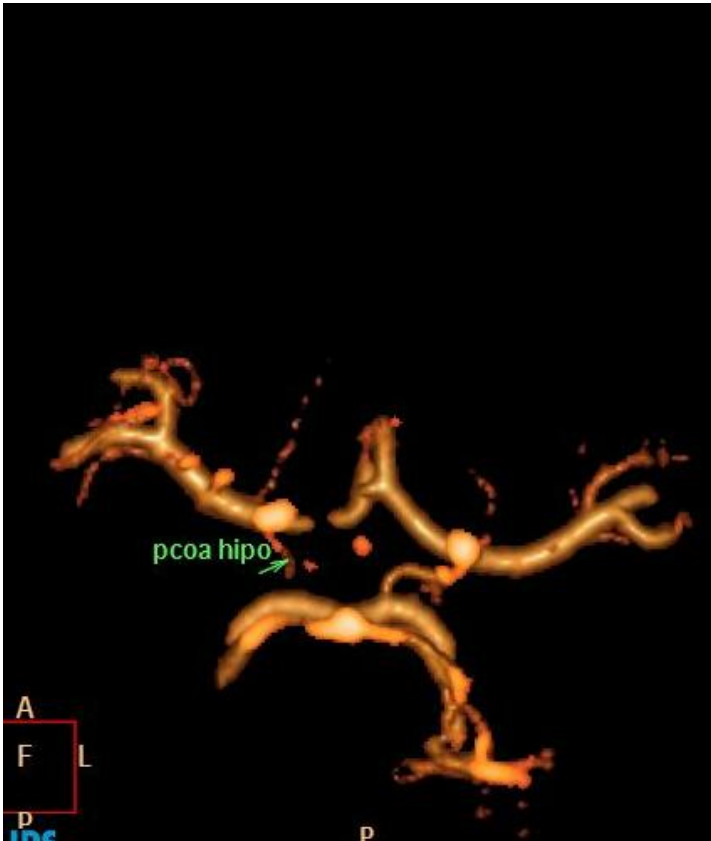
Tablo 3: Diğer varyasyonların dağılımı

	Cinsiyet		TOPLAM
	Kadın	Erkek	
Varyasyonlar			
Sağ vertebral arter hipoplazisi	26(%10.3)	36(%14.5)	62(%12.4)
Sol vertebral arter hipoplazisi	12(%4.7)	22(%8.9)	34(%6.8)
Bilateral vertebral arter hipoplazisi	2(%0.8)	1(%0.4)	3(%0.6)
Brakiosefalik turunkus orjinli sağ vertebral arter	4(%1.6)	1(%0.4)	5(%1)
Arkus aorta orjinli sol vertebral arter	5(%2)	8(%3.2)	13(%2.6)
Hipoplazik İCA	1(%0.4)	0(%0)	1(%0.2)
Aplazik İCA	1(%0.4)	0(%0)	1(%0.2)
Faringeal İCA	30(%11.9)	19(%7.7)	49(%9.8)
AChA hiperplazisi	2(%0.8)	4(%1.6)	6(%1.2)
Persistan trigeminal arter	1(%0.4)	2(%0.8)	3(%0.6)

5.RESİMLERLE OLGU ÖRNEKLERİ



Resim 1a: Aksiyel MIP görüntüde hipoplazik PCOA varyasyonu (ok başı)



Resim 1b: VR görüntüde hipoplazik PCOA varyasyonu (ok)

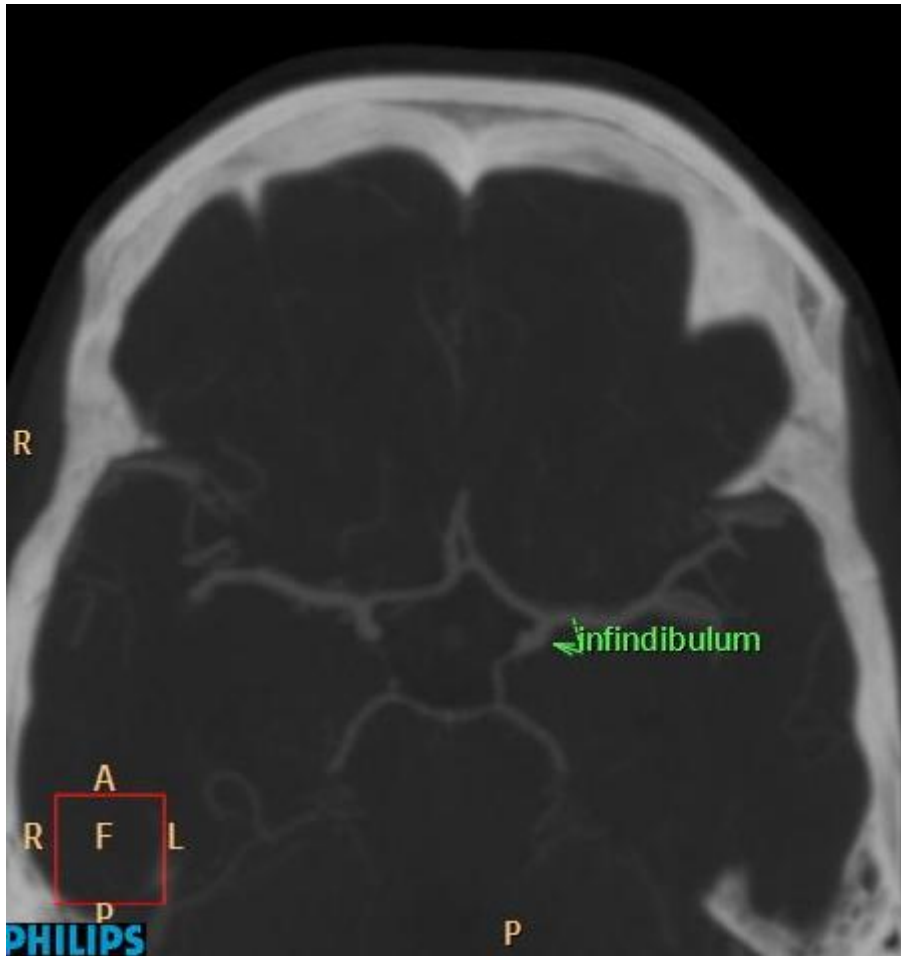


a

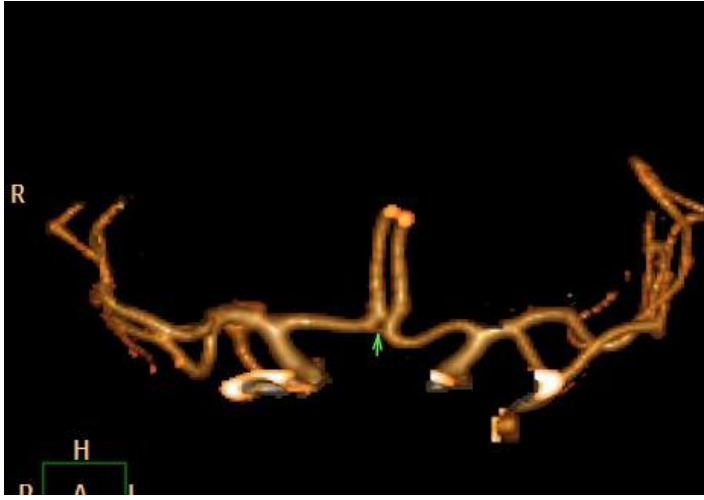


b

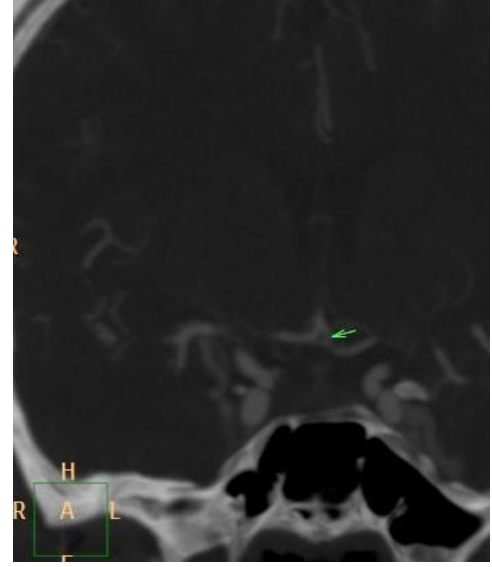
Resim 2: Fetal orjinli PCA' ya ait aksiyel MİP (a) ve VR (b) görüntüleri oklarla gösterilmiştir.



Resim 3: Aksiyel MİP görüntüde PCOA infundibulumuna ait görünüm (ok)



a

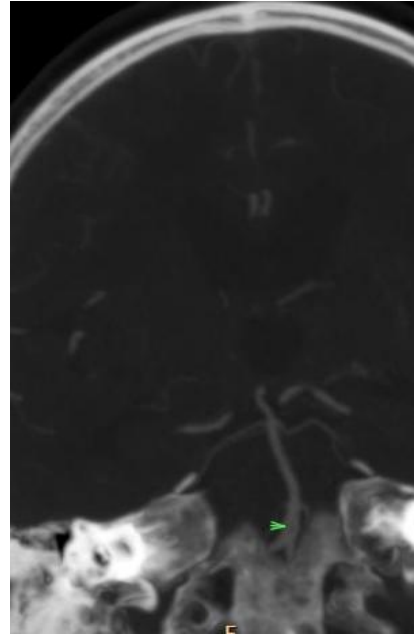


b

Resim 4: VR (a) ve aksiyel MIP (b) görüntülerde ACOA fenestrasyonu (ok)



a

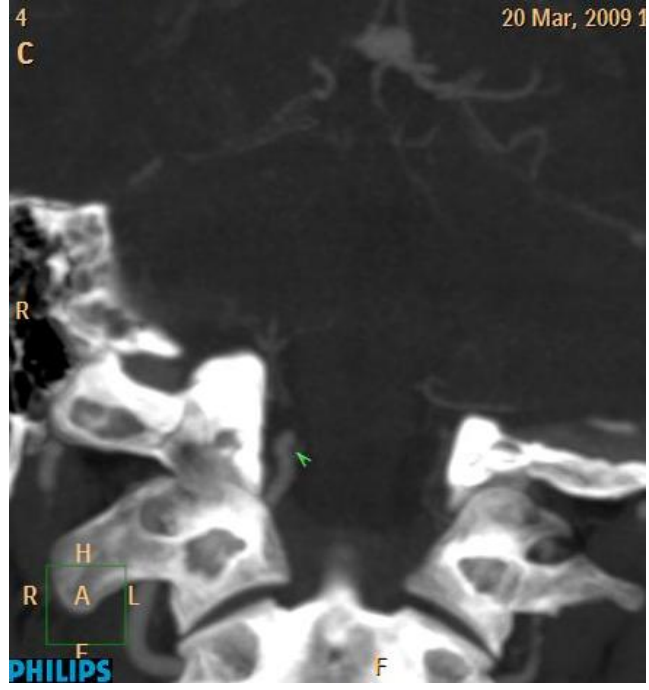


b

Resim 5: VR (a) ve koronal MIP (b) görüntülerde BA fenestrasyonu (ok)

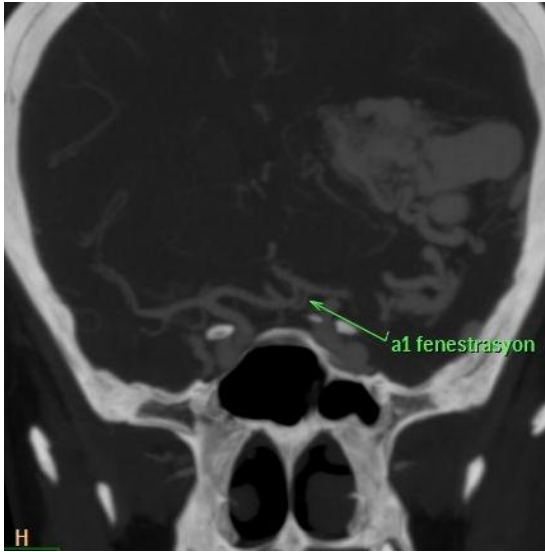


a



b

Resim 6: Aksiyel (a) ve koronal (b) MIP görüntülerde VA fenestrasyonu

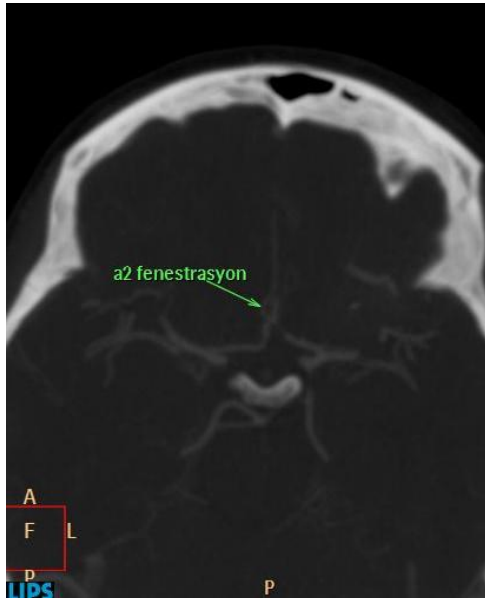


a



b

Resim 7: Koronal MIP (a) ve VR (b) görüntülerde A1 lokalizasyonunda fenestrasyon (ok)

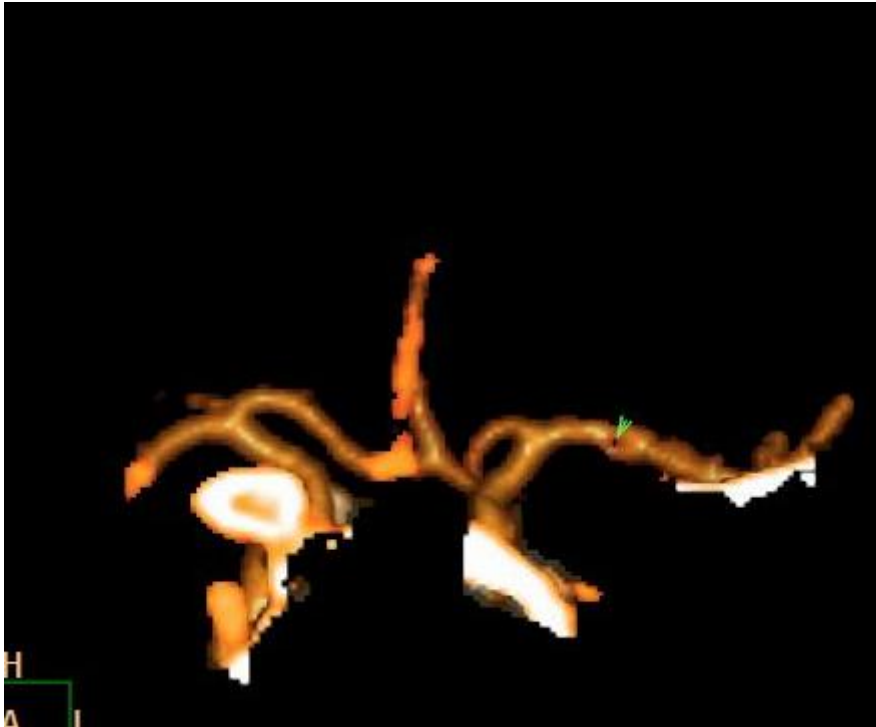


a

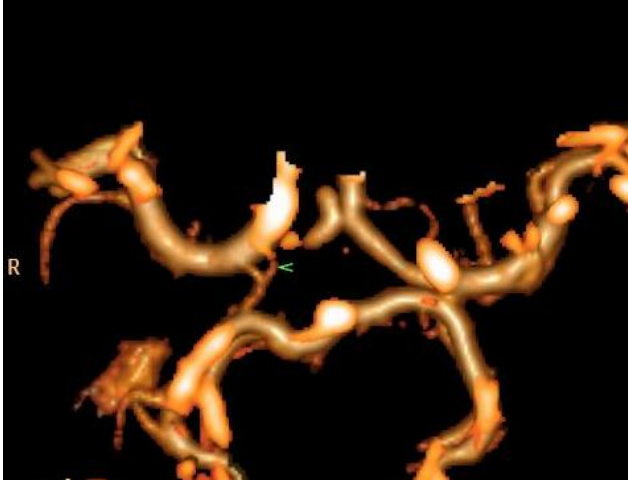


b

Resim 8 : Aksiyel MIP (a) ve VR (b) görüntülerde A2 lokalizasyonunda fenestrasyon (ok)



Resim 9 : MCA lokalizasyonunda VR görüntüde fenestrasyon (ok)



Resim 10

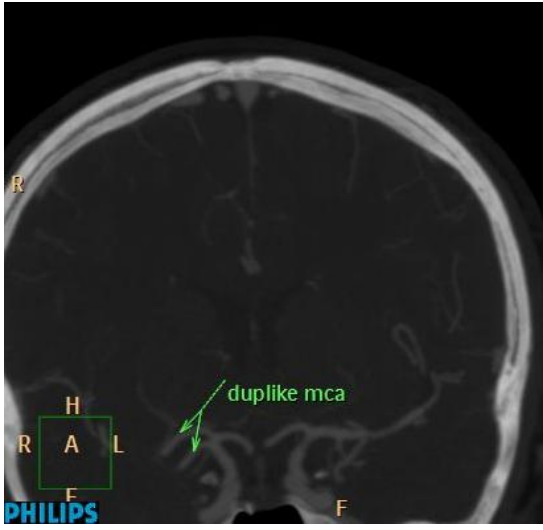


Resim 11

Resim 10 ve 11: VR görüntüde PCOA fenestrasyonu (ok başı), aksiyel MIP görüntüde PCA fenestrasyonu (ok)



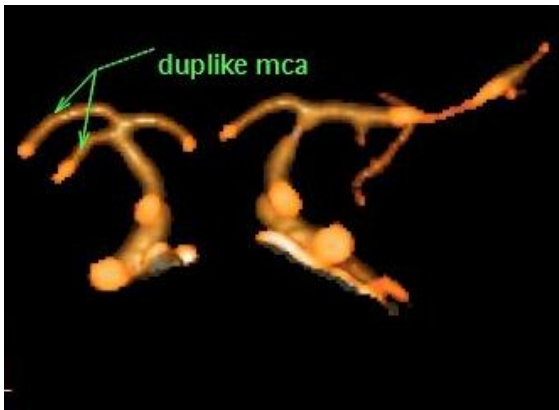
Resim 12: VR görüntüde SCA lokalizasyonunda fenestrasyon (ok başı)



a



b

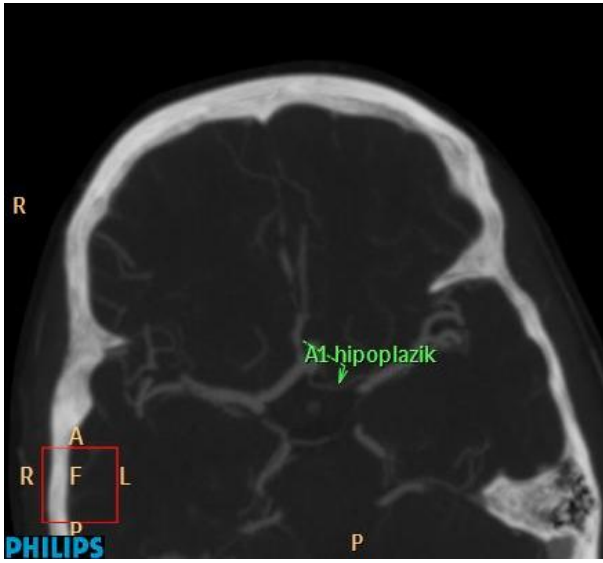


c

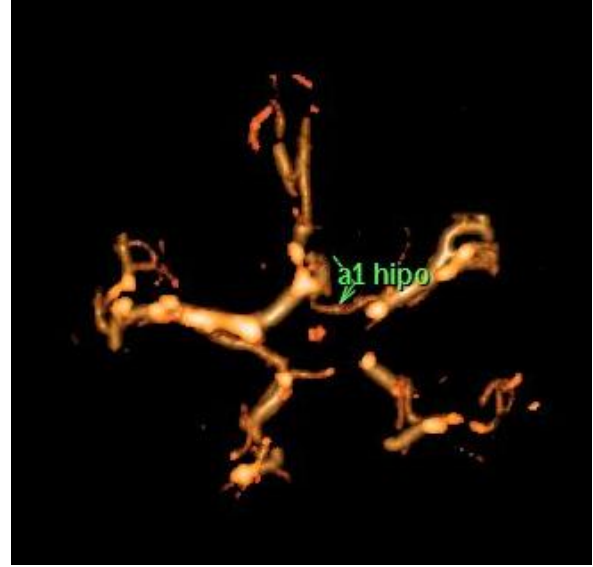


d

Resim 15: Koronal MIP görüntülerde duplike MCA (a) ve MCA' da erken dallanma (b) gösterilmiştir. Aynı olguların VR görüntüleri (c,d) de yer almaktadır.

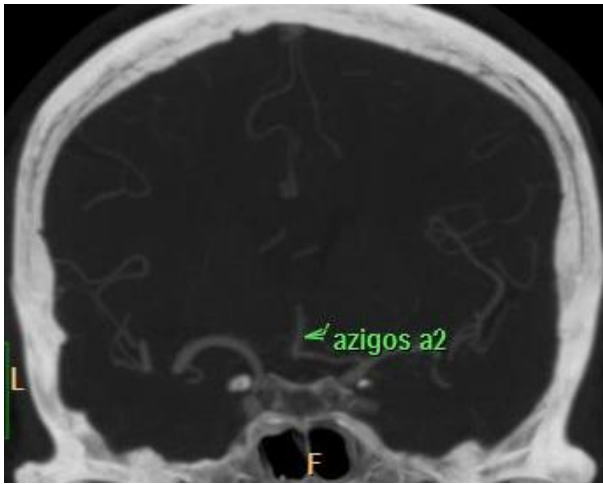


a: koronal MIP



b: VR

Resim 16: Hipoplazik A1 segmentine ait görünüm: MIP (a), VR (b)

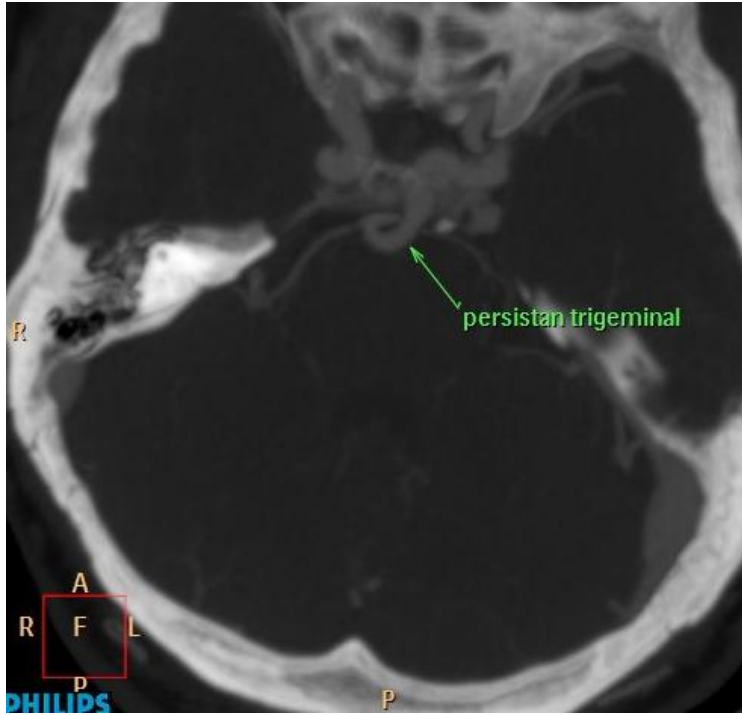


a: koronal MIP

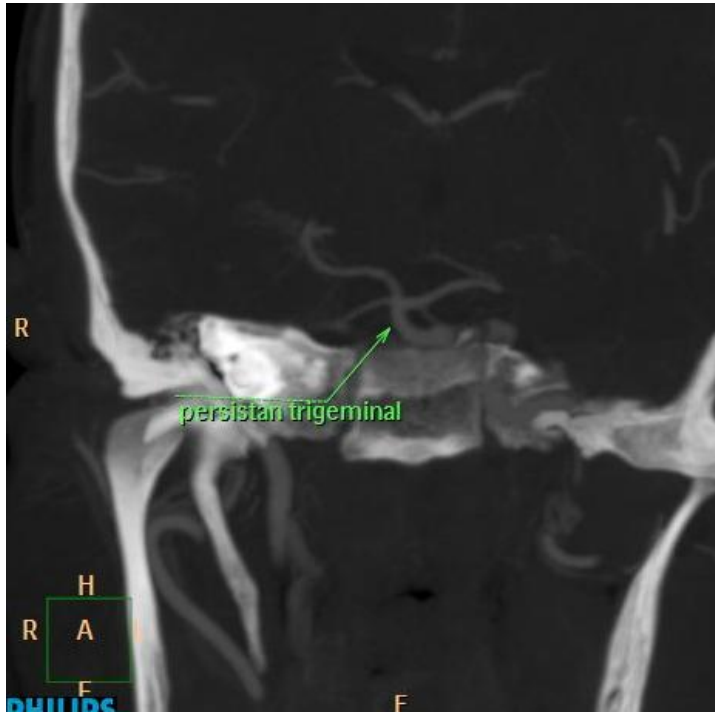


b:VR

Resim 17: Sağ aplazik A1 segmenti ve azigos A2 varyasyonuna ait görünüm: MIP (a), VR (b)



a: aksiyel



b: koronal

Resim 20 : Persistan trigeminal arter varyasyonu: aksiyel (a) ve koronal (b) MİP görüntüler

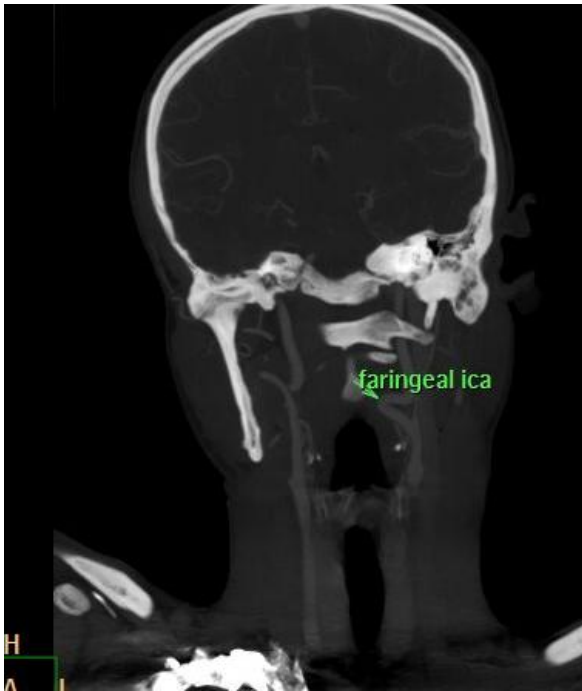


a: aksiyel MİP

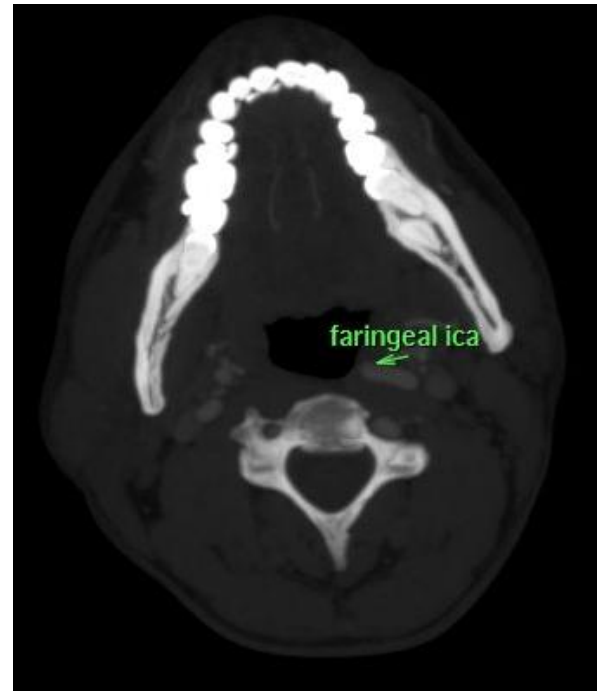


b: VR

Resim 21: Hiperplazik AChA olgusu: MİP (a), VR: (b)

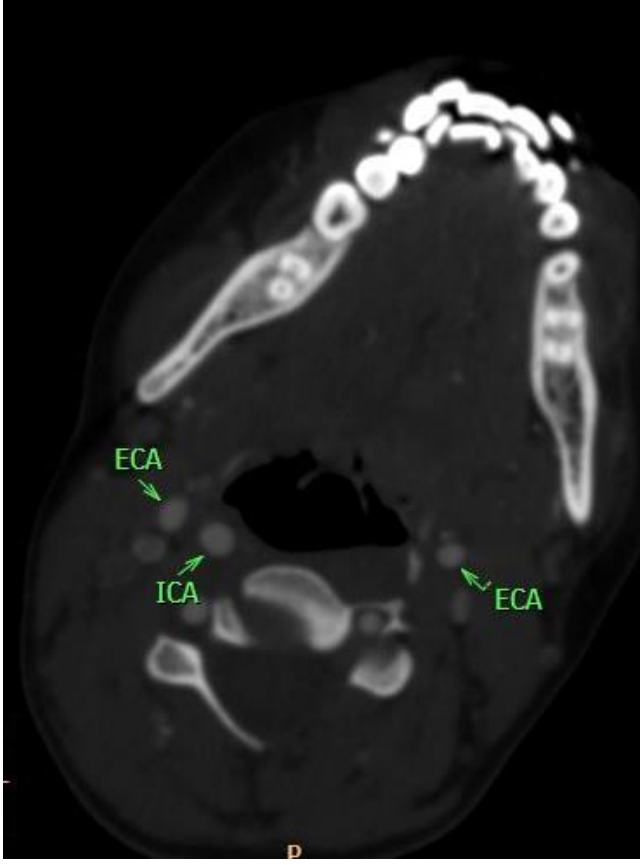


a: koronal MİP

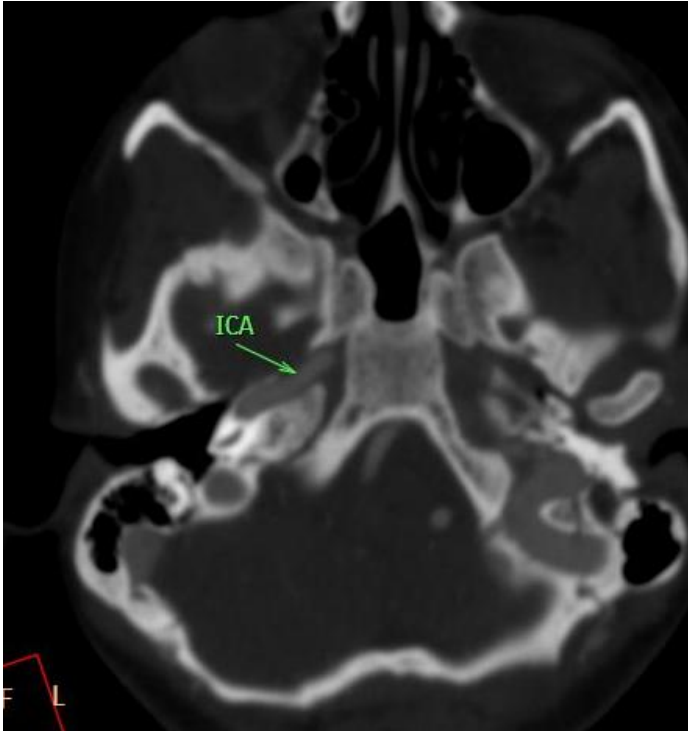


b: aksiyel MİP

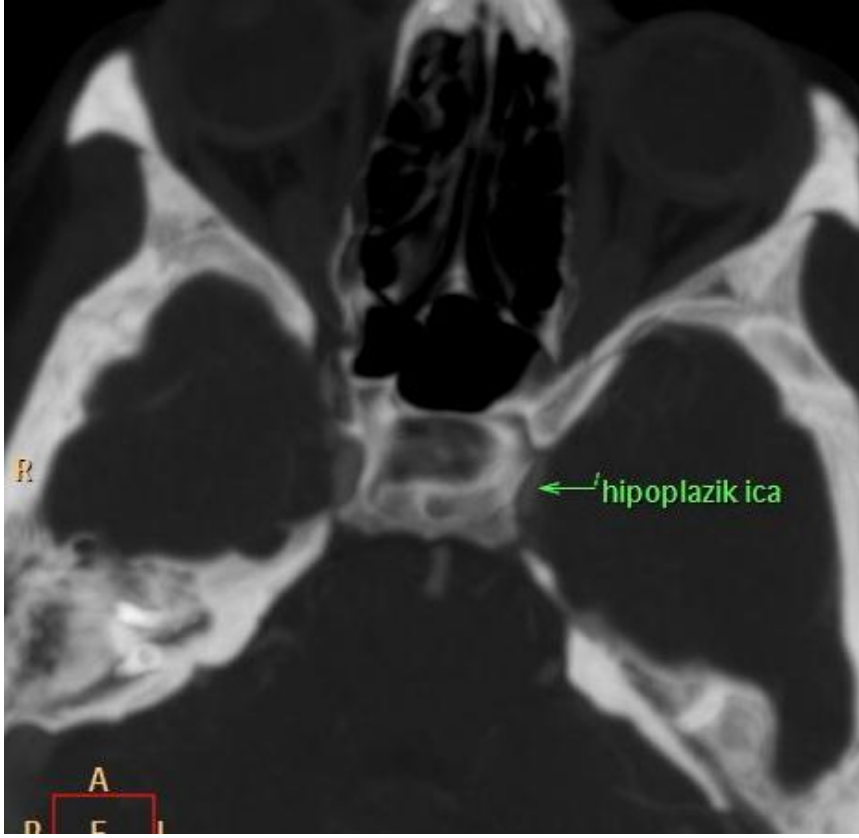
Resim 22: Faringeal İCA varyasyonu: MİP (a,b)



Resim 23a: Sol İCA aplazik olup izlenmemektedir.



Resim 23b: Aynı olgunun daha üst düzeyinden geçen kesit



a



b



c

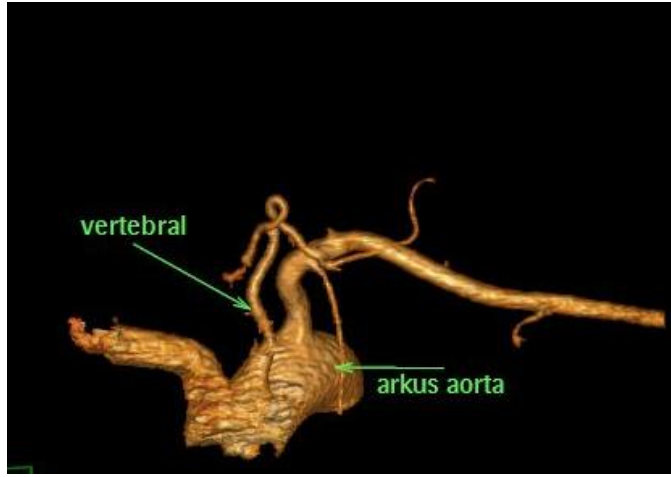
Resim 24: Aksiyel (a) ve koronal (b,c) MİP görüntülerde hipoplazik İCA varyasyonu



Resim 25: Koronal MIP görüntüde sağ vertebral arter hipoplazik olup (ok), brakiosefalik turunkus orjinlidir (ok başı).



a



b

Resim 26: Arkus aorta orjinli sol vertebral arter koronal MIP (a) ve VR (b) görüntülerde gösterilmiştir.

6.TARTIŞMA

Serebral vasküler yapılar çok çeşitli varyasyonlar göstermektedir. Bu varyasyonların bilinmesi, radyolojik olarak tanımlanması cerrahi ve girişimsel radyolojik işlemler açısından gerekli ve önemlidir. Özellikle anevrizma saptanan olgularda operasyon öncesi bu varyasyonların bilinmesi beyin cerrahisi açısından vasküler yapılara zarar vermemek adına oldukça önem taşır.

Serebral vasküler anatomi ve varyasyonları, ÇKBT cihazının hayatımıza girmesiyle çok rahatlıkla teşhis edilebilir hale gelmiştir.

ÇKBT anjiyografi noninvaziv olarak serebral vasküler anatomi ve varyasyonları gösterebilmekte, hastayı dijital substraksiyon anjiyografide (DSA) maruz kaldığı invaziv girişim, analjezi, morbidite, işlem sonrası takip ve komplikasyonlardan kurtarmaktadır. ÇKBT anjiyografinin avantajları etkin x- ışını tüpü kullanımı, yüksek temporal çözünürlük, z ekseninde yüksek uzaysal çözünürlük, intravasküler kontrast madde konsantrasyonunda artma, görüntü gürültüsünde azalma ve tek seferde uzun anatomik yapıların taranabilmesidir.

MR anjiyografide de vasküler yapılar görüntülenebilir. Özellikle kontrast madde alerjisi ve böbrek yetmezliği olan hastalarda BT anjiyografi yerine tercih edilir. MR anjiyografi yavaş akımlı damarları ve küçük damarları göstermede başarısızdır. Bilinç bulanıklığı olan hastalarda hareket artefaktından kaçınmak için çekim süresi kısa olan ÇKBT anjiyografi MR anjiyografiye tercih edilir. Biz de kliniğimizde kısa çekim süresi, invaziv işlem gerektirmemesi ve küçük damarları rahatlıkla saptamasından dolayı ÇKBT anjiyografiyi serebral vasküler yapıları göstermede daha çok tercih etmekteyiz.

Serebral vasküler varyasyonlar en sık Willis poligonunda ve posterior sirkülasyonda görülür (25).PCOA hipoplazisi en sık görülen varyasyondur. Değişik çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmuştur. Kanchan Kapoor ve arkadaşları 1000 otopsi serisinde yaptıkları çalışmada % 13.2 oranında PCOA hipoplazisi saptamışlardır (26). Sri Lanka popülasyonu üzerinden yapılan başka bir çalışmada % 51 bilateral, % 13 tek taraflı olmak üzere % 64 oranında pcoa hipoplazisi saptanmıştır (27). Başka bir çalışmada 100 hasta üzerinden yapılan MR anjiyografi incelemesinde ise bu oran % 21 olarak saptanmıştır (28). Behzad Eftekhari ve arkadaşlarının 102 hasta üzerinden yaptıkları çalışmada % 27 tek taraflı % 33 bilateral olmak üzere % 60 oranında PCOA hipoplazisi saptanmıştır (29). Bizim çalışmamızda bu

oran tek taraflı % 20.6 (103) , bilateral % 14.2 (71) olmak üzere % 34.8 (174) oranında saptanmıştır.

Fenestrasyon varyasyonlar arasında sık olarak karşımıza çıkar. Bununla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. 504 hasta üzerinden yapılan BT anjiyografi çalışmasında % 10.5 oranında fenestrasyon saptanmıştır (30). 208 olgulu 3D rotasyonel anjiyografik çalışmada bu oran % 28 olarak izlenmiştir (31). Bizim çalışmamızda fenestrasyon % 18.6 (93) oranında izlendi. Fenestrasyon bütün damarlarda izlenebildiği gibi en çok vertebrobaziler sistem ve ACOA lokalizasyonunda görülür. Yapılan anjiyografik ve otopsi çalışmalarında baziler arter fenestrasyonu % 0.6 ila % 5 arasında değişmektedir. Vertebral arterde ise bu oran % 0.3 ila % 2 arasında değişmektedir. (4,32). ACOA' da ise fenestrasyon popülasyonda % 12 -21 oranında değişmektedir (4). Anjiyografik çalışmalarda bu oran otopsi çalışmalarına göre daha düşük olup (% 5.3) olarak saptanmıştır (33). Bizim çalışmamızda fenestrasyon en sık ACOA lokalizasyonunda % 7 oranında (35) saptanmıştır. Vertebrobaziler lokalizasyonundaki fenestrasyon ise ikinci sıklıkta izlenmiş olup % 3 baziler arter, % 0.4 vertebral arter düzeyinde izlenmiş olup % 3.4 olarak (17) izlendi. Bu oranlar literatür ile uyumludur.

Uchino ve arkadaşlarının yaptıkları MR anjiyografi çalışmasında ACOA fenestrasyonu % 1.2 ve baziler arter fenestrasyonu % 1.7 oranında saptanmıştır (34,35). Bu çalışmada oranların düşük çıkmasının sebebi MR anjiyografinin küçük fenestrasyonları göstermede daha düşük duyarlı olmasından kaynaklanabilir.

504 hasta üzerinden yapılan BT anjiyografi çalışmasında fenestrasyon en sık ACOA lokalizasyonunda % 6.9 olarak bulunmuştur. Vertebrobaziler sistemde, baziler arterde %2.4, vertebral arterde % 0.4 olmak üzere % 2.8 olarak saptanmıştır (30). Bu çalışmadaki oranlar bizim çalışmamız ile benzer özelliktedir.

A1 lokalizasyonunda anatomik çalışmalarda % 0 ila % 4 arasında, anjiyografik çalışmalarda % 0.058 oranında fenestrasyon saptanmıştır (4,36). Bizim çalışmamızda bu oran % 1.8 (9) olarak saptandı.

Yapılan otopsi çalışmasında A2 lokalizasyonunda % 2 oranında fenestrasyon saptanmıştır (37). Bizim çalışmamızda ise % 2.4 oranında (12) bulunmuştur. 891 hasta üzerinden yapılan çalışmada A1 ve A2 fenestrasyonu toplamda % 1.2 olarak saptanmıştır(34). ACA lokalizasyonundaki ÇKBT anjiyo ile saptadığımız fenestrasyon bulgularımız anato-

mik çalışmalar ile benzer özellikte izlenmiştir. Yapılan MR anjiyo ve klasik anjiyografi çalışmalarına göre üstünlük sağlamıştır.

MCA fenestrasyonu yapılan otopsi çalışmasında %1, anjiyografi çalışmasında % 0.17 oranında bulunmuştur (4,36,38). 425 olgulu MR anjiyografi çalışmasında bu oran % 0.47 olarak bulunmuştur (11). 504 olgulu BT anjiyografi çalışmasında % 0.4 oranında MCA fenestrasyonu saptanmıştır (30). Bizim alışmamızda 10 hastada (% 2) fenestrasyon saptanmış olup diğer çalışmalara göre daha fazla sayıda saptanmıştır.

SCA lokalizasyonunda 395 olgulu BT anjiyo çalışmasında % 1.01 oranında fenestrasyon saptanmış olup, bizim çalışmamızda 12 hastada (% 2.4) izlendi (39).

PCOA ve PCA lokalizasyonunda fenestrasyon oldukça nadirdir. Anatomik çalışmalarda % 2 oranında PCOA lokalizasyonunda fenestrasyon saptanmıştır (40). Bizim alışmamızda % 1.4 oranında PCA ve % 0.6 oranında PCOA lokalizasyonunda fenestrasyon saptandı.

Fenestrasyon oluşumunun nedeni tam olarak bilinmemektedir. Ancak bu konuda paralel seyreden arterlerin füzyonunda bozukluk, gerçek parsiyel duplikasyondan fenestrasyon gelişimi veya ana damarı oluşturacak olan damar ağının embriyolojik dönemde tam olmayan füzyonu gibi teoriler ne srlmştir (38,41,42). Embriyolojik olarak bazı arterler arasında ilkel bir damarsal aė bulunur. Fenestrasyon gibi varyasyonlar aslında geçici olan bu tür dallanma ve anastomozların kalıcılaşması ile açıklanmaktadır (43).

Fetal orjinli PCOA varyasyonu % 10 ila % 30 arasında değişmektedir (5). Bununla ilgili 176 olgu üzerinden yapılan anjiyografik çalışmada % 14.8 oranında fetal orjinli PCOA varyasyonu saptanmıştır (5). 1000 olgulu kadavra çalışmasında bu oran % 10.6 olarak saptanmıştır (26). 100 olguluk MR anjiyografi üzerinden yapılan bir başka çalışmada % 13 olarak saptandı (28). Bizim alışmamızda ise 97 hastada (% 19.4) saptanmış olup literatür ile uyumludur.

PCOA' nın İCA' dan çıkış yerinde görülen dilatasyon PCOA infundibulum olarak adlandırılır. Yapılan çalışmalarda % 6 ila % 17 arasında değişmektedir (2). Bizim alışmamızda 16 hastada (% 3.2) saptandı. PCOA infundibulum normal bir varyasyon olup, PCOA ya da İCA lokalizasyonundaki anevrizmadan ayırmak gerekir.

ACA hipoplazisi ve aplazisi yapılan otopsi çalışmalarında % 1-2 ve % 10 oranlarında izlenmiştir (2). Uchino ve arkadaşlarının yaptıkları MR anjiyo çalışmasında A1 aplazisi % 5.6 oranında bulunmuştur (34).Bizim

çalışmamızda hipoplazi % 16. 4 (82), aplazi ise % 5.2 (26) oranında saptanmış olup, bulgularımız daha fazladır. Bu anlamda ÇKBT anjiyografinin üstünlüğü bir kez daha görülmektedir.

Azigos A2 prevelansı % 0.2 ila % 4 arasında değişmektedir (7). Bizim çalışmamızda % 1.8 (9) oranında bulunmuş olup literatür ile uyumludur.

Bihemisferik A2 varyasyonu yapılan anatomik çalışmada % 2 ila % 7 arasında değişmektedir (44). Bizim çalışmamızda bu oran % 1.8 (9) olarak saptandı. ÇKBT anjiyografi çalışması ile saptadığımız bu oran anatomik çalışma ile yakınlık göstermektedir.

891 hasta üzerinden yapılan MR anjiyo çalışmasında A2 trifukasyon oranı % 3 olarak saptanmıştır (34). Başka bir MR anjiyo çalışmasında bu oran % 1.3 olarak rapor edilmiştir (45). Bizim çalışmamızda ise sadece 5 hastada (% 1) saptandı.

Bu anomalilerin klinik önemi azigos veya bihemisferik anomali varlığında bilateral iskemik değişiklikler meydana gelebilmesi ve birlikte hemodinamik değişikliğe bağlı distal ACA'da sakküler anevrizma insidansının yüksek olmasıdır (46).

MCA varyasyonlarını da ÇKBT anjiyo ile saptayabiliriz. Yapılan anjiyografik çalışmada % 5 oranında MCA erken dallanma göstermektedir (5). MCA duplikasyonu ve aksesuar MCA' ya ait varyasyonlar anjiyografik ve anatomik çalışmalarda sırasıyla % 0,2- % 2,9 ve % 0,3- % 4,0 arasında saptanmıştır (38,47). Bizim çalışmamızda % 6.4 MCA' da erken dallanma, % 1.4 MCA duplikasyonu ve % 0.2 oranında aksesuar MCA görülmüş olup, literatür ile uyumlu izlendi.

Bu varyasyonların farkına varılması iki durum açısından önem taşımaktadır. Birincisi ilgili anevrizmaların cerrahi diseksiyonunun planlamasında ki bu durum hayati önem taşıyabilir, ikincisi ise olası bir MCA oklüzyonunda aksesuar ve duplike MCA kollateral kan akımıyla ilgili sulama alanlarını besleyebilirler. Bu varyasyonlar göz önüne alınarak her olgu dikkatle değerlendirilmelidir (10).

SCA duplikasyonu diğer bir varyasyon çeşididir. Hardy ve arkadaşlarının yaptıkları anatomik çalışmada % 14 olarak saptanmıştır (48). 136 olgulu MR anjiyografi çalışmasında % 9.6 olarak izlenmiştir (49). Bizim çalışmamızda da % 8 (40) oranında saptanmış olup, bulgularımız MR anjiyografi çalışmasına yakındır.

Nadir de olsa PCA ve PCOA lokalizasyonlarında da duplikasyon saptanabilir. Bilindiği kadarıyla PCA lokalizasyonunda anjiyografik çalışmalarda henüz bu bulgu saptanmamıştır (4). Bizim çalışmamızda 1 olguda

PCA duplikasyonu saptandı. PCOA lokalizasyonunda da 1 olguda duplikasyon saptandı.

Vertebral arterlere ait varyasyon en çok hipoplazi şeklindedir. 131 serilik MR çalışmasında % 43.5 oranında vertebral arter hipoplazisi saptanmıştır. Bu çalışmada hipoplazi derecesi ileri, orta ve hafif olarak üç bölüme ayrılmıştır. İleri derecede hipoplazi oranı % 5.3 olarak bulunmuştur. Hipoplazi saptanan olguların % 80 ' i sağ yerleşimli olarak bulunmuştur (50). Başka bir çalışmada % 48 sağ , % 14 oranında sol vertebral arter hipoplazisi saptanmıştır (51). Bizim çalışmamızda ise hipoplazik sağ vertebral arter 62 hastada (% 12.4) saptandı. Sol vertebral arter hipoplazisi 34 hastada (% 6.8) saptandı. Bilateral vertebral arter hipoplazisi 3 hastada (% 0.6) saptandı. Böylece toplamda 99 hastada (% 19.8) vertebral arter hipoplazisi saptandı. Çalışmamızda vertebral arterlerin yalnız bir segmenti değil, tüm segmentlerinin inceliği hipoplazik kabul edildi. Belirgin ince kalibrasyonlu vakalar hipoplazik kabul edildi. Bu yüzden hipoplazi bulgularımız diğer çalışmalara göre daha düşük oranda bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da en çok hipoplazi sağ yerleşimli izlenmiş olup, yapılan çalışmalar ile uyumludur. Hipertansiyon, hiperlipidemi gibi risk faktörlerinde ileri derecede vertebral arter hipoplazilerinin posterior serebrovasküler atak açısından tehlike arz edebileceği öne sürülmüştür (50).

Vertebral arterlerin anormal orjin alması diğer bir varyasyon şekli olup, bununla ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. En sık görülen sol vertebral arterin direkt olarak arkus aortadan orjin almasıdır. Yapılan geniş otopsi çalışmalarında % 2.4 – 5.8 arasında bulunmuştur (52,53). Bizim çalışmamızda 13 hastada (% 2.6) saptanmış olup, bulgularımız literatür ile uyumludur. Sağ vertebral arterin anormal orjinli olması daha seyrektr. Çalışmamızda 5 hastada (% 1) sağ vertebral arter brakiosefalik trunkustan çıkmaktaydı. Yapılan çalışmalarda bu oran % 1.1 olup, bulgularımız literatür ile uyumludur. Şu ana dek vertebral arter orjininin anormal olmasının serebrovasküler herhangi bir olaya neden olduğu gösterilememiştir (52,53).

Aberan İCA varyasyonu İCA'nın intratimpanik ve lateral faringeal İCA olması şeklindedir. Petröz İCA anteromediyal seyir yerine posterolateral bir seyir gösterebilir. Bu durumda İCA hipotimpaniumdan geçer. Literatürde şu ana dek 50 vaka tanımlanmıştır (4). Bizim çalışmamızda intratimpanik İCA' ya rastlanmadı. Bu varyasyonun tanınması klinik açıdan önem arzeder. Çünkü yanlış bir glomus timpanikum paraganglioma ön tanısı ile biyopsi ya da cerrahi girişim yapıldığı takdirde İCA' ya girilerek hayati tehdit edecek kanama ya da serebral enfarkta neden olunabilir. Çalışmamızda 49 hastada (% 9.8) lateral faringeal İCA saptandı. Literatürde insidansı tam olarak bilinmemekle beraber 10000 hasta

üzerinden yapılan bir çalışmada % 2 olarak bulunmuştur (54). Orofaringeal tümör rezeksiyonu, tonsillektomi, adenektomi gibi cerrahi girişimler öncesi bu varyasyonun bilinmesi vasküler yapıya zarar vermeyi önlemektedir (32).

İCA hipoplazisi ve agenezi çok ender görülür. Yapılan çalışmalarda agenezik İCA % 0.01 gibi düşük oranda saptanmıştır (55). Bizim çalışmamızda bir olguda İCA agenezisi ve yine bir olguda İCA hipoplazisine rastlandı. İCA agenezisi vertebro baziler sistemdeki ateroskleroza bağlı tromboemboli hastalığı açısından önem taşır. Bu bireylerde beyinde düşük kollateral kan akımı nedeniyle konvansiyonel anjiyografi ve cerrahi girişim yüksek risk taşımaktadır (56). Ayrıca İCA agenezisi ile anevrizma arasında güçlü bir ilişki olduğu belirtilmiştir (57).

Persistan trigeminal arter varyasyonu vertebro baziler anastomozlar içerisinde yer almaktadır. Yapılan anjiyografik çalışmalarda % 0.06-%0.6 olarak bildirilmiştir (14). Bizim çalışmamızda 3 hastada (% 0.6) saptanmış olup, literatür ile uyumluluk göstermektedir. Trigeminal sinirin oftalmik dalının ve trigeminal gangliyonun medialinde yerleşir (15). Bu sinire komşuluğu nedeniyle fasyal ağrı, izole göz kası paralizi, ptozis ve trigeminal nevraljiye neden olur. Anevrizması görülebilir. PTA bulunan vakalarda genellikle vertebral arterlerin bir veya ikisi hipoplaziktir (12).

Anterior koroidal arter hiperplazisi de ender görülen varyasyonlardan olup yapılan çalışmalarda % 1.1 ila % 2.3 arasında değişmektedir (58). Bizim çalışmamızda % 1.2 olup (6) bu anlamda literatür ile uyumludur.

Çalışmamızda serebral vasküler varyasyonların sık görüldüğünü ve bu varyasyonların ÇKBT anjiyografi ile noninvaziv olarak saptanabildiği görülmüştür. Çalışmamızın sonuçları beyin cerrahisi girişimleri açısından önemlidir.

7. SONUÇ

Serebral vasküler varyasyonlar sıkça karşılaştığımız, herhangi bir hastalık nedeniyle çekilen beyin BT anjiyografi incelemeleri sırasında tesadüfen saptadığımız olgulardır.

İncelediğimiz 500 hastanın sadece 73'ünde (% 14.6) herhangi bir anomali ve varyasyon izlenmedi. Bazı hastalarda birden fazla varyasyon saptanmış olup, 427 hastada 773 serebral vasküler varyasyon izlendi. En sık izlenen varyasyon 174 hastada (% 34.8) görülen hipoplazik PCOA varyasyonudur.

Sonuç olarak, ileri teknoloji ürünü olan ÇKBT ile serebral vasküler anomali ve varyasyonlarını saptamak mümkün olmakta olup, tanısal amaçlı invaziv anjiyografi yapılmasına gerek kalmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Yıldırım M. Temel Nöroanatomi, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul 2000
2. Osborn AG (1999) Diagnostic cerebral angiography, 2nd edn. Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia
3. Yaşargil M.G. Microneurosurgery vol 1, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 128-136, 1984
4. Dimmick SJ, Faulder KC. Normal variants of the cerebral circulation at multidetector CT angiography. [Radiographics](#). 2009 Jul-Aug;29(4):1027-43
5. Karazincir Sinem, Ada Emel, Sarsılmaz Ayşegül, Yalçın Özlem, Vidinli Berna, Şahin Erkan İntrakraniyal Anevrizmalara Eşlik Eden Vasküler Varyasyon ve Anomalilerin Sıklığı. Tanısal ve Girişimsel Radyoloji, 10: 103-109 2004
6. Baptista AG. Studies on the arteries of the brain (II). The anterior cerebral artery: some anatomic features and their clinical implications. *Neurology* 1963; 13:825- 835.
7. Cinnamon J, Zito J, Chalif DJ, et al. Aneurysm of azygos pericallosal artery: diagnosis by MR imaging and MR angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992; 13:280-282.
8. Handa J, Shimizu Y, Matsuda M, Handa H. The accessory middle cerebral artery: report of further two cases. *Clin Radiol* 1970; 21:415-416.
9. Teal JS, Rumbaugh CL, Bergeron RT, Segall HD. Anomalies of the middle cerebral artery: accessory artery, duplication, and early bifurcation. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1973; 118:567-575.
10. Komiyama M, Nakajima H, Nishikawa M, Yasui T. Middle cerebral artery variations: duplicated and accessory arteries. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998; 19:45-49.
11. Uchino A, Kato A, Takase Y, Kudo S. Middle cerebral artery variations detected by magnetic resonance angiography. *Eur Radiol* 2000; 10:560-563.
12. Okay Özgür, Kitiş Ömer, Oran İsmail, Memiş Ahmet Persistan fetal karotidvertebrobaziler anastomozlar. Tanısal ve Girişimsel Radyoloji, 9:382-387, 2003
13. Caldenmeyer KS, Carrico JB, Mathews VP. The radiology and embryology of arteries of the head and neck. *AJR* 1998; 170:197-203.

14. Luh GY, Dean BL, Tomsick TA, Wallace RC. The persistent fetal carotid-vertebrobasilar anastomoses. *AJR* 1999; 172:1427-1432.
15. Yilmaz E, Ilgıt E, Taner D. Primitive persistent carotid-basilar and carotid-vertebral anastomoses: a report of seven cases and review of the literature. *Clin Anat* 1995; 8:36-43.
16. Kolbinger R, Walter H, et al. Right proatlantal artery type 1, right internal carotid occlusion, and left internal carotid stenosis: case report and review of the literature. *J Neurol Sci* 1993; 117:232-239.
17. Katada K. Half-second, half millimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. *Medical Review* 68: 1- 8.
18. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000; 215: 55-62.
19. Achenbach S, Ropers D, Hoffmann U. Assessment of coronary remodeling in stenotic and nonstenotic coronary atherosclerotic lesions by multidetector spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 842-7.
20. Dewey M, Zimmermann E, Laule M, Rutsch W, Hamm B. Three-vessel coronary artery disease examined with 320-slice computed tomography coronary angiography. *Eur Heart J* 2008 Feb 7. [Epub ahead of print].
21. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fetita C, Preteux F, Brauner MW, Lenoir S. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol* 2002; 12: 1022-1044
22. Saito Y. Multislice CT scanner .*Medical Review* 66: 1-8.
23. Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *Radiographics* 2002; 22: 949-962.
24. Kaya T, Adapınar B, Özkan R, Temel radyoloji tekniği, 3. Baskı, İstanbul, Nobel yayınları 1997: 6-7
25. Jayaraman MV, Mayo-Smith WW. Multi-detector CT angiography of the intracranial circulation: normal anatomy and pathology with angiographic correlation. *Clin Radiol*. 2004;59(8):690-8
26. Kapoor K, Singh B, Dewan LI. Variations in the configuration of the circle of Willis. *Anat Sci Int*. 2008 Jun;83(2):96-106.

27. K. Ranil D. De Silva, Rukmal Silva, W. S. L Gunasekera, R. W. Jayesekera
Prevalence of typical circle of Willis and the variation in the anterior communicating artery: A study of a Sri Lankan population *Ann Indian Acad Neurol.* 2009;12(3): 157–161.
28. Macchi C, Catini C, Federico C, Gulisano M, Pacini P, Cecchi F, Corcos L, Brizzi E. *Ital J Anat Embryol.* 1996;101(2):115-23.
29. Eftekhari B, Dadmehr M, Ansari S, Ghodsi M, Nazparvar B, Ketabchi E
Are the distributions of variations of circle of Willis different in different populations? – Results of an anatomical study and review of literature *BMC Neurol.* 2006;24;6:22.
30. Bharatha A, Aviv RI, White J, Fox AJ, Symons SP. Intracranial arterial fenestrations: frequency on CT angiography and association with other vascular lesions. *Surg Radiol Anat* 2008;30:397–401.
31. van Rooij SB, van Rooij WJ, Sluzewski M, Sprengers ME. Fenestrations of Intracranial Arteries Detected with 3D Rotational Angiography *American Journal of Neuroradiology* 2009;30:1347-1350
32. Okahara M, Kiyosue H, Mori T, Tanoue S, Sainou M, Nagatomi H.
Anatomic variations of the cerebral arteries and their embryology: a pictorial review *Eur Radiol* (2002) 12:2548–2561
33. de Gast AN, van Rooij WJ, Sluzewski M. Fenestrations of the anterior communicating artery: incidence on 3D angiography and relationship to aneurysms. *Am J Neuroradiol* 2008;29:296–8.
34. Uchino A, Nomiya K, Takase Y, Kudo S. Anterior cerebral artery variations detected by MR angiography. *Neuroradiology* 2006;48:647–52.
35. Uchino A, Kato A, Takase Y, Kudo S. Basilar artery fenestrations detected by MR angiography. *Radiat Med* 2001;19:71–4.
36. Sanders WP, Sorek PA, Mehta BA. Fenestration of intracranial arteries with special attention to associated aneurysms and other anomalies. *AJNR Am J Neuroradiol* 1993;14:675–680.
37. Vucetic RR. Segmental duplication of the fetal anterior cerebral artery. *J Anat* 1998;192:431–434.
38. Umansky F, Dujovny M, Ausman JJ, Diaz FG, Mirchandani HG.
Anomalies and variations of the middle cerebral artery: a microanatomical study. *Neurosurgery* 1988;22:1023–1027.

39. Bayrak AH, Senturk S, Akay HO, Ozmen CA, Bukte Y, Nazaroglu H. The frequency of intracranial arterial fenestrations: A study with 64-detector CT-angiography *Eur J Radiol*. 2009
40. Sahni D, Jit I, Lal V. Variations and anomalies of the posterior communicating artery in northwest Indian brains. *Surg Neurol* 2007;68:449–453.
41. Ito J, Maeda H, Inoue K, Onishi Y: Fenestration of the middle cerebral artery. *Neuroradiol*13:37-39, 1977
42. Teal JS, Rumbaugh CL, Bergeron RT, Segall HD: Angiographic demonstration of fenestrations of the intradural intracranial arteries. *Radiology* 106:123-126, 1973
43. Ueda T, Coya T, Wakisaka S, Kinoshita K: Fenestrations of the middle cerebral artery associated with aneurysms. *AJNR* 5:639-640, 1984
44. Perlmutter D, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the distal anterior cerebral artery. *J Neurosurg* 1978;49:204–228.
45. Krabbe-Hartkamp MJ, van der Grond J, de Leeuw FE et al (1998) Circle of Willis: morphologic variation on three dimensional time-of-flight MR angiograms. *Radiology* 207:103–111
46. Huber P, Braun S, Hirschmann D, Agyeman JF. Incidence of berry aneurysms of the unpaired pericallosal artery: angiographic study. *Neuroradiology* 1980; 19:143-147.
47. Takahashi S, Hoshino F, Uemura K, Takahashi A, Sakamoto K. Accessory middle cerebral artery: is it a variant form of the recurrent artery of Heubner? *AJNR Am J Neuroradiol* 1989; 10:563–568
48. Hardy DG, Peace DA, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the superior cerebellar artery. *Neurosurgery*, 6: 10–28, 1980.
49. Uchino A, Sawada A, Takase Y, Kudo S. Variations of the Superior Cerebellar Artery: MR Angiographic Demonstration. *Radiat Med*. 2003;21(6):235-8.
50. Peterson C, Phillips L, Linden A, Hsu W. Vertebral artery hypoplasia: prevalence and reliability of identifying and grading its severity on magnetic resonance imaging scans. *J Manipulative Physiol Ther*. 2010;33(3):207-11.

51. Touboul PJ, Bousser MG, LaPlane D, Castaigne P. Duplex scanning of normal vertebral arteries. *Stroke* 1986;17:921-3.
52. Lemke A-J, Benndorf G, Liebig T, *et al.* Anomalous origin of the right vertebral artery: Review of the literature and case report of right vertebral artery origin distal to the left subclavian artery. *American Journal of Neuroradiology* 1999; 20: 1318-1321.
53. Wasserman BA, Mikulis DJ, Manzione JV. Origin of the right vertebral artery from the left side of the aortic arch proximal to the origin of the left subclavian artery. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1992;13:355-8.
54. McEachen JC, Obrzut M, Bokhari SJ. A rare combination of carotid artery congenital abnormalities: understanding the embryology and clinical associations *Emerg Radiol.* 2009;16(5):411-4.
55. Chen CJ, Chen ST, Hsieh FY, *et al.* Hypoplasia of the internal carotid artery with intercavernous anastomosis. *Neuroradiology* 1998;40:252–254.
56. Welman CJ, Khangure MS. MRI of bilateral internal carotid artery agenesis. *Australas Radiol* 2007; 51(spec no):B25–B27.
57. Quint DJ, Boulos RS, Spera TD. Congenital absence of the cervical and petrous internal carotid artery with intercavernous anastomosis. *AJNR Am J Neuroradiol* 1989;10:435–439.
58. Takahashi S, Suga T, Kawata Y, Sakamoto K. Anterior choroidal artery: angiographic analysis of variations and anomalies. *AJNR Am J Neuroradiol* 1990;11:719–729