

Beynin Arteriyel Anatomisi

Arterial Anatomy of the Brain

Ali İhsan ÖKTEN, Aslan GÜZEL

Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, Yüreğir, Adana, Türkiye

Yazışma Adresi: Ali İhsan ÖKTEN / E-posta: aihsan33@hotmail.com

ÖZ

Serebral dolaşım ile ilgili ilk tanımlamayı 1664 yılında anatomist Thomas Willis yapmış, sonraki iki yüzyıl boyunca da bu konu anatomistler için ilgi çekici olmuştur. 1872 yılında Heubner, infüzyon tekniği ile kendi adı ile anılan damar da dahil olmak üzere bir çok küçük serebral arteri detaylı olarak tanımlamıştır. Windle, 1884-1888 yılları arasında kadvralarda serebral damarların anomali ve varyasyonlarını yayınlamıştır. 1900'lü yıllarda damarların dağılım bölgeleri ortaya çıkarılmış ve özellikle vasküler dağılımın bölgeleri ile birlikte çeşitli klinik sendromlar tanımlanmıştır. 1922 yılında Sicard ve Forestier, Lipiodol kullanarak hayvanlarda serebral arterleri ilk kez görüntülemiştir. Egas Moniz'in 1927 yılında serebral anjiyografiyi klinik kullanıma sokması hem serebral damarların anatomisi hakkında, hem de anevrizma veya vasküler malformasyon gibi vasküler patolojilerin daha kolay tanımlanmasında devrim yaratmıştır. 1960'lerden sonra anjiyografi tekniğinin gelişmesi sonucunda normal serebral damar anatomisi ve varyasyonlarının tespit edilmesini daha da kolaylaştırmıştır. Özellikle serebrovasküler anatomisinin iyi bilinmesi, arteriyel perforan damarlar hakkında detaylı anatomik bilgilere sahip olunması, mikrocerrahi yöntemle ameliyat esnasında damarları korumak yaşamsal öneme sahip olmuştur. Bu makalede, merkezi sinir sisteminin arteriyel anatomisi, cerrahi esnasında dikkat edilecek noktalar, her bir arterin beslediği alanlar ve arter tıkanıklığında oluşan klinik tablo hakkında derlenen bilgilerin sunulması amaçlanmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Anatomi, Arter, Beyin

ABSTRACT

The initial description of the cerebral vasculature was produced by anatomist Thomas Wills in 1664 and during the next two centuries, the field of cerebral vasculature was fascinated for anatomists. Heubner introduce a more detailed description of the cerebral arteries and with infusion techniques detailed many of the smaller cerebral arteries including the one that bears his name in 1872. Windle reported anomalies and variations in the cerebral vasculature in cadaver examinations during years of 1884-1888. Cerebral vessels and their distinct distribution areas and variable vasculature malformations were described in 1900's. In 1922 Sicard and Forestier showed cerebral arterials for the first time by using lipiodol. In 1927 Egas Monis implant cerebral angiography in clinical use made a revolution in description of cerebral vascular anatomy, aneurysmal and vascular malformations. After 1960's development in angiography techniques makes easier identification of normal and variable cerebral vascular anatomy. Especially well knowledge of cerebrovascular anatomy, detailed information about arterial perforation bring up protection of vessels during microsurgery. In this article our aim was to present information about central nervous system arterial anatomy, key points during surgery, feeding areas of every vessels and clinical pictures due to occlusions of these vessels.

KEYWORDS: Anatomy, Artery, Brain

GİRİŞ

Serebral dolaşım ile ilgili ilk tanımlamayı 1664 yılında anatomist Thomas Willis yapmış, sonraki iki yüzyıl boyunca da bu konu anatomistler için ilgi çekici olmuştur. Quain (1844), Luschka (1867), Henle (1868) ve Duret (1874) gibi araştırmacıların çizimli kitapları ve Alezais ve d'Astros'un mezensefalik arterleri tanımlaması serebral dolaşımın bugünkü anlamda anlaşılmasını kolaylaştırmıştır. 1872 yılında Heubner, infüzyon tekniği ile kendi adı ile anılan damar da dahil olmak üzere bir çok küçük serebral arteri detaylı olarak tanımlamıştır. Windle, 1884-1888 yılları arasında kadvralarda serebral damarların anomali ve varyasyonlarını yayınlamış, 1900'lü yıllarda damarların dağılım bölgeleri ortaya çıkarılmış ve özellikle vasküler dağılımın bölgeleri ile birlikte çeşitli klinik sendromlar tanımlanmıştır.

Sicard ve Forestier, 1922 yılında Lipiodol kullanarak hayvanlarda serebral arterleri görüntülemişler, fakat hayvan-

ların hepsi Lipiodol'un yan etkisi nedeniyle ölmüştür. Egas Moniz, 1927 yılında Strontium bromide ve Lityum bromide kullanarak serebral damarların radyografisini elde etmiştir. Moniz, bu hastaların çoğunun ölmesi nedeniyle daha sonra kontrast madde olarak Sodyum iyodid'i kullanmıştır. Moniz'in serebral anjiyografiyi klinik kullanıma sokması anevrizma veya vasküler malformasyon gibi vasküler patolojilerin daha kolay tanımlanmasında devrim yaratmıştır. 1936'da Loman ve Myerson, karotid artere iğneyle direkt perkütan girerek anjiyografi yapmışlardır. Ancak anjiyografiden sonra kontrast maddelerin yan etkilerinin fazla olması nedeniyle mortalite ve morbiditenin çok olması sonucunda 1941 yılında Amerika'da Dyke, anjiyografinin ana endikasyonun anevrizma veya arteriovenöz anjiomanın olup olmadığını ortaya çıkarmak olması gerektiğini bildirmiştir. Suda eriyen Diatrizoate sodyum'un (Hypaque) bulunmasından sonra komplikasyonların azalması sonucunda Amerika'da serebral anjiyografide daha çok bu

madde kontrast maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1951'de Seldinger, tarafından anjiyografinin bütün tipleri tanımlanmıştır. Seldinger kılavuz telli ponksiyon iğnesini bularak arter içine tel üzerinden kateter sokarak anjiyografi yapmıştır. 1951'de Ecker ve Reiemenschneider, anjiyografik vazospazmı tanımlamışlardır. 1963 yılında Amplatz ve ark. femoroserebral kateterizasyonu tarif etmiştir. Moniz, aynı zamanda seri anjiyografi çekerek tekniği geliştirmiştir. Moniz, ayrıca serebral anjiyografi üzerine iki kitap yazmış ve serebral sirkülasyon üzerine ilk fizyolojik gözlemleri tanımlamıştır.

1950'lerden sonra Willis poligonundaki anevrizma ve diğer vasküler patolojiler detaylandırılmıştır. 1960'lardan sonra anjiyografinin ilerlemesi ve serebral anevrizmaların aktif olarak tedavi edilmesiyle birlikte bu alan daha çok nöroradyologların ve beyin cerrahlarının ilgi alanı haline gelmiştir. Anevrizmalar ile Willis sirkülasyonunun anomalileri arasındaki ilişki ortaya çıkarılmıştır. Serebral vasküler anatomisinin iyi anlaşılması stereotaktik cerrahinin gelişmesine de yol açmıştır. Özellikle arteriyel perforatörler hakkında detaylı anatomik bilgi gibi serebrovasküler anatomisinin iyi bilinmesi cerrahi esnasında damarları korumak için ve mikrocerrahi açısından yaşamsal öneme sahip olmuştur. Nöroşürjiyenler ve nöroradyologlar tarafından yapılan serebral anjiyografiyle birlikte mikroskop yardımıyla mikrocerrahi tekniğin geliştirilerek gerçekleştirilen intrakraniyal vasküler ve sisternal anatomisinin detaylarının tanımlanması ve ayrıntılı nöroanatomik çalışmalar, vasküler mikrocerrahi ve endovasküler tedavide önemli ilerlemeler sağlanmasını kolaylaştırmıştır (19,20,68).

Bu makalede, merkezi sinir sisteminin arteriyel anatomisi, cerrahi esnasında dikkat edilecek noktalar, her bir arterin beslediği alanlar ve arter tıkanıklığında oluşan klinik tablo hakkında derlenen bilgilerin sunulması amaçlandı.

YÖNTEM ve GEREÇ

INTERNAL KAROTİD ARTER (İKA)

İKA ile ilgili olarak kabul gören ilk anjiyografik tanımlamayı Fischer yapmıştır. Daha sonra Gibo (13), İKA'yı dört, Bouthiller ve ark. (3), ise yedi bölüme ayırarak incelemişlerdir. Bunlar; servikal, petroz, laserum, kavernoöz, klinoidal, oftalmik ve komünikan segmenttir. Ziyal (73) tarafından yapılan anatomik çalışmada ise petroz kemik, petrolingual ligaman, proksimal dural halka, distal dural halka gibi sabit anatomik oluşumlar temel alınarak İKA beş bölümde incelenmiştir (Tablo I).

Servikal segment, kommon karotid arter (KKA) bifurkasyonu ile karotid foramen arasındaki kısımdır. KKA bifurkasyonu

genelde servikal dördüncü vertebranın korpusu hizasında eksternal ve internal dallara ayrılır. İKA, tiroid kıkırdağının üst kenarı düzeyinde karotis kommunis'in bifurkasyon yerinden başlar. Eksternal karotid arter yüzeysel ve lateralde, İKA derin ve medialde boyunda hiç dal vermeden yukarıya doğru seyrederek kafatası tabanına ulaşır. İKA, kafatası tabanında N. Vagus, N. Accessorius, N. Hypoglossus, N. Glossopharyngeus, ganglion servikalis superior ve V. Jugularis İnterna'nın önünde yer alır. İntrakraniyal kısmı temporal kemik petroz piramidin apeksinde karotid foramen petroz segment olarak kafa tabanına girer ve bu noktada Gasser ganglionunun hemen medialindedir. Kanalda yukarı-öne doğru foramen lacerumun üst yüzünü çaprazlar. Kafatası içinde sella tursikanın infero-lateralinden kavernoöz sinüse girer. Petroz ve kavernoöz segmentlerini ayıran anatomik oluşum, aynı zamanda kavernoöz sinüsün posterolateral sınırı olan *petrolingual ligamandır*. Sellanın lateralinden hafif bir eğimle anteriore devam ederek karotid sulkusa girer. Sellanın anterior parçasına yaklaşımlarda damarın eğriliğinin yukarı ve mediale yöneldiğine dikkat edilmelidir. İKA, kavernoöz sinüsten çıktıktan sonra anterior klinoid çıkıntıya doğru devam eder. Klinoidal İKA, anteriorda ve lateralde proksimal ve distal dural halkalar arasında kalan karotid arter bölümüdür. Dural halkalar tarafından sıkı sıkıya sarılı olmasına karşın, posterioda bu iki halka arasında "*klinoidal venöz boşluk*" olarak isimlendirilen bir aralık ile komşudur ve anterior klinoid çıkıntı alındığı zaman bu venöz boşluktan kanama olabilir (25,69,73).

Karotid arterin petroz ve klinoidal segmentler arasında kalan kavernoöz segmenti beş parça olarak seyreder; *posterior vertikal, posterior kıvrım, horizontal, anterior kıvrım, anterior vertikal parça*. Arterin bu segmenti genel olarak venöz kanla hapsedilmiş olan kavernoöz sinüs içinde uzanır. Çeşitli yazarlar tarafından kavernoöz sinüsün tek bir venöz kanaldan ibaret basit yapıda olmadığını, trabeküler tarzda venöz pleksus olduğunu belirtmiştir (16,38).

KAROTİD ARTERİN İNTRAKAVERNÖZ DALLARI

A- Meningohipofizeal Trunk; arterin dorsal kısmından başlar, anterior yöne doğru devam eder ve aşağıdaki aşağıdaki üç dalı verir.

- 1- Bernasconi-Cassinari'nin Tentorial Arteri,** tentorium ve petroz kemiğe yapışma yerini besler.
- 2- Dorsal Meningeal Arter,** dorsum sella ve klivus durasını besler.
- 3- Inferior Hipofizeal Arter,** posterior hipofizi besler.

Tablo I: Ziyal Sınıflaması: Seyirlerine Göre İKA Segmentleri

Segment	İsmlendirme	Aralık
İKA-1	Servikal	Kommon karotid bifurkasyon-Karotid foramen
İKA-2	Petroz	Karotid foramen-Petrolingual ligamanın üst kenarı
İKA-3	Kavernoöz	Petrolingual ligamanın üst kenarı-Proksimal dural halka
İKA-4	Klinoidal	Proksimal dural halka-Distal dural halka
İKA-5	Sisternal	Distal dural halka- İKA bifurkasyonu

B- İnferior Kavernöz Sinüsün Arteri: Kavernöz karotid arterin daha distalinden çıkar ve dalları kavernöz sinüs duvarını, Gasserian ganglion ve orta fossa tabanındaki dura ve tentorium serbest kenarlarını besler.

C- Mc Connell'in Kapsüler Arteri: Sella dural tabanının anterior ve posterior kısımları besler. Bu arter, Harris ve Rhoton tarafından sadece % 28 oranında saptanabilmiştir (16).

D- Persistent Primitif Trigeminal Arter (PPTA): Embriyonik hayatta posterior komunikan arterlerin oluşması ile gerileyen PPTA, erişkin serebral anjiogramlarında % 0,1- 0,2 oranında saptanmıştır (55,56). Karotid arterin meningohipofizeal trunkundan çıkar, erişkinde vertebrobaziler ve karotid sistemler arası en sık görülen embriyonik arterdir. Vertebrobaziler sistemde ise baziler arter ile birleşmektedir (43,69).

İKA'nın intrakraniyal segmentlerinden (C4 ve C5) 3-12 arası sayıda perforan arter çıkar. Bunların oftalmik segmentten çıkan 4 tanesi sıklıkla pituitar stalkın infundibulumu, optik kiazma ve daha az sıklıkla optik siniri besler, 3. ventrikülün tabanının premamiller kısmı, optik trakta dağılırlar. Bu arterlerden pituitar glandın infundibulumuna gidene *superior hipofizeal arter* olarak adlandırılır (11,13).

INTERNAL KAROTİD ARTERİN SUPRAKAVERNÖZ DALLARI

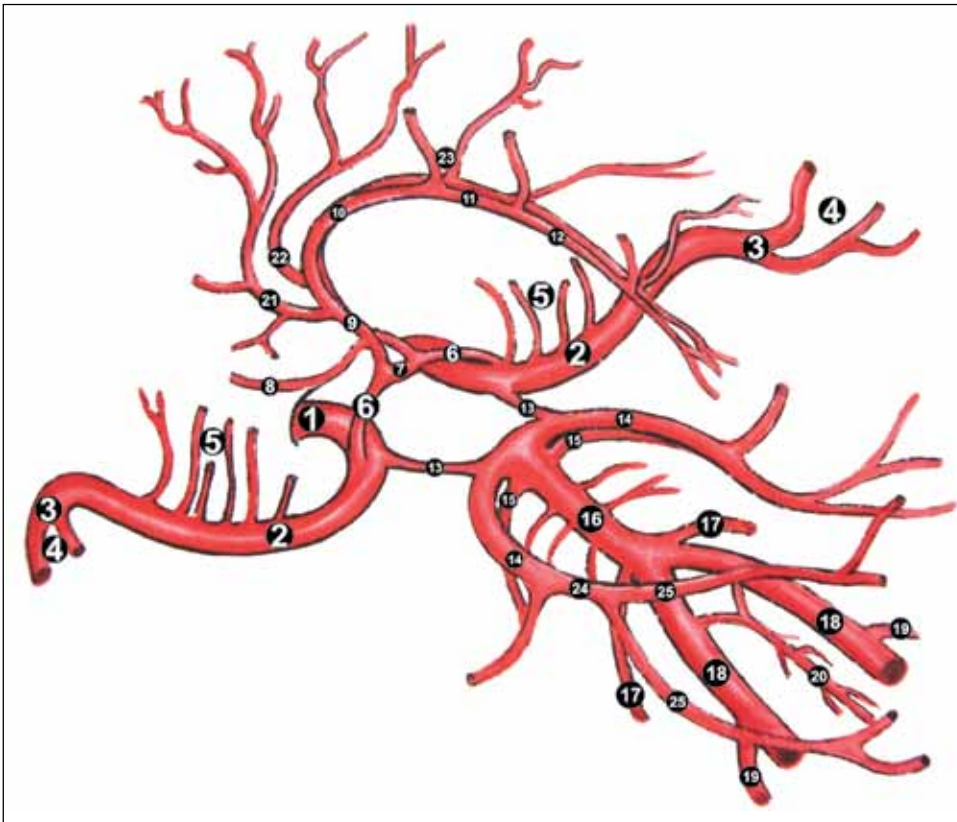
- 1- Oftalmik arter
- 2- Superior hipofizeal arter: İnfero-medialden çıkar ve pituitar stalk, anterior pituitar lob ve kiazmayı sular.

- 3- Posterior komunikan arter: İnfero-lateralden çıkar.
- 4- Anterior koroidal arter: Distal İKA'dan çıkar.
- 5- Anterior klinoidin dural arteri: Üst karotidten köken alan küçük bir arterdir.
- 6- Anterior serebral arter (ASA): İKA'nın terminal dalıdır.
- 7- Orta serebral arter (OSA): İKA'nın terminal dalıdır.

OFTALMİK ARTER

Oftalmik arter (OA), İKA'nın subaraknoid mesafedeki en uzun intrakraniyal birinci dalı olup, genellikle kavernöz sinüsün dural çatısının üzerinde optik sinir altından çıkar, çapı 1-2 mm'dir. Optik sinirin altından anterolaterale doğru devam edip optik kanal ve orbitaya girer. OA, % 8 kavernöz sinüs içinden çıkar, nadiren de klinoidal İKA'den köken alır (16,30). Optik kanalda optik sinir ile birlikte seyrederek orbita içerisinde göz küresi ve diğer orbital yapılara dallar verir. OA, % 53,6 oranında İKA'nın antero-medialinden, % 31,5 oranında supero-medialinden çıkar (17,39). Gibo ve Rhoton (13), olguların % 78'inde İKA'nın superior yüzünün 1/3 medialinden çıktığını, Hayreh ve Dass (18), ise % 43 olguda optik sinirin infero-medialinden, %37'sinde ise direkt inferiorundan çıktığını belirtmişlerdir. Ancak OA, anterior klinoid çıkıntısının anterior veya posteriorundan da çıkabilir (16).

Hayreh ve Dass (18), 1962 yılında yaptıkları çalışmada OA çıkışının % 83 oranında *subdural* aralıkta olduğunu, Hokama ve ark. (21), ise OA'nın % 95 oranında *intradural*, %5 oranında



Şekil 1: 1- İnternal Karotid Arter, 2- Orta Serebral Arter – M1 Dalı, 3- Orta Serebral Arter Bifurkasyonu, 4- Orta Serebral Arter- M2 Dalı, 5- Lentikülo Striat Arterler, 6- Anterior Serebral Arter - A1 Dalı, 7- Anterior Komunikan Arter, 8- Frontopolar Arter, 9- Anterior Serebral Arter - A2 Dalı, 10- Anterior Serebral Arter – A3 Dalı, 11- Anterior Serebral Arter – A4 Dalı, 12- Anterior Serebral Arter – A5 Dalı, 13- Posterior Komunikan Arter, 14- Posterior Serebral Arter - P1 Dalı, 15- Superior Serebellar Arter, 16- Basiler Arter, 17- Anterior İnterior Serebellar Arter, 18- Vertebral Arter, 19- Posterior İnterior Serebellar Arter, 20- Anterior Spinal Arter, 21- Kallosomarginal Arter, 22- İnternal Frontal Arter, 23- Parasentral Arter, 24- Posterior Serebral Arter- P2 Dalı, 25- Posterior Serebral Arter- P3 Dalı.

da *ekstradural* mesafeden çıktığını saptamışlardır. OA'nın ortaya konmasında anterior klinoidin ve optik kanal çatısının alınması ve falsiform ligamanın kesilmesi kolaylık sağlar (16).

OA, intrakraniyal yolu optik sinirin alt yüzeyinde gevşek ağ biçiminde konnektif doku tarafından sarılarak seyreder ve kanal boyunca bu yolda optik sinirin % 84,5 infero-lateralinde uzanır. Orbitayı penetre ettikten sonra arter % 82,6 oranında çapraz yapar veya %17,4 oranında sinirin daha medialinden devam eder (15). OA'den nadiren posteriore doğru uzanarak optik sinirin, kiazmanın ve pituiter stalkın ventral kısmını besleyen intrakraniyal perforan dallar çıkabilir (42).

SUPERİÖR HİPOFİZEAL ARTER (SHA) VE INFUNDİBULAR ARTER (İA)

İKA oftalmik segmentinden 1-5 arası perforan dal çıkar. Bu dallar genellikle pituiter stalk ve glandda sonlanır. Bazen optik sinir, kiazma ve 3. ventrikülün tabanına da dallar gönderebilir. Bu dalların en geniş SHA'dır. İA, posterior komunikan segmentten çıkarak infundibulumu besler. SHA ve İA'ler kiazma altından tuber cinerumu da besler. Pituiter stalk çevresinde anastomotik pleksus yapar ve burada *sirkuminfundibular* anastomoz yapar. Meningohipofizeal trunkun inferior hipofizeal arteri posterior lobu sular. İntrakavernöz karotid arterden kaynaklanan kapsüler arterler pituiter gland kapsülünü besler (16).

Bu arterler, karşı taraftan gelen benzer damarlar, inferior hipofizeal dallar ve hipofizeal portal sistemle de anastomoz yapar.

POSTERİÖR KOMUNİKAN ARTER (PKoA) VE DALLARI

PKoA, supraklinoid İKA postero-medial duvarından köken alır. İKA'dan çıktıktan sonra posteromediale doğru seyreder. Liliequist membranını geçtikten sonra interpedinküler sistere girer, bazen okulomotor sinire ve/veya araknoid bantlara yapışık olabilir. Geriye ve mediale doğru ilerler, tuber cinerum altından ve sella tursika üzerinden ilerler, okulomotorun hafifçe üzerinde medialinde posterior serebral arterle birleşir (44). PKoA'nın çapı 1-2 mm arasında olup, hipoplazisi nadirdir, aplazi unilateral olgularda % 3-11, bilateral yokluğu ise % 0.3-1.5 arasında saptanmıştır (70). Embriyonal dönemde PKoA, PSA olarak devam edebilir, fakat erişkinlerde arter daha sonradan basiler sisteme katılır. Bazen üzeri posterior klinoid çıkıntının üzerini örten dura ile kapanabilir veya bu noktada duraya yapışık olabilir. Arterin bu yapışıklığı özellikle anevrizma cerrahisi sırasında damarın mobilize edilmesi açısından önemlidir (70).

PKoA Dalları

PKoA'nın uzunluğu boyunca çıkış yerinden 2-3 mm sonra ortalama 8 dal çıkar. Bu dallar, postero-inferior ve medialde interpedunkuler sistern içine uzanır. Perlmutter ve Rhoton, bu dalların % 54'ünün arterin anterior yarısına, %25'inin posterior yarısına, diğer % 21'inin de eşit olarak dağıldığını saptamışlardır (41). Bu dallar *tuber cinereum*, 3. ventrikülün tabanının *premamiller kısmını*, *posterior perforated substance*, *interpedunkuler fossa*, *inferior optik kiazma*, *optik trakt*,

mamillary body, *subtalamus*, *posterior hipotalamus* ve *talamusun anterior ve ventral kısmı* ve *internal kapsülün kanlanmasını* sağlar (48). PKoA'nın perforan dalların anterior grubu *hipotalamus*, *ventral talamus*, *optik traktın 1/3 anteriorunu*, *internal kapsülün posterior bacağına*, *posterior perforated substance* ve *subtalamik nükleusu* besler. Bunların oklüzyonu subtalamik nükleus infarktına ve kontrateral hemiballismusa neden olur (41,44). Mamiller cisimcikler ya PKoA dallarından veya PSA'nın proksimal dalından beslenir (70).

ANTERİÖR KOROIDAL ARTER (AKoA)

AKoA çapı 0,5-1,5 mm'dir ve PKoA'nın 2-5 mm distalinden çıkar (63). Olguların çoğunda PKoA'den sonra İKA'nın çıkan ikinci dalıdır ancak bazen bazen AKoA ve PKoA aynı seviyeden çıkabilir (53,60,63). AKoA ve PKoA arasında dallar bulunmuştur (53). Yaşargil (63), Rhoton'un tarif ettiği gibi aradaki bu dalların optik trakt ve posterior perforan substrat'ı beslediğini belirtmiştir. Uncal arter, daima AKoA distalinden veya OSA'nın proksimalinden çıkar. AKoA, bazen duplikasyon, bazen de tek gövde olarak saptanabilir (53). Nadiren M1'in proksimalinden, hatta PKoA'dan ayrıldığı da gösterilmiştir (60). AKoA, % 2-3 civarında hipoplazik ya da hiperplazik olabilir (34). Hiperplazik AKoA'nın hemodinamik nedenler ile anevrizma oluşumunu kolaylaştıran bir faktör olduğu kabul edilmektedir (63). Optik traktı takip eden arterin ortalama uzunluğu 12 mm'dir (53). Crural sistern içinde optik kiazmanın inferiorunu, optik traktusun 2/3'ünü, globus pallidus, internal kapsülün genusunu, serebral pedunkulun orta 1/3'ünü, substansiya nigrayı, subtalamusun bir kısmını, talamik nükleusun ventral lateralini ve anteriorunun bir kısmını besler (39,63). AKoA, posterior koroidal arterle birlikte lateral ventrikülün koroid pleksusunu besler, dalları PKoA, PSA ve OSA ile zengin anastomozlar yapar. Ancak bu arterin oklüzyonu tolere edilemez.

AKoA Dalları

Arter, sisternal ve pleksal olmak üzere iki segmente bölünür, ortalama sekiz dalı vardır. Sisternal segment dalları azalan sıklıkla optik trakt, unkus, serebral pedunkul, temporal horn, lateral genikulat cisim, hipokampus, dentat girus, forniks ve anterior perforated substansiya penetre eder. Bu dallar sıklıkla optik trakt, genikulat cismin lateral kısmı, internal kapsülün posterior bacağına 2/3 posterior kısmı, globus pallidus, optik radyasyonların çıkış yeri ve serebral pedinküllerin 1/3 orta kısmını besler. Daha az sıklıkla kaudat nükleusun baş kısmı, piriform korteks, unkus, amigdala nükleusun posteromedial kısmı, substantia nigra, kırmızı nükleus, subtalamik nükleus ve talamusun ventrolateral nükleusunun superfisial kısmını da beslerler. Hemisferlerin yaklaşık yarısında PSA ve AKoA arasındaki anastomozlar vardır ve bunlar lateral genikulat cismin lateral yüzeyinde ve uncusa yakın temporal lobda bulunur.

AKoA oklüzyonu klinik olarak, kontrateral hemipleji, hemianestezi ve hemianopsiye neden olur. Kontrateral hemipleji ve hemianestezi, internal kapsülün posterior bacağına 2/3 pos-

terior kısmının infarktı sonucunda oluşur. Homonium hemianopsi; optik radyasyon, optik trakt ve lateral genikulat cismen farktı ile olur (45,55).

İTERNAL KAROTİD ARTERİN DURAL DALLARI

İKA'in superomedial kısmından, bifurkasyonun proksimalinden küçük dallar çıkar. Bu dallar, anterior klinoid çıkıntı bölgesindeki durayı besler ve nadiren anterior serebral arterden (A1) çıkarak limbus sphenoidale'ye gider. Bu dal bazen araknoidin yırtılmasıyla görülebilir ve ana arterden koparak tanımlanamayan kanamalara yol açabilir (64).

ANTERİOR SEREBRAL ARTER (ASA)

ASA, İKA'in iki terminal dalının daha incesidir. Sylvian fissürün medial son kısmından çıkar, lateralde optik kiazma, inferiorunda anterior perforated substans vardır. Optik sinir veya kiazmanın üzerinde ve medial olfaktor striatın altında anteromediale doğru interhemisferik fissüre girer, AKomA aracılığıyla karşı ASA ile birleşir. Lamina terminalis önünde aşağıya doğru yönlenecek serebral hemisferler arasında longitudinal fissüre girer.

Lamina terminalis önünde arterler, korpus kallosumun genusuna paralel eğrilik yapar ve perikallosal sistem içinde korpus kallosum üzerinde geriye doğru uzanır. ASA, kortikal dallar verdikten sonra korpus kallosumun spleniumu üzerinden devam eder. Sıklıkla tortuoz bir seyir izler ve üçüncü ventrikülün tavanında koroid pleksusta sonlanır. ASA'nın distal dalları sellar ve kiazmatik bölge, üçüncü ve lateral ventrikül, falks ve parasagittal bölge yaklaşımlarında görülebilir (47).

ASA Bölümleri

ASA, AKomA artere göre iki kısma bölünür. Proksimal (prekomunikan) ve distal (postkomunikan). Proksimal kısım (A1) orijin aldığı noktadan AKomA'e kadar olan kısımdır.

Distal kısım: Distal ASA dört segmente bölünür.

İnfrakallosal (A2) segmenti, korpus kallosumun genu ve rostrumun birleştiği yerde sonlanır,

Prekallosal (A3) segmenti, korpus kallosum genusu boyunca uzanır ve genu üzerinde posteriore doğru keskin bir açı yaptığı yerde sonlanır.

Suprakallosal (A4) ve Posterokallosal (A5) segmentleri korpus kallosum üzerindedir (16).

A1 segmenti boyunca 2-3 grup halinde medial ve lateral kısa perforan dallar çıkar. Bunlar kapsula interna, talamus ve bazal ganglionların rostral kısımlarına, hipotalamusa, kiazma ve anterior komissura gider. Burada uzun perforan arter olan Heubner arteri çoğunlukla A2 proksimalinden, bazen A1 distal ucundan, çok az oranda da A1-A2 köşesinden çıkıp laterale doğru area perforatadan içeri girerek striatumun ve kapsula internanın büyük bölümünü besler. Doğrudan anterior komunikan çıkışlı 1-3 adet perforan dal bulunur. Bunlar forniks, septal bölge, kallosum ve yakın singüler bölgeleri besler. A2'nin en proksimal kortikal dalları, olfaktor,

orbitofrontal ve frontopolar arterler bu bölgedeki cerrahi sınırlar içinde yer alır (38).

Anterior Komunikan Arter (AKomA)

Bu kısa arter, Willis poligonu içinde kollateral dolaşım için önemli anatomik kanallar sağlayan, lamina terminalis sistemini içinde her iki ASA arasında bulunan 2-3 mm uzunluğunda 1-3 mm çapında kısa bir arterdir (41,66). AKomA anevrizmalarının % 85'inde bir taraftaki A1 segmenti hipoplazik bulunmuştur (61). 400 kadavralık bir çalışmada ise AKomA'de duplikasyon daha sık olmak üzere, triplikasyon, fenestrasyon ve köprü tarzında bir çok varyasyon saptanmış (66), ayrı bir çalışmada ise birden fazla AKomA olduğu görülmüştür (41). Serebral anjiyografide Willis dolaşımının tamamını ortaya koymak her zaman mümkün olamayabilir (47).

AKomA Dalları

AKomA'in posteroinferior kısmından çıkan küçük perforan arterler, infundibulum, optik kiazma, subkallosal bölge ve hipotalamusun preoptik bölgesine dağılır (66).

A1'ler eşit boyuttadır, ancak A1 segmentleri AKomA'den çıktuktan sonra eşit değildir. Bir taraftaki A1 segmenti daha geniştir. Cerrah AKomA yaklaşımlarında hipotalamik dalların dağıldığı bölgelerde çeşitli varyasyonlarla karşılaşabilir.

- 1- Hipotalamik dallar eğer AKomA'den orijin alıyorsa AKomA'den tek bir kök arterden çıktuktan sonra birçok dala ayrılabilir veya direkt çıkabilir.
- 2- Küçük, orta veya daha geniş bir üçüncü A2 dalından hipotalamik dallar çıkabilir.
- 3- Birleşmemiş A2 segmenti tek bir dal halinde tek bir A2 segmenti olarak çıkabilir ve bunun 5-10 mm distalinden sonra dallara ayrılabilir.
- 5- Bu hipotalamik damarlar tamamen hipoplastik olan AKomA'den kaynaklanabilirler.
- 6- Hipotalamik arterler birinci, ikinci veya üçüncü veya onların birleşimi olan AKomA'den kaynaklanabilir.

Bu arterlerin cerrahi sırasında oklüzyonu mental değişikliklerden, elektrolit bozukluklarına kadar birçok olumsuzluktan sorumlu olabilir (66).

Heubner'in Rekürrent Arteri

1874 yılında Heubner tarafından tanımlanmıştır (66). Arter, A1 segmenti boyunca geriye doğru ant. perforate substansa doğru uzun bir yol izler. Bazen gyrus rektus ve frontal lobun inferior yüzeyine doğru loop yapabilir. Heubner arteri anterior perforated substance yakınında İKA'den, OSA'dan veya AKomA'den de köken alabilir. Ayrıca nadir de olsa proksimal A1'in kendisinden veya dallarından, frontopolar veya kallozamarjinal dallardan da çıkabilir. Kribs and Kleihues (28), 177 olguluk çalışmada arteri olguların % 95'inde bilateral ve bunların %50'sinden fazlasında her iki rekürrent arterin anterior komunikan artere distal olarak kaynaklandığını bildirmişlerdir. Rekürren dal genellikle A1 distalinden, bazen

de A2'nin proksimalinden çıkar. Perlmutter ve Rhoton (41), olguların %78'inin A2'den, %14'ünün A1'den, % 8'inin AKomA düzeyinden çıktığını, bazen birden fazla sayıda olabileceğini bildirmişler. Heubner arteri A1'den çıkan en geniş, çapı A1 çapının yarısından az (0.2-2.9 mm) olan, bir daldır (49). Arter çıkıştan sonra lamina terminalis sisterna içinde, genellikle anteriore A1 segmentine doğru devam eder, bazen de posterosuperiore doğru ilerler. Arter proksimalde anterior perforated substance girmeden önce İKA bifurkasyon ve orta serebral arterin proksimaline doğru ASA'yı takip eder. Reküren arter anterior perforated substansda tek bir kök halinde olabilir veya birden fazla dala bölünebilir. Çıkan dallarının yaklaşık % 40'ı anterior perforated substansda sonlanır, kalan dallar ise komşu frontal lob inferior yüzeyine devam eder.

Heubner arteri kaudat nukleusun ön kısmını, putamenin 1/3 ön kısmını, globus pallidusun dış bölümünün küçük bir kısmını, internal kapsülün ön bacağına ön kısmını, uncinat fasikulusu ve daha az olarak ön hipotalamusu besler. AKomA'e yaklaşımlarda Heubner arterinin manipulasyonundan sakınmak gerekir. Bu arterin duplikasyon oranını Lang % 29.4, Yaşargil ise % 11.8 olarak saptamıştır (66).

Kribs ve Kleihues (28), reküren arterin okluzyonunda korpus kallozumun rostral kısmının bir bölgesinde infarkt geliştiği, ancak klinik olarak önemli olmadığını belirtmişse de, Fisher (10) tarafından bu arterin tıkanıklığında afazi, hemiparezi, yüz ve dilin paralizisi geliştiği belirtilmektedir.

Bazal Perforan Dallar

A1, A2 ve AKomA'den değişik sayıda bazal perforan arter çıkabilir. Her bir A1'den Heubner arter haricinde ortalama sekiz bazal perforan dal çıkar (41,42). A1 ve A2'den çıkan bazal perforan dallar sıklıkla kiazma, üçüncü ventrikül önünü ve hipotalamik bölgeyi besler. A1'den çıkan hipotalamik dallar tutulmuşsa ve Heubner arteri dolaşıma dahil olmuyorsa emosyonel değişiklikler, anksiyete, konuşmada zayıflık, baş-dönmesi, hipokinezi, bilinç düzeyi veya uyanıklık durumlarında değişiklikler olabilir (5,41). A1 dallarında iskemi olduğu zaman sıklıkla Heubner arterini de içine alır ve üst ekstremitelerde kuvvet kaybı gelişebilir. Distal ASA okluzyonunda ise alt ekstremitelerde zayıflık belirgindir.

AKomA'den çıkan perforan arterler (1-4 dal) optik kiazmanın üzerinde sonlanır. Bunlar azalan sıklıkla suprakiazmatik bölge, optik kiazmanın dorsal yüzeyi, anterior perforated substans, frontal lob, forniks, korpus kallozum, septal bölge ve anterior singularda sonlanır (5).

Perikallosal Arter:

Perikallosal arter, ASA'nın A2 segmenti olarak da adlandırılır. AKomA ve perikallosal arter lokalizasyon olarak tutarlılık gösterir, fakat kallozamarjinal arter çıktığı bölgeye göre değişiklik gösterebilir ve % 20 olguda görülmeyebilir (53).

AKomA'den çıktıktan sonra perikallosal segment lamina terminalis önünden sisternin içine doğru yükselir. Hemisferler arasındaki fissurden geçer, kallosal sisterne girer, korpus kallozum genusu etrafında seyredir ve geriye doğru korpus

kallosum üstünde medial frontal, parietal, oksipital loblarla ve korpus kallozuma dağılarak her bir damar kendi tarafındaki hemisferi besler (66).

Kalozamarjinal Arter:

Kalozamarginal arter, perikallosal arterin en geniş dalıdır. Singulat sulkus yakınında seyredir ve iki veya daha fazla kortikal dal verir (42). Bu arterden bazen hiç dal çıkmayabilir. Sıklıkla A3'den çıkar, fakat bazen A2 veya A4'den de çıkabilir, premotor, motor ve sensoryal bölgeleri besler (42,66).

Distal ASA dalları iki tip dala orijin verir:

A-Bazal Perforan Dallar: optik kiazma, suprakiazmatik bölge, lamina terminalis ve anterior hipotalamusu besleyen dallardır ve korpus kallozum rostrumunun altındadır (41,42).

B- Kortikal Dallar: Korteks, komşu beyaz cevher, derin beyaz, gri cevher ile korpus kallozuma giden subkortikal dallar olup, PSA'nin dallarıyla karışabilir. Bazal yüzde ASA, orbital gyrusun medial kısmını, gyrus rektusu, olfaktor bulb ve traktı besler. Lateral yüzeyde ASA, frontal gyrusun üst kısmını ve presantral, santral ve postsantral girusu besler. Lateral korteks bant halinde ASA tarafından sulanır. Distal ASA, beynin yaklaşık 2/3'üne dallar gönderir. Tipik olarak 8 kortikal dala karşılaşırlar. Orbitofrontal, frontopolar, internal frontal, parasantral ve parietal arterler: internal frontal grup anterior, orta ve posterior frontal arterlere bölünür ve parietal grup superior ve inferior parietal arterlere bölünür. En küçük kortikal dal orbitofrontal arterdir ve en geniş posterior internal frontal arterdir.

1- Orbitofrontal Arter: Distal ASA'nın ilk kortikal dalıdır. AKomA'nın 2-5 mm uzağından kaynaklanır. Hemen tüm hemisferlerde mevcuttur. Sıklıkla A2'den çıkar, nadiren AKomA proksimaline yakın A1'den de çıkabilir. Çıktıktan sonra anterior frontal tabana doğru yönelerek planum sfenoidale düzeyine ulaşır. Gyrus rektus, olfaktor bulb ve trakt ve frontal lobun orbital yüzeyinin medial kısmını besler. Bu arter sıklıkla medial fronto-orbital arter olarak tanımlanır ve lamina terminalis ile korpus kallosum sisternleri arasındaki ayrılmayı tanımlanmaya yardımcı olurlar.

2- Frontopolar Arter: Hemisferlerin %90'ında perikallosal arterin A2 segmentinden çıkar. %10 kallosomarginal arterden çıkar. Hemisferin medial yüzeyi boyunca anteriore frontal pole doğru devam ederek frontal polun lateral ve medial yüzeylerini besler.

3- Internal Frontal Arterler: Superior frontal girusun medial ve lateral yüzeylerini posteriorde parasantral lobule kadar alanı besler (5). Sıklıkla perikallosal arterin A3 segmentinden veya kallosomarginal arterden çıkarlar. Anterior internal frontal arter, A2 veya A3'ten kaynaklanır. Superior frontal gyrusun ön kısmını besler. Orta internal frontal arter, perikallosal ve kallosomarginal arterlerden kaynaklanır. Superior frontal gyrusun medial ve lateral yüzeylerini besler. Posterior internal frontal arter, A3 ve A4'ten eşit oranda çıkar, superior frontal gyrusun posterior 1/3'ünü ve singulat girusu besler.

4- Parasantral Arter: Bu dal A4'den veya kallozamarjinal

arterden kaynaklanır. Genellikle premotor, motor ve somatik sensorial alanları besler.

5- Parietal Arterler: Superior ve inferior parietal arterler olarak adlandırılır. A4, A5 veya kallozamarginal arterden kaynaklanan superior parietal arter, prekuneusun superior kısmını besler.

Kallozal Dallar: ASA, korpus kallozumu sulayan ana arterdir. Perikallosal arter, rostrum, genu, body ve spleniuma dallar gönderir ve sıklıkla splenium etrafında inferiore doğru geçer. Terminal perikallosal dallar PSA'nin splenial dallarıyla posteriorde birleşir. Korpus kallozum sıklıkla perikallosal arterden kaynaklanan ve direkt korpus kallozuma penetre kısa kallosal arterler olan perforan arterlerce beslenir. Ortalama 20 kısa kallosal dal vardır ve bunlar korpus kallozumu birlikte septum pellucidum, fornix ve anterior komissuranın bir kısmını besler. Perikallosal arterden kaynaklanıp, paralel seyrederek korpus kallozum, septal nukleuslar, septum pellucidum ve fornixin üst kısımlarını beslerler (42).

A2 Segmentinin Varyasyonları:

İkiye Ayrılmamış A2 (Arteria Pericallosal Azygos):

1885 yılında Wilder, her iki A2 segmentinin füzyonunu tarif ederek tek bir arter olarak tanımlamıştır. Her iki hemisfer yüzeyinde ikiye ayrılmamış olan arter azygos perikallosal arter olarak da tanımlanmıştır. Yaşargilin kadavra serisinde % 2, ameliyat bulgularında ise % 2.1 olarak saptanmıştır (66). Huber (23), anjiyografik olarak demonstre edilen azigos pericallosal arterin serisinde anevrizma insidansının yüksek olduğunu bildirmiştir. Yaşargil (66). 7782 karotid anjiyografide 17 olguda tek A2 saptamış ve bunların 7'sinde perikallosal anevrizma görülmüş. Aynı seride 23 perikallosal arter anevrizmasında sadece 2 olguda ikiye ayrılmamış A2 anevrizmasına rastlanmıştır

Median Kallosal Arter

Bu arter medial anterior serebral arter, medial kallosal arter, superior kallosal arter veya "Third A2" olarak adlandırılır. Bu anomali insidansı literatürde % 0.5-64 arasında yayınlanmıştır. "Third A2" segmenti tamamen kısa olabilir ve korpus kallozumu genusunda sonlanabilir. Third A2, korpus kallozumu ve komşu korteksi, septal nukleusları, septum pellucidum, ve fornix kolumnalarının üst kısmını besler. Yaşargil serisinde "Third A2" oranı kadavra serisinde %9, operatif olgularda %9.6 oranında bulunmuştur (66). De Vriese, "Third A2" arterini yeni doğanlarda ve fetusta erişkinlerden daha yüksek bulmuştur (66). Onun hipotezine göre bu damar sıklıkla doğumda bulunur daha sonradan yaşla birlikte atrofiye uğrar. Baphista, çalıştığı 381 beyinde distal A2 segmentinin anomali oranını % 25 bulmuştur (2).

Bu bölgenin anevrizmalarına yaklaşımda cerrahlar, distal anterior serebral arterin değişik varyasyonlarını akılda tutmalıdır. "Third A2" olduğu zaman genellikle perikallosal arter altına doğru uzanır. Fundus yukarıya doğru yönelmişse birden karşımıza çıkabilir. "Third A2" nin yönüne A-P angiogramda, lateral görüntülerde ise kallozamarginal dallara dikkat edilmelidir

ORTA SEREBRAL ARTER (OSA)

OSA, İKA'nın iki terminal dalından en genişidir ve ortalama çapı 3,9 mm'dir. İlk segmenti silviyan fissürün medial son kısmında, optik kiazmanın lateralinde bulunur. OSA'nın ana gövdesi anterior perforated substansın altında laterale doğru yönelir, yaklaşık 1cm posteriore doğru sfenoid ridge arkasından laterale doğru geçerek silviyan fissürde dallara ayrılır. İlk dalı İCA çıkışından bifurkasyona kadar horizontal, pterional, sfenoidal veya M1 parçası olarak tanımlanır ve 14-16 mm'dir. Dalları insulanın periferinde frontal operkular bölge, temporal ve parietal loblara dağılır. Kortikal yüzeye ulaşan dallar serebral hemisferlerin bazal yüzeyini ve lateral yüzeyinin büyük kısmını besler. M1 segment boyunca 2 gurup dal çıkar. Bunlar; superior-lateral veya temporal damarlar ve inferior-medial veya derin perforan dallardır. Anterior perforated substans'ın altından geçerken perforan dallar verir ve bu dallar lentikülostriat arterler olarak da adlandırılmaktadır (57,65).

OSA Parçaları

OSA anatomik olarak dört bölümde incelenir:

- M1 (sfenoidal),
- M2 (insular),
- M3 (operkular),
- M4 (kortikal) segment.

M1 segmenti: OSA'nın ilk dalıdır ve sylvian fissür derinliğinde laterale doğru uzanır. Bu segment 90° dönerek genuda ve silviyan fissürün operkülünü sular (12).

M2 segmenti: Trunklardan oluşur ve insulayı sular. Bu segment genudan başlar, OSA'nın trunkları lümen insulanın üzerinden geçerek insula sulkusunda sonlanır. Anterior frontal ve anterior temporal bölgelerdeki dallar, sadece insulanın anterior kısmını çaprazlar ve yakın posterior kortikal bölgeleri de besler.

M3 segmenti: İnsulanın sirkular sulkusundan başlar ve sylvian fissürün yüzeyinde sonlanır.

M3 segmentinden çıkan dallar sylvian fissürün superfisiyal kısmında sonlanır. Dallar, direkt olarak iki kez 180° dönerek beyin içine gider. Birinci 180° dönüş sirkular sulkusta oluşur ve frontoparietal operkulumun medial yüzeyi boyunca devam eder. İkinci 180° dönüş silviyan fissürün dış yüzündedir ve frontoparietal operkulumun inferioru boyunca devam ederek frontal ve parietal lobların yan yüzeyine dağılır.

M4 segmenti: Sylvian fissür yüzeyinde başlar ve serebral hemisferlerin kortikal yüzeylerine gider. Anterior dallar, sylvian fissürden ayrıldıktan sonra yukarıya ve aşağıya doğru keskin dönüş yapar, ara dallar fissür boyunca ilerler, posterior dallar ise fissür boyunca geriye doğru devam eder (46).

OSA'nın Perforan Dalları

OSA'nın perforan dalları, her bir hemisferde yaklaşık 10 tane olup, anterior perforated substance'den girer, lentikülostriat

arterler olarak da adlandırılır (54). Anterior perforated substanda en az 30 dalın birleşmesiyle bir kompleks oluştururlar.

Lentikulostrat arterlerin lateral veya intermediate grupları putamen, internal kapsül ve kaudat nukleusu besler. Medial lentikulostrat arterler ise; globus pallidusun lateral kısmı, internal kapsülün anterior bacağına superior kısmı ve kaudat nukleusun başının anterosuperiorunu besler. Bu arterlerin M1 bifurkasyonu ile olan bağlantıları OSA anevrizmalarının bifurkasyon bölgesi veya yakın komşuluğunda olması nedeniyle önemlidir. M1 segmentinin proksimal ve distal dalları, A1 segmentinin proksimal ve distal dalları arasında ve M1 striate dalları arasında karşılıklı bağlantılar vardır (65).

OSA'da Ayrışmalar

OSA'nın ana kökü aşağıdaki üç yoldan birine bölünür.

Bifurkasyon: Superior ve inferior gövde (trunk)

Trifurkasyon: Superior, orta ve inferior gövde veya

Multiple: Dört veya daha fazla dal şeklinde olabilir.

Küçük arterler genellikle bifurkasyon veya trifurkasyonun proksimalinden çıkar ve frontal veya temporal pollere dağılır. Proksimal OSA (M1)'in gerçek bifurkasyonu daima limen insula'nın üst noktasında görülür. OSA'in bifurkasyona distal kısmı (M2) segmenti, superior ve inferior olarak iki gövdeden ibarettir. Bifurkasyona doğru distal gövde postero-superiora döner ve insulanın yüzeyine ulaşır. Fakat sylvian fissür içinde 10-22 mm. gittikten sonra yeniden birbirlerine yaklaşır. Bu durum "Omega" olarak da adlandırılır.

OSA bifurkasyonları 3 gruba bölünür. Bifurkasyonun her iki gövdesi (trunk) eşittir. Superior veya inferior gövdeden birisi dominanttır. Eşit bifurkasyonda her iki gövdenin suladığı kortikal alan ve çapları eşittir. OSA anomalileri nadirdir, 100 kadavra çalışmasının sadece 2'sinde fenestrasyonu, iki olguda da aksesuar OSA görülmüştür (65).

OSA'nın Kortikal Dağılımı

OSA'nın suladığı alanlar; hemisferin lateral yüzeylerinin büyük kısmı, insular ve operkular yüzeylerin tümü, frontal lobun orbital yüzeyinin lateral kısmı, temporal pol ve temporal lobun inferior yüzeyinin lateral kısmını içerir. OSA'nın suladığı kortikal alanlar şunlardır: *Orbitofrontal, prefrontal, presantral, santral, anterior parietal, posterior parietal, angular, temporooksipital, posterior temporal, orta temporal, anterior temporal ve temporopolar bölge* (46).

OSA'in kortikal dallarının tıkanması suladıkları bölgeye bağlı olarak aşağıdaki klinik özellikler gösterirler:

- *Santral sulkusta kortikospinal traktın tutulumuna bağlı motor güçsüzlük,*
- *Premotor bölgenin tutulumuna bağlı olarak emme ve yakalama reflekslerinde azalma,*
- *Dominant hemisferin frontal korteksin posteroinferior yüzeyinin tutulumuna bağlı motor afazi,*

- *Prefrontal bölgenin tutulumuna bağlı mental ve kişilik değişiklikleri,*
- *Temporal, parietal ve oksipital lobların genikulokalkarin traktlarının bütünlüğünün bozulmasına bağlı görme defektleri,*
- *Parietal lobların tutulumuna bağlı olarak vücut kısımlarını yok sayma veya ihmal etme, diskriminitif sensasyonun bozulması,*
- *Dominant hemisferde parietal lob ile oksipital lob arasında fonksiyonel bölgenin tutulumuna bağlı parmak agnozisi, sol-sağ dizoryantasyonu akalkuli ve agrafi (Gerstmann sendromu) veya dominant temporoparietal bölgenin bozulması ile reseptif afazi görülür.*

Kortikal arter oklüzyonlarının anjiogramda gösterilmesi zordur. Fakat ortaya çıkarıldığı zaman büyük oranda nörolojik defisitlerle birlikte (10).

VERTEBROBASİLER SİSTEM

VERTEBRAL ARTER (VA)

VA, atlasın forameninden geçerek atlanto-oksipital membran boyunca ilerleyip, foramen magnumdan posterior fossaya girer. Lateral serebellomeduller sistern boyunca uzanır, hipoglossal rootletler boyunca anteromediale doğru seyredip pontomeduller sulkusa ulaşır. Bu noktada karşı taraftan gelen vertebral arterle birleşip baziler arter olarak devam eder. VA çapı ortalama 0.92-4.09 mm olup, sol taraftaki genellikle daha geniştir ve karşı VA ile genellikle klivus alt sınırında birleşir. Konjenital fenestrasyon, duplikasyonlar ve komplet atrezileri de saptanmıştır (36).

VA Dalları

- 1- Anterior spinal arter, piramidal deküssasyon hizasında karşı taraftan gelen damarla birleşir.
- 2- Posterior inferior Serebellar Arter (PISA). Küçük posterior spinal arterler genellikle PISA'den köken alırlar, bazen de VA'den köken alabilirler ve postero-lateral kısmından aşağıya doğru uzanarak plexus oluştururlar (67).

BAZİLER ARTER (BA)

Çapı 3-8 mm, uzunluğu 20-40 mm olup, pontoserebellar sulkusta başlayarak ponsun yüzeyindeki oluk içinde prepontin sistern içerisinde yukarıya doğru devam eder. Dorsum sella düzeyinde interpedinkuler sisternde iki posterior serebral arteri verir. BA'in düzgün bir hat izlemesi olguların sadece % 25'inde görülür, özellikle ileri yaşta tortuoze ve uzamış bir görünüm alarak lateralde abduzens, fasial veya vestibulokoklear sinirin çıkış yerine kadar laterale deviyebilir (14).

BA'den; pons, mesensefalonu sulayan paramedial ve circumferential perforan arterler, anterior inferior serebellar arter, internal auditor arter, superior serebellar arter ve posterior serebellar arter çıkar. Konjenital anomali oranı % 1 olarak saptanmıştır.

POSTERİOR İNFERİOR SEREBELLAR ARTER (PİSA)

VA'den çıkan en geniş çaplı (0.65-1.78 mm) daldır. Medullanın posterolateral kenarında rostrale doğru 9., 10. ve 11. sinirler arasında seyredip, serebellar tonsiller etrafında yol alarak serebellomeduller fissüre, oradan posteriorde dördüncü ventrikül tavanının alt yarısına girer. Serebellomedüller fissürde vermiş ve suboksipital yüzeye dallar verir (24). Foramen magnum, dördüncü ventrikül, serebellar hemisfer, beyin sapı, juguler foramen, serebellopontin açığı, petroz apeks ve klivusa yönelik cerrahi girişimlerde görülebilir. Serebellumun posteroinferior kısımlarını sular, medial ve lateral trunklara ayrılır. Medial trunk vermisi, lateral trunk tonsil ve hemisferlerin kortikal yüzeylerini sular.

PİSA sıklıkla tortuoz bir yol izler veya alt kranial sinirler arasında, tonsil yakınında ve dördüncü ventrikül çatısının kaudaline doğru loop yapar (52). Lister ve ark.'nın (29) yaptığı çalışmada 50 hemisferin 42'sinde PİSA'nın VA'den çıktığı görülmüştür. Bazen arter foramen magnum aşağısında, vertebral arterden çıktığı noktada ekstradural olabilir (8,52).

PİSA Segmentleri: Beş tanedir.

- 1- *Anterior Meduller Segment:* Anterior medullada PİSA çıkışından başlar, medullanın önüne uzanır.
- 2- *Lateral Meduller Segment:* Olive'nin en çıkıntılı noktasında başlar, glossofaringeal, vagus ve aksesuar rootletlerin çıktığı yerde sonlanır.
- 3- *Tonsillomeduller Segment:* PİSA'nın posteriorda glossofaringeal, vagus ve aksesuar sinirin geçtiği yerden başlar, tonsilin alt kısmı boyunca kaudal loop yapar. Bazı olgularda loop foramen magnum düzeyinde olabilir.
- 4- *Telovelotonsiller Segment:* PİSA'nın orta noktasından başlar, dördüncü ventrikülün tavanına doğru tonsilin medial yüzeyi boyunca yükselir. Vermis, tonsil ve suboksipital yüzeyin hemisferleri arasındaki fissürde sonlanır. PİSA'nın en kompleks dalı olup, aşağıda serebellar tonsil ve üstte posterior meduller velum ve tela koroidea arasındaki fastigiuma lokalize olup, dördüncü ventrikülün koroid pleksus ve tela koroideasını sular.
- 5- *Kortikal Segment:* Medialde vermiş, lateralde hemisfer ve tonsiller arasında uzanan vermian kortikal dalları verir.

PİSA Dalları:

Perforan Arterler: Perforan arterler üç meduller segmentten çıkan küçük arterlerdir ve beyin sapında sonlanır.

Koroidal Arterler: Tela koroidea ve IV. ventrikülün koroid pleksusu sulayan dallar verir (14).

Kortikal Arterler: Serebellumun suboksipital yüzeyinin ipsilateral yarısının çoğunu; serebellar hemisferin suboksipital yüzeyi, tonsil, vermisin ipsilateral yarısı PİSA tarafından beslenir.

Hemisferik Dallar: Bu dallar genellikle lateral trunktan çıkar, tonsilin lateral veya superiordan hemisferik yüzeyine doğru yayılır (29).

Vermiyan Arterler: 1-2 tane olup, genellikle vermohemisferik fissürde medial trunktan çıkarlar.

Tonsiler Dalları: Genellikle lateral trunktan kaynaklanır, sıklıkla tonsilin medial, posterior, inferior ve anterior yüzeyleri sular.

PİSA'nın Klinik Özellikleri:

PİSA'nın oklüzyonu beyin sapı veya serebellumdaki enfarkt bölgesine göre hafif bulgular ile ölüm arasında değişkenlik gösterebilir.

PİSA Tıkanma Sendromları:

Lateral Meduller Sendrom: Trigeminal sinirin hasar gördüğü, yüzün ipsilateral tarafında hissizlik, spinotalamik trakt hasarına bağlı vücudun karşı yarısında ağrı ve ısı kaybı, nukleus ambiguus lezyonunun neden olduğu palat, farenks, vokal kord ve bazen sternoklinoid kasın zayıflamasına bağlı disfaji, dizartri ve boğuk seslilik görülür. Vestibuler nukleus, beyin sapı ve serebellumda serebellar traktların hasarına bağlı ataksi, baş dönmesi, vertigo, nistagmus ve ipsilateral serebellar bulgular görülür.

Lateral meduller retiküler substansda okuloempatik liflerin hasarına bağlı ipsilateral Horner sendromu görülür. Nukleus ve traktus solitariusun hasarına bağlı kusma, dorsal medulla ve medial longitudinal fasikulusdaki bir lezyon nistagmus ve diplopiye, fasyal motor nukleusun hasarı fasyal zayıflığa neden olur (9).

Lateral meduller infarktla birlikte sendrom, hem PİSA hem de vertebral arterin oklüzyonu sonucunda olabilir. Fisher (9), lateral meduller sendromun % 75 olguda vertebral arter, %12'sinde PİSA oklüzyonuyla birlikte olduğunu belirtmiştir. Semptomlar eğer lateral meduller sendromun diğer belirtileri ile birlikteyse PİSA'dan ziyade vertebral arter oklüzyonu ileri sürülebilir. Bu belirtiler gövde, bacak ve dil kaslarının parezisi, disfaji ile birlikte duysal kayıp, kalkarin korteks tutulumu varsa visual kayıp, abduzens sinir felci ile birlikte diplopi, işitme kaybı veya fasyal paralizidir.

PİSA'nın distal dallarının oklüzyonu labirintitis ve rotatuar sağırılık, bulantı, kusma, yürüme veya ayakta durmada yetersizlik ve apendikular dismetri olmaksızın nistagmus gibi bulguları içeren sendromuna neden olur. Baş dönmesi, göz kararması ve nistagmus flokkulonoduller kompleks tutulumunda görülür.

ANTERİOR İNFERİOR SEREBELLAR ARTER (AİSA)

AİSA, baziler arterden genellikle tek bir gövde halinde çıkar, abduzens, fasyal ve vestibulokoklear sinirle birlikte ponsu çevreler. Akustik kanala giren sinirlere dal verir, orta serebellar pedunkulun flokkulusu çevresinden geçerek serebellopontin fissürü ve petrosal yüzeyleri sular.

AİSA, 7.-8. sinirlere komşu olarak serebellopontin köşede seyreder. Dalları ile birlikte serebellopontin açığı, basiler veya vertebral arterler, klivus, dördüncü ventrikül ve serebelluma yönelik cerrahi yaklaşımlarda görülebilir, genellikle VII. ve VIII. kranial sinirlerin köken aldıkları yerin yakınında ikiye ayrılır.

Sıklıkla fasial-vestibulokoklear sinir kompleksi yakınında rostral ve kaudal gövdelere ayrılır. Rostral trunk, laterallere doğru orta serebellar pedunkul ve serebellopontin fissür boyunca ilerleyen dallar verir. Kaudal trunk, petrosal yüzeyin inferioru, flokkulus ve koroid pleksusu beslemek için beyin sapı, koroidal pleksusa dallar, labirint, rekürrent perforan ve subarcuate arterler gibi sinir bağlantılı arterler verir (33).

AİSA, genellikle tek olup, bazen çift, üçlü olabilir veya hiç olmayabilir (8). Martin ve ark. (33), 50 AİSA çalışmasında % 72 tek gövde, %26'sında çift olarak saptamışlardır. Arter, olguların %75'inde basiler arterin 1/3 alt kısmından %16'sında 1/3 orta ve %9 oranında vertebral arterle birleşme yerinin birkaç mm. içerisinden çıkar, ponsun çevresinden arkasına doğru yol alır ve IV. siniri dorsale ve ventrale doğru çaprazlar. Yaşargil, serisinde arterin 6 olguda abducens siniri perfore ettiğini, bir olguda ise sinirin arterdeki fenestrasyondan geçtiğini bildirmişler (67).

AİSA'nın en sık rastlanan örneklerinden birisi serebellumun altında mediale doğru loop yapmadan önce internal oditör meatusa doğru VII. ve VIII. kranial sinirleri takip ederek inferior serebellar yüzeye ulaşır beyin sapının yakınında infero-mediale çapraz yapmasıdır. Martin ve ark. (33), 50 beyinin % 54'ünde bu durumu doğrulamıştır. Rekürrent perforan dalları ile bu sinirleri ve ponsdaki giriş zonlarını sular. Internal akustik meatusun dışında loop yaptıktan sonra orta serebral pedunkule ulaşır ve sinir bağlantılı AİSA olarak adlandırılır. Flocculus, koroid pleksus ve infero-medial serebellar yüzeyi sular.

AİSA, PİSA ve daha sınırlı düzeyde superior serebellar arterin periferel dalları arasında zengin vasküler anastomoz vardır. Fine ve Rhoton'a (8) göre AİSA, olguların %20'sinde ipsilateral PİSA'nın veya nadiren ipsilateral superior serebellar arterin genişlemesine bağlı olarak hipoplastiktir. Sunderland (59), internal oditör arterin olguların %85'inde AİSA'den, %15 oranında baziler gövdeden kaynaklandığını bildirmişler, Martin ve ark. (33) ise bu arterin %100 oranında AİSA'den kaynaklandığını bildirmiştir. Internal oditör arter, internal oditör kanala girer ve yakınındaki kemik, dura ve kanal içindeki sinirleri, vestibuler apparatus ve koklea'yı besler.

AİSA Segmentleri:

AİSA, dört segmente ayrılır: Anterior pontin, lateral pontin, flokkulonodular ve kortikal segment (51).

Anterior Pontin Segment: Klivus ve ponsun orta kısmı arasındadır, abducens sinirin rootletlerine temas eder.

Lateral pontin Segment: Ponsun anterolateral kısmından başlar, serebellopontin açının aşağısına, veya yukarısına doğru yol alır veya fasiyal ve vestibulokoklear sinirler arasında yol alır, internal oditör meatus, lateral reses, Luschka forameninden protrude olan koroid pleksus ile bağlantı oluşturur. Bu segment internal akustik meatus yakınında veya içinde sinir bağlantılı dallar verir, internal akustik meatusun porusuyla ilişkisine göre premeatal ve postmeatal segmentlere bölünür. Sinir bağlantılı dallar; labirint arter, fasiyal ve vestibulokoklear

sinirleri ve vestibulokoklear labirinti sular. Rekürrent perforan arterler meatusa doğru yol alır, fakat mediale dönerek beyin sapını sular ve subarkuate arter, subarkuat fossaya girer.

Flokkulopedinküler Segment: Bu segment flokkulusa rostral veya kaudalden giden arterdir. Orta serebellar ve serebellopontin fissüre ulaşır. Flokkulus veya serebellopontin fissür altında pedinkül boyunca ilerleyebilir.

Kortikal Segment: Bu segment predominant olarak petrosal yüzeyi sular.

Klinik Belirti ve Bulgular:

AİSA'nın oklüzyonu ağırlıklı olarak beyin sapının lateral kısımları, serebellar pedinkülün tutulumuna, nadir olarak da nukleusların tutulumuna neden olur. Vestibuler ve vagus sinirinin nukleuslarının hasarına bağlı vertigo, bulantı, kusma ve nistagmus görülebilir. Trigeminal sinir ve spinal traktların hasarına bağlı olarak yüzün ve ipsilateral ağrı ve ısı duyarının kaybı, korneal hipoestezi, pons ve medullanın lateral kısımlarındaki pupilladilatör desendan liflerin hasarına bağlı olarak da Horner Sendromu görülebilir. Serebellar pedinkül lezyonuna bağlı serebellar ataksi ve asinerji, vücudun karşı yarısında ağrı ve ısının inkomplet kaybı gibi ani ve bilinç kaybının eşlik etmediği belirti ve bulgular ortaya çıkabilir (1). Vertigoya bulantı ve kusma, ardından fasiyal paralizi, sağırılık, duysal kayıp ve serebellar bozukluklar eşlik eder (33).

SUPERİOR SEREBELLAR ARTER (SSA)

SSA, mezensefalon önünden, basiler apekse yakın yerden çıkar, nadiren proksimal PSA arterinden çıkar ve okulomotor sinir üzerinden geçer. SSA, serebellomesensefalik fissür, dördüncü ventrikülün üst yarısı, superior serebellar pedinkül ve tentorial yüzey ile sıkı ilişkilidir. Kaudale doğru pontomesensefalik kavşakta beyin sapını çevreler, altından troklear, üstünden trigeminal sinir geçer (15).

SSA, sıklıkla basiler tepenin hemen aşağısından fakat direkt olarak PSA'nın çıkış yerine yakın komşuluktan veya bifürkasyon olduğu zaman daha derinde PSA'nın tabanından çıkabilir. Çıkıştan sonra interpedinküler sistern içinde uzanırken küçük dallar verip, pons ve mezensefalon arasındaki olukta beyin sapını çevreler. SSA, beyin sapının lateral kısımlarında ambien sistern içinde kaudale doğru loop yapıp, medial ve lateral olmak üzere ikiye ayrılır. Bu noktada gövde veya dallarından biri sıklıkla trigeminal sinire direkt temas yapar veya siniri iter, beyin sapı ve serebellar pedinküllere perforan dallar verir (11). Preserebellar dallar, serebellomesensefalik fissür içinde çıkar. Rostral trunk, vermiyan ve paravermiyan bölgeleri sular ve kaudal dal suboksipital yüzeyi sular. SSA sıklıkla okulomotor, troklear ve trigeminal sinirlerle ilişkilidir (51).

SSA, tentoriumun serbest kenarı, troklear sinir, Rosenthal'in bazal veni ve PSA'ler yakınında ambient sisternin infratentoryal kısmında posteriora doğru yol alır. Lateral dalları antero-laterale doğru trigeminal sinir üzerinden serebellumun kuadrangüler lobülünü takip eder. Horizontal fissür düzeyinde postero-laterale uzanarak supero-lateral serebellar hemisferleri ve derin nukleusları sular. SSA, gövdesinden

hemisferik dallar çıkar ve kuadrigeminal sisterne girerek inferior kollikulus bölgesinde kaudal tektuma ulaşır. Kontrlatel dallarını verdikten sonra superior vermian arter superior vermian üzerinden inferiore döner, horizontal fissure doğru yol alarak supero-medial serebellar hemisfer ve dentat nukleusları sular. Superior vermian ve hemisferik dalların hepsi AİSA veya PİSA'lerle anastomoz yapar. Kuadrigeminal sistern içinde posterior serebral arter (PSA) dalları ve SSA medial arter dalları arasında çok sayıda anastomoz görülebilir (58).

SSA, çapı 0.72-1.50 mm arasında değişir (62). SSA, %33 oranında eşit çaptadır, %31'inde sağ, %38 oranında sol taraf daha geniş olup, duplikasyonu ise % 8-28 oranında görülebilir (32). Hardy ve ark.'nın bir çalışmasında 50 SSA'nın 43'ünün tek bir gövdeden, 7 tanesinin iki gövdeden çıktığı saptanmıştır (52). Rostral trunkun terminal dalları vermisi sular, kaudal trunk ise hemisferik lateral yüzeyden rostral trunkun suladığı bölgelere kadar olan kısmı sular (51).

SSA Segmentleri

SSA, dört segmentte incelenir; anterior pontomesensefalik, lateral pontomesensefalik, serebellomesensefalik ve kortikal segment (50).

Anterior Pontomesensefalik Segment: Dorsum sella ve üst beyin sapı arasındadır. SSA'den çıkıp okulomotor sinir altında uzanır.

Lateral Pontomesensefalik Segment: Beyin sapının anterolateral kısmından başlar ve sıklıkla kaudale doğru ponsun üst kısmının lateral tarafına doğru ilerler. Troklear sinir bu segmentin orta kısmının üzerinden geçer. Anterior kısmı sıklıkla tentoryal kenarın üzerinde, kaudal loop'u ise tentorium aşığınsındadır ve serebellomesensefalik fissürde sonlanır.

Serebellomesensefalik Segment: Serebellomesensefalik fissür içinde yol alır, dalları fissürün yüzeyinden girer. Trigeminal giriş bölgesi üzerinde lokalizedir. Dalları troklear sinirle birbirine sarılır. SSA fissür içinde derinlere doğru loop yaparak tentoryal kenarın ön kısmına ulaşır. Fissür içinde SSA dallarının ayrımı, dalların keskin açı yapması ve fazla sayıda arteriyel loop olmasından kaynaklı zordur.

Kortikal Segment: Serebellomesensefalik fissürün distal dallarını içerir. Tentoryal kenar altından geçer ve tentorial yüzeye dağılır.

SSA Dalları

Perforan Arterler: Bu dallar direkt ve döngüsel olarak ikiye çeşittir. Direkt tip beyin sapına girer. Döngüsel tip sonlanmadan önce beyin sapı etrafında dolanır. Döngüsel arterler uzun ve kısa olarak alt gruplara bölünür. Kısa tipler, beyin sapı etrafını 90° dolanır. Uzun tipler uzun bir mesafe katederek karşı yüze ulaşır. Perforan dallar büyük oranda rostral ve kaudal trunktan kaynaklanır. Her bir trunktan 2-5 arası perforan dal çıkar. Ana trunktan çıkan en sık perforan arter tipi uzun döngüsel tiptir. Beyin sapı etrafında yol alırlar. Aşağı doğru uzanan ana trunk dalları interpedunkular fossa, serebral pedinkül, kolikular bölge, superior ve orta serebellar

pedunkul arasında bölgede tegmentumunda sonlanır. Baziler arter de beyin sapına multipl perforan dallar verir (50).

Preserebellar Dalları: Bu arterler, trunk ve serebellomesensefalik fissür içindeki kortikal dallardan çıkar, trunk ve kortikal dallar ile birlikte uzanırlar. Kortikal arterler, vermian lateral hemisferik yüzeyleri sular. Preserebellar arterler dentat ve derin serebellar nukleuslara ulaşır ve inferior kolikülü ve superior medulla veluma dallar gönderir.

Kortikal Arterler: Kortikal arterler tentorial yüzeyleri sular. Bu dallar hemisferik ve vermian gruplara bölünür.

Hemisferik Arterler: Hemisferik dallar serebellomesensefalik fissürün derinliğinde rostral ve kaudal trunklardan kaynaklanır. Fissürden çıktıktan sonra hemisferik dallar vermian lateral tentorial yüzeyleri sular. Rostral ve kaudal trunklar sıklıkla 3 dal verir. Hemisferik arterler arasında karşılıklı ilişki vardır. Eğer biri kısaysa diğeri uzundur ve suladığı alan normal olarak daha gelişmemiş arter tarafından sulanabilir (50).

Vermian Arterler: Serebellomesensefalik fissür içindeki rostral trunktan kaynaklanır, Rostral trunk sıklıkla iki vermian arter verir. Eğer vermian dallardan biri hipoplastik ise suladığı bölge karşı SSA'den çıkan dal ile sulanır.

Marjinal Dalları: Proksimal SSA'nın yaklaşık yarısı komşu petrozal yüzeylere marginal dallar verir. Bu dallar ilk kortikal dallardır. SSA'nın duplike orijinli bir varyantı gibi kaudal veya ana trunk veya baziler arterden de kaynaklanabilirler ve sıklıkla tentorial yüzeye komşu petrosal yüzeyin üst kısmını beslerler. AİSA veya dalları eğer marjinal arter küçükse veya yoksa petrosal fissürün büyük kısmını sular. Marjinal arter ve AİSA arasındaki anastomozlar sıktır. Marjinal dallardan çıkan perforan dallar orta serebellar pedinkul bölgesinde sonlanır (50).

Klinik Özellikler: SSA oklüzyonu, serebellum veya beyin sapının infarktına bağlı olarak normal durumdan ölüme kadar değişebilir (1,14,15,29). SSA oklüzyonu nadir olmasına rağmen serebellum, dentate nukleus, brachium konjonktivum ve rostral ponsun tegmentumunda uzun duyu yolların infarktlarına neden olur. Başlangıçta kusma, ani baş dönmesi, oturma ve yürümede güçlük belirgin olabilir. Oklüzyon serebellar, derin nukleuslar ve pedinküllerin tutulmasıyla serebellar infarkt, dentat nukleus ve superior serebellar pedinkülün tutulmasıyla ipsilateral tremora, descendan okulosempatik liflerin tutulmasıyla ipsilateral Horner sendromuna, lateral spinotalamik ve quintotalamik traktların tutulmasıyla kontrlatel ağrı ve ısı duyusu kaybına, medial longitudinal fasikulus ve serebellar yolların tutulmasıyla nistagmusa, lateral lemniskusun çapraz liflerinin tutulmasıyla kontrlatel iştme bozukluğuna, üst beyin sapında istemsiz mimetik yolların hasarının neden olduğu analjezik taraf üzerinde emosyonel kayba neden olurlar.

Major serebellar arter oklüzyonundan sonra birçok hastanın iyileşme ve sağ kalımı kollateral dolaşımın gelişmesine bağlıdır. SSA'nın penetran kortikal dalları ve preserebellar arter tarafından sulanan dentat nukleus, spontan serebellar

hemorajilerin en fazla olduğu bölgedir (50). SSA tarafından sulanan bölgeler posterior fossada kan akımının azalması nedeniyle daha çok zarar görebilir. Çünkü bu bölgeler vertebral ve basiler arasında sınır bölgelerdir. İnfarktlar vertebral veya basiler arter oklüzyonundan sonra SSA tarafından sulanan bölgelerde SSA oklüzyon olmaksızın da görülebilir (58).

WILLIS DOLAŞIMININ ARKA KISMI

Willis dolaşımının arka kısmı proksimal PSA ve PKomA tarafından oluşturulur. Arka dolaşım üst beyin sapı ve ekstraoküler sinirler arasındaki bağlantı ve perforan damarların kompleks serilerinin etrafından çıkmaları ve üçüncü ventrikül altında orta hatta yerleşik olmalarından dolayı cerrahi olarak en zor bölgelerden birisidir. Posterior dolaşım dalları basiler apeks, tentorial notch, lateral ve üçüncü ventrikül, inferior temporal ve medial parieto-okspital bölgeler ve pineal bölge cerrahi yaklaşımlarda görülebilir.

Normalde olguların yarısında PSA'nın çapı PKomA'den daha geniştir. Kalan yarısında ise ya hipoplazik PKomA veya fetal olabilir. Proksimal PSA, ince olabilir ve PKomA, P1'den daha geniştir ve PSA'ya doğru major akımı sağlar. Rhoton'un çalışmalarında PKomA hipoplazisi tek taraflı %26, iki taraflı %6 bulunmuştur (48,55). PKomA veya PSA yokluğu çok nadirdir.

Willis dolaşımının arka kısmından diensefalon ve orta beyine giren bir seri perforan arter vardır. Arka dolaşım anevrizma ve tümör ameliyatlarında bu damarlar gerilebilir. Perforan arterler bazan basiler arterin üst kısmından kaynaklanır. Tümör ve anevrizma ameliyatlarında vital perforan damarların etkilenmesi sonucunda görmede kayıp, somatoestetik bozukluk, motor kayıp, hatırlama defisitleri, otonomik dengesizlik, diplopi, bilinç değişiklikleri, anormal hareketler ve endokrin bozukluklar gelişebilir.

POSTERİOR SEREBRAL ARTER (PSA)

Baziler bifurkasyondan çıkan PSA, interpedinküler sisternin lateral kenarında PKomA'le birleşir, krural ve ambient sistemler yoluyla beyin sapı etrafını dolaşır ve hemisferlerin arka kısımlarına dağılır. PSA aynı zamanda koroid pleksus, lateral ve üçüncü ventrikülün lateral duvarlarını da içeren talamus, ortabeyin ve diğer derin yapılara kritik dallar verir. Embriyolojik olarak internal karotid arterin bir dalıdır.

Basiler bifurkasyon ve böylece PSA orijini pontomesensefalik birleşkenin 1.3 mm altında lokalizedir. Arter genellikle pedinküler fossada ikiye ayrılır. Fakat bazı bifurkasyonlar pons üst kısmına kadar inebilir veya mamiller body ve üçüncü ventrikül tabanına kadar yükselebilir. Baziler bifurkasyon ve mamiller cisimler arasında ki bu ortalama separasyon 8.1 mm'dir. Olguların %16'sında bifurkasyonda basiler arterin genişlemesi vardır (55,72).

PSA, interpedinküler sistern içinde baziler arterin terminal bifurkasyonudur. Bifurkasyonun 1-3 mm distalinden superior serebellar arter çıkar ve posterior serebral arterlere ayrılır (62). Posterior serebral arter (PSA) orijininden çıktıktan sonra okulomotor sinirin superioruna döner. PSA'nın bu segmenti orijin aldığı noktadan posterior komunikan artere (PKoA)

kadar olan kısmı P1 segmenti olarak adlandırılır. Bu segment mesensefalik, prekomunikan, sirkular, pedinküler veya basiler segment olarak da adlandırılır.

PSA Segmentleri

P1 segmenti: Prekomunikan segment olarak da adlandırılır. Baziler bifurkasyondan PKomA ile birleşimine kadar uzanır.

P1'in uzunluğu değişkendir, fetal patern varsa daha uzun olabilir. Ortalama P1 uzunluğu 3-14 mm. arasında değişir. Fetal paternde 9.0 mm iken normal paternde 7.0 mm'dir (55). Normal konfigürasyonda okulomotor sinir aşağıdan geçer ve hafifçe PKomA'e doğru lateraldedir. Fakat fetal durum mevcutsa P1 daha uzun olabilir ve sinirin yönü komunikan arterin altından veya medialinden olabilir.

P1'den çıkan dallar şunlardır:

- 1- Talamoperforan Arter: Post. perforated substance yoluyla beyine girer.
- 2- Medial Posterior Koroidal Arter: Üçüncü ventrikül ve lateral ventrikülde koroid pleksusa doğru yönelir.
- 3- Kuadrigeminal Plate dalı
- 4- Serebralpedunkul ve mesensefalik tegmentum dalı.

SSA, P1 orijinleri arasında basiler bifurkasyondan yaklaşık 7 mm aşağısında çıkar (ortalama 2.5 mm). SSA, P1'le aynı orijinden veya P1'den çıkması nadirdir (55).

PSA (P1 segmenti) sıklıkla PKoA'den daha geniştir. Fakat P1 segmenti olguların %20-40'ında PKoA'den daha kısadır. Embriyolojik olarak PSA, internal karotid arterden çıkar. Posterior serebral arterin P1 segmenti genellikle PKoA boyutlarındaki azalmayla birlikte basiler ve PSA'ler arasında major birleşmeden dolayı genişler (27). Saeki ve Rhoton (55), olguların %22'sinde internal karotid arterden kaynaklanan PSA sirkulasyonun fetal tipinin varlığında P1 segmentini küçük, PKoA'i daha geniş bulmuşlardır. Yaşargil (67) serisinde PSA, olguların %67.5'inde baziler arterden, %24.5'inde karotid arterden primer olarak dolar ve %8 oranında eşit olarak bulunmuştur.

PSA'nın anjiyografik demonstrasyonu literatürde %1-41 oranında yayınlanmıştır (27). Hem anjiyografik hem de kadavra çalışmaları geniş PKoA'le birlikte sirkulasyonun fetal tipi sağ tarafta daha fazla görülmüştür.

P2 Segmenti: P2 segment PKomA'le başlar, krural ve ambient sistern içinde uzanır ve lateralde orta beyin posterior kısmına doğru sonlanır. P2 segmenti anterior ve posterior cerrahi yaklaşımlardan dolayı anterior ve posterior kısma bölünür. Ve bu bölünme P2'den çıkan birçok dalın orijini belirlemek açısından önemlidir. Anterior kısım, P2A, krural veya pedinküler segment olarak tanımlanır, çünkü krural sisternde serebral pedinkül etrafında dolunur. Posterior P2 veya ambient ya da lateral mesensefalik segment ambient sisternde orta beyin lateralinde yol alır. Her iki segment yaklaşık 25 mm uzunluğundadır. Anterior P2 PKomA'dan başlar ve serebral pedinkül ve krural sisternin medial ve lateral duvarları

arasında devam eder ve sistern roofunu çaprazlayarak optik trakt ve bazal vene inferi her bir tarafta PSA'ın bulunduğu nokta kolikular veya quadrigeminal nokta olarak kabul edilen noktalara yakındır. Kolikular noktasında oluşan arter hemisferlerin yaklaşık yarısında PS trunkusu ve diğer yarısında PSA bifurkasyonudur. Kolikular noktaya ulaşmadan önce terminal dallar kalkarin arter olarak biçimlenir. P3 dalları posterior perikallosal arterleri içerir (72).

P4 Segmenti: P4 segmenti kortikal yüzeye dağılan dallardır. Postiorde kalkarin sulkusun anterior son kısmında başlar. Parietooksipital veya kalkarin çıkışından sonra segment P4 segmenti olarak adlandırılır (72).

PSA Dalları:

PSA 3 tip dal verir:

- 1- Diensefalon ve ortabeyine giden santral perforan dallar.
- 2- Koroid pleksus ve lateral ve üçüncü ventrikülün duvarları ve komşu yapılarına giden ventriküler dallar.
- 3- Serebral korteks ve korpus kallozumun spleniumuna giden serebral dallar.

Santral dallar, talamoperforan, pedinküler perforan ve talamogenikulat arterleri içeren direkt ve döngüsel perforan arterleri içerir. Ventriküler dallar, lateral ve medial posterior koroidal arterleri içerir. Serebral dallar hipokampal ve anterior, orta, posterior ve kommon temporal dallarına bölünen inferior temporal gurubu içerir. Uzun ve kısa döngüsel ve talamoperforan arterler öncelikle P1'den ve diğer PSA dalları sıklıkla P2 ve P3'den çıkarlar. Hipokampal, anterior temporal, pedinküler perforanlar, ve medial posterior koroidal arterler sıklıkla anterior P2'den çıkarlar. Orta temporal, posterior temporal, kommon temporal ve lateral posterior koroidal arterler sıklıkla posterior P2'den çıkarlar. Talamogenikulat arterler anterior P2'den ziyade posterior P2'den çıkarlar. Kalkarin ve parietooksipital arterler sıklıkla P3'den çıkarlar (49).

P1'in inferior ve posterior yüzeyinden 1-13 arası perforan dallar çıkar ve bunlar interpedinküler fossayı, mamiller cismi, serebral pedinkülü ve posterior mesensefalonu besler. P1'in yine aynı bölgesinden kısa sirkumfleks dallar çıkar ve beyin sapı medialinde kısa aralıklarla geçiş yaparak serebral pedinkül, tegmentum ve medial genikulatı besler. Bu segmentin diğer dalları talamoperforate ve quadrigeminal arterleri içerir.

Perforan Dalları:

Santral dallar 2 guruba ayrılır: Direkt perforanlar ve sirkumfleks arterler. Direkt perforan dallar beyin sapına ana trunktan direkt girerler. Bu grup talamoperforanlar P1'den çıkarlar. Talamogenikulat ve pedinküler perforan arterler P2'den çıkarlar. Sirkumfleks dallar diensefalon ve mesensefalona girmeden önce beyin sapını dolanırlar. Ortalama dört, fakat bir düzine perforan dal 1.5 mm çapındadır, P1'in superior ve posterior yüzeyinden kaynaklanırlar. Ve superior ve posteriore doğru yol alırlar, interpedunkular fossa, posterior perforated substance, serebral pedunkul, mamiller cisim ve posterior orta-

beyinde sonlanırlar. Perforan dallar nadiren baziler apeksten kaynaklanır. Onlar posterior perforated substance ve mamiller cisimde sonlanır. En geniş P1 dalı talamoperforan arter, posterior koroidal arter veya her iki arterin çıktığı geniş bir gövdedir. En geniş dal P1 olmakla birlikte birkaç perforan dal çıkar.

Baziler arterin en üst kısmında posterior ve lateral yüzeyinden P1'den çıkanlarla (ortalama 8 dal) üst üste gelen zengin perforan arter kaynağı vardır. Yaklaşık yarısı posterior yüzeyden ve kalan yarısı yanlardan çıkar (55). Daha medialdeki dallar median veya paramedian dallar olarak adlandırılır, ortabeyin ve pons girer. Transvers ve sirkumfleks dal olarak adlandırılanlar lateral pons, pedunkul ve posterior perforated substance girer.

Talamoperforan Arterler (Posterior Talamoperforan veya İnterpedinküler Talamoperforan Arterler):

Talamoperforan arterler, bir veya daha fazla arterden ibarettir. Genellikle P1'in santral segmentinden çıkar. Fakat bazen P1'in 1mm medialinden veya 1 mm. lateralinden çıkabilir veya nadiren PKoA'in posterior kısmından kaynaklanır. Posterior perforated substans ve interpedinküler fossanın üst kısmında mamiller cisim arkasından serebral pedinküllerin medial kısmını geçerek beyine girerler. PKomA'in dalları da aynı bölgeden girerler. Saeki ve Rhoton (55), P1 dalının bifurkasyona en yakın dal, olguların %56 oranında P1'in en geniş dal olduğunu ve daima talamoperforan arter olduğunu belirtmişlerdir. Hemen hemen P1'in posterior veya superior kısmından kaynaklanır ve nadiren anterior yüzeyden çıkarlar.

Pedinküler perforan arterler genellikle 2 veya 3 tanedir. P2 segmentinden çıkar ve PSA'dan direkt olarak serebral pedinkül içine girer. Substantia nigra, red nukleus, tegmentum ve okulomotor dalları gibi kortikospinal ve kortikobulber yolları sular.

Bazen aplastik veya hipoplastik talamoperforan segment olabilir. Talamoperforan arterler posterior perforated substance girer ve anterior ve posterior talamusun bir kısmı, internal kapsülün posterior bacağı, hipotalamus, subtalamus, substantia nigra, red nukleus, pretektum, dördüncü ventrikülün rostromedial tabanı ve mesensefalonun derin rostral kısmını besler (58,72).

Defisitler bu arterlerin kayıplarına bağlıdır. Somatoestetik bozukluklar, medial lemniskus veya talamustaki afferent yolların tutulmasında, motor zayıflıklar, internal kapsül veya pedinkülde kortikospinal traktların tutulumunda, hatırlama bozuklukları, mamiller body'den giren ve çıkan hipotalamik yolların tutulumunda, otonomik imbalans, anterior ve posterior diensefalonda sempatik ve parasempatik merkezlerin bozukluklarında, diplopi, ortabeyindeki ekstraoküler kas ve nukleusların tutulumunda, bilinç değişiklikleri, ortabeyin retiküler formasyonun iskemisinde, anormal hareketler, midbrain ve talamusta serebellotalamik devrelerin tutulumunda, endokrin bozukluklar, hipotalmik-pituiter aksinin tutulumunda görülür. Talamo perforan arterlerin oklüzyonu iskemi bölgesinin

boyutlarına bağlıdır. Kontrateral hemipleji, serebellar ataksiyi veya okulomotor sinir paralizisi ile birlikte tremor içeren fokal sendromlar (Nothnagel's sendromu) görülebilir. Eğer lezyon subtalamusu etkilerse kontrateral hemiballismus görülebilir (72).

Talamogenikulat Arter (TGA):

TGA, PSA'nın P2 segmentinin orta kısmından çıkar. Fakat P3'ten de çıktığı bildirilmiştir. 2-6 arasında talamogenikulat arter çıkar ve talamusun tabanının ve genikulat cisim tarafından oluşturulan ambient sisternin tavanına penetre olur. Arterler, krural (P2A) ve ambient (P2P) segmentlerinin yakınından çıkar.

TGA'ler, posterolateral talamusu, internal kapsülün posterior bacağı, optik traktları ve genikulat cisim sular (58). Uzun ve kısa döngüsel ve medial posterior koroidal arterler beyin sapının etrafını saran dal gönderirler. Fakat talamogenikulat arter terimi P2'den kaynaklanan bu dallar ve ambient sisternin rufuna ve genikulat cisim aracılığıyla geçen arterler için kullanılır.

Talamogenikulat arterlerin suladığı bölgelerin infarktında Dejerine ve Roussy'nin (6) talamik sendromu görülür. Bu sendromda klinik olarak etkilenen tarafta inatçı hiperpatik ağrı, dokunma, ağrı ve ısı stimülasyonu aşırı hipersensitivite, kontrateral hemipleji, kontrateral derin ve yüzeysel duyu kaybı, paralizisi tarafta koreoatetoid veya distonik hareketler ve bazen homonim hemianopsi görülür. Genellikle derin duyunun bozukluğu kalıcıdır. Hafif bir kutanoz uyarıcı, şikayetleri arttırabilir ve spontan ağrı olabilir. Bacaklar yüzden daha fazla etkilenir. Bu sendromun görülmesi için bu dalların orijin aldıkları proksimal kısımdan PSA'nın oklüzyonu olması gerekir. Çünkü bu bölgeyi sadece talamogenikulat arterler değil, PSA'nın sirkumfleks ve koroidal arterler de beslemektedir. Arteryel oklüzyon talamik sendromun en sık nedenidir (71).

Kuadrigeminal Arter:

Kuadrigeminal arter, genellikle (%80) P1 segmentinden kaynaklanır, fakat proksimal P2 segmentinden de (%20) kaynaklanabilir. Zeal ve Rhoton, P1'den %53.9, P2'den %6.5 ve her ikisinden % 40 oranında çıktığını bildirmişlerdir (71). Köken aldıktan sonra orta beyni sararlar ve pedinkül, genikulat cisim ve tegmentuma dal verir, superior ve inferior kolikulus üzerinde zengin bir arteriyel ağ yaparlar. Duvernoy (7), bazen kuadrigeminal artere paralel aksesuar kuadrigeminal arter tanımlamış ve bu arterin superior kolikulusun lateral kısmını suladığını bildirmiştir.

Ventriküler, Medial ve Lateral Posterior Koroidal Arter:

Posterior koroidal arterler, PSA'nın dalıdır, lateral ve üçüncü ventriküle girerek koroid pleksus ve ventriküler dalları sular. Suladığı bölgeye bağlı olarak medial veya lateral posterior koroidal arter adını alırlar (11).

Medial post. koroidal arter, değişik yerlerden orijin alabilir. Lang ve Kapplinger, olguların % 9.4'ünün P1 segmentinden, % 83.3'ünün P2 segmentinden, % 1.2 oranında P1 ve P2

segmentinden ve % 7.1 oranında distal posterior serebral arter segmentinden kaynaklandığını belirtmişlerdir (67). Zeal ve Rhoton, 50 kadavranın %12'sinde medial post. koroidal arterin P1'den çıktığını, % 71'inde P2'den % 4'ünse P3'den ve %13'ünde P4'den çıktığını doğrulamıştır (71). Tek medial post. koroidal arter olguların %54'ünde görülmüştür. %32'sinde duplikasyon ve %14'ünde triplikasyon görülmüştür. PSA'nın posteromedial kısmından çıktıktan sonra medial posterior koroidal dallar posterior ortabeynin medialini pedinkül, tegmentum, genikulat cisim ve kolikuluslara dağılan dallar verir. Pulvinarı geçer ve pineal glandın lateraline döner ve talami ve foramen Monro'nun sonunda koroid pleksus arasından 3. ventrikül tavanına girer. Bu segment pulvinar, pineal, 3. ventrikül tavanı, habenula, dorsal medial talamus ve koroidal pleksus'u sular (71).

Lateral posterior koroidal arter de değişik yerlerden köken alabilir. Zeal ve Rhoton (71), bu damarın kökenini % 51 oranında P2, % 30 P3, % 15 P4 ve % 4 medial post. koroidal arterden çıktığını saptamıştır. %30 oranında P3'den kaynaklanan arterin % 8'i hipokampal arterden, % 10'u anterior temporalden, % 9'u posterior temporalden, % 2'si orta temporalden ve sadece % 1'i P3 ana kökünden çıkar. Lateral post. koroidal arterlerin sayısı her bir hemisferde değişen oranda 1-9 arasında, ortalama 3-4 arasındadır. Lateral posterior koroidal arterler orijin aldıktan sonra laterale doğru lateral koroidal fissüre doğru yönelir ve temporal hornun koroidal pleksusunu ve lateral ventrikülün atriumunda koroid pleksusunun glomusunu sular, sonra yukarıya doğru pulvinarın üzerine doğru yönlenecek fornik kolumnasının altında medial koroidal fissüre girer ve burada pulvinar, posterior komissura, fornik cisim ve dorsal-medial talamusu sular (11,71)

Kortikal Dallar:

PSA'nın kortikal dalları; inferior temporal arterler, hipokampal arter, anterior, orta, posterior ve kommon temporal arterler, parieto-okspital arter, kalkarin ve splenial arterleri içerir.

Inferior Temporal Arter: PSA'dan çıkan inferior temporal arter ve OSA'dan çıkan superior temporal gurup arterleridir. Inferior temporal arterler, hipokampal, anterior, orta, posterior ve kamın temporal arterleri içerir. Bu arterler temporal lobun inferior kısmını sular (71).

Hipokampal Arterler: PSA'nın ilk kortikal dalıdır. Unkus, hipokampal girus, hipokampal formasyon ve dentate girus gibi temporal lobun inferomedial kısmını sular. Küçük dalları temporal lateral yüzeyine ulaşır ve temporal tipi sular. Bu arterlerin bilateral oklüzyonu Korsakoff's sendromuna benzeyen ciddi hatırlama kayıplarına neden olur.

Anterior Temporal Arter: PSA'nın ikinci kortikal dalıdır. Ambient sisternin proksimal kısmında çıkar. Temporal lobun anteroinferior yüzeyini sular.

Orta Temporal Arter: Bu arter, krural ve ambient susternden çıkarak temporal lobun inferior yüzünü besler.

Parietotemporal Arter: Bu arter, bütün hemisferlerde mevcuttur. PSA'nın lateral veya inferior yönünden sıklıkla

ambient, bazen krural veya quadrigeminal sistern içinden çıkar. Oksipital polu, oksipital yüzeyler ve inferior temporal yüzeyleri sular. Kortikal temporal arterlerin en geniş olanıdır. Bu arterin tıkanmasında disfazi, amnestik sendrom, geçici homonim hemianopsi görülür.

Paryeto-Oksipital Arter: Paryeto-oksipital arter, PSA'nın bir veya iki dalı halinde çıkarak parieto-oksipital fissüre doğru yönelir, posterior parasagittal bölge, kuneus, prekuneus, lateral oksipital gyrus ve bazen sup. parietal lobu kanlandırır. Kuadrigeminal veya ambient sistern içinden çıkar.

Kalkarin Arter: Kalkarin Arter, PSA'nın terminal dalıdır. % 90 olguda tek bir gövde halindedir ve kalkarin fissürü takip ederek oksipital pole uçar. Kalkarin arter, lingual girus ve inferior kuneus'u sular. Ambien veya kuadrigeminal sistern içinde PSA'dan direkt olarak çıkar. Kalkarin arterler, visual korteksi sular. Bu damarın oklüzyonu homonim visual alan defektlerine neden olur. Oklüzyon ipsilateral gözde ağrıyla birlikte. Bilateral oksipital lob infarktı pupillar refleksin korunduğu körlükle birlikte veya kortikal körlük, ışığa karşı pupillara reaksiyonun korunduğu ve körlüğü reddetme ile karakterize Anton's sendromuna neden olabilir. Görme alanı kalkarin arterin oklüzyonundan sonra iyileşebilir (22,71).

Splenial Arter: Bütün hemisferlerde korpus kallosumun spleniumu sular. PSA veya dallarından çıkar. Post. perikallosal (splenial) arter, %62 oranında parietookspital arterden, %8 oranında medial posterior koroidal'den %6 oranında post. temporal'den, %4 P2'den, %4 P3'den ve %4 lat. post. koroidal arterden kaynaklanır (71). Bu damar çıktıktan sonra korpus kallosumun spleniumu doğru çıkar ve öne doğru yönelen anterior perikallosal arterlerle anastomoz yapar. Korpus kallosumun spleniumunun dominant oksipital lobun infarktı ile birlikte olması intakt oksipital pol ve kontralateral angular gyrus arasındaki liflerin bağlantılarını keser bu durum disgrafia olmaksızın disleksiyle sonuçlanır (71).

Lateral Konveksite Dalları: PSA'nın bütün kortikal dalları hemisferlerin lateral yüzeylerine dallar gönderir. Bu dallar sıklıkla parietookspital arterden kaynaklanır.

Klinik bulgular: PSA, görmenin korunmasında önemlidir. Optik trakt, genikulat cisim, kolikulus, ekstraokuler sinirler ve onların nukleusları, genikulokalkarin traktlar, striate ve peristriate korteksi sulayarak papiller refleks, göz hareketleri, vizual hatırlama, vizual interhemisferik formasyon, binoküler ve vizual uzaysal bağlantıyla ilgili oküler fonksiyonları destekler. Oklüzyonu, medial lemniskus veya talamusda afferent yolların tutulumuna bağlı somesthetik bozukluğa, internal kapsül veya pedinkülde kortikospinal traktların tutulumu motor zayıflığa, mamiller cisme giren ve çıkan hipotalamik yolların tutulmasına bağlı hatırlama bozukluğuna, anterior veya posterior diensefalonda sempatik ve parasempatik yolların bozulması otonomik imbalansa, ortabeyin retiküler formasyonun iskemisi bilinç bozukluklarına, ortabeyin ve talamusta serebellotalamik devrelerin tutulumu anormal hareketler ve hipotalamik pituitar aksın tutulumu endokrin bozukluğa neden olur (49).

WILLIS POLİGONU:

Bu yapı beynin kaidesinde sağ ve sol karotid sistemlerin hem birbirleriyle hem de vertebrobaziller sistemle anastomoz yapması sonucu oluşan, optik sinirler ve optik traktlara komşu birbirleriyle bağlantılı arterlerden oluşan bir poligondur. Willis poligonunu oluşturan damarlar şunlardır.

1. Bilateral İKA
2. Bilateral ASA'nın horizontal (A1) segmentleri
3. AKomA
4. Bilateral PKomA
5. Bilateral PSA'nın horizontal (P1) segmentleri
6. Basilar arter bifürkasyonu

Bu poligonda anterior kommünikan arter (AKomA) her iki anterior serebral arteri bağlarken, posterior kommünikan arter (PKomA) ise internal karotid arteri PSA'ye bağlar. Bazen İKA'ler ASA'ler, AKomA ve dalları "**anterior sirkülasyon**", PSA'ler, PKomA'ler ve basilar bifurkasyon "**posterior sirkülasyon**" olarak adlandırılır. Bu poligonu oluşturan arterlerden çıkan küçük dallar beyin parankimi içine penetre olurlar. Willis poligonundan çıkan birçok küçük damar optik kiazma ve traktlarını, infundubulumu, hipotalamusu ve kafa tabanındaki diğer önemli yapıları besler: Dalları;

- **Medial lentikulostrat arter** (ASA'nın A1 segmentinden çıkar)
- **Talamoperforan arterler** (PKomA, basilar tip ve proksimal PSA'lerden çıkar).
- **Perforan dallar** (Anterior perforan arterler: ASA, AKomA ve OSA'nın proksimalinden çıkarlar. Sulama alanları bazal ganglia, optik kiazma, kapsüla interna ve hipotalamustur. Posterior perforan arterler: PSA ve PKomA'den çıkarlar, sulama alanı mezensefalın ventrali, talamus, subtalamus ve hipotalamustur).

Varyasyonları

Tüm komponentleri bulunan ve hipoplazik komponent içermeyen Willis poligonu sadece % 20-25 olguda bulunur. Varyasyonlar posterior sirkülasyonda daha siktir. En sık varyasyonlar:

- Bir ya da heriki PKomA hipoplazisi (% 34)
- Hipoplazik/aplazik A1 segmenti
- Fetal orjinli PSA (İKA'den çıkar) ile birlikte hipoplazik/aplazik P1 segmenti
- PKoA'nın İKA'den çıkış yerinde infundibuler dilatasyon

Anomalileri

İKA'lerin tek yada çift taraflı yokluğu nadirdir. Eğer tek taraflı İKA yok ise, intrasellar interkarotid kommünikan arterler sıklıkla bulunur. Bu çok nadir bir anomalidir. Ancak eğer serebrovasküler ya da transsfenoidal bir cerrahi girişim

planlanıyorsa bu anomalinin önceden gösterilmiş olması önemlidir. İKA agenezisine intrakranial anevrizmalar oldukça yüksek oranda eşlik eder.

Arteriyel anastomozlar

Beyinde arteriyel dolaşımda anastomozlar mevcuttur. Willis poligonu ve diğer anastomotik bağlantılarla bir arterde stenoz ya da oklüzyon oluşması durumunda o arterin sulama alanında sabit kan akımı sağlanabilir. Beyinde başlıca 3 grup bağlantı vardır:

- 1- İntrakraniyal anastomozlar:** Esas olarak Willis poligonunda ve ayrıca kortikal düzeyde serebellumda superior, anterior-inferior, ve posterior-inferior serebellar arterler arasında oluşur.
- 2- Ekstrakraniyal - intrakraniyal anastomozlar:** İki gruptur. Birinci grup eksternal karotid arter ile oftalmik arter arasında, ikinci grup ise eksternal karotid arterin meningeal ve etmoidal dalları ile serebral arterlerin leptomeningeal dalları arasındadır.
- 3- Ekstrakraniyal anastomozlar:** Servikalde vertebral ve eksternal karotid arterler arasındadır.

İNTRAKRANİYAL EMBRİYONİK ANASTOMOZLAR:

PERSİSTAN FETAL KAROTİD-VERTEBROBAZİLER ANASTOMOZLAR

Karotis ve vertebro baziler dolaşımlar arasında fetal dönemde yaklaşık bir hafta kadar devam eden ve vertebral arter ile posterior dolaşım geliştikten sonra kaybolan anastomozlar bulunur. Buraya kan İKA'dan ayrılan dört arter ile gelir. Bunlar sırası ile posterior komünikan, otik (akustik), hipoglossal, proatlantal ve persistan trigeminal arterler olup, karotis ve vertebro baziler dolaşımlar arasındaki embriyonik anastomozlardır. Nadiren persistan embriyonik arterler bilateral olabilir veya iki farklı persistan arter aynı tarafta olabilir. Örneğin, tek veya çift taraflı vertebral arter hipoplazisi veya PKomA veya P1 segmentinin hipoplazisi ile birlikte baziler arter hipoplazisi bulunduğu zaman bunların çoğu kalıcı olur. Persistan embriyonik anastomozlarda kan akımının yönü sıklıkla karotid arterden vertebro baziler sirkülasyona doğrudur. Bu anastomozlar birlikte seyrettikleri sinirlerin isimleriyle anılırlar: Persistan trigeminal, otik (akustik), hipoglossal ve proatlantal intersegmental arterler. 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 kaybolur ve yerlerine vertebro baziler sistem gelişir. Yaklaşık bir hafta kadar devam eden anastomozlar, 8. haftada PKomA ve VA geliştikçe regrese olurlar. İlk olarak otik arter oblitere olur, daha sonra sırasıyla hipoglossal, trigeminal ve proatlantal intersegmental arterler kaybolur. PKomA doğumdan sonra tek devamlılık gösteren kalıcı anastomozdur. PKomA haricindeki bu anastomozların doğumdan sonra görülme sıklığı %0,1-1 oranında rapor edilmiştir (4,31,35,37,71).

Persistan Primitif Trigeminal Arter (PTA)

Persistan karotiko-vertebro baziler anastomozlar arasında en sık (%85) trigeminal arter görülür (71). PTA, internal karotid arterin proksimal kavernöz parçasından çıkar, dorsum sellanın lateralinden veya üzerinden geçerek 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 kısmındadır. PTA'nın baziler arter ile bileşkesinin kaudalinde kalan baziler arter parçası ve aynı taraf posterior komünikan arter hipoplazik veya kapalı olabilir (71). Serebral anjiyografi serilerinde PTA insidansı %0,06-0,6 (ortalama %0,23) olarak bildirilmiştir (31,71). Ancak saptanmamış ve bildirilmemiş olgular düşünüldüğünde bu oranın %1 olduğu kabul edilmektedir. 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 AİSA ile SSA arasından baziler artere katılır. Nadiren PTA, baziler arter yerine, SSA veya PİSA'a bağlanır ve bu durum "primitif trigeminal arter varyantı" olarak adlandırılır (4,31,35,37,71). Nadiren de basiler arterle arasında anastomoz olmaksızın AİSA veya PİSA ile anastomoz yapar (35). PTA, bulunan olgularda genellikle vertebral arterlerin biri veya her ikisi hipoplaziktir. Anevrizması görülebilir.

PTA, trigeminal sinirin oftalmik dalının veya trigeminal ganglionun medialinde yerleşir. Klinik olarak bu sinire komşuluğu nedeniyle fasyal ağrı, izole göz kası paralizisi, pitozis ve trigeminal nevraljiye neden olabilir.

Persistan Primitif Hipoglossal Arter (PHA)

Erişkinde %0,02-0,03 oranında görülür. PHA servikal 1-4 vertebra seviyesinde internal karotid arterden büyük bir dal olarak çıkar, hipoglossal kanal (anterior kondiloid) aracılığı ile arka kranyal fossaya girer ve baziler arterin kaudali ile anastomoz yapar. PAİS'den daha yüksek seviyeden çıkar. Anterior kondiloid foramende genişleme olabilir (4,31,35). En sık eşlik eden vasküler anomali aynı taraf PKom'in anjiyografik olarak gösterilememesi, vertebral arterden birinin ya da ikisinin aplazisi veya hipoplazisidir (37). Diğer vasküler anomaliler anevrizmalar ve arteriyovenöz malformasyonlardır.

Persistan Primitif Otik Arter (POA)

En nadir görülen formdur. İlk kaybolan arterdir. İKA'nın karotid kanal içindeki petröz parçası ile proksimal baziler arter arasındadır. Ancak tanısız özelliği internal akustik kanalı yoluyla intrakraniyal kaviteye girmesidir. Baziler arterin kaudali ile birleşir. Direkt serebellar yapılara, internal karotid artere veya postero-inferior serebellar artere katılan formları tanımlanmıştır (31). Klinik olarak aynı taraftaki VA, hipoplazik ise hemifasyal spazma neden olabilir.

Persistan Proatlantal İntersegmental Arter (PAİS)

Proatlantal intersegmental arter, embriyonal gelişimde servikal altıncı vertebra düzeyine kadar olan dorsal aortadan

çıkan intersegmental arterlerle birleşerek vertebral arterler ile oksipital arterlerin özellikle horizontal kısımlarının temelini oluşturur. Anjiyografik olarak persistan primitif hipoglossal arterden farklıdır. Tipik özelliği ana karotid arter bifurkasyonu, eksternal karotid arter veya internal karotid arterlerden, servikal 2-5 vertebra seviyelerinde subokspital alanda foramen magnumdan geçerek vertebral artere katılmasıdır. İki tipi tanımlanmıştır. Tip 1, internal karotid arterden, tip 2, eksternal karotid arterden köken alır. Olguların %50'sinde vertebral arterin tek veya bilateral hipoplazisi izlenir (26,35).

Persistan Servikal İntersegmental Arter: (PSİA)

PSİA, boyunda karotikovertebral anastomozdur. Sıklıkla internal veya kommon karotid arter veya aortik arkta kaynaklanan vertebral arterle tanımlanır. Bu arterin görüntülenmesi servikal vertebranın foramen transversariumundan geçen damar anomalilerinin görünmesi ile kuvvet kazanır (35).

Klinik bulgular:

Çoğu vertebrobaziler anastomozlar raslantısal olarak anjiyografi veya otopside saptanır ve genellikle asemptomatiktir. Bazen intrakranial vasküler anomaliler, sıklıkla anevrizmalar ve kranyal sinir semptomları ile birliktelikleri olabilir (31).

Bu anastomozların tanımlanması hastanın yönlendirilmesi açısından oldukça önemlidir. Karotisten kaynaklanan emboli ya da tedavi amaçlı endovasküler girişimlerde embolizan madde bu anastomozlar aracılığı ile posterior dolaşımda iskemi ya da infarkta neden olabileceği gibi, karotis endarterektomisi sırasında aynı taraf karotise konan bir klemp gerek serebral gerekse beyin sapının perfüzyonunda belirgin azalmalara neden olabilir. Nadiren fasiyal veya farengeal ağrı sendromları, hemifasiyal spazm, diplopi veya karotid ateroskleroza sekonder posterior sirkülasyon iskemisi gibi semptomlar görülebilir (40).

TEŞEKKÜR

Şekil çiziminden dolayı Doç. Dr. Ahmet Aciduman'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Atkinson WJ: The anterior inferior cerebellar artery; its variations, pontine distribution, and significance in the surgery of cerebello-pontine angle tumours. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 12(2):137-151, 1949
2. Baphista AG: Studies on the arteries of the corpus striatum. *Boston Med Surg* 156: 768-769, 1963
3. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT: Segments of the internal carotid artery: A new classification. *Neurosurgery* 38:425-433, 1996
4. Caldenmeyer KS, Carrico JB, Mathews VP: The radiology and embryology of arteries of the head and neck. *AJR* 170: 197-203, 1998
5. Critchley M: The anterior cerebral artery, and its syndromes. *Brain* 53:120-165, 1930
6. Dejerine J, Roussy G: Le syndrome thalamique. *Rev Neurol* 14:521-532, 1906
7. Duvernoy HM: *Human Brainstem Vessels*. Berlin:Springer, 1978
8. Fine AD, Cardoso A, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the extracranial-extradural origin of the posterior inferior cerebellar artery. *J Neurosurg* 91:645-652, 1999
9. Fisher CM, Karnes WE, Kubik CS: Lateral medullary infarction-the pattern of vascular occlusion. *J Neuropathol Exp Neurol* 20:323-379, 1961
10. Fisher CM: Clinical syndromes in cerebral thrombosis, hypertensive hemorrhage, and ruptured saccular aneurysm. *Clin Neurosurg* 22:117-147, 1975
11. Fujii K, Lenkey A, Rhoton LA: Microsurgical anatomy of the choroidal arteries: Lateral and third ventricles. *J Neurosurg* 52: 165-188, 1980
12. Gibo HC, Carver C, Rhoton AL, Lenkey C, Mitchell RJ: Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *J Neurosurg* 54: 151-169, 1981
13. Gibo H, Lenkey C, Rhoton AL: Microsurgical anatomy of the supraclinoid portion of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 55:560-574, 1981
14. Hardy DG, Peace DA, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the superior cerebellar artery. *Neurosurgery* 6:10-28, 1980
15. Hardy DW, Rhoton AL: Microsurgical relationships of the superior cerebellar artery and the trigeminal nerve. *J Neurosurg* 49: 669-678, 1978
16. Harris FS, Rhoton AL: Microsurgical anatomy of the cavernous sinus. *J Neurosurg* 45:169-180, 1976
17. Hayreh SS: The ophthalmic artery. Section I. Normal gross anatomy. In Newton TH, Potts DG ed., *Radiology of the Skull and Brain, Vol II, Book 2: Arteries*. St. Louis: CV Mosby, 1974:1333-1350
18. Hayreh SS, Dass R: The ophthalmic artery. I. Origin and intracranial and intra-canalicular course. *Brit J Ophthal* 46: 65-98, 1962
19. Heinz ER: History of Neuroradiology. *Neurosurgery*. Volume I. Wilkins RH, Rengachary SS (eds). Mc Graw Hill Companies, 1996:13-14
20. Heros RC, Morcos JJ: Cerebrovascular surgery: Past, present, and future. *Neurosurgery* 47(5):1007-1033, 2000
21. Hokama M, Hongo K, Gibo H, Kobayashi S: Microsurgical anatomy of the ophthalmic artery and the distal dural ring for the juxta-dural ring aneurysms via the pterional approach. *Neurol Res* 23:331-335, 2001
22. Hoyt WF, Newton TH: Angiographic changes with occlusion of arteries that supply the visual cortex. *N Z Med J* 72: 310-317, 1970
23. Huber P, Braun J, Hirschmann D, Agyeman JF: Incidence of berry aneurysms of the unpaired pericallosal artery: Angiographic study. *Neuroradiology* 19:143-147, 1980
24. Kaplan HA, Ford DH: Arteria cerebelli inferior posterior. In the brain vascular system. Amsterdam:Elsevier, 1966:93-95
25. Keller JT, vanLoveren H, Sepahi A, Zucurello M: Internal carotid artery: Correlative anatomy as a guide to surgery. *Int Congr Series* 1247: 3-18, 2002
26. 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* 117: 232-239, 1993

27. Krabenbühl H, Yaşargil MG: Cerebral Angiography. 2nd Ed. London: Butterworths, 1968
28. Kribs R, Kleihues P: The recurrent artery of Heubner. In: Zülch KJ. Cerebral Circulation and Stroke. Berlin: Springer, 1971: 40-56
29. Lister JR, Rhoton AL Jr, Matsushima T, Peace DA: Microsurgical anatomy of the posterior inferior cerebellar artery. Neurosurgery 10(2):170-199, 1982
30. Liu Q, Rhoton AL Jr: Middle meningeal origin of the ophthalmic artery. Neurosurgery 49: 401-407, 2001
31. Luh GY, Dean BL, Tomsick TA, Wallace RC: The persistent fetal carotid-vertebrobasilar anastomoses. AJR 172:1427-1432 1999
32. Mani RL, Newton TH, Glickman MG: The superior cerebellar artery: An anatomic-roentgenographic correlation Radiology 91:1102-1108, 1968
33. Martin RG, Grant JL, Peace D, Theiss C, Rhoton AL: Microsurgical relationship of the anterior inferior cerebellar artery and the facial-vestibulocochlear nerve complex. Neurosurgery 6: 493-507, 1980
34. Matsumoto K, Akagi K, Abekura M, Ohkawa M, Tasaki O, Oshino S: Cerebral aneurysm associated with an anomalous hyperplastic anterior choroidal artery. Acta Neurochir 142: 347-350, 2000
35. Mayer PL, Kier EL: The Ontogenetic and Phylogenetic Basis of Cerebrovascular Anomalies and Variants. Brain Surgery. Apuzzo MLJ. Volume I, (ed). New York: Churschill Livingstone, 1993: 747-754
36. Miyazaki S, Kamata K, Yamaura A: Multiple aneurysms of the vertebrobasilar system associated with fenestration of the vertebral artery. Surg Neurol 15:192-195, 1981
37. Osborn GA: Diagnostic cerebral anjiography. 2nd ed. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins, 1999:65-70
38. Özdamar N: Temel Nöroşürji. Cilt I. Ankara: Türk Nöroşürji Derneği, 1995:472-478
39. Özgen T, İnci S: Temel Nöroşürji. Cilt I. Ankara: Türk Nöroşürji Derneği, 1995:464-471
40. Özgür Oktay, Ömer Kitiş, İsmail Oran, Ahmet Memiş: Persistan fetal karotid-vertebrobaziler anastomozlar. Türk Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Derg 9(3): 382-387, 2003
41. Perlmutter D, Rhoton AL: Microsurgical anatomy of the anterior cerebral-anterior communicating-recurrent artery complex. J Neurosurg 45: 259-272, 1976
42. Perlmutter D, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the distal anterior cerebral artery. J Neurosurg 49:204-228, 1978
43. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt: Williams&Wilkins, 2003:81-84
44. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt: Williams&Wilkins, 2003:87-89
45. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt: Williams&Wilkins, 2003:89-96
46. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt: Williams&Wilkins, 2003:96-110
47. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt: Williams&Wilkins, 2003:110- 133
48. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt: Williams&Wilkins, 2003:134-136
49. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt: Williams&Wilkins, 2003:136-147
50. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt: Williams&Wilkins, 2003:461-476
51. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt: Williams&Wilkins, 2003:476-483
52. Rhoton AL Jr: Cranial Anatomy and Surgical Approaches. Philadelphia Lippincolt :Williams&Wilkins, 2003:483-499
53. Rhoton AL, Fujii K, Fradd B: Microsurgical anatomy of the anterior choroidal artery. Surg Neurol 12: 171-187, 1979
54. Rosner SS, Rhoton AL Jr, Ono M, Barry M: Microsurgical anatomy of the anterior perforating arteries. Neurosurg 61:468-485, 1984
55. Saeki N, Rhoton AL: Microsurgical anatomy of the upper basilar artery and the posterior circle of Willis. J Neurosurg 46: 563-578, 1977
56. Salas E, Ziyal IM, Sekhar LN, Wright DC: Persistent trigeminal artery: An anatomical study. Neurosurgery 43: 557-562, 1998
57. Saroğlu AÇ: Temel Nöroşürji. Cilt I. Ankara: Türk Nöroşürji Derneği, 1995:479-487
58. Stephens RB, Stilwell DI: Arteries and Veins of the Human Brain. Thomas, Springfield / Ill. 1969
59. Sunderland S: Neurovascular relations and anomalies at the base of the brain. J Neurol Neurosurg Psychiat 11: 243-257, 1948
60. Takahashi S, Suga T, Kawata Y, Sakamoto K: Anterior choroidal artery: Angiographic analysis of variations and anomalies. AJNR 11:719-729, 1990
61. Wilson G, Riggs He, Rupp C: The pathologic anatomy of ruptured cerebral aneurysms. J Neurosurg 11:128-134, 1954
62. Wollschlaeger G, Wollschlaeger PB, Lucas FV: Experience and result with postmortem cerebral angiography performed as routine procedure of autopsy. AM J Roentgenol 101:68-87, 1967
63. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Volum I. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1984:66-70
64. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Volum I. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1984:70
65. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Volum I. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1984:72-91
66. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Volum I. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1984:92-128
67. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Volum I. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1984:128-143
68. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Volum I. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1984:54
69. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Volum I. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1984:56-60
70. Yaşargil MG: Microneurosurgery. Volum I. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1984:60-66
71. Yılmaz 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 8:36-43 1995
72. Zeal AA, Rhoton AL: Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. J Neurosurg 48: 534-559, 1978
73. Ziyal Mİ: Cerrahi Nöroanatomi-Disseksiyon Atlası. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2007:10-22