

Orta Serebral Arter Anevrizmaları: Dün ve Bugün

Middle Cerebral Artery Aneurysms: Past and Present

Gökmen KAHİLOĞULLARI, Melih BOZKURT, Nihat EGEMEN

Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Yazışma Adresi: Gökmen KAHİLOĞULLARI / E-posta: gokmenkahil@hotmail.com

ÖZ

Orta serebral arter anevrizmaları, beyin ve sinir cerrahisi pratiğinde sık karşılaşılan ve intrakranial anevrizmalar içinde önemli yer tutan patolojilerdendir. Bu patolojinin daha iyi anlaşılmasında anatominin yeri ve daha önceki tedavi modellerinin bilinmesi kuşkusuz çok önemlidir. Nöroşirürjide mikroskobun kullanılmaya başlanması her nöroşirürjikal patolojide olduğu gibi Orta serebral arter anevrizmalarının tedavisi içinde bir milat kabul edilebilir. Günümüzde endovasküler tedavi gibi alternatif tedavi yöntemlerinin sunulması Orta serebral arter anevrizmalarının tedavisi için yeni tartışma alanları oluşmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada, Orta serebral arter anevrizmalarına yaklaşım, tarihsel ve anatomik zemin üzerinde, dün neler yapıldığı ve günümüzde mikroşirürji yanı sıra diğer tedavi modalitelerinin tartışmalı konuları üzerinde durulmuştur.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Orta serebral arter, Anevrizma, Tedavi, Dün-bugün

ABSTRACT

Middle cerebral artery aneurysms are common among intracranial aneurysms. The anatomical knowledge and the treatment models in the past are very important for this pathology. Application of the surgical microscope should be considered as a milestone in the treatment of middle cerebral artery aneurysms and any other neurosurgical pathology. Nowadays with the appearance of alternative treatments such as endovascular treatment, new fields of controversy come into existence. In the present study, approaches to middle cerebral artery aneurysms are discussed on an historical and anatomical perspective and other controversial subjects of treatment modalities are discussed.

KEYWORDS: Middle cerebral artery, Aneurysm, Treatment, Past-present

GİRİŞ

Orta serebral arter ile ilgili ilk modern çalışma, 1874 yılında Duret tarafından yapılmıştır. Kortikal dalları üzerine yapılan bu çalışmada, eksternal alt frontal arter, anterior ve posterior parietal arterler ile parieto-kuneal arter tanımlanmıştır. Testut 1900 yılında OSA'yı asenden arterler, desenden arterler ve terminal dal veya angular girus arteri olarak ayırmıştır. Charpy ve ark. 1911 yılında orbitofrontal arter, presantral sulkus arteri, santral sulkus arteri ve anterior parietal arter olarak kortikal dalları belirlemişlerdir. 1927'de Fox ve Levy bu dallara ek olarak asenden arteri eklemişlerdir. Günümüz OSA kortikal dal sınıflandırmasına en yakın sınıflandırma 1949 yılında Gabrielle tarafından yapılmıştır. 1967 yılında Ring ve Waddington daha önceki bilgilere ek olarak orbitofrontal arter ve OSA'nın Candelevra grup gibi gruplandırma getirmişlerdir. Dahlstrom 1969 yılında OSA'nın özellikle temporal pol ile ilgili arterleri üzerine çalışmıştır. Ring 1974 yılında ve Taveras ile Wood 1976 yılında orbital girusu ve temporal polü besleyen arterlerin temel bir daldan çıkarak beslediklerini belirlemişlerdir. Michotey 1974 yılında OSA'yı ilk olarak 12 dala ayırmıştır. Bu durum 1980'de Lang ve Dehling ile 1981'de Gibo ve ark. gibi sonraki otörler tarafından da benimsenmiş ve günümüzdeki önerildiği şekli ile sunulmuştur. Marinkoviç ve ark., 1984'te yaptıkları çalışmada kortikal dalları oranları ile göstermişlerdir. (21,24,43,48,60,68,69,73,93,95,112,113,120,121).

OSA'nın trunk ayrışımı ile ilgili ilk görüş 1912 yılında Tixier tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, OSA'nın %94'ünün iki temel artere ayrıldığını belirtmiş ve bunları perisantral arter (anterior veya frontoparietal grup) ve Wernicke arterleri (posterior veya temporoparietal arterler) olarak ayırmışlardır. 1935'li yıllarda de Almeida terminal dalları yorumlamıştır. Gabrielle 1949 yılında OSA'nın %30 oranında tek dal, %50 oranında iki dal ve % 20 oranında üç dal olabileceğini belirtmiştir. Lima, 1950 yılında yaptığı çalışmada oranları %18 tek trunk, %31 trifurkasyon ve %51 oranında bifurkasyon olarak göstermiştir. Duroux 1952 yılında trifurkasyon durumlarında anterior trunkın 2, orta trunkın 7 ve posterior trunkın 2 civarında kortikal dal verdiğini belirtmiştir. 1959 yılında Vander Eecken OSA'nın asenden dal ve oksipital dal olarak ikiye ayrıldığını söylemiştir. Çalıştığı 40 örneğin 10'nunda bu trunkların eşit olduğunu, 18'inde asenden dalın ve 12'sinde oksipital dalın daha kalın olduğunu göstermiştir. 1939 yılında Fischer OSA'yı bugünde bilinen hali ile 4 segmente ayırmıştır. Ring 1962 yılında OSA'yı değişik bir şekilde sınıflandırmıştır. Belirlediği 4 grup şu şekilde tanımlanmıştır. %34 Silvian fissürün proksimaline ulaşan bir major dal, %26 Silvian fissürün proksimaline ulaşan birden fazla majör dal, %24 Silvian fissürün ağzında trifurkasyon, %16 Silvian fissürün ağzında bifurkasyon. Jin 1954 yılında yaptığı çalışmadaki sonuçlar Tixier (1912)'in yaptığı ile benzerdir: OSA %90 iki tranka, %10 üç tranka

bölünür. Kaplan ve Ford 1966'da OSA'nın bifurkasyon yaptığı durumlarda ikinci trunkın daha sonra ikinci bir bifurkasyon yaptığı belirtilmiş ve bu üç dalın, orbital korteks ve temporal pol hariç OSA'nın sulama alanlarını birlikte kanlandıklarını belirtmişlerdir. Bu iki alanın ise OSA'dan direkt çıkan dala tarafından sulandıklarını belirtmişlerdir. 1973 yılında Salamon trifurkasyon ve bifurkasyon yapılarının eşit sıklıkta ve % 40 oranlarında olduklarını belirtmişlerdir. Kalan %20'lik bölümün 4-6 trunk tarafından oluşabileceği belirtilmiştir. Krayenbühl ve Yaşargil 1979 yılında bifurkasyonun %50,5, trifurkasyonun %25 ve psödobifurkasyonun % 24 oranında ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Yaşargil 1984 yılında anjiyografilerle korele yaptığı çalışmalar sonucu trifurkasyon yapısının bifurkasyon yapısının bir varyantı olduğunu belirtmiştir. Daha sonra Türe ile birlikte yaptığı çalışmada (2000) intermediate arter adı ile bu ayrışım daha ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Lang ve Dehling 1980'de bifurkasyonun %20, trifurkasyonun %53, tetrafurkasyon %24 ve pentafurkasyonun %3 oranında görüldüğünü belirtmişlerdir. Gibo ve ark. 1981 yılında bu oranları bifurkasyon %78, trifurkasyon %12 ve multipl trunk %10 olarak hesaplamışlardır. Bu örneklerin bifurkasyon şeklinde olanlarının %18'inin eşit, %32'sinin inferior ve %28'inin superior kısımlarının dominant olduğu vurgulanmıştır. Umansky ve ark. 1984 yılında parietal lobu besleyen kortikal dallar hariç diğer dalların OSA'dan direkt olarak çıkabileceklerini savunmuşlardır. Blinkow, OSA'nın kortikal dallarının analizi ile ilgili 1986 yılında yaptığı çalışmada bir kortikal alanın, bir arter tarafından kanlandırıldığını belirtmiştir (21,24,58,92,120,128).

ANATOMİ

Orta serebral arter, karotis internanın iki terminal dalından büyük olanıdır. OSA, serebral arterlerin en geniş ve en kompleks olan arteridir. OSA, ASA ve PSA ile bu arterlerden köken alan kortikal dalların varyasyonları literatürde tartışılmıştır. OSA'nın kompleks ve karmaşık yapısına rağmen İKA'dan köken alan diğer dal olan ASA'nın varyasyonları ve anomalilerine daha sık rastlanılmaktadır (9,20,22,50,53,70,73,119).

OSA ortalama çapı Rhoton tarafından 3,9 mm olarak ölçülmüş ve anterior serebral arterin yaklaşık iki katı olduğu belirtilmiştir. OSA, silvian fissürün medial sonlanma alanının, optik kiazmanın laterali, anterior perforat substansın altı, olfaktor strianın medial ve lateral alanından başlar. Orijinden laterale doğru, anterior perforat substansın altından ve paralel olacak şekilde döner. Anterior perforat substansı geçer geçmez lentikülostriat arterler denilen perforan dallarını verirler. Daha sonra silvian fissüre döner ve posterosuperiora keskin bir dönüş yaparak insulanın yüzeyine ulaşacak olan genuya gelir. Insulanın periferinde dallar, frontal-parietal-temporal operküllerin yüzeylerine geçerler. Operkulumu geçen dallar daha çok lateral yüzeyi besleyecek şekilde serebral hemisferin lateral ve bazal yüzlerini beslerler.

OSA 4 segmente ayrılır: M1 (Sfenoidal), M2 (İnsular), M3 (Operkular) ve M4 (Kortikal). Bazı otörler bu ayrımı M4 (Parasilvian) ve M5 (Kortikal) olarak yapmışlardır. M1, OSA'nın orijinden başlar ve silvian fissür derinliğine doğru

uzanır. Laterale doğru döner, silvian fissürün sfenoidal kompartmanındaki posterior sfenoid ridge'e yaklaşık 1 sm. uzaklıkta paralel olarak seyrederek. Bu segment arterin 90 derece dönüş yaptığı, silvian fissürün sfenoidal ve operkuloinsular kompartmanlarının bileşke yerinde, genuda sonlanırlar. M1 segmenti prebifurkasyon ve postbifurkasyon olarak iki kısma ayrılır. Prebifurkasyon kısmı, arterin tek olarak ilerlediği ve bifurkasyon kısmına kadar uzandığı bölümdür. Postbifurkasyon kısmı kalan kısımdır ve %90 oranında genunun proksimalinde olur. Bu ayrışım yerinden önce ayrılan dallar erken dal olarak isimlendirilir.

M2 segmenti trunkları içerir. Bu segment OSA trunklarının limen insulaya geçtiği yerden başlar ve insulanın sirkular sulkusunda sonlanır. Frontal dallar insular yüzeyi terk etmeden önce insulada sadece kısa girusu geçerken, posterior parietal veya angular alana giden dallar insular yüzeyi terk etmeden önce insulanın kısa girus, santral sulkus ve uzun girus kısımlarını katederler.

M3 segmenti insulanın sirkular sulkusundan başlar ve silvian fissür yüzeyinde sonlanırlar. Silvian fissür üzerinde seyreden dallar 2 defa 180 derecelik dönüş yaparlar. İlk dönüş sirkular sulkustadır. Burada dallar insular yüzeyden yukarıya doğru 180 derece dönerler ve frontoparietal operkulumun medial yüzeyine doğru inerler. İkinci 180 derecelik dönüş silvian fissürün eksternal yüzeyinde olur. Dallar frontoparietal operkulumun inferior kenarından giderler ve frontal ile parietal lobların lateral yüzeylerinin superior doğrultusunda dönüş yaparlar.

M4 segmenti lateral konveksitedeki dallar oluşturur. Bu segment silvian fissür yüzeyinden başlar ve serebral hemisferin kortikal yüzeyine kadar ulaşır. Anterior dalların çoğu silvian fissürü terk ettikten sonra yukarıya veya aşağıya doğru dönüşler yaparlar. Intermediate dallar fissürden uzakta eğri yol izlerken, posterior dallar fissürün uzunluğu boyunca neredeyse aynı doğrultuda ilerlerler (21,43,48,69,73,92,95,116,120,128).

OSA'nın insula, silvian fissür gibi komşu anatomik yapılarla çok önemli ilişkileri vardır. Bu bölgelerin topografik ve mikrocerrahi anatomilerinin OSA ile olan ilişkisi daha önce otörler tarafından iyi bir şekilde gösterilmiştir. Ayrıca OSA'dan köken alan dallar ile kortikal dalların insula, motor korteks gibi önemli alanları kanlandırma paternleri ve bu dallarda gelişebilecek oklüzyon gibi patolojilerde neler olabileceği daha önce açıklanmıştır (81,94,112,115,116,118,126).

Perforan Dallar

OSA'nın perforan dalları anterior perforan substansı delerler ve lentikülostriat arterler (LSA) adını alırlar (Şekil 1). Rhoton her hemisfer için ortalama 10 (1-21) LSA'nın olduğu belirtmiştir. LSA dalları her vakada prebifurkasyon alanında ve hemisferlerin yarısında postbifurkasyon alanından kaynaklandığı belirtilmektedir. Tüm LSA'ların %80'i M1'in bifurkasyon alanından kaynaklanmaktadır. Geri kalan kısmın önemli bir bölümü M1'in proksimal kısmından, çok az bir kısımda genunu yanında M2'nin proksimal kısmından köken alırlar.

LSA, medial, intermediate ve lateral gruplara ayrılırlar. Medial grup üç grubun en küçüğünü oluşturur ve hemisferlerin sadece yarısında görülmektedir. Intermediate LSA'lar %90 hemisferde görülmektedir. Lateral LSA'lar hemen her hemisferde görülmektedir. Predominant olarak M1'in lateral kısmından köken alırlar (73,92,95,112,116,119,121).

Kortikal Dağılım

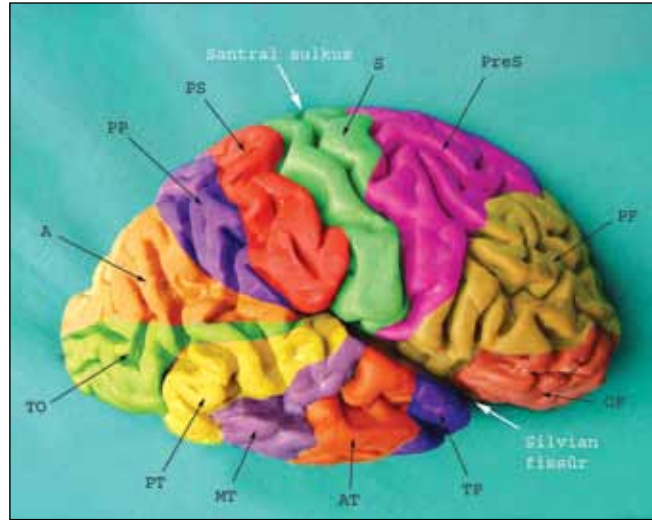
OSA, esas olarak hemisferin lateral yüzünü, tüm insular ve operkular yüzeyi, orbital ve frontal yüzeyin lateral kısmını, temporal polü, temporal lobun inferior yüzeyinin lateral kısmını sular. Lateral yüzeyin periferindeki ince şerit daha çok anterior ve posterior serebral arter tarafından sulanır.

OSA tarafından kanlandırılan alan 12 bölüme ayrılmaktadır (Şekil 2).

- 1) Orbitofrontal alan: Orta ve inferior frontal girusun orbital kısmı ve pars orbitalisin inferior kısmı. Orbitofrontal arter besler.
- 2) Prefrontal alan: Pars orbitalisin superior kısmı, pars triangularis, pars operkularisin anterior kısmı, orta frontal girusun büyük kısmı. Prefrontal arter besler.
- 3) Presantral alan: Pars operkularisin posterior kısmı ve orta frontal girus, presantral girusun inferior ve orta kısmı. Presantral arter besler.
- 4) Santral alan: Presantral alanın superior kısmı ve postsantral girusun alt yarısı. Santral arter besler.
- 5) Anterior parietal alan: Postsantral girusun üst kısmı ve sık olarak santral sulkusun üstü, inferior parietal lobun anterioru ve superior parietal lobun anteroinferior kısmı. Anterior parietal arter besler.
- 6) Posterior parietal alan: Superior ve inferior parietal lobun posterior kısmı, supramarjinal girus. Posterior parietal arter besler.
- 7) Angular alan: Superior temporal girusun posterior kısmı, supramarjinal girus ile angular girus, lateral oksipital girusun superior kısmı (Bu arterin OSA'nın terminal dalı olduğu düşünülmektedir). Angular arter besler.
- 8) Temporookspital alan: Superior temporal girusun posterior kısmı, orta ve inferior temporal kısımların uç posterior kısımları, lateral oksipital girusun inferior kısmı. Temporo-oksipital arter besler.
- 9) Posterior temporal alan: Superior temporal girusun orta ve posterior kısmı, orta temporal girusun 1/3 posterior kısmı, inferior temporal girusun uç posterioru. Posterior temporal arter besler.
- 10) Orta temporal alan: Superior temporal girusun pars triangularis seviyesindeki kısmı, orta temporal girusun orta kısmı, inferior temporal girusun orta ve posterior kısmı. Orta temporal arter besler.
- 11) Anterior temporal alan: Superior, orta ve inferior temporal girusun anterior kısmı. Anterior temporal arter besler.



Şekil 1: Kadavra diseksiyonlarında lentikülostriat arterler (AÜTF Nöroanatomi Grubu arşivinden).



Şekil 2: OSA kortikal dallarının illüstre edilmiş dağılıma alanları (AÜTF Nöroanatomi Grubu arşivinden).

- 12) Temporopolar alan: Superior, orta ve inferior tempolar lobların anterior polleri. Temporopolar arter besler (21,24,48,73,92,95,112,116,120,121).

Dallanma Paterni

OSA'nın asıl trankı 3 şekilde görülebilir. Bifurkasyon (superior trank ve inferior trank), trifurkasyon (superior, middle ve inferior tranklar) ve multipl trank (4 veya daha fazla) şeklinde olabilir. Rhoton yaptığı çalışmada %78 bifurkasyon, %12 trifurkasyon ve %10 multipl trank olabileceğini göstermiştir. Türe ve Yaşargil ise superior ve inferior trank yanısıra intermediate trank varlığını savunmuşlardır. Intermediate arter varlığını çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Kendi çalışmalarımızda bu arter %62 oranında görüldüğü tespit edilmiş ve bu trank yapısı ile ilgili yeni bir sınıflandırma literatürde sunulmuştur (21,48,49,92,116).

Erken Dallar

Temel trunktan bifurkasyon veya trifurkasyon öncesinde ayrılan kortikal dallar erken dal olarak adlandırılır. Erken dallar frontal ve temporal loblara dağılırlar. OSA'ların yaklaşık yarısı temporal lobta ve %10'nundan daha azı frontal loba erken dal verirler. Temporal erken dallar genellikle temporopolar ve anterior tempolar alanları sularlar. Frontal erken dallar orbitofrontal ve prefrontal alanlarda sonlanırlar. Çok az OSA hem frontal, hem de tempolar alanın her ikisine birlikte erken dal verirler. Rhoton çalışmasında OSA'nın orijininin frontal pol erken dalının ortalama 5,5 mm (aralık 5-6 mm) ve tempolar pol 11,2 mm (aralık 3,5-30 mm) olarak hesaplanmıştır (21,24,43,51,69,95,112,113,116).

Anomaliler

OSA'nın anomalileri, duplike ve aksesuar OSA'dır ve diğer intrakranial arter anomalilerine göre daha az görülürler. Duplike OSA, İKA'dan ayrılan ikinci bir arterdir ve aksesuar OSA ise ASA'dan ayrılan bir daldır. Her iki anomalide bu arterler OSA'nın suladığı alanı beslerler. AOSA, genellikle AKomA yanında ASA'dan köken alırlar (29,47,58,105,110,111,113,117,124). Her iki varyasyonun bir arada görüldüğü ve OSA dışı bölgelerde anevrizma varlığının eşlik ettiği nadir olgular literatürde bildirilmiştir (52,74,82,117). Anevrizmalarla birliktelik gösteren fenestre OSA gibi nadir varyasyonlar da bildirilmiştir (78).

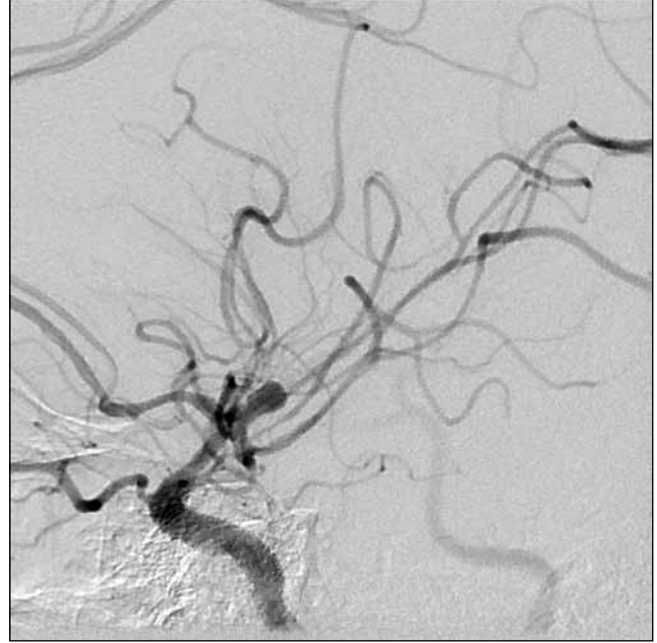
OSA hakkında anatomik ayrıntıların bilinmesinin, bu vasküler yapıyı ilgilendiren patolojilerde ve özellikle orta serebral arter anevrizmalarına yönelik müdahalelerde önemi büyüktür. Bunun önemi daha önce literatürde belirtilmiş ve tartışılmıştır (5,9,28,89,90,91,99,129).

Bildirilen ilk OSA anevrizması Dandy tarafından yapılmış ve exitus ile sonuçlanmıştır ve mortal sonuçlarından dolayı uzun yıllar korkulan bir cerrahi olmuştur (10,99). Teknik gelişmeler ve mikroskopun bu cerrahide kullanılması sonucu başarılı sonuçlar alınması ile zaman içinde tekrar cerrahiye dönüş olmuştur (18,32,99,107,108,131). Endovasküler teknik ise ilk olarak Serbinenko tarafından uygulanmış ve teknolojik gelişmelere paralel olarak OSA anevrizmalarına yönelik seriler sunulmaya başlanmıştır (40,100,109).

KLİNİK

OSA anevrizmaları, serebral anevrizmaların yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır ve kanayan anevrizma sıklığı açısından AKomA ve İKA anevrizmalarından sonra üçüncü sıklıkta görülür (32,41,106,107,108,131). Otopsi çalışmalarında bu oran %40'lara kadar çıkmaktadır ve otopsielerde en sık insidental anevrizmanın OSA'da görüldüğü vurgulanmıştır (42,72). Anevrizmanın köken aldığı yere göre OSA anevrizmaları 3 grupta incelenirler; a) Proksimal OSA anevrizmaları b) OSA bifurkasyon anevrizmaları c) Distal OSA anevrizmaları (5,11,12,13,96). Proksimal OSA'lar İKA bifurkasyon ile OSA bifurkasyon arasında ana trunk yerleşimli anevrizmalardır ve tüm OSA anevrizmalarının yaklaşık %10-15'i bu bölgede yerleşir (Şekil 3) (5,11). OSA bifurkasyon anevrizmaları en sık

görülen OSA anevrizmasıdır ve tüm OSA anevrizmalarının yaklaşık %80-85'i bu bölgede yerleşir (Şekil 4)(5,12). Distal OSA anevrizmaları, bifurkasyon bölgesinden sonraki bölgede yerleşen anevrizmalardır, en az sıklıkta görülen tiptir ve tüm OSA anevrizmalarının yaklaşık %5'i bu bölge yerleşimlidir (5,13).



Şekil 3: Bir OSA proksimal segment anevrizmasının anjiyografik görüntüsü (AÜTF Nöroşirürji ABD arşivinden).



Şekil 4: Bir OSA bifurkasyon anevrizmasının anjiyografik görüntüsü (AÜTF Nöroşirürji ABD arşivinden).

OSA dev anevrizmaları, IKA'nın paraklinoid dev anevrizmalarından sonra en sık görülen dev anevrizma bölgesidir. Yeterince genişliğe ulaşan rüptüre olmamış OSA anevrizmaları kitle etkisi ile klinik semptom verebilirler. Kafa içi basınç artmasına bağlı baş ağrısı, papilödem, epilepsi, iskemik semptomlar diğer anevrizmalara göre daha sıklıkla görülebilir (5). Rüptüre OSA anevrizmalarının yaklaşık %60'ında şuur kaybı görülür. Diffüz baş ağrısı mevcuttur ve rüptüre OSA anevrizmalarının yaklaşık 1/3'ü kanama öncesinde unilateral baş ağrısı tarif etmektedir. İlk görüldüklerinde %80'inde fokal nörolojik defisit olduğu ve bunların yaklaşık yarısında hemiparezi, afazi, ve görme alanı defekti gibi ciddi nörolojik defisitler görüldüğü vurgulanmıştır. Diğer bölge anevrizmalarında fokal nörolojik defisit görülme ihtimali %34 olduğu ve %7 oranında ciddi nörolojik defisit olabileceği vurgulanmıştır (5,37). Rüptüre OSA anevrizmasına sekonder okulomotor sinir felci görülen olgular bildirilmiştir (56). OSA anevrizmalarında intraserebral hematoma ihtimali diğer bölge anevrizmalarına göre daha fazladır ve %30-50 arasında görülmektedir (1,23,41). Hernesniemi Grubu, proksimal OSA anevrizmalarının %36 oranında komşu beyin dokusuna kanadığını ve genellikle temporal lobda intraserebral hematoma yol açtığını; OSA bifurkasyon anevrizmalarının %45 oranında komşu beyin dokusuna kanadığını ve %84 oranında temporal lobda intraserebral hematoma yol açtığını, distal OSA anevrizmasının %50 oranında komşu beyin dokusuna kanadığını belirtmiştir (Şekil 5, 6) (11,12,13). Anjiyografi sırasında en sık kanayan ve seyrin en kötü olduğu anevrizma grubunun OSA anevrizmaları olduğu belirtilmiştir (59). Hidrosefali gelişimi diğer anevrizma bölgelerine göre OSA anevrizmalarında belirgin olarak daha azdır (41). Kanamamış sakküler anevrizmaların serebral arter alanları arasında en sık OSA ve özellikle de bifurkasyonda görüldüğü ve yaklaşık olguların %40'nın bu alanda görüldüğü tespit edilmiştir (39). OSA anevrizmalarının, ASA anevrizmalarına göre daha büyük boyutlara ulaştığında rüptüre olduğu tespit edilmiştir (43). OSA anevrizmalarında sık görülen bir durum da bilateral OSA anevrizması (mirror) varlığıdır. Hernesniemi serisinde bu oranı %14 olarak vermektedir (12).

Radyolojik tetkik amaçlı ilk erken yapılacak görüntüleme yöntemi kranial BT'dir. Kranial BT ile SAK'ın alanı, genişliği, sisternlerdeki hemoraji durumu, varsa intraserebral hematoma'nın varlığı görülebilir (Şekil 5, 7). OSA'ya sekonder hematoma genellikle temporal lobda, silvian fissürde veya her iki bölgede de görülebilir. Yapılan çalışmalar özellikle silvian bölgedeki hematoma'nın cerrahi sırasında çeşitli problemlere yol açabildiğini göstermiştir (4,102). Kontrastlı çekilecek kranial BT, dev anevrizmaları da gösterebilir (Şekil 8). Diğer önemli görüntüleme yöntemi, altın standart olarak kabul edilen anjiyografidir. Tanısal kullanımı yanı sıra günümüzde tedavi amaçlı da kullanılabilir. Konvansiyonel anjiyografi yanı sıra, BT-anjiyografi (Şekil 9), MR-anjiyografi ile 3 boyutlu anjiyografiler tanısal amaçlı olarak kullanılabilir. Anjiyografinin zamanlaması ile ilgili olarak genel kabul gören görüş endikasyonu olan olgularda acil anjiyografi yönündedir. Anjiyografi, anevrizmayı ortaya koyması yanı sıra, dalların birbiri ile olan ilişkisi, intrasylvian ve temporal lob hematomlarının

ayrımının yapılması, M1 segmentinin elevasyon göstermesi gibi ayrıntılar hakkında da bilgi sahibi olunmasını sağlar (5,123). Proksimal M1 trunk anevrizmalarında, erken temporal dal orjinli anevrizma temporal loba uzanırken, lentikülostriat arterlerden köken alan anevrizma frontal lobun laterobaziline doğru uzanım gösterme eğilimindedir (5,34,131). Geniş



Şekil 5: Kranial tomografisinde intraserebral hematoma ile başvuran bir OSA anevrizması olgusu (AÜTF Nöroşirürji ABD arşivinden).



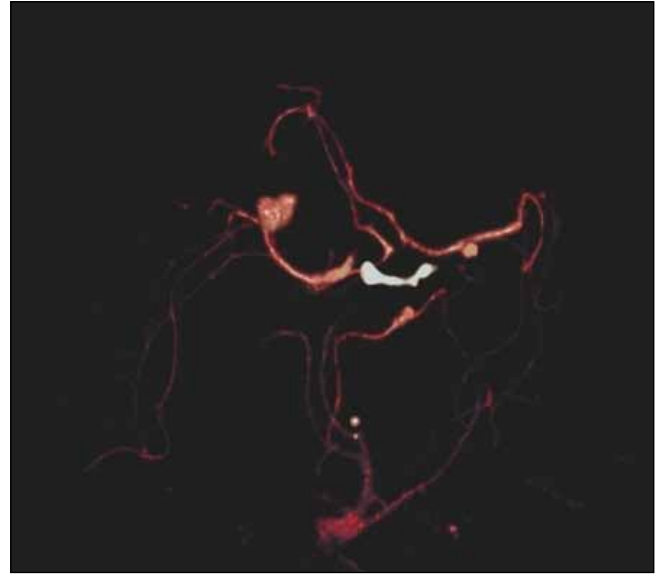
Şekil 6: Şekil 5'teki olgunun postoperatif kranial tomografi görüntüsü (AÜTF Nöroşirürji ABD arşivinden).



Şekil 7: Bir OSA anevrizması varlığında kranial tomografide subaraknoid kanama varlığı (AÜTF Nöroşirürji ABD arşivinden).



Şekil 8: Bir OSA anevrizma olgusunun kontrastlı kranial tomografideki görüntüsü (AÜTF Nöroşirürji ABD arşivinden).



Şekil 9: Bir OSA anevrizma olgusunun CT-anjiyografideki görüntüsü (AÜTF Nöroşirürji ABD arşivinden).

anterior temporal arter, OSA bifurkasyon anevrizması gibi görülebilir. Anevrizmanın tanı ve takibi açısından gelişen teknolojiye paralel olarak daha ayrıntılı görüntüleme yapma ve ayrıntılı bilgi almak mümkün olmaktadır (57,71,84,97). Ayrıca, dev ve fuziform anevrizmalarda, anevrizmanın gerçek duvarı ve intraluminal trombozun ayırımına yardımcı olmak için kranial MRI'da önerilmektedir (11).

TEDAVİ

OSA anevrizmalar için günümüzde kullanılan iki tedavi yaklaşımı cerrahi tedavi ve endovasküler tedavidir. ISAT (International Subarachnoid Aneurysm Trial)'ın cerrahi kliplleme ile endovasküler koilizasyonunu karşılaştırdığı akut anevrizmal subaraknoid kanamalı hastalar üzerindeki çalışmasının klinik sonuçları koilizasyon lehine sonuçlanmıştır (75). Ancak OSA anevrizmaları için durum farklıdır. OSA anevrizmalarının beyin yüzeyine yakın olması, beynin hafif retraksiyonu ile kolay geçişe izin vermesi, OSA anevrizmalarının anatomik konfigürasyonlarının (geniş dom-boyun oranı, OSA'nın major dallarının anevrizmanın gövde ve boynuna inkorporasyonu vb.) genellikle koilizasyona uygun olmaması nedeniyle kliplleme birçok merkezde ilk sırada tercih edilmektedir (5,40,87,109). Özellikle nörolojik semptomlara yol açan, kitle etkisi gösteren intratemporal hematomla prezente olan OSA anevrizmalarında cerrahi hematoma drenajı ve eş zamanlı kliplleme operasyonu en uygun yaklaşımdır. Şüphesiz cerrahi başarıda cerrahın, cerrahi tecrübesinin çok büyük önemi vardır. Yüksek intrakranial basınçla seyreden kötü nörolojik seyri olan hastalarda, yaşlı hastalarda ve cerrahiye kontrendikasyon gösteren ciddi medikal problemi olan hastalarda endovasküler tedavinin uygun olabileceği belirtilmiştir (5).

Cerrahi Tedavi

OSA anevrizmalarına cerrahi yaklaşımlarda kullanılan temel üç yaklaşım vardır: 1) Sylvian fissürü medialden açıp OSA trunkını

distale doğru takip ederek. 2) Sylvian fissürü periferden açıp majör dalları proksimale doğru takip ederek. 3) Sylvian fissürün distalinde superior temporal girusa küçük bir kortikektomi yapmak suretiyle girerek M2 dallarındaki anevrizmaya ulaşmak (5). Bu yaklaşımlar gerektiğinde kombine etmek suretiyle de uygulanabilir.

Hasta supin pozisyonda, genel anestezi altında, üç çivili başlıkta tespit edilerek, pterion noktası en yukarıya gelecek şekilde yana ve arkaya çevrilerek ve kalp hizasının yukarısında olacak şekilde cerrahiye başlamak idealdir (Şekil 10). İntraoperatif olarak OSA anevrizmalarında hasta stabilizasyonu için önerilerde bulunan otörler ve ekipler olmuştur (8,35,86). Klasik pterional kraniotomi OSA anevrizmalarında uygun ve yeterli olan kraniotomidir. Bilateral OSA anevrizmaları olgularında tek taraflı kraniotomiler ve daha küçük boyutlu kraniotomiler ile kompleks anevrizmalarda daha genişletilmiş kraniotomi formları literatürde önerilmiştir (15,33,54,76,83,103). Mitotik anevrizma tanısı ile opere edilen vakalarda uyanık kraniotomi olguları da bildirilmiştir (67). Duramater'in C şeklinde açılıp inferiora devrilmesini takiben Sylvian diseksiyona başlanabilir. Sylvian diseksiyona başlarken, bu bölümün yazarının da tercihi olarak (NE), 'su ile diseksiyon' tekniğinin kullanılması Sylvian fissür'ün daha kolay diseksiyonunu sağlayacaktır (77,114). Bu alanda ven yapılarının diseksiyonunda zarar vermemek ve mümkünse venlerin frontal kısmından ilerlemek daha doğru bir tercih olacaktır. Yaşargil tarafından önerilen teknik, M3'te bulunacak bir dalın takip ederek ve çevreden diseke ederek diğer dallarını, bifurkasyonunu ve İKA bifurkasyonunu ortaya koyarak kliplleme öncesi daha güvenli sahayı oluşturma yönündedir (131). Bu işlemler yapılırken uygun olan beyni retrakte etmemektir. Ancak gerekli olursa öncelikli olarak



Şekil 10: OSA anevrizmaları için üç çivili başlıkta olan ideal hasta pozisyonu.

frontal lobun retrakte edilmesi tercih edilmelidir. Anevrizma çevreden diseke edildikten sonra geçici klip koymak suretle çevre dokularla ilişkisi ve vasküler yapılar hakkında ayrıntılı bilgi sağlanabilir ve anevrizmanın boynu kliplleme için hazır hale getirilebilir. Bu işlemi yaparken anevrizmanın domunu tamamen diseke etmek gerekmez. Geçici klbin kullanımının 5 dakikayı geçmemesi, bu süreyi geçmesi gereken durumlarda hasta hipotermi sağlanıp, barbitürat vermek suretiyle operasyona devam edilmesi uygun olacaktır. Anevrizma klipllemeye uygun hale getirildiğinde doğru ve uygun klbin kullanılması önemlidir. Kısa klipler rezidü anevrizmaya yol açarken, uygun olmayan ve uzun klipler çevre vasküler yapılara ciddi zarar verebileceği unutulmamalıdır. Kliplleme sonrası bu bölüm yazarların tercihi olarak da (NE); doppler USG ile damar yapılarına bakılması ve teknik olarak mümkünse indosiyenin green kullanmak suretiyle anevrizmanın dolmadığının ve çevre vasküler yapıların zarar görmediğinin doğrulanması uygun olacaktır.

Superior temporal girus yaklaşımı Heros tarafından önerilen ve uygulanan, transkortikal bir yaklaşımdır (30). Ancak kortikal diseksiyona sekonder postoperatif dönemde epilepsi ihtimali ve OSA anevrizmalarını ağırlıklı olarak temporal pol içinde yuvalanmaları nedeniyle diseksiyon sırasında anevrizmanın erken rüptürü ihtimalleri göz önünde bulundurulmalıdır (99). Başkaya, bu yaklaşımın özellikle temporal hemotomu bulunan OSA anevrizmalarında tercih edilebileceğini belirtmiştir (5).

Hernesniemi Grubu, proksimal OSA anevrizmaları çoğunlukla geniş boyunlu ve M1'de branchların dallarla yakın bağlantısı nedeniyle ekzocerrahinin endocerrahiye göre daha uygun olacağını belirtmişlerdir (11). Bu bölge anevrizmalarında temporal bölgede intraserebral hematolara sık rastlanmasından dolayı operasyonlarının acil olarak yapılmasını ve eş zamanlı klipllemeyi önerilmektedir. Yine bu bölge anevrizmalarının %32 oranında akut hidrosefali ile seyrettiğini, bu yüzden operasyona ventriküler drenaj takarak ICP'yi düşürerek operasyona başlamanın uygun olacağını vurgulanmıştır. Böylece operasyon sırasında beyin hasarlanması ve anevrizmanın rüptüre olma ihtimalinin azalacağı belirtilmiştir. Ayrıca kliplmeden önce ek BOS boşaltılması için de lamina terminalisin açılması önerilmiştir. Özellikle bu bölge anevrizmalarının preoperatif dönemde yapılacak dikkatli ve ayrıntılı anjiyografinin, postoperatif dönemde komplikasyonları en aza indirme açısından önemi büyüktür (84).

Rüptüre OSA bifurkasyon anevrizmalarında %45 oranında görülen intraserebral hematom ve %29 oranında görülen akut hidrosefali nedeniyle aynı grup bu anevrizmalar içinde acil cerrahi önermekte ve yukarıda belirtilen işlemler önermektedirler (12). OSA bifurkasyon anevrizmaları dom'un Sylvian fissürdeki yönelimine göre Yaşargil tarafından 3 sınıfa, Hernesniemi'ye göre 5 sınıfa ayrılmıştır. Yaşargil; anteroposterior yönelim, posterior projeksiyon ve inferior yönelim olarak ayırmıştır (131). Hernesniemi Grubu; intertrunkal, inferior, lateral, insular ve kompleks olarak ayırmıştır (12). Bu anatomik yapılanmalara yönelik cerrahi teknik nüansları ilgili çalışmalarda belirtilmiştir (12,131).

Distal OSA anevrizmalarında da yüksek (%50) intraserebral kanama ihtimali olması ve %22 oranında akut hidrosefali gelişmesi nedeniyle acil operasyon önerilmekte ve yukarıda belirtilen işlemlerin uygulanması önerilmektedir (13).

Intraoperatif gözlem olarak, preoperatif görüntülemelerde görülmeyen mini baloncuk yapıdaki 'mini anevrizmalar' için, ana arteri geçici olarak klipe ettikten sonra bipolar ile koagüle etmek suretiyle küçülmelerinin sağlanması (79) ya da üzerine fibrin glue sıkmak suretiyle fibrozise bırakılması önerilmektedir (11,12).

OSA dev anevrizmalar sık görülen bir patolojidir ve çeşitli serilerde %6-15 oranında gösterilmiştir (11,12,13,31,131). Bu anevrizmaların yaklaşık yarısının seri klipler, ekstra-uzun klipler ve fenestre klipler ile tam olarak klipe edilebildiği belirtilmiştir (5) Ancak tabanda kalsifikasyon ve/veya ateroskleroz plağının olması klipsasyonu imkânsız hale getirebilir. Bu durumda endovasküler ekibiinde hazır olacağı bir takımla 'anevrizmorafi' ya da by-pass cerrahisi uygulanabilir (7,11,12,31,61). Fuziform, dissekte ve mikotik anevrizmalar çoğu zaman kliplmeye uygun değildir. Bu durumda cerrahi başka alternatif teknikler gündeme gelebilir. Kliplmeye uygun olmayan olgularda kas dokusu, gazlı bez, pamuk, teflon, fibrin glue vb. materyallerle 'wrapping' yapılabileceği belirtilmiş ve bu uygulamanın uzun dönem takiplerinde, anevrizmanın büyümesini engellediği ve yeni SAK olasılığını azalttığı vurgulanmıştır (15,17,28,138). Yine kliplmeye uygun olamayan OSA anevrizması olgularında 'trapping' tekniğiyle ve çoğu zaman by-pass cerrahisi veya arteriyel reimplantasyon teknikleriyle kombine edilebileceği belirtilmiştir (2,62,98). ELANA tekniği, yine alternatif bir cerrahi olarak dev OSA anevrizmalarında önerilmektedir (125). Dashti ve ark. fuziform OSA anevrizmalarda wrapping, proksimal oklüzyon, trapping ve rekonstrüksiyon tekniklerini (11), dissekte OSA anevrizmalarında STA-MCA bypass, direkt end to end anastomoz gibi tekniklerin uygulanabileceğini (13) belirtmişlerdir. OSA mikotik anevrizmaların bakteriyel endokardit nedeniyle olduğu için rüptüre olgularda cerrahi rezeksiyon, non-rüptüre olgularda 6 hafta antibiyotik tedavisi ve radyolojik takip önerilmiştir. Bu vakalarda wrapping'i tercih etmediklerini vurgulamışlardır (13).

Kuşkusuz her cerrahide olduğu gibi OSA anevrizmaları cerrahisinde de kullanılan aletlerin cerrahiye daha konforlu, hızlı ve daha güvenli hale getirebilirler (19). Günümüz teknolojik gelişmelerine paralel olarak OSA anevrizmalarında kullanılan pek çok teknik alet görüntüleme yöntemi ve malzeme intraoperatif kullanıma sunulmuştur (3,6,63,104,125).

Endovasküler Tedavi

Endovasküler tedavi, dar boyunlu ve anevrizma kesesinin düzgün sınırlı olduğu olgular için uygun bir tedavi şeklidir. Dar boyunlu anevrizmalarda başarı oranı %90'ların üzerinde bildirilirken, geniş boyunlu anevrizmalarda total oklüzyon %20'lerin altında sağlanabilmiştir (25,26). Ancak OSA anevrizmalarının genellikle geniş boyunlu olmaları ve çevresinde çok sayıda perforanlarının olması nedeniyle pek çok otör mikrocerrahinin daha uygun olduğunu vurgulamaktadır (5,11,12,13,99).

Yapılan prospektif çalışmalarda OSA anevrizmalarında mikrocerrahi üstünlüğünü ortaya koymuştur (87,88). Buna karşın OSA anevrizmalarının endovasküler tedavisi ile ilgili başarılı sonuçlar alan serilerde 2005'li yıllardan sonra yayınlanmaya başlanmıştır (36,65,122,127). OSA anevrizmalarının çeşitli endovasküler tekniklerle koilizasyonları literatürde sunulmuştur (16,45,55,64,66,80,85). Lubicz ve ark., OSA anevrizması olan uygun 25 hastalık serilerinde, tüm hastalarda klinik olarak mükemmel sonuç aldıklarını bildirmişlerdir (65). Horowitz ve ark. 30 hastalık OSA anevrizması serisinde embolizasyon sonrası anjiyografilerde tam obliterasyonu %80 olarak açıklamışlardır (36). Geniş boyunlu OSA anevrizmalarında embolizasyon önerilmese de, geniş boyunlu OSA anevrizması olan 16 olguda embolizasyon yapan Yang ve ark. 1 hastada rezidüel boyun ve 3 hastada rezidüel anevrizma kaldığını belirtmişlerdir (127). 174 serilik büyük bir OSA anevrizması serisi sunan Vendrell ve ark.'nın sonuçları özellikle komplikasyonlar açısından dikkat çekicidir (122). Bu seride, anevrizma perforasyonu (%4,4), tromboembolik problemler (%15) gibi periprocedüral komplikasyonların %19,4 oranında görüldüğü, 3 hastada ciddi nörolojik defisit (%2,1) ve 2 hastada prosedür sonrası ölüm (%1,4) olduğu belirtilmiştir. Ortalama 50 aylık uzun dönem takipleri yapılan hastaların %64'ünde tam kapanma, %27 rekürrens ve %10'nunda major rekürrens geliştiği vurgulanmıştır (122).

Cerrahi+endovasküler tedavi

OSA anevrizmalarının bazı durumlarında cerrahi ve endovasküler tedavi kombine edilebilir. Dissekte, fuziform, dev OSA anevrizmaları gibi durumlarda by-pass cerrahisi tek başına veya endovasküler tedavi ile kombine edilerek kullanılabilir. By-pass cerrahisinde genellikle kullanılan arter grupları STA-MCA ile greft olarak safen vendir (38,46,101).

SONUÇ

Günümüzde OSA anevrizmaları için geçerli olan iki tedavi yöntemi cerrahi tedavi ve endovasküler tedavidir. OSA anevrizmalarının, beyin yüzeyine yakın olması, beynin hafif retraksiyonu ile kolay geçişe izin vermesi, anatomik yapılanmanın genellikle koilizasyona uygun olmaması nedeniyle cerrahi kliplleme birçok merkezde halen ilk sırada tercih edilmektedir. Özellikle nörolojik semptomlara yol açan, kitle etkisi gösteren ve temporal hematomla prezente olan OSA anevrizmalarında cerrahi hematoma drenajı ve eş zamanlı kliplleme operasyonu en uygun yaklaşımdır. Endovasküler tedavi ise, yüksek intrakranial basınçla seyreden kötü nörolojik seyri olan hastalarda, yaşlı hastalarda ve cerrahiye kontrendikasyon gösteren ciddi medikal problemi olan hastalar ile anevrizma kesesinin düzgün sınırlı ve dar boyunlu olduğu OSA anevrizması olgularında tercihi daha uygun olabilecek bir tedavi yöntemidir.

KISALTMALAR

ASA: Anterior serebral arter

BOS: Beyin-omurilik sıvısı

BT: Bilgisayarlı tomografi

ICP: İntrakranial basınç

İKA: İnternal karotid arter

LSA: Lentikülostriat arter

OSA: Orta serebral arter

PSA: Posterior serebral arter

SAK: Subaraknoid kanama

STA-MCA: Superior temporal arter-orta serebral arter

KAYNAKLAR

- Aarhus M, Helland CA, Wester K: Differences in anatomical distribution, gender, and sidedness between ruptured and unruptured intracranial aneurysms in a defined patient population. *Acta Neurochir* 151: 1569-1574, 2009
- Abiko M, Ikawa F, Ohbayashi N, Mitsuhara T, Nosaka R, Inagawa T: Giant serpentine aneurysm arising from the middle cerebral artery succesfully treated with trapping and anastomosis. Case report. *Neurol Med Chi (Tokyo)* 49: 77-80, 2009
- Bain MD, Moskowitz SI, Rasmussen PA, Hui FK: Targeted extra-cranial-intracranial by-pass with intra-aneurysmal administration of indocyanine green: Case report. *Neurosurgery* 67: 527-531, 2010
- Baskaya MK, Menendez JA, Yuceer N, Polin RS, Nanda A: Results of surgical treatment of intrasylvian hematomas due to ruptured intracranial aneurysms. *Clin Neurol Neurosurg* 103: 23-28, 2001
- Baskaya MK, Coscarella E, Tummala RP, Jea A, Heros RC: Surgical management of middle cerebral artery aneurysms: Surgical anatomy, approaches, and pitfalls. *Neurosurg Q* 15: 201-210, 2005
- Baskaya MK, Uluc K: Application of a new fenestrated clip (Yaşargil t-bar clip) for treatment of fusiform M1 aneurysm: case illustration and technical report. *Neurosurgery* 19, 2011
- Bojanowski WM, Spetzler RF, Carter LP: Reconstruction of the MCA bifurcation after excision of a giant aneurysm. Technical note. *J Neurosurg* 68: 974-977, 1988
- Cerejo A, Silva PA, Dias C, Vaz R: Monitoring of brain tissue oxygenation in surgery of middle cerebral artery incidental aneurysms. *Surgical Neurology International* 2: 37, 2011
- Crompton MR: The pathology of ruptured middle-cerebral aneurysms with special reference to the differences between the sexes. *Lancet* 2: 421-425, 1962
- Dandy WE: Intracranial arterial aneurysms. Ithaca, NY: Comstock, 1944
- Dashti R, Rinne J, Hernesniemi J, Niemela M, Kivipelto L, Lehecka M, Karatas A, Avci M, Ishii K, Shen H, Pelaez JG, Albayrak BS, Ronkainen A, Koivisto T, Jaaskelainen JE: Microneurosurgical management of proximal middle cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 67: 6-14, 2007
- Dashti R, Hernesniemi J, Niemela M, Rinne J, Porras M, Lehecka M, Shen H, Albayrak BS, Lehto H, Koroknay-Pal P, de Oliveira RS, Perra G, Ronkainen A, Koivisto T, Jaaskelainen JE: Microneurosurgical management of middle cerebral artery bifurcation aneurysms. *Surg Neurol* 67: 441-456, 2007
- Dashti R, Hernesniemi J, Niemela M, Rinne J, Lehecka M, Shen H, Lehto H, Albayrak BS, Ronkainen A, Koivisto T, Jaaskelainen JE: Microneurosurgical management of distal middle cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 67: 553-563, 2007
- Deshmukh VR, Kakarla UK, Figueiredo EG, Zabramski JM, Spetzler RF: Long-term clinical and angiographic follow-up of unclippable wrapped intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 58: 434-442, 2006
- de Sousa AA, Filho MAD, Faglioni W, Carvalho GTC: Unilateral pterional approach to bilateral aneurysms of the middle cerebral artery. *Surg Neurol* 63: 1-7, 2005
- Doerfler A, Wanke I, Goericke SL, Wiedemayer H, Engelhorn E, Gizewski ER, Stolke D, Forsting M: Endovascular treatment of middle cerebral artery aneurysms with electrolytically detachable coils. *AJNR Am J Neuroradiol* 27: 513-520, 2006
- Drake CG, Vanderlinden RG: The late consequences of incomplete surgical treatment of cerebral aneurysm. *J Neurosurg* 27: 226-238, 1967
- Drake CG: Management of cerebral aneurysm. *Stroke* 12: 273-283, 1981
- Egemen N: Suction control attachment for ultrasonic aspirators. Technical note. *J Neurosurg* 77: 316-317, 1992
- Erdem A, Yasargil G, Roth P: Microsurgical anatomy of the hippocampal arteries. *J Neurosurg* 79: 256-265, 1993
- Gibo H, Carver CC, Rhoton AL Jr, Lenkey C, Mitchell RJ: Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *J Neurosurg* 54: 151-169, 1981
- Gibo H, Lenkey C, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the supraclinoid portion of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 55: 560-574, 1981
- Graf CJ, Nibbelink DW: Cooperative study of intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage: Report on a randomized treatment study. III. Intracranial surgery. *Stroke* 5: 559-601, 1974
- Grand W: Microsurgical anatomy of the proximal middle cerebral artery and the internal carotid artery bifurcation. *Neurosurgery* 7: 215-218, 1980
- Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach, part 2: Preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 75: 8-17, 1991
- Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, Dion J, Lylyk P, Berenstein A, Strother C, Graves V, Halbach V, Nichols D, Hopkins N, Ferguson R, Sepetka I: Endovascular treatment of posterior circulation aneurysms by electrothrombosis using electrically detachable coils. *J Neurosurg* 77: 515-524, 1992
- Fujiwara S, Fujii K, Nishio S, Fukui M: Longterm results of wrapping of intracranial ruptured aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 103: 27-29, 1990
- Han DE, Gwak HS, Chung CK: Aneurysm at the origin of accessory middle cerebral artery associated with middle cerebral artery aplasia: case report. *Surg Neurol* 42: 388-391, 1994
- Handa J, Shimizu Y, Matsuda M, Handa H: The accessory middle cerebral artery: Report of further two cases. *Clin Radiol* 21: 415-416, 1970

30. Heros RC, Ojeman RG, Crowell RM: Superior temporal gyrus approach to middle cerebral artery aneurysms: Technique and results. *Neurosurgery* 10: 308-313, 1982
31. Heros RC: Middle cerebral artery aneurysms. In: Wilkins RH, Rengachary SS, (ed), *Neurosurgery*. NewYork: McGraw-Hill, 1985:1376-1383
32. Heros RC, Fritsch MJ: Surgical management of middle cerebral artery aneurysms. *Neurosurgery* 48: 780-786, 2001
33. Hopf NJ, Stadio A, Reisch R: Surgical management of bilateral middle cerebral artery aneurysms via a unilateral supraorbital key-hole craniotomy. *Minim Invas Neurosurg* 52: 126-131, 2009
34. Horiuchi K, Suzuki K, Sasaki T, Matsumoto M, Sakuma J, Konno Y, Oinuma M, Itakura T, Kodama N: Intraoperative monitoring of blood flow insufficiency during surgery of middle cerebral artery aneurysms. *J Neurosurg* 103: 275-283, 2005
35. Horowitz M, Gupta R, Gologorsky Y, Jovin T, Genevro J, Levy E, Kassam A: Clinical and outcomes after endovascular coiling of middle cerebral artery aneurysms: Report on 30 treated aneurysms and review of the literature. *Surg Neurol* 66: 167-171, 2006
36. Hosoda K, Fujita S, Kawaguchi T: Saccular aneurysm of the proximal (M1) segment of the middle cerebral artery. *Neurosurgery* 36: 441-446, 1995
37. Höök O, Norlen G: Aneurysms of the middle cerebral artery. *Acta Chir Scand Suppl* 235: 1-39, 1958
38. Hrbac T, Drabek P, Klement P, Prochazka V: A combined approach to treatment of the dissecting middle cerebral artery fusiform aneurysms. A case report. *Interv Neuroradiol* 15: 349-354, 2009
39. Huttunen T, Fraunberg M, Frösen J, Lehecka M, Tromp G, Helin K, Koivisto T, Rinne J, Ronkainen A, Hernesniemi J, Jaaskelainen JE: Saccular intracranial aneurysm disease: Distribution of site, size, and age suggests different etiologies for aneurysm formation and rupture in 316 familial and 1454 sporadic eastern Finnish patients. *Neurosurgery* 66: 631-638, 2010
40. Iijima A, Pötin M, Mounayer C, Spelle L, Weill A, Moret J: Endovascular treatment with coils of 149 middle cerebral artery aneurysms. *Radiology* 237: 611-619, 2005
41. Inagawa T: Site of ruptured intracranial saccular aneurysms in patients in Izumo city, Japan. *Cerebrovascular disease* 30: 72-84, 2010
42. Inagawa T, Hirano A: Autopsy study of unruptured incidental intracranial aneurysms. *Surg Neurol* 34: 361-365, 1990
43. Jain KK: Some observations on the anatomy of the middle cerebral artery. *Can J Surg* 7: 134-139, 1964
44. Jeong YG, Jung YT, Kim MS, Eun CK, Jang SH: Size and location of ruptured intracranial aneurysms. *J Korean Neurosurg Soc* 45: 11-15, 2009
45. Jeong SM, Kang SH, Lee NJ, Lim DJ: Stent-assisted coil embolization for the proximal middle cerebral artery fusiform aneurysm. *J Korean Neurosurg Soc* 47: 406-408, 2010
46. Jin SC, Kwon DH, Song Y, Kim HJ, Ahn JS, Kwun BD: Multimodal treatment for complex intracranial aneurysms: Clinical research. *J Korean Neurosurg Soc* 44: 314-319, 2008
47. Kahilogullari G, Ugur HC: An accessory middle cerebral artery originating from callosomarginal artery. *Clinical Anatomy* 19: 694-695, 2006
48. Kahiloğulları G: Orta serebral arter'in distal bölümünün anatomisi (Uzmanlık tezi), Ankara: Ankara Üniversitesi, 2006: 1-47
49. Kahilogullari G, Ugur HC, Comert A, Tekdemir I, Elhan A, Kanpolat Y: The branching pattern of the middle cerebral artery: Is the intermediate trunk real or not? An anatomical study correlating with simple angiography. *J Neurosurg* 116: 1024-1034, 2012
50. Kahilogullari G, Comert A, Arslan M, Esmer AF, Tuccar E, Elhan A, Tubbs RS, Ugur HC: Callosal branches of the anterior cerebral artery: An anatomical report. *Clin Anat* 21: 383-388, 2008
51. Kahilogullari G, Comert A, Elhan A, Kanpolat Y: Orta serebral arterin önemli bir dalı; temporal arter: Anatomik çalışma. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası* 62: 13-17, 2009
52. Kang DH, Park J, Park SH, Hamm IS: Saccular aneurysm at the anterior communicating artery complex associated with an accessory middle cerebral artery: Report of two cases and review of the literature. *J Korean Neurosurg Soc* 46: 568-571, 2009
53. Kawashima M, Rhoton AL Jr, Tanriover N, Ulm AJ, Yasuda A, Fuji K: Microsurgical anatomy of cerebral revascularization. Part I: Anterior circulation. *J Neurosurg* 102: 116-131, 2005
54. Kelleher MO, Kamel MH, O'Sullivan MG: Cranio-orbital approach for complex aneurysmal surgery. *British Journal of Neurosurgery* 19: 413-415, 2005
55. Kim YJ: Sole stenting technique for treatment of complex aneurysms. *J Korean Neurosurg Soc* 46: 545-551, 2009
56. Kim SC, Chung J, Lim YC, Shin YS: Oculomotor nerve palsy associated with rupture of middle cerebral artery aneurysm. *J Korean Neurosurg Soc* 45: 240-242, 2009
57. Kochar PS, Morrish WF, Hudon ME, Wong JH, Goyal M: Fusiform lenticulostriate artery aneurysm with subarachnoid hemorrhage: The role for superselective angiography in treatment planning. *Interv Neuroradiol* 16: 259-263, 2010
58. Komiyama M, Nakajima H, Nishikawa M, Yasui T: Middle cerebral artery variations: Duplicated and accessory arteries. *AJNR* 19: 45-49, 1989
59. Kusumi M, Yamada M, Kitahara T, Endo M, Kan S, Iida H, Sagiuchi T, Fujii K: Rupture of cerebral aneurysms during angiography—a retrospective study of 13 patients with subarachnoid hemorrhage. *Acta Neurochir* 147:831-837, 2005
60. Lasjaunias P, Berenstein A: *Surgical neuroangiography. Functional vascular anatomy of brain, spinal cord and spine, cilt 3*. Berlin: Springer-Verlag, 1990:92-95, 142-146
61. Lawton MT, Spetzler RF: Surgical strategies for giant intracranial aneurysms. *Neurosurg Clin N Am* 9: 725-742, 1998
62. Lee S, Sekhar LN: Treatment of aneurysms by excision or trapping with arterial reimplantation or interpositional grafting. *J Neurosurg* 85: 178-185, 1996

63. Lee SH, Bang JS: Distal middle cerebral artery M4 aneurysm surgery using navigation-CT angiography. *J Korean Neurosurg Soc* 42: 478-480, 2007
64. Lozen A, Manjila S, Rhiew R, Fessler R: Y-stent-assisted coil embolization for the management of unruptured cerebral aneurysms: Report of three cases. *Acta Neurochir* 151: 1663-1672, 2009
65. Lubicz B, Graca J, Levivier M, Lefranc F, Dewitte O, Pirpette B, Brotchi J, Baleriaux D: Endovascular treatment of middle cerebral artery aneurysms. *Neurocrit Care* 5: 93-101, 2006
66. Lubicz B: Linear stent-assisted coiling: Another way to treat very wide-necked intracranial aneurysms. *Neuroradiology* 53: 457-459, 2011
67. Lüders JC, Steinmetz MP, Mayberg MR: Awake craniotomy for microsurgical obliteration of mycotic aneurysms: Technical report of three cases. *Neurosurgery* 56: 201, 2005
68. Marinkovic SV, Kovacevic MS, Kostic VS: The isolated occlusion of the angular gyri artery. A correlative neurological and anatomical-case report. *Stroke* 15: 366-370, 1984
69. Marinkovic SV, Kovacevic MS, Marinkovic JM: Perforating branches of the middle cerebral artery. Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *J Neurosurg* 63: 266-271, 1985
70. Marinkovic SV, Milisavijevic M, Kovacevic MS: Anatomical bases for surgical approach to the initial segment of the anterior cerebral arteries. Microanatomy of Heubner's artery and perforating branches of the anterior cerebral artery. *Surg Radiol Anat* 8: 7-18, 1986
71. Matsubara S, Hadeishi H, Suzuki A, Yasui N, Nishimura N: Incidence and risk factors for the growth of unruptured cerebral aneurysms: Observation using serial computerized tomography angiography. *J Neurosurg* 101: 908-914, 2004
72. McCormick WF, Acosta-Rua GJ: The size of intracranial saccular aneurysms. An autopsy study. *J Neurosurg* 33: 422-427, 1970
73. Michotey P, Moscow NP, Salamon G. Anatomy of the cortical branches of the middle cerebral artery: In Newton TH, Potts DG (ed), *Radiology of the Skull and Brain*. Cilt 2, Saint Louis: Mosby Company, 1974:1471-1478
74. Miyamoto J, Mineura K: Unruptured middle cerebral artery aneurysm associated with a duplicated middle cerebral artery and a dolichoectasic anterior cerebral artery. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 19: 503-506, 2010
75. Molyneux A, Kerr R, Stratton I, Sandercock P, Clarke M, Shrimpton J, Holman R: International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: A randomised trial. *Lancet* 360: 1267-1274, 2002
76. Mori K, Osada H, Yamamoto T, Nakao Y, Maeda M: Pterional keyhole approach to middle cerebral artery aneurysms through an outer canthal skin incision. *Minim Invas Neurosurg* 50: 195-201, 2007
77. Nagy L, Ishii K, Karatas A, Shen H, Vajda J, Niemela M, Jaaskelainen J, Hernesniemi J, Toth S: Water dissection technique of Toth for opening neurosurgical cleavage planes. *Surg Neurol* 65: 38-41, 2006
78. Nussbaum ES, Defillo A, Janjua TM, Nussbaum LA: Fenestration of the middle cerebral artery with an associated ruptured aneurysm. *J Clin Neurosci* 16: 845-847, 2009
79. Ogilvy C, Crowell R, Heros R: Surgical management of middle cerebral artery aneurysms: Experience with transsylvian and superior temporal gyrus approaches. *Surg Neurol* 43:15-22, 1995
80. Oishi H, Yoshida H, Shimizu T, Yamamoto M, Horinaka N, Arai J: Endovascular treatment with bare platinum coils for middle cerebral artery aneurysms. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 49:287-293, 2009
81. Ono K, Kubik S, Abernathy CD: Atlas of the cerebral sulci. Stuttgart: George Thieme Verlag, 1990:1-20
82. Otani N, Nawashiro H, Tsuzuki N, Osada H, Suzuki T, Shima K, Nakai K: A ruptured internal carotid artery aneurysm located at the origin of the duplicated middle cerebral artery associated with accessory middle cerebral artery and middle cerebral artery aplasia. *Surg Neurol Int* 1: 51, 2010
83. Paladino J, Mrak G, Miklic P, Jednacak H, Mihaljevic D: The keyhole concept in aneurysm surgery- a comparative study: Keyhole versus standart craniotomy. *Minim Invas Neurosurg* 48: 251-258, 2005
84. Park DH, Kang SH, Lee JB, Lim DJ, Kwon TH, Chung YG, Lee HK: Angiographic features, surgical management and outcomes of proximal middle cerebral artery aneurysms. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 110: 544-551, 2008
85. Pero G, Denegri F, Valvassori L, Boccardi E, Scialfa G: Treatment of a middle cerebral artery giant aneurysm using a covered stent. Case report. *J Neurosurg* 104: 965-968, 2006
86. Randell T, Niemela M, Kytaa J, Tanskanen P, Maattanen M, Karatas A, Ishii K, Dashti R, Shen H, Hernesniemi J: Principles of neuroanesthesia in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: the Helsinki experience. *Surg Neurol* 66: 283-288, 2006
87. Regli L, Uske A, de Tribolet N: Endovascular coil placement with surgical clipping for the treatment of unruptured middle cerebral artery aneurysms: A consecutive series. *J Neurosurg* 90: 1025-1030, 1999
88. Regli L, Dehdasthi AR, Uske A, de Trilobet N: Endovascular coiling compared with surgical clipping for aneurysms: An update. *Acta Neurochir Suppl* 82: 41-46, 2002
89. Rhoton AL Jr, Saeki N, Perlmutter D, Zeal A: Microsurgical anatomy of common aneurysm sites. *Clin Neurosurg* 28: 248-306, 1979
90. Rhoton AL Jr: Anatomy of the saccular aneurysms. *Surg Neurol* 14: 59-66, 1980
91. Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the saccular aneurysms, In Wilkins RH; Rengachary SS (ed), *Neurosurgery*, Cilt 2, üçüncü baskı, New York: McGraw-Hill 1985: 941-991
92. Rhoton AL Jr: The supratentorial cranial space. Microsurgical anatomy and surgical approaches. *Neurosurgery Suppl. Chapter 2: The supratentorial arteries*. 51: 68-82, 2002
93. Ring A, Waddington M: Ascending frontal branch of middle cerebral artery. *Acta Radiol (Diagn)* 6: 209-220, 1967
94. Ring A, Waddington M: Angiographic identification of the motor strip. *J Neurosurg* 26: 249-254, 1967

95. Ring A. Normal middle cerebral artery: In Newton TH, Potts DG (ed), Radiology of the skull and brain. Vol 2. Saint Louis: The CV Mosby Company, 1974:1442-1470
96. Rinne J, Hernesniemi J, Niskanen M, Vapalahti M: Analysis of 561 patients with 690 middle cerebral artery aneurysms: Anatomic and clinical features as correlated to management outcome. *Neurosurgery* 38: 2-11, 1996
97. Sadatomo T, Yuki K, Migita K, Taniguchi E, Kodama Y, Kuritsu K: Evaluation of relation among aneurysmal neck, parent artery, and daughter arteries in middle cerebral artery aneurysms, by three-dimensional digital subtraction angiography. *Neurosurg Rev* 28: 196-200, 2005
98. Saito H, Ogasawara K, Kubo Y, Saso M, Otawara Y, Ogawa A: Treatment of ruptured spontaneous saccular aneurysm in the central artery of the middle cerebral artery using bypass surgery combined with trapping. *Neurol Med Chi (Tokyo)* 47: 471-474, 2007
99. Sarıoğlu AÇ: Orta serebral arter anevrizmaları. Cilt 1, Bölüm B: Kranial Hastalıklar, Kısım 3: Kranial Vasküler Hastalıklar. Ankara: Türk Nöroşirürji Derneği Yayınları, 2005: 479-487
100. Serbinenko FA: Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels. *J Neurosurg* 41: 125-145, 1974
101. Shi ZS, Ziegler J, Duckwiler GR, Jahan R, Frazee J, Ausman JI, Martin NA, Vinuela F: Management of giant cerebellar artery aneurysms with incorporated branches: Partial endovascular coiling or combined extracranial-intracranial bypass- a team approach. *Neurosurgery* 65: 121-131, 2009
102. Shimodo M, Oda S, Mamata Y, Tsugane R, Sato O: Surgical indications in patients with an intracerebral hemorrhage due ruptured middle cerebral artery aneurysm. *J Neurosurg* 87: 170-175, 1997
103. Shin BG, Kim JS, Hong SC: Single-stage operation for bilateral middle cerebral artery aneurysm. *Acta Neurochir (Wien)* 147: 33-38, 2005
104. Son YJ, Han DH, Kim JE: Image-guided surgery for treatment of unruptured middle cerebral artery aneurysms. *Neurosurgery* 61: 266-272, 2007
105. Stehbens WE: Aneurysms and anatomic variation of cerebral arteries. *Arch Pathol* 75: 45-64, 1963
106. Stoodley MA, Macdonald RL, Weir BK: Surgical treatment of middle cerebral artery aneurysms. *Neurosurg Clin N Am* 9: 823-834, 1998
107. Sundt TM, Kobayashi S, Fode NC, Whisnant JP: Results and complications of surgical management of 809 intracranial aneurysms in 722 cases: Related and unrelated to grade of patient, type of aneurysm, and timing of surgery. *J Neurosurg* 56: 753-765, 1982
108. Suzuki J, Yoshimoto T, Kayama T: Surgical treatment of middle cerebral artery aneurysms. *J Neurosurg* 61: 17-23, 1984
109. Suzuki S, Tateshima S, Jahan R, Duckwiler GR, Murayama Y, Gonzalez NR, Vinuela F: Endovascular treatment of middle cerebral artery aneurysms with detachable coils: Angiographic and clinical outcomes in 115 consecutive patients. *Neurosurgery* 64: 876-889, 2009
110. Tacconi L, Johnston FG, Symon L: Accessory middle cerebral artery: Case report. *J Neurosurg* 83: 916-918, 1995
111. Takahashi S, Hoshino F, Uemura K, Takahashi A, Sakamoto A: Accessory middle cerebral artery: Is it a variant form of the recurrent artery of Heubner? *AJR* 10: 563-568, 1989
112. Tanriover N, Kawashima M, Rhoton AL, Ulm AJ, Mericle RA: Microsurgical anatomy of the early branches of the middle cerebral artery: Morphometric analysis and classification with angiographic correlation. *J Neurosurg* 98: 1277-1290, 2003
113. Teal JS, Rumbaugh CL, Bergeron RT, Seqall HD: Anomalies of the middle cerebral artery: Accessory artery, duplication, and early bifurcation. *AJR* 118: 567-575, 1973
114. Toth S, Vajda J, Pasztor E, Toth Z: Separation of the tumour and brain surface by 'water jet' in cases of meningiomas. *J Neurooncol* 5: 117-124, 1987
115. Ture U, Yasargil DC, Al-Mefty O, Yasargil MG: Topographic anatomy of the insular region. *J Neurosurg* 90: 720-33, 1999
116. Ture U, Yasargil MG, Al-Mefty O, Yasargil DC: Arteries of the insula. *J Neurosurg* 92: 676-87, 2000
117. Uchino M, Kitajima S, Sakata Y, Honda M, Shibata I: Ruptured aneurysm at a duplicated middle cerebral artery with accessory middle cerebral artery. *Acta Neurochir (Wien)* 146: 1373-1374, 2004
118. Ugur HC, Kahilogullari G, Coscarella E, Unlu A, Tekdemir I, Morcos JJ, Elhan A, Baskaya MK: Arterial vascularization of primary motor cortex (precentral gyrus). *Surg Neurol* 64 Suppl 2: S48-52, 2005
119. Ugur HC, Kahilogullari G, Esmer AF, Comert A, Odabasi AB, Tekdemir I, Elhan A, Kanpolat Y: A neurosurgical view of anatomical variations of the distal anterior cerebral artery: An anatomical study. *J Neurosurg* 104: 278-284, 2006
120. Umansky Y F, Juarez SM, Dujovny M, Ausman JI, Diaz FG, Gomes F, Mirchandi HG, Ray WJ: Microsurgical anatomy of the proximal segments of the middle cerebral artery. *J Neurosurg* 61: 458-467, 1984
121. Umansky F, Dujovny M, Ausman JI, Diaz FG, Mirchandi HG: Anomalies and variations of the middle cerebral artery: A microanatomical study. *Neurosurgery* 22: 1023-1027, 1988
122. Vendrell JF, Menjot N, Costalat V, Hoa D, Moritz J, Brunel H, Bonafe A: Endovascular treatment of 174 middle cerebral artery aneurysms: Clinical outcome and radiologic results at long-term follow-up. *Radiology* 253: 191-198, 2009
123. van der Zande JJ, Hendrikse J, Rinkel GJ: CT angiography for differentiation between intracerebral and intra-sylvian hematoma in patients with ruptured middle cerebral artery aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 32: 271-275, 2011
124. van der Zwan A, Hillen B, Tulleken CA, Dujovny M, Dragovic L: Variability of the territories of the major cerebral arteries. *J Neurosurg* 77: 927-940, 1992
125. van Doormaal TPC, van der Zwan A, Verweij BH, Han KS, Langer DJ, Tulleken CAF: Treatment of giant middle cerebral artery aneurysms with a flow replacement bypass using the excimer laser-assisted nonocclusive anastomosis technique. *Neurosurgery* 63: 12-22, 2008

126. Waddington MM, Ring BA: Syndromes of occlusions of middle cerebral artery branches. *Brain* 91: 685-696, 1968
127. Yang P, Liu J, Huang Q, Zhao W, Hong B, Xu Y, Zhao R: Endovascular treatment of wide-neck middle cerebral artery aneurysms with stents: A review of 16 cases. *AJNR Am J Neuroradiol* 31: 940-946, 2010
128. Yaşargil MG: *Microneurosurgery*. Cilt 1, Stuttgart, George Thieme Verlag, 1984:72-91
129. Yasargil MG, Fox JL: The microsurgical approach to intracranial aneurysms. *Surg Neurol* 3: 7-14, 1975
130. Yasargil MG, Smith RD: Association of middle cerebral artery anomalies with saccular aneurysms and Moyamoya disease. *Surg Neurol* 6: 39-43, 1976
131. Yasargil MG: Middle cerebral artery aneurysms. In: Yasargil MG, (ed), *Microneurosurgery*, Cilt 2, New York: Thieme Stratton, 1984:124-164