

Derleme

Orta Serebral Arterin Mikrocerrahi Anatomisi

Microsurgical Anatomy of the Middle Cerebral Artery

Gökmen KAHİLOĞULLARI, Ümit EROĞLU, Murat ZAIMOĞLU

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

ÖZ

Orta serebral arter beyni besleyen ve internal karotid arterden köken alan ana damarlardan biridir. Orta serebral arterin trunk yapıları, kortikal dalları, erken dalları ve anomalilerinin mikrocerrahi anatomisi ile bilinmesi bu alanları ilgilendirecek cerrahi yaklaşımlar için çok önemlidir. Trunk yapıları içinde superior trunk ve inferior trunk yanısıra intermediate trunk varlığı belirtilmiş ve kortikal dallar üzerindeki etkileri gösterilmiştir. Orta serebral arterin beyinde beslediği alan kortikal dalları ile açıklanmıştır. Orta serebral arterin anomalileri olan duplike orta serebral arter, aksesuar orta serebral arter ve fenestre orta serebral arter yapıları yazıda açıklanmıştır. Bu yazıda orta serebral arterin mikrocerrahi anatomisi ayrıntılı olarak tartışılmış ve cerrahideki önemi vurgulanmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Anatomi, Kortikal dal, Orta serebral arter, Trunk

ABSTRACT

The middle cerebral artery is one of main arteries of the brain and originates from the internal carotid artery. The trunk structure, cortical branches, early branches and anomalies of the middle cerebral artery are very important, especially for surgery of the pathologies of this area. Not only the superior trunk and inferior trunk but also the intermediate trunk is described in this text with their effect on the cortical branches. The supply area of the middle cerebral artery is explained with its cortical branches. The anomalies of the middle cerebral artery such as duplicated middle cerebral artery, accessory middle cerebral artery and fenestrated middle cerebral artery are described. The microsurgical anatomy of the middle cerebral artery is discussed and the importance of the middle cerebral artery is described in the paper.

KEYWORDS: Anatomy, Cortical branch, Middle cerebral artery, Trunk

■ TARİHÇE

Beyin ve onun vasküler anatomisi tarih boyunca tüm tıp adamlarının ve anatomistlerin dikkatini çekmiştir. Özellikle arteriyel dolaşımı ile ilgili ayrıntılı anatomik çalışmalar Rönesans ile birlikte artmıştır. Orta serebral arter (OSA) ile ilgili olarak ilk çalışmalar ise Duret tarafından yapılmıştır. Duret yaptığı çalışmada eksternal alt frontal arter, anterior ve posterior parietal arterler ile parieto-kuneal arteri ilk kez tanımlamıştır. Testut ise 1900'lü yıllarda OSA'yı, asendan arterler, desendan arterler ve terminal dal veya angular girus arteri olarak bölümlere ayırmıştır. Charpy ve ark. 1911 yılında orbitofrontal

arter, presantral sulkus arteri, santral sulkus arteri ve anterior parietal arter olarak kortikal dalları belirlemişlerdir. Buna ek olarak Fox ve Levy 1927'de asendan arteri tanımlamışlardır. 1949 yılında Gabrielle günümüz OSA kortikal dal sınıflandırmasına en yakın sınıflandırmayı yapmıştır. Ring ve Waddington 1967 yılında daha önceki bilgilere ek olarak orbitofrontal arteri tanımlamışlardır. 1969'da Dahlstrom OSA'nın özellikle, temporal pol beslenmesi ile ilgili arterleri üzerine çalışmıştır. 1974'de Ring ve 1976'da Taveras ve Wood, OSA'dan çıkan arterlerin orbital girus ve temporal polü beslediklerini belirlemişlerdir. OSA'nın 12 segmente ayrılması Michotey tarafından



Yazışma adresi: Gökmen KAHİLOĞULLARI

E-posta: gokmenkahil@hotmail.com

1974'te tanımlanmıştır. Bu durum 1980'de Lang ve Dehling ile 1981'de Gibo ve ark. gibi sonraki yazarlar tarafından da benimsenmiş ve günümüzdeki önerildiği şekli ile sunulmuştur. 1984'de Marinkoviç ve ark. kortikal dalları ve bu kortikal dalların birbirine oranlarını, farklı ve ayrıntılı diseksiyon teknikleri ile göstermişlerdir (9,10,13,15,20,22,28,30-32,35,36,42).

OSA'nın trunk yapısı ile ilgili çalışmalar için özel bir paragraf açmak gerekir. Bu konuda ilk çalışmaları 1912 yılında Tixier sunmuş ve OSA'nın yüksek oranda (%94) 2 temel trunka ayrıldığını bildirmiştir. Bu iki temel arter grubunu, Perisantral arter (anterior veya frontoparietal grup) ve Wernicke arterleri (posterior veya temporoparietal arterler) olarak tanımlamıştır. 1935'de Almeida OSA'nın terminal dallarını tanımlamıştır. 1949'da Gabrielle, OSA'nın %30 oranında tek trunk, %50 oranında bifurkasyon ve %20 oranında trifurkasyon yapısında olabileceğini belirtmiştir. 1950'de Lima ise OSA ayrışma oranlarını %51 oranında bifurkasyon, %31 oranında trifurkasyon ve %18 oranında tek trunk olarak göstermiştir. 1952 yılında Duroux, trifurkasyon durumlarında anterior trunkın 2 dal, orta trunkın 7 dal ve posterior trunkın yaklaşık 2 civarında kortikal dal verdiğini göstermiştir. Vander Eecken 1959'da, OSA'nın ikiye ayrılarak asendan dal ve oksipital dala ayrıldığını belirtmiştir. Vander Eecken, çalıştığı 40 örnekten 10'nunda (%25) bu trunkların eşit olduğunu, 18'inde (%45) asendan dalın ve 12'sinde (%30) oksipital dalın çapının daha geniş olduğunu göstermiştir. Günümüzde kullanılan OSA'nın 4 segmentinin tanımlanmasını ise Fischer 1939'da yapmıştır. Kaplan ve Ford 1966 yılında OSA'nın bifurkasyon yaptığı durumlarda ikinci trunkın daha sonra ikinci bir bifurkasyon yaptığını belirtmiş 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'de Salamon, %40 oranında trifurkasyon, %40 bifurkasyon ve %20'lik bölümünde ise 4-6 trunk tarafından oluşabileceğini belirtmiştir. Krayenbühl ve Yaşargil 1979 yılında bifurkasyonun %50,5, trifurkasyonun %25 ve psödobifurkasyonun %24 oranında olduğunu belirtmişlerdir. Yasargil 1984'te anjiyografilerle korele yaptığı çalışmalar sonucu trifurkasyon yapısının aslında bifurkasyon yapısının bir varyasyonu olduğunu belirtmiştir. 2000 yılında yaptıkları çalışmada Yaşargil ve Türe, intermediate arter adı ile bu ayrışımı daha ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır. 1980'de Lang ve Dehling bifurkasyonun %20, trifurkasyonun %53, tetrafurkasyon %24 ve pentafurkasyonun %3 oranında görüldüğünü açıklamışlardır. 1981'de Gibo ve ark. 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. 1984'te Umansky ve ark. 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 savunmuştur (9,10,19,27,42,45).

■ ANATOMİ

OSA, internal karotid arterin iki terminal dalından büyük

olanıdır. Rhoton, OSA'nın ortalama çapını 3,9 mm olarak belirlemiştir. Bu değer anterior serebral arterin yaklaşık iki katıdır. OSA, orijinden laterale doğru, anterior perforan substansın altından ve paralel olacak şekilde döner. Buradan hemen sonra lentikülostriat arterler denilen perforan dallarını verir. Daha sonra silvian fissüre ve ardından posterosuperiora keskin bir dönüş yapar ve insulanın yüzeyine ulaşacak olan genuya gelir. İnsulanın distalinde dallar, frontal-parietal-temporal operküllerin yüzeylerine geçerler. Operkulumu geçen dallar serebral hemisferin lateral ve bazal yüzlerine dağılır daha çok lateral konveksiteyi besleyecek şekilde dallanırlar. (3,39,40).

OSA'in 4 segmenti vardır;

- M1 (Sfenoidal),
- M2 (İnsular),
- M3 (Operkular)
- M4 (Kortikal).

Bazı yazarlar bu ayrımı M4 (Parasilvian) ve M5 (Kortikal) olarak yapmışlardır.

M1, OSA'nın orijinden başlar ve silvian fissür derinliğine ve laterale doğru uzanır. Silvian fissürün sfenoidal kompartmanındaki posterior sfenoid ridge'e yaklaşık 1 cm. uzaklıkta paralel olarak seyredir. Bu segment arterin 90° dönüş yaptığı, silvian fissürün sfenoidal ve operküloinsular 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. Bifurkasyondan önce ayrılan dallar "erken dal" olarak isimlendirilir (Şekil 1-3).

M2 segmenti OSA trunklarının limen insulaya geçtiği yerden başlar ve insulanın sirkular sulkusunda sonlanır. Posterior parietal veya angular alana giden dallar insular yüzeyi terk etmeden önce insulanın kısa girus, santral sulkus ve uzun girus kısımlarını, frontal dallar insular yüzeyi terk etmeden önce insulada sadece kısa girusu katederler (Şekil 4).

M3 segmenti insulanın sirkular sulkusundan başlar ve silvian fissür operkulumda sonlanırlar. Silvian fissür üzerinde seyreden dallar ilki insula sirkular sulkusta, ikincisi silvian fissürün eksternal yüzeyinde olmak üzere 2 defa 180° dönüş yapar. Silvian fissür eksternal yüzeyde dallar insular yüzeyden yukarıya doğru 180° dönerler ve frontoparietal operkulumun medial yüzeyine doğru inerler. Frontoparietal operkulumun inferior kenarından giderler ve frontal ile parietal lobların lateral yüzeylerinin superior doğrultusunda dönüş yaparlar (Şekil 5).

M4 segmentini lateral konveksitedeki dallar oluşturur. Silvian fissür yüzeyinden başlayan ve serebral hemisferin kortikal yüzeyine kadar ulaşan bu segmentte 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 (Şekil 6)(9,13,15,21,27,30,38,42,45).



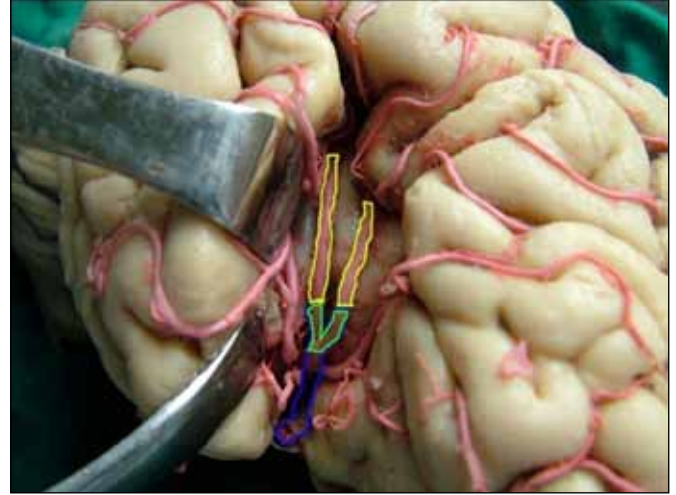
Şekil 1: Orta serebral arterin (sağ hemisferde) diseksiyon sırasında temporal lobun ekartasyonu ile trunk yapılarının ve dallarının ortaya konulması.



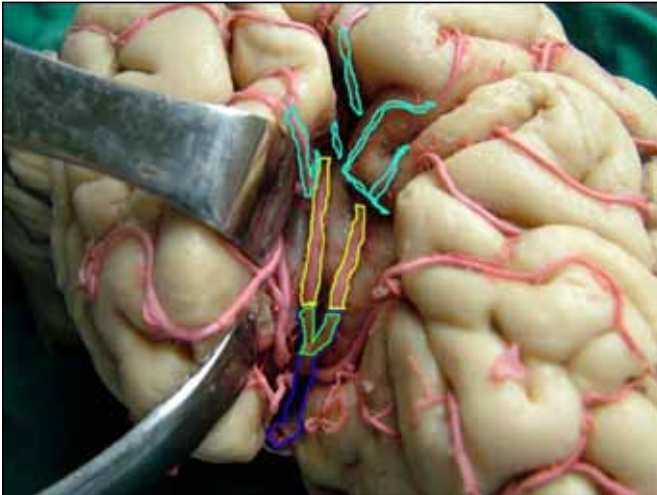
Şekil 2: Aynı spesimde M1 (sfenoidal) segment (lacivert renkli bölüm).



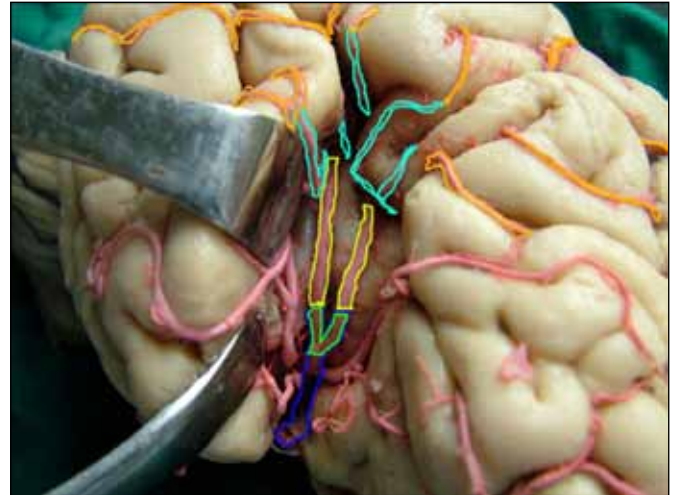
Şekil 3: Aynı spesimde M1 segmentinin prebifurkasyon ve postbifurkasyon (yeşil renkli bölüm) kısımları.



Şekil 4: Aynı spesimde M2 (insular) segment (sarı renkli bölüm).



Şekil 5: Aynı spesimde M3 (operkular) segment (açık yeşil renkli bölüm).



Şekil 6: Aynı spesimde M4 (kortikal) segment (turuncu renkli bölüm).

Perforan Dallar

OSA'nın anterior perforan substansı delen perforan dalları, lentikülostriat arterler (LSA) adını alır. Rhoton çalışmalarında ortalama her bir hemisferde 10 LSA'nın olduğu belirtilmiştir (9,22,29). LSA'ler %80 oranında M1'in bifurkasyon alanından köken alır. Geri kalan %20 olguda önemli bir bölümü M1'in proksimal kısmından, çok az bir kısmı ise genu yanında M2'nin proksimal kısmından köken alır.

Medial, intermediate ve lateral olmak üzere lentikülostriat arterler 3 gruba ayrılırlar. Hemisferlerin sadece yarısında görülen Medial grup olguların sadece yarısında görülür. Intermediate LSA'ler hemisferlerin %90'ında görülmektedir. Lateral LSA'ler hemen her hemisferde mevcuttur ve sıklıkla M1'in lateral kısmından köken alırlar (27,30,35,38,40). LSA'in lateral ve intermediate grupları putamen, internal kapsül ve kaudat nükleusu beslerken, medial LSA'ler ise globus pallidus lateral parçasını, internal kapsülün anterior bacağıın süperior parçasını ve kaudat nükleus başının anterosüperiorunu sular.

Kortikal Dağılım

OSA, hemisferin lateral yüzünü, tüm insular ve operkular yüzeyi, orbital ve frontal yüzeyin lateral kısmını, temporal polü, temporal lobun inferior yüzeyinin lateral kısmını sular (Şekil 7). Lateral yüzeyin periferindeki, orta hatta yakın ince şerit daha çok anterior serebral arter ve posterior serebral arter tarafından sulanır.

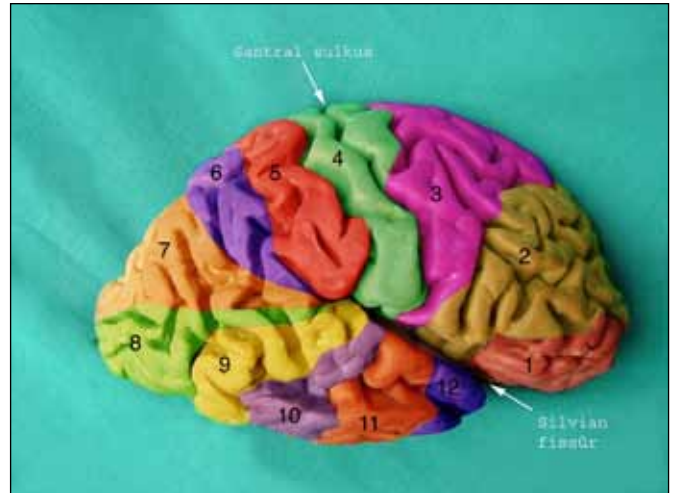
OSA tarafından kanlandırılan alan 12 bölüme ayrılmaktadır (Şekil 8).

1. Orbitofrontal alan (OF): Orta ve inferior frontal girusun orbital kısmı ve pars orbitalisin inferior kısmı. Orbitofrontal arter besler.
2. Prefrontal alan (PF): Pars orbitalisin superior kısmı, pars triangularis, pars operkularisin anterior kısmı, orta frontal girusun büyük kısmı. Prefrontal arter besler.
3. Presantral alan (PreCA): Pars operkularisin posterior kısmı ve orta frontal girus, presantral girusun inferior ve orta kısmı. Presantral arter besler.
4. Santral alan (CA): Presantral alanın superior kısmı ve postsantral girusun alt yarısı. Santral arter besler.
5. Anterior parietal alan (AP): 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 (PP): Superior ve inferior parietal lobun posterior kısmı, supramarjinal girus. Posterior parietal arter besler.
7. Angular alan (AA): 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. Temporooksipital alan (TO): Superior temporal girusun posterior kısmı, orta ve inferior temporal kısımların uç posterior kısımları, lateral oksipital girusun inferior kısmı. Temporooksipital arter besler.

9. Posterior temporal alan (PT): 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 (MT): 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 (AT): Superior, orta ve inferior temporal girusun anterior kısmı. Anterior temporal arter besler.
12. Temporopolar alan: Superior, orta ve inferior temporal lobların anterior polleri. Temporopolar arter besler (9,10,15,27,35,38,42).



Şekil 7: Bir kadavra diseksiyonunda orta serebral arterin tüm lateral hemisfer boyunca yayılımı.



Şekil 8: Sol hemisfer lateral kısmının ortaya konulduğu bir hemisferde orta serebral arterin kortikal dallarının hemisferde kanlandıkları alanın renklendirilerek illüstre edilmesi (1: Orbitofrontal alan, 2: Prefrontal alan, 3: Presantral alan, 4: Santral alan, 5: Anterior parietal alan, 6: Posterior parietal alan, 7: Angular alan, 8: Temporooksipital alan, 9: Posterior temporal alan, 10: Orta temporal alan, 11: Anterior temporal alan, 12: Temporopolar alan).

Dallanma Paterni

OSA'nın asıl trunkı 3 şekilde görülebilir.

- Bifurkasyon superior trunk (ST) ve inferior trunk (IT),
- Trifurkasyon (superior, middle ve inferior trunklar)
- Multipl trunk (4 veya daha fazla)

Rhoton yaptığı çalışmasında %78 bifurkasyon, %12 trifurkasyon ve %10 multipl trunk yapısı olabileceğini göstermiştir. Türe ve Yaşargil ise superior ve inferior trunk yapısına ek olarak intermediate trunk (IntT) varlığını savunmuşlardır. Intermediate arter varlığını çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir. Kendi çalışmalarında da bu arter %62 oranında görüldüğü tespit edilmiş ve bu trunk yapısı ile ilgili yeni bir sınıflandırma literatürde sunulmuştur. Intermediate trunk bifurkasyondaki çıkış noktasına göre 3 sınıfa ayrılmıştır; Grup A (Psödotrifurkasyon Tip), Grup B (Proksimal Tip) ve Grup C (Distal Tip). Çalışmada bu ayrışma tiplerinin kortikal dalların dağılımdaki etkisi ayrıntılı olarak açıklanmıştır (Şekil 9,10) (2,9,15,16,27,38).

Erken Dallar

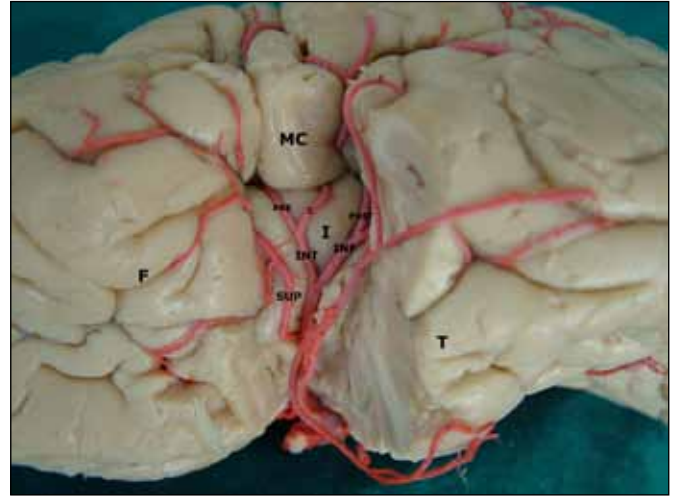
Erken dal olarak adlandırılan yapılar OSA temel trunktan bifurkasyon veya trifurkasyon öncesinde ayrılan kortikal dallardır. OSA dan ayrılan erken dallar hemisferlerde yaklaşık %50 oranında temporal loba, %10 oranında frontal loba dal verir. Frontal erken dallar orbitofrontal ve prefrontal alanları, temporal erken dallar genellikle temporepoler ve anterior tempolar alanları sular. Nadiren OSA hem frontal, hem de tempolar alanın her ikisine birlikte erken dal verir. Rhoton çalışmasında OSA'nın orijininden frontal pol erken dalının ortalama 5,5 mm (aralık 5-6 mm) ve tempolar pol 11,2 mm (aralık 3,5-30 mm) olarak belirlemiştir (Şekil 10) (9,15,17,21,31,35-38).

Anomaliler

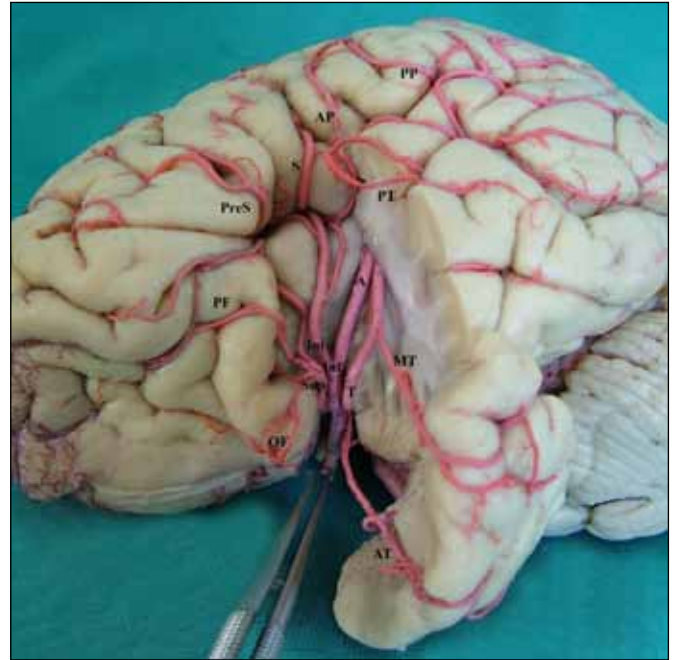
Diğer intrakranial arter anomalilerine göre daha az görülse de OSA'nın anomalileri, duplike ve aksesuar OSA'dır. Aksesuar OSA, anterior serebral arterden ayrılan bir daldır. Duplike OSA, internal karotid arterden ayrılan ikinci bir arterdir. Her iki durumda da bu arterler aynı şekilde OSA'nın suladığı alanı beslerler. Aksesuar OSA, genellikle anterior komünikan arter yanında anterior serebral arterden köken alır (11,14,19,33,34,36,43,44). Her iki varyasyonun bir arada görüldüğü ve OSA dışı bölgelerde anevrizma varlığının eşlik ettiği nadir olgular literatürde bildirilmiştir (18,23-26,44). Anevrizmalarla birliktelik gösteren fenestre OSA gibi nadir varyasyonlar da bildirilmiştir (22,24,40,41).

■ SONUÇ

Orta serebral arterin cerrahi mikroanatomisinin bilinmesi, bu yapı ve/veya bu yapı ile komşu yapılara yönelik cerrahilerde ve ilgili vasküler patolojilerin tedavisinde son derece önemlidir (1,3-8,12,46). Bu alana ait mikroanatomisi bilgilerinin iyi olması yapılan cerrahilerde olası komplikasyon riskini azaltacağı gibi, cerraha daha güvenli bir operasyon imkanı sağlayacak ve cerrahi başarı şansını arttıracaktır.



Şekil 9: Bir kadavra sol hemisferde orta serebral arter dallanma paterni. İnfirior trunktan köken alan intermediate trunk varlığı ve bu trunktan köken alan presantral ve santral dalların motor korteksi beslemesi ve diğer kortikal dalların yayılımı (F: Frontal lob, T: Temporal dallar, I: İnsula, MC: Motor korteks, SUP: Superior trunk, INF: İnfirior trunk, INT: İntermediate trunk, PRE: Presantral arter, C: Santral arter, POST: Postsentral (anterior parietal) arter).



Şekil 10: Bir kadavra sol hemisferde orta serebral arter dallanma paterni ve temporal lobu besleyen temporal erken dal varlığı (Sup: Superior trunk, Inf: İnfirior trunk, Int: İntermediate trunk, OF: Orbitofrontal arter, PF: Prefrontal arter, PreS: Presantral arter, S: Santral arter, AP: Anterior parietal arter, PP: Posterior parietal arter, PT: Posterior temporal arter, T: Temporal arter (erken dal), MT: Orta temporal arter, AT: Anterior temporal arter).

■ KAYNAKLAR

- 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
- Cilliers K, Page BJ: Anatomy of the middle cerebral artery: cortical branches, branching pattern and anomalies. *Turk Neurosurg* 27: 671-681, 2017
- 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
- Drake CG. Management of cerebral aneurysm. *Stroke* 12: 273-283, 1981
- Gibo H, Carver CC, Rhoton AL Jr, Lenkey C, Mitchell RJ: Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. *J Neurosurg* 54: 151-169, 1981
- Grand W: Microsurgical anatomy of the proximal middle cerebral artery and the internal carotid artery bifurcation. *Neurosurgery* 7: 215-218, 1980
- Handa J, Shimizu Y, Matsuda M, Handa H: The accessory middle cerebral artery: Report of further two cases. *Clin Radiol* 21: 415-416, 1970
- Heros RC, Fritsch MJ: Surgical management of middle cerebral artery aneurysms. *Neurosurgery* 48: 780-786, 2001
- Jain KK: Some observations on the anatomy of the middle cerebral artery. *Can J Surg* 7: 134-139, 1964
- Kahilogullari G, Ugur HC: An accessory middle cerebral artery originating from callosomarginal artery. *Clin Anat* 19: 694-695, 2006
- Kahilogullari G: Orta serebral arter'in distal bölümünün anatomisi (Uzmanlık tezi), Ankara: Ankara Üniversitesi, 2006: 1-47
- 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
- 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
- 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
- Komiyama M, Nakajima H, Nishikawa M, Yasui T: Middle cerebral artery variations: Duplicated and accessory arteries. *AJNR* 19: 45-49, 1989
- 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
- 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
- Michotey P, Moscow NP, Salamon G: Anatomy of the cortical branches of the middle cerebral artery. Newton TH, Potts DG (eds). *Radiology of the Skull and Brain*. Cilt 2. Saint Louis: The CV Mosby Company, 1974:1471-1478
- 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
- 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
- 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
- Rhoton AL Jr, Saeki N, Perlmutter D, Zeal A: Microsurgical anatomy of common aneurysm sites. *Clin Neurosurg* 28: 248-306, 1979
- Rhoton AL Jr: Anatomy of the saccular aneurysms. *Surg Neurol* 14: 59-66, 1980
- Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the saccular aneurysms. Wilkins RH, Rengachary SS (eds). *Neurosurgery*, Cilt 2, üçüncü baskı, New York: McGraw-Hill, 1985:941-991
- Rhoton AL Jr: The supratentorial cranial space. *Microsurgical anatomy and surgical approaches*. *Neurosurgery Suppl* 51: 68-82, 2002
- Ring A, Waddington M: Ascending frontal branch of middle cerebral artery. *Acta Radiol (Diagn)* 6: 209-220, 1967
- Ring A, Waddington M: Angiographic identification of the motor strip. *J Neurosurg* 26: 249-254, 1967
- Ring A: Normal middle cerebral artery. Newton TH, Potts DG (ed). *Radiology of the Skull and Brain*. Cilt 2, Saint Louis: CV Mosby Company, 1974:1442-1470
- Sarıoğlu AÇ: Orta serebral arter anevrizmaları. Cilt 1, Ankara: Türk Nöroşirurji Derneği, 2005:479-487
- Suzuki J, Yoshimoto T, Kayama T: Surgical treatment of middle cerebral artery aneurysms. *J Neurosurg* 61: 17-23, 1984
- Tacconi L, Johnston FG, Symon L: Accessory middle cerebral artery: Case report. *J Neurosurg* 83: 916-918, 1995
- 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

37. 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
38. Teal JS, Rumbaugh CL, Bergeron RT, Seqall HD: Anomalies of the middle cerebral artery: Accessory artery, duplication, and early bifurcation. *AJNR Am J Neuroradiol* 118: 567-575, 1973
39. Ture U, Yasargil MG, Al-Mefty O, Yasargil DC: Arteries of the insula. *J Neurosurg* 92: 676-687, 2000
40. 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
41. Uchiyama N: Anomalies of the middle cerebral artery. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 57: 261-266, 2017
42. 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
43. 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
44. 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
45. 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
46. Yasargil MG: Middle cerebral artery aneurysms. Yasargil MG, (ed), *Microneurosurgery*, cilt 2, New York: Thieme Stratton, 1984:124-164