

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**İNTRAKRANİYAL ANEVRİZMALARIN AKIM YÖNLENDİRİCİ STENTLER
İLE ENDOVASKÜLER TEDAVİSİNİN UZUN DÖNEM SONUÇLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DR. ELİF SALMAN YALNIZ

RADYOLOJİ ANABİLİM DALI
UZMANLIK TEZİ

PROF. DR. ERCÜMENT ÇİFTÇİ

ETİK KURUL ONAY TARİHİ: 27.02.2020 PROJE NO: KÜ GOKAEK 2020/57

2020

İÇİNDEKİLER DİZELGESİ

	Sayfa No
TEŞEKKÜR.....	iv
KISALTMALAR.....	v
ÇİZELGELER DİZELGESİ.....	vii
ÇİZİMLER DİZELGESİ.....	viii
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Anatomi.....	3
2.1.1. Anterior Dolaşım.....	3
-Ana Karotis Arter.....	3
-Eksternal Karotis Arter.....	3
-İnternal Karotis Arter.....	3
C1 Servikal Segment.....	4
C2 Petröz Segment.....	4
C3 Laserum Segment.....	4
C4 Kavernöz Segment.....	4
C5 Klinoid Segment.....	5
C6 Oftalmik Segment.....	5
C7 Komunikan Segment.....	5
-İCA Terminal Dalları.....	5
Anterior Serebral Arter.....	5
Orta Serebral Arter.....	6

2.1.2. Posterior Dolaşım.....	7
-Vertebrobaziler Sistem.....	7
-Vertebral Arter.....	7
-Baziler Arter.....	8
-Posterior Serebral Arter.....	8
2.1.3. Willis Poligonu.....	8
2.2 Histoloji.....	10
2.3. İntrakraniyal Anevrizmalar.....	11
2.3.1. Tanım.....	11
2.3.2. Patogenez.....	11
2.3.3. Epidemiyoloji.....	11
2.3.4 Sınıflama.....	15
2.3.5. Klinik.....	17
2.3.6. Tanı.....	19
2.3.7. Tedavi.....	21
2.3.7.1. Cerrahi Tedavi.....	21
2.3.7.2. Endovasküler Tedavi.....	22
-Standart Koil Embolizasyon.....	22
-Balon Destekli Koil Embolizasyon.....	24
-Stent Destekli Koil Embolizasyon.....	25
-Sıvı Embolizan Ajan ile Embolizasyon.....	26
-Parent Arter Oklüzyonu.....	26
-Akım Yönlendirici Stentler.....	26

Pipeline Embolizasyon Cihazı.....	29
Silk Stent.....	30
Surpass.....	30
FRED.....	30
p64 Akım Modülasyon Cihazı.....	31
Tubridge Akım Yönlendirici Stent.....	31
Derivo.....	31
-İntrasakküler Akım Bozucular.....	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	35
3.1. İşlem Öncesi ve Sonrası Medikasyon.....	36
3.2. Endovasküler Prosedür.....	37
3.3. Akım Yönlendirici Stent Tekniği.....	37
3.4. İşlem Sonrası Takip.....	38
3.5. Verilerin İstatistik Analizi.....	38
4. BULGULAR.....	39
4.1. İşlem Sırasında ve Sonrasında Gelişen Komplikasyonlar.....	41
5. TARTIŞMA.....	57
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	62
7. ÖZET.....	63
8. İNGİLİZCE ÖZET.....	65
9. KAYNAKÇA.....	67

TEŞEKKÜR

Anabilim Dalı başkanımız ve tez danışmanım Prof. Dr. Ercüment ÇİFTÇİ'ye, radyoloji uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım değerli hocalarıma, asistanlığım süresince birlikte çalıştığım bölüm arkadaşlarıma, hayatımın her alanında hep yanımda ve sonsuz destek olan aileme, eşim Dr. Ahmet YALNIZ ve sevgili oğlum Ömer'e bana kattıkları değerler için çok teşekkür ederim.

Dr. Elif SALMAN YALNIZ



KISALTMALAR

ACA: Anterior serebral arter

AChA: Anterior koroidal arter

ACoA: Anterior kommunikan arter

AICA: Anterior inferior serebellar arter

AP: Anterior Posterior

BA: Baziler arter

BT: Bilgisayarlı Tomografi

BTA: BT Anjiyografi

CCA: Ana karotis arter

CE: Conformité européenne

DED: Derivo Embolization Device

DSA: Dijital Substraksiyon Anjiyografisi

ECA: Eksternal karotis arter

EVT: Endovasküler tedavi

FDA: Food and Drug Administration

FRED: Flow Re-direction Endoluminal Device

FLAIR: Fluid Attenuated Inversion Recovery

GKS: Glasgow Koma Skalası

ISAT: International Subarachnoid Aneurysms Trial

ISUIA: International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms

İA: İntrakraniyal anevrizma

İCA: İnternal karotis arter

MCA: Orta serebral arter

MRA: Manyetik Rezonans Anjiyografi

PCoA: Posterior komunikan arter

PICA: Posterior inferior serebellar arter

PCA: Posterior serebral arter

PED: Pipeline Embolizaition Device

PFED: Pipeline Flex Embolizaition Device

SAK: Subaraknoid kanama

SCA: Süperior serebellar arter

SVO: Serebrovasküler olay

TOF-MRA: Time-of-flight MRA

VA: Vertebral arter

WFNS: World Federation of Neurosurgical Societies

3T: Üç Tesla

3D: Üç boyutlu

ÇİZELGELER DİZELGESİ

	Sayfa No
1.Çizelge: İA rüptürü için hasta ve anevrizma ilişkili risk faktörleri.....	13
2.Çizelge: ISUIA çalışmasına göre anevrizma 5 yıllık rüptür riskleri.....	13
3.Çizelge: PHASES risk tahmin skorlaması.....	14
4.Çizelge: PHASES skorlamasına göre 5 yıllık rüptür risk yüzdeleri.....	15
5.Çizelge: Hunt- Hess evrelemesi.....	19
6.Çizelge: Glasgow Koma Skalası.....	19
7.Çizelge: Modifiye Fisher Skalası.....	21
8.Çizelge: Herhangi bir endovasküler teknikle tedavi sonrası anjiyografik sonuçların sınıflandırması.....	33
9.Çizelge: Modifiye Rankin Skalası.....	36
10.Çizelge: Hastaların demografik verileri.....	39
11.Çizelge: Anevrizma özellikleri.....	40
12.Çizelge: Anevrizma oklüzyon değerlendirilmesi.....	44
13.Çizelge: Akım yönlendirici stentlerin takip ve tam oklüzyon süreleri.....	45
14.Çizelge: Çalışmada değerlendirilen olgular.....	56

ÇİZİMLER DİZELGESİ

	Sayfa No
1.Çizim: Sağ karotis anjiyogramı, AP görünüm.....	6
2.Çizim: Vertebrobaziler sistem anjiyogramı, AP görünüm.....	7
3.Çizim: Willis poligonu 3D MRA görüntüsü.....	9
4.Çizim: Anevrizma boyut ölçüm parametreleri.....	16
5.Çizim: Modifiye Raymond Roy sınıflaması.....	24
6.Çizim: Stent destekli koil embolizasyon şematik gösterimi.....	25
7.Çizim: Bazı akım yönlendirici stent çeşitleri.....	27
8.Çizim: Akım yönlendirici stent ile anevrizma tedavisinin etki mekanizmasının şematik gösterimi.....	28
9.Çizim: Sınıf 1 alt gruplarının ve sınıf 5'in şematik çizimi.....	34
10.Çizim: Olgu 1'e ait radyolojik bulgular.....	41
11.Çizim: Olgu 2'ye ait radyolojik bulgular.....	46
12.Çizim: Olgu 3'e ait radyolojik bulgular.....	47
13.Çizim: Olgu 4'e ait radyolojik bulgular.....	48
14.Çizim: Olgu 10'a ait radyolojik bulgular.....	49
15.Çizim: Olgu 12'ye ait radyolojik bulgular.....	50
16.Çizim: Olgu 14'e ait radyolojik bulgular.....	51
17.Çizim: Olgu 15'e ait radyolojik bulgular.....	52
18.Çizim: Olgu 16'ya ait radyolojik bulgular.....	53
19.Çizim: Olgu 17'e ait radyolojik bulgular.....	54
20.Çizim: Olgu 18'e ait radyolojik bulgular.....	55

1. GİRİŞ VE AMAÇ

“Anevrizma” kelimesi “boydan boya” ve “geniş” anlamlarına gelen yunanca iki kelimenin birleşiminden oluşmaktadır.¹ İntrakraniyal anevrizmalar (İA) intrakraniyal arter duvarını etkileyen dejeneratif değişikliklerin sebep olduğu distansiyon sonucu gelişen fokal anormal dilatasyonlardır.² IA prevalansı genel popülasyonda %2-4 olarak bildirilmektedir.³ Son yıllarda yapılan çalışmalar ve meta-analizlerde, kanamamış IA’ların genel prevalansı %3,2 olarak bildirilmektedir ve yılda 100.000 kişiden 3-50’inde anevrizma rüptürü nedeniyle subaraknoid kanama görülmektedir.⁴ Anevrizmal SAK, travmatik olmayan SAK’ın en sık nedenidir (%80-85) ve travmatik olmayan SAK serebrovasküler olayların %3-5’ine neden olmaktadır.^{1,5} IA’lar çocuk ve genç erişkinlerde nadirdir ve görülme sıklığı 30 yaş sonrasında artmaktadır (maksimum pik 5. on yıl). Kadın cinsiyet, otozomal dominant polikistik böbrek hastalığı veya ailesinde SAK öyküsü pozitif olan hastalarda IA görülme sıklığı daha yüksektir.³

IA’lar rüptüre olana kadar klinik bulgu vermeyebilir. Büyük boyutlara ulaşan anevrizmalar kitle etkisi nedeniyle ya da komşu kraniyal sinire bası yaparak bulgu verebilir. IA’lar rüptüre olduğunda ise; hastalarda baş ağrısı, boyun ağrısı, kusma, bilinç değişikliğinden koma ve ölüme giden skalada bulgular görülebilir. Rüptür sonrası hastaların %75’i acil servise ani başlangıçlı şiddetli baş ağrısı ile başvurur. Hastaların yaklaşık %15’i hastaneye ulaşmadan, %40’ı ise mevcut en iyi tedavilere rağmen ilk 2 hafta içerisinde ölmektedir. Kalan %60 hastanın yarısında hayatlarını kısıtlayan kalıcı nörolojik defisitler oluşmaktadır. Yaklaşık %20’lik azınlık bir hasta grubu IA rüptürü öncesi işlevlerine geri dönebilmektedir.¹

IA tedavisinin asıl amacı anevrizma içerisine kan akımını engelleyerek anevrizmanın dolaşım dışı bırakılmasıdır, bu cerrahi veya endovasküler yöntemler ile sağlanabilir. IA’ların cerrahi tedavisi Dandy’nin 1937 yılında posterior komunikan arter anevrizmasında mikrocerrahi kliplemeyi tanımlamasıyla başlamıştır.⁶ Uzun yıllar boyunca mikrocerrahi klipleme IA’ların tedavisi için altın standart olarak kabul görmüştür. 1970 yılında ilk kez Serbinenko ayrılabilir lateks balon ile endovasküler anevrizma tedavisini tanımlamıştır.⁷ 1990 yılında Guglielmi ayrılabilir platin koilleri üreterek IA tedavisinde kullanmaya başlamış ve 1995 yılında FDA onayı almıştır.⁸ Ayrılabilir koillerle yapılan embolizasyon sayesinde girişimsel nöroradyoloji alanının gelişmesi sonrası endovasküler tedavinin

etkinliğini ve güvenliğini gösteren düşük morbidite ve mortalite oranları klinik çalışmalarla birlikte kanıtlandıkça endovasküler tedavi cerrahi kliplmeye alternatif olarak kabul görmüştür.⁹⁻¹¹

Rüptüre intrakraniyal anevrizmaların endovasküler koil embolizasyonu ile cerrahi kliplmenin karşılaştırıldığı büyük ölçekli randomize Uluslararası Subaraknoid Anevrizma Çalışması (ISAT)'nda; koil embolizasyon ile tedavi edilen hasta grubunda takiplerde daha az morbidite ve mortalite oranları rapor edilmiştir.⁹ ISAT'ın yayınlanmasından sonra endovasküler tedavinin kullanımı hızlı bir şekilde artmıştır. İlerleyen yıllarda kanamamış anevrizmalar için endovasküler koil embolizasyon ve cerrahi tedavi arasında karşılaştırma yapan çalışmalar, her iki prosedür için de uygun olmaları durumunda, endovasküler tedavinin kanamamış anevrizma hastaları için ilk basamak prosedür tedavisi haline geldiğini göstermektedir.¹²

Günümüzde İA'ların endovasküler tedavisinde standart koil embolizasyon, balon destekli koil embolizasyon, stent destekli koil embolizasyon, parent arter oklüzyonu, akım yönlendirici stentler ve intrasakküler akım bozucu cihazlar kullanılmaktadır. Anevrizmanın yerleşim yeri, boyutu, şekli, boyun yapısı, anevrizma boynu ya da lümeninden çıkan dal varlığı, kullanılacak endovasküler yöntemin seçiminde en önemli faktörlerdir.

Rüptüre anevrizmalarda tekrar kanamayı önlemek ve SAK ile ilişkili vazospazm ve hidrosefali gibi komplikasyonların gelişimini en aza indirmek için acil tedavi gerekmektedir. Kanamamış anevrizmaların tedavisinde hasta yaşı, klinik durum, anevrizma yeri, büyüklüğü ve eşlik eden ek hastalık varlığı göz önüne alınarak vaka bazında tedavi kararı verilmektedir.

Biz bu çalışmada; kliniğimizde akım yönlendirici stentler ile tedavi edilen hastalarda, endovasküler tedavinin etkinliğini, tedavi edilen anevrizmaların özelliklerini, işlem sırası ve sonrasında oluşan komplikasyonları ve tedavi sonrası uzun dönem klinik ve radyolojik sonuçları değerlendirmeyi amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ANATOMİ

Beyin dokusu arkus aorta ve dallarından ayrılan karotis ve vertebral arterler aracılığı ile (anterior ve posterior dolaşım) beslenir. İnternal karotis arter dalları oksipital lob dışında kalan serebral hemisferlerin kan akımını sağlarken, vertebral arter ve dalları beyin sapı, serebellum, oksipital lob ve talamusun kan akımını sağlar.¹

2.1.1. Anterior Dolaşım

Ana Karotis Arter

Sol ana karotis arter (CCA) direkt arkus aortadan, sağ CCA arkus aortanın dalı olan brakioyosefalik trunkustan köken alır. CCA servikal bölgede dal vermeden 4. servikal vertebra düzeyine kadar yükseldikten sonra tiroid kıkırdağın üst sınırına yakın bölgede eksternal karotis arter (ECA) ve internal karotis arter (İCA) olmak üzere iki dala ayrılır.¹

Eksternal Karotis Arter

Eksternal karotis arter ve dalları tiroid bezi, yüz, saçlı deri ve dura mater gibi yapıların kan akımını sağlar.¹

İnternal Karotis Arter

İnternal karotis arter CCA'dan ECA anteromedialinden ayrıldıktan sonra servikal bölge boyunca dal vermeden yükselerek kafa tabanında karotis kanalına girer. İntrakraniyal bölgede karotis kanalından çıktıktan sonra orta kraniyal fossada dura materi delerek kavernoöz sinüsün içine girer ve kavernoöz sinüsü oluşturan diğer dura yaprağını delerek subaraknoid bölgeye ulaşır. İCA intrakavernoöz bölge çıkışında önce oftalmik arteri daha sonra sırasıyla posterior komunikan arter (PCoA) ve anterior koroidal arteri (AChA) vererek uç dalları olan anterior serebral arter (ACA) ve orta serebral arter (MCA)'e ayrılır.¹

Fisher (1938), Gibo (1981), Lasjaunias (1984) ve Bouthillier (1996) İCA'yı çeşitli segmentlere ayırmışlardır. Bunlar içerisinde günümüzde en çok kabul gören Bouthillier ve ark.¹⁹'nın sınıflamasıdır. Bu sınıflamada İCA seyri boyunca komşu olduğu yapılara ve geçtiği anatomik kompartmanlara göre 7 segmente ayrılmıştır.

C1 Servikal Segment

İCA'nın ilk dalıdır. CCA bifurkasyonu düzeyinden başlayarak prevertebral fasyanın bir duplikasyonu olduğu düşünülen karotis kılıfı içerisinde internal juguler ven ve vagus siniri ile birlikte seyrederek İCA'nın temporal kemik petröz parçada bulunan karotis kanalına girmesi ile dal vermeden sonlanır.¹³

Karotis bulbus ve asendan servikal segment olarak 2 kısımda incelenir.

-Karotis Bulbus: Servikal İCA'nın proksimalinde fokal dilatasyon olan kısmıdır.

-Asendan servikal segment: Bulbustan kranialye doğru karotid aralıkta ilerleyen kısmıdır.

C2 Petröz Segment

C2 segment temporal kemiğin karotid kanalı içerisinde yerleşimli, vertikal ve horizontal olmak üzere iki segmentten oluşan L şeklindedir. İki önemli dal vermektedir.

-Karotikotimpanik arter; orta kulağı besler.

-Vidian arter; ECA dalları ile anastomoz yapar.

C3 Laserum Segmenti

Foramen laserumun hemen üzerinde bulunur, 5.kranial sinirin trigeminal gangliyonu ile çevrelenmiş olup petrolingual ligaman düzeyinde dal vermeden sonlanır.

C4 Kavernöz Segment

Petrolingual ligaman üst seviyesinden başlar, kavernöz sinus süperior duvarda dural bir halka ile çıktığı düzeyde sonlanır. Kısa posterior asendan segment, posterior genu, uzun horizontal segment, anterior genu ve anterior vertikal segmentten oluşur. İki önemli dalı bulunmaktadır.

-Meningohipofizyal trunkus: Hipofiz bezi, tentoryum ve klival durayı besler.

-İnferolateral trunkus: Kranial sinirleri ve kavernöz sinüs durasını besler.

C5 Klinoid Segment

Kavernöz sinüsün proksimal ve distal dural halkaları arasında uzanan kısa, interdural segmenttir.

C6 Oftalmik Segment

Distal dural halka ile PCoA orjininin hemen proksimalinde uzanır. Tamamı subaraknoid mesafede bulunan ilk İCA segmentidir. İki önemli dalı bulunmaktadır.

- Oftalmik arter
- Süperior hipofizyal arter: Adenohipofizi, infundibulumu ve optik kiazmayı besler.

C7 Komunikan Segment

İCA'nın terminal segmenti olup, PCoA orjininden başlayarak uç dallar olan ACA ve MCA bifurkasyonunda sonlanır. Seyri boyunca önce PCoA'ı daha sonra AChA'ı verir. Posterior komunikan arter; anterior ve posterior dolaşım sistemlerini birleştirir.

Anterior koroidal arter; küçük bir arter olmakla birlikte globus pallidus, unkus, kapsula interna arka bacağına alt bölümü, anterior hipokampus, mezensefalon rostral bölümü ile serebral pedinkülün kanlanması sağlar. Ayrıca optik traktusu izleyerek korpus genikulatum laterale ve radyasyo optisi arka bölümünü besler.

İCA Terminal Dalları

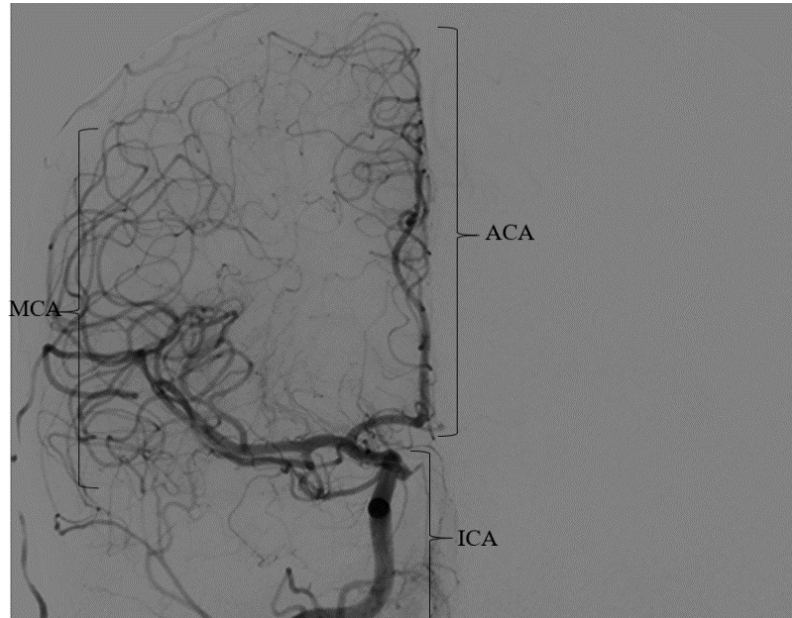
Anterior Serebral Arter

İCA'nın daha ince ve daha medialde yer alan terminal dalıdır. Anterior komunikan artere kadar olan horizontal parçasına A1 segmenti veya prekomunikan segment adı verilir. Her iki ACA A1 segmenti, interhemisferik bölgede anterior komunikan arter (ACoA) aracılığıyla birbirine bağlanır, böylece sağ ve sol karotis sistemi arasındaki ilişki sağlanmış olur. A1 segmentinden medial lentikülostriat arterler ve Heubner'in rekürren arteri çıkar.

ACA'nın ACoA sonrasında interhemisferik fissür içerisinde yukarı doğru uzanım gösteren kesimine A2 segmenti adı verilir. A2 segmenti A1-ACoA bileşkesinden başlayarak korpus kallozum rostrum kesimine dek uzanım göstererek hemisferlerin iç yüzünde orbitofrontal ve frontopolar arterleri verir. A3 segmenti korpus kallozum genu kesiminde anteriora kıvrılarak perikallozal ve kallozomarjinal arterlerden oluşan kortikal dalları verir.¹

Orta Serebral Arter

İCA'nın daha geniş ve lateralde olan terminal dalıdır. Dört segmente ayrılır. Ana trunkusu oluşturan ilk parçası M1 segmenti olarak adlandırılır ve silvian fissüre doğru horizontal seyir gösterir. M1 segmentinden lateral lentikülostriat arterler ve anterior temporal arter çıkar. ACA A1 segmentinden çıkan medial lentikülostriat arterler ve MCA M1 segmentinden çıkan lateral lentikülostriat arterler bazal ganglionları besler. M1 segmenti genellikle bifurkasyona bazen de trifurkasyona ayrılarak sonlanır. M2 segmentte üst trunkus; orbitofrontal, prefrontal, prerolandik, rolandik, anterior ve posterior pariyetal bölgelere dal verir. Alt trunkus; anguler, temporookspital, arka, orta, ön temporal ve temporopolar dalları ile adı geçen bölgeleri sular. M3 segmenti, silvian fissürde seyreden kısımdır. M4 segmenti silvian fissür sonrasında serebral hemisferlerin lateralinde yüzeyel kortekse uzanan dalları içerir.¹

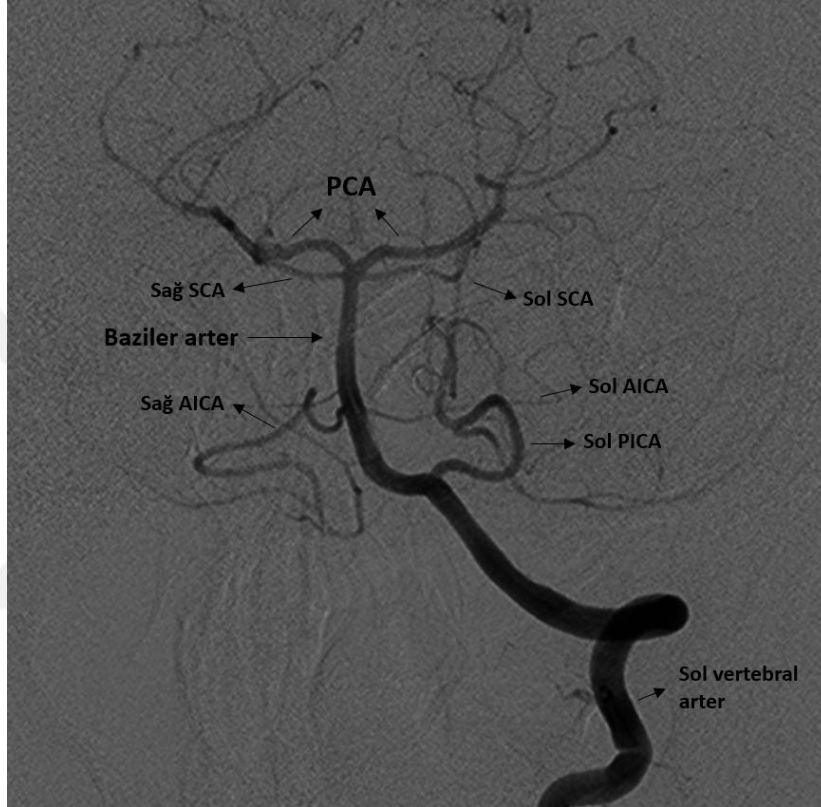


1.Çizim: Sağ karotis anjiyogramı, AP görünüm.

2.1.2. Posterior Dolaşım

Vertebrobaziler Sistem

Vertebrobaziler sistem; her iki subklavyen arterin dalı olan iki adet vertebral arter (VA) ve vertebral arterlerin birleşiminden oluşan baziler arterden oluşmaktadır.



2. Çizim: Vertebrobaziler sistem anjiyogramı, AP görünüm.

Vertebral Arter

Vertebral arterler dört segmente ayrılmıştır. Subklavyen arterden çıktıktan sonra C6 servikal vertebra transvers foramenine girene kadar ki kısma V1 (ekstraosseöz) segment adı verilir. Transvers foramenler içerisinde ilerleyen parça V2 (foraminal) segmenti olarak adlandırılır. C1 vertebra transvers forameni çıkışından foramen magnumun anterolateral bölümünde durayı delerek subaraknoid aralığa girene kadar olan parçası V3 (ekstraspinal) segmenti adını alır. V3'ten posterior meningeal arter çıkar. Vertebral arterin intrakraniyal

tek segmenti V4'tür. V4 (intradural) segmenti bulbus ön yüzünde karşı taraftan gelen VA ile birleşmek üzere süperomediale yönelir. Posterior inferior serebellar arter (PICA) V4'ten çıkar.¹

Baziler Arter

Baziler arter (BA), her iki vertebral arterin bulbus ön yüzünde birleşmesiyle oluşur. Proksimal kesiminden anterior inferior serebellar arter (AICA), gövdesi boyunca çok sayıda pontin arter, distalinden süperior serebellar arter (SCA) çıkar ve interpedinküler fossada her iki posterior serebral artere (PCA) ayrılarak sonlanır.

Vertebrobaziler sistem posterior fossa yapılarını, mezensefalonu, posterior talamusu ve oksipital lobları besler.¹

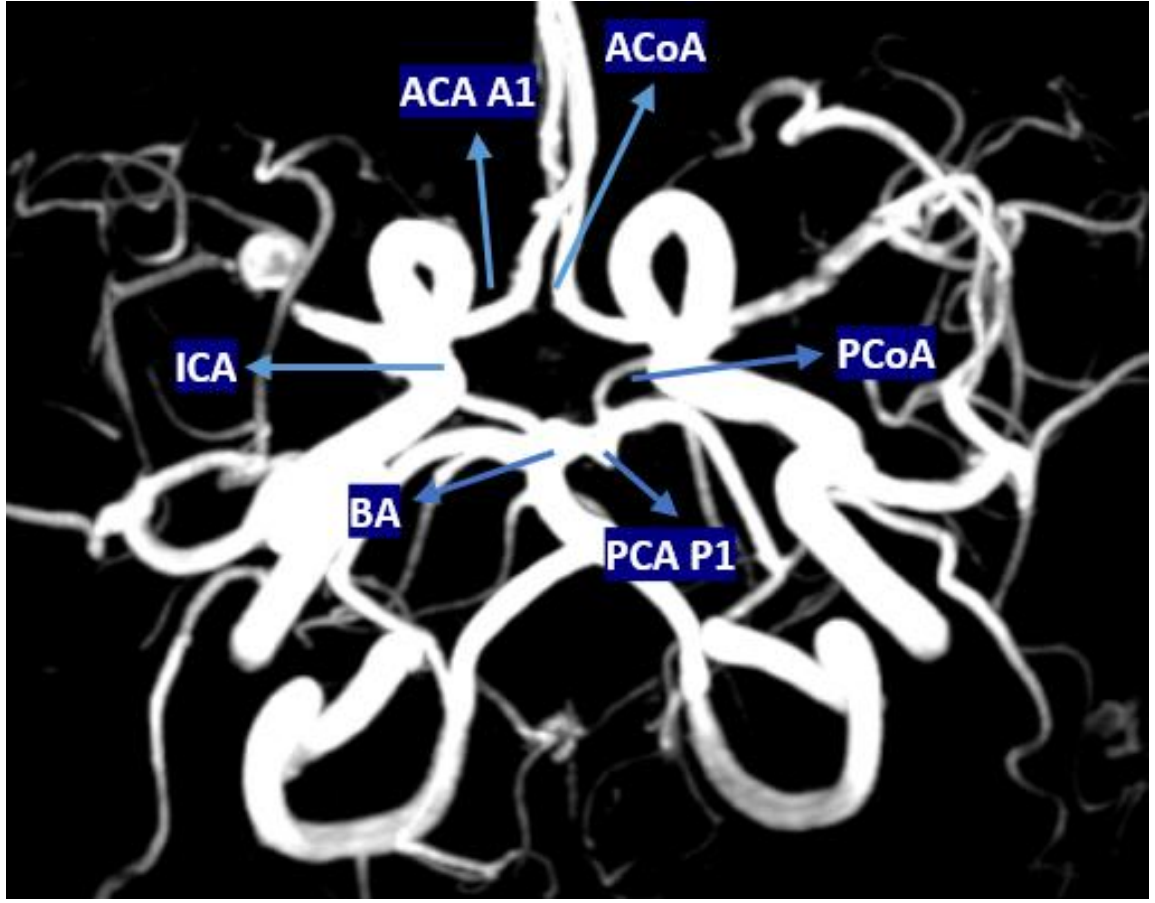
Posterior Serebral Arter

Baziler arterin terminal dalları iki adet posterior serebral arterdir. PCA P1 (prekomünikan), P2 (ambient), P3 (kuadrigeminal) ve P4 (kalkarin) segment olmak üzere dört segmente ayrılır. P1 segmenti 3.kraniyal sinir üzerinde seyrederek.¹

2.1.3. Willis Poligonu

Willis poligonu; anterior ve posterior dolaşımı PCoA aracılığıyla, sağ ve sol karotis sistemi ACoA aracılığıyla birbirine bağlayan arteriyel anastomoz halkasıdır. Her iki İCA, her iki ACA A1 segmenti, ACoA, her iki PCA P1 segmenti, her iki PCoA ve baziler arterden oluşmaktadır.

Tam bir Willis poligonu insanların ancak %42'sinde mevcut olup varyasyonları sık görülmektedir. Varyasyon olarak en sık PCoA aplazisi ya da hipoplazisi görülür. Vakaların %10-15'inde ACoA aplazisi ya da duplikasyonu görülebilir.¹



3. Çizim: Willis poligonu 3D MRA görüntüsü.

2.2. Histoloji

Tüm arterler tipik olarak “tunika” olarak adlandırılan üç tabakadan oluşur. Bunlar lümeninden dışa doğru sırasıyla; tunika intima, tunika media ve tunika adventisyadır.¹⁴

Tunika intima, tipik olarak bir kat yassı hücreli endotel hücre tabakası ve onu destekleyen gevşek bağ dokusundan oluşmaktadır. Tunika intima ile tunika media arasında bulunan internal elastik lamina, tunika intimanın en dış tabakasını oluşturur. İnternal elastik laminada bulunan fenestrasyon adı verilen açıklıklar, maddelerin difüzyonunu sağlayarak daha derin damar duvar yapılarının beslenmesine yardımcı olur.¹⁴

Tunika media temel olarak organize olmuş konsantrik düz kas hücrelerinden oluşur. Düz kas hücreleri arasında değişken miktarlarda elastin, retiküler lifler, tip III kollajen lifleri, proteoglikanlar ve glikoproteinler bulunur. Arterlerde tunika mediayı tunika adventisyadan ince bir eksternal elastik lamina ayırır.¹⁴

Tunika adventisya, primer olarak longitudinal olarak dizilmiş kollajen doku ve elastik liflerden oluşur. Bu bağ doku elemanları damar duvarını çevreleyen gevşek bağ dokusu ile devamlılık gösterir. Ayrıca vasküler duvar yapılarının beslenmesini sağlayan “vaso vasorum” adı verilen damarlar ve damar duvarındaki düz kasların kontraksiyonunu kontrol eden “nervi vascularis” adı verilen otonomik sinir ağı bu tabakadan kaynaklanır.¹⁴

Ekstrakraniyal yerleşimli arterler ile karşılaştırıldığında; intrakraniyal arterlerde media tabakası daha ince olup daha az miktarda elastin lifi içermektedir. Tunika adventisya ve tunika mediayı ayıran eksternal elastik lamina ve adventisya tabakasındaki vaso vasorumlar ise intrakraniyal arterlerin duvar yapısında bulunmamaktadır.¹⁵

2.3. İntrakraniyal Anevrizmalar

2.3.1. Tanım

“Anevrizma” kelimesi “boydan boya” ve “geniş” anlamlarına gelen Yunanca iki kelimenin birleşiminden oluşmaktadır.¹ İntrakraniyal anevrizmalar; damar duvarını etkileyen dejeneratif değişikliklerin oluşturduğu distansiyon sonucu gelişen fokal anormal dilatasyonlarla karakterize serebrovasküler hastalıklardır.²

2.3.2. Patogenez

İntrakraniyal anevrizma oluşumu, büyümesi ve rüptürünün kesin patogenezini hala tam olarak bilinmemesine rağmen, multifaktöriyel bir sürecin anevrizma oluşumuna yol açtığı düşünülmektedir. Ekstrakraniyal yerleşimli arterler ile karşılaştırıldığında; intrakraniyal arterlerde tunika media daha ince olup daha az miktarda elastin lifi içermektedir. Tunika adventisya ve tunika mediyayı ayıran eksternal elastik lamina ve adventisya tabakasındaki vaso vasorumlar ise intrakraniyal arterlerin duvar yapısında bulunmamaktadır.¹⁵ Özellikle tunika mediada yer alan düz kas hücreleri ve ekstraselüler matriks damar duvarının yapısal desteğine en çok katkıda bulunan bileşenlerdir. Ekstraselüler matriks defektleri ve dejenerasyonu, hemodinamik stres ve inflamatuvar yanıtlar arter duvarında frajiliteye yol açan temel unsurlar olarak düşünülmektedir. Hipertansiyon, türbülanslı kan akımı gibi yüksek hemodinamik stres oluşturan faktörler endotel hücre hasarına, düz kas hücre dejenerasyonuna, internal elastik laminada dejeneratif değişikliklere ve tunika media incelmeye neden olarak anevrizma oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Ayrıca T hücreli ve makrofaj aracılı inflamasyonun vasküler duvarda anevrizmal formasyona ve büyümeye katkıda bulunan histolojik değişikliklere neden olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır.¹⁶

2.3.3. Epidemiyoloji

İA prevalansı genel popülasyonda %2-4 olarak bildirilmektedir.³ Son zamanlarda yapılan çalışmalar ve meta-analizlerde, kanamamış İA'ların genel prevalansı %3,2 olarak bildirilmekte ve yılda 100.000 kişiden 3-50'sinde anevrizma rüptürü nedeniyle SAK

görülmektedir.^{4,5} Travmatik olmayan SAK serebrovasküler olayların %3-5'ine neden olmakta olup en sık nedenini (%80-85) anevrizmal SAK oluşturmaktadır.^{1,5}

İA'lar çocuk ve genç erişkinlerde nadir görülür ve sıklığı 30 yaş sonrasında artış gösterir (maksimum pik 5. on yıl). Çocuk ve genç erişkin hastalarda multiple anevrizma yaygındır ve tekrarlayan kanamaya eğilimlidirler. Erişkin hastaların da %30'unda multiple anevrizma görülmektedir ve kadınlarda daha sıktır.¹⁷

İA'ların gelişiminde hem kalıtsal hem de kazanılmış birçok risk faktörü tanımlanmıştır. Epidemiyolojik çalışmalarda SAK geçiren hastaların 1. derece akrabalarında risk oranının 3-7 kat fazla görülmesi genetik faktörlerin etkili olabileceğini düşündürmüştür. Ancak 2. derece akrabalarda SAK insidansı genel popülasyonla aynı bulunmuştur.¹⁸ Otozomal dominant polikistik böbrek hastalığı, Ehlers-Danlos sendromu, fibromusküler displazi, tuberoskleroz, arteriyovenöz malformasyonlar, aort koarktasyonu, nörofibromatozis ve $\alpha 1$ antitripsin eksikliği gibi bazı genetik hastalıklar yüksek prevalansla ilişkilidir.¹⁹

İA gelişiminde kazanılmış risk faktörleri arasında; ileri yaş, hipertansiyon, sigara, alkol bağımlılığı, östrojen eksikliği, hiperkolesterolemi ve karotis arter stenozu yer almaktadır. İA'larda genel cinsiyet oranı 1:1 olarak tahmin edilmektedir, ancak 50 yaş sonrası bu oran kadınlarda artış göstermektedir (2:1). Bu artışın nedeni olarak vücutta azalan östrojenin vasküler dokunun kollajen içeriğinde azalmaya neden olması gösterilmektedir.²⁰

İA oluşumunda olduğu gibi rüptür gelişimi içinde risk faktörleri tanımlanmıştır¹⁹ (1.Çizelge). ISUIA (International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms) çalışmasında; 2686 kanamamış ve tedavi olmamış anevrizması bulunan 1692 hasta incelenmiş ve anevrizma rüptür riskleri değerlendirilmiştir²¹ (2.Çizelge). Ancak bu çalışmada PCoA anevrizmaları posterior dolaşım anevrizması olarak kabul edilmiş ve nedeni açıklanmamıştır. Bu çalışma sonucunda; anevrizma çapı > 7mm olması, posterior dolaşım anevrizmaları ve geçirilmiş SAK öyküsü anevrizma rüptürü ile ilişkili risk faktörleri olarak bulunmuştur.²¹

Rüptür riskinin araştırıldığı bir diğer çalışmada; anevrizmada kız kesesi varlığı, yüksek kubbe/boyun oranı "aspect ratio" ve multilobularite rüptür riskinde artışla ilişkili bulunmuştur.²² Anevrizmada boyut artışı veya morfolojik değişikliklerin kısa sürede gerçekleşmesi de rüptür olasılığını arttırmaktadır.²³

1.Çizelge: İA rüptürü için hasta ve anevrizma ilişkili risk faktörleri.^{19,21-23}

Hasta ilişkili	Anevrizma ilişkili
-İleri yaş -Kadın cinsiyet -Sigara içimi -Hipertansiyon -Aşırı alkol kullanımı -İrk -Kalıtsal hastalık varlığı -Geçirilmiş SAK -Ailede anevrizmal SAK öyküsü	-Boyut -Posterior dolaşım anevrizması -Anevrizma içerisinde parsiyel trombus varlığı -Anevrizma şeklinin bilobe ya da multilobe olması -Multipl anevrizma varlığı -Takiplerde anevrizma boyutunda artış saptanması

2.Çizelge: ISUIA çalışmasına göre anevrizma 5 yıllık rüptür riskleri.²¹

Anevrizma çapı	Anterior dolaşım	Posterior dolaşım
<7 mm	%0	%2,5
7-12 mm	%2,6	%14,5
13-24 mm	%14,5	%18,4
≥ 25 mm	%40	%50

Anevrizma ve hastaya ait özellikler ile, rüptür riski yüksek olan hastaları tanımlamak için risk puanlama sistemleri bulunmaktadır. “PHASES” risk tahmin skoru; Amerika, Kanada, Finlandiya ve Japonya’daki prospektif kohort çalışmalarından elde edilen verilere dayanarak 5 yıllık mutlak anevrizma rüptürü riskini hesaplamak için geliştirilmiştir²⁴ (3. ve 4.Çizelge).

3.Çizelge: PHASES risk tahmin skorlaması.²⁴

	Puan
(P) Populasyon	
Kuzey Amerika, Avrupa	0
Japonya	3
Finlandiya	5
(H) Hipertansiyon	
Yok	0
Var	1
(A) Yaş	
<70 yaş	0
≥70 yaş	1
(S) Boyut	
<7.0 mm	0
7.0-9.9 mm	3
10.0-19.9 mm	6
≥20 mm	10
(E) Anevrizma nedeniyle geçirilmiş SAK öyküsü	
Yok	0
Var	1
(S) Lokalizasyon	
ICA	0
MCA	2
ACA/PCoA/Posterior dolaşım	4

4.Çizelge: PHASES skorlamasına göre 5 yıllık rüptür risk yüzdeleri.²⁴

Toplam puan	Risk yüzdesi
≤2	% 0.7
4	% 0.9
5	% 1.3
6	% 1.7
7	% 2.4
8	% 3.2
9	% 4,3
10	% 5.3
11	% 7.2
≥12	% 17.8

2.3.4. Sınıflama

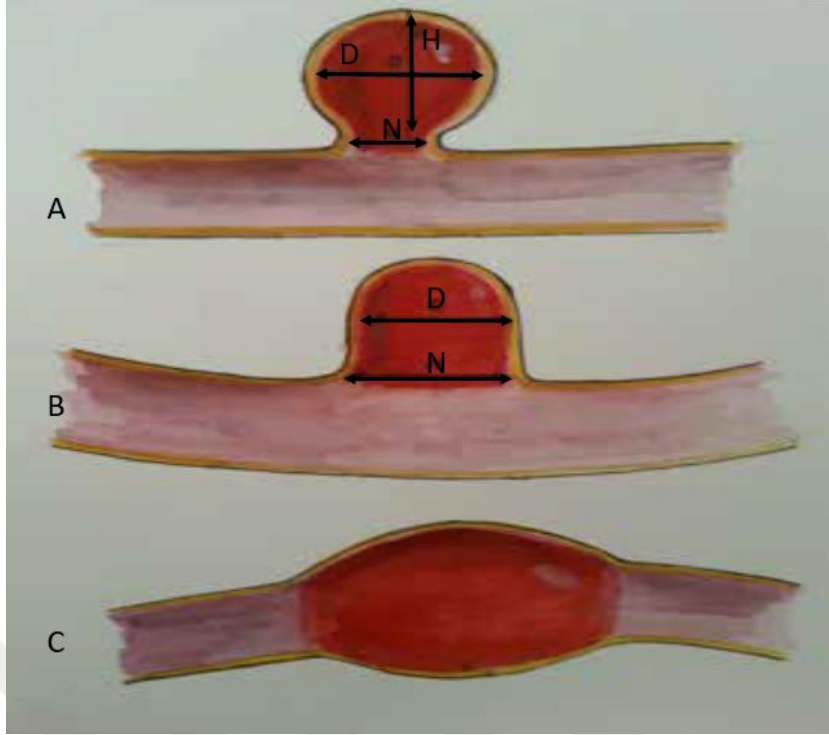
İA'lar anatomik yerleşim yerlerine, morfolojilerine, etiyolojilerine, boyutlarına ve boyun yapılarına göre çeşitli kategorilere sınıflandırılmaktadır.

Anatomik yerleşim yerlerine göre; anterior veya posterior dolaşım anevrizmaları olarak sınıflandırılırlar. Anterior dolaşım anevrizmaları; İCA, MCA, ACA, ACoA ve PCoA'den, posterior dolaşım anevrizmaları ise VA, PICA, BA, AICA, SCA ve PCA'den kaynaklanmaktadır. İA'lar beyinde herhangi bir arter segmentinde görülebilirken anterior dolaşımında yaklaşık %85-90, posterior dolaşımında %10-15 oranında görülmektedir. Anterior dolaşımında en sık görüldükleri yer ACoA, posterior dolaşımında ise baziler tepedir.¹

Morfolojilerine göre sınıflandırma; sakküler, fuziform ve kabarcık benzeri "blister-like" anevrizmalar olarak yapılmaktadır.¹

Sakküler anevrizmalar; damarın bir noktasından dışarıya balonlaşması ile oluşur ve İA'ların en sık görülen formudur. %85'i Willis halkası ve komşuluğundaki intrakraniyal arteriyel yapılarda özellikle dallanma noktalarında izlenir.¹

Sakküler anevrizmalar boyun yapılarına göre; dar ve geniş boyunlu olmak üzere ikiye ayrılır. Boyun genişliği <4 mm veya kese/boyun oranı >2 olanlar dar boyunlu, boyun genişliği ≥4 mm veya kese/boyun oranı <2 olanlar geniş boyunlu olarak kabul edilir. Anevrizmaların boyut ölçüm parametreleri 4.Çizim'de gösterilmiştir.



4.Çizim: Anevrizma boyut ölçüm parametreleri. (A) Dar boyunlu sakküler anevrizma. Anevrizma boyun genişliği (N), Anevrizma kese çapı (D), anevrizma boynundan anevrizma kubbesine kadar olan uzunluk (H) ile gösterilmektedir. D/N kese-boyun oranı (Dome-neck ratio). H/N Kubbe-boyun oranı (Aspect ratio). (B) Geniş boyunlu sakküler anevrizma. (C) Fuziform anevrizma şematik olarak gösterilmektedir.

-Fuziform anevrizmalar; damarın tüm çapını içine alan fokal genişlemelerdir, boyun yapısı bulunmaz ve sıklıkla ateroskleroz ile ilişkilidirler.¹

-Kabarcık benzeri “*blister like*” anevrizmalar; çok ince duvara sahip olan ve damar duvarından küçük çıkıntılar olarak görünen, supraklinoid İCA yerleşimli, çok küçük duvar varyantlarıdır. Küçük olmaları ve belirgin bir boyun yapılarının bulunmaması nedeniyle tedavileri zordur, ince duvarlı yapıları kolayca rüptüre olmalarına ve tekrar kanamalarına neden olmaktadır.²⁵

İA’lar etiyolojilerine göre; disekan, inflamatuvar (mikotik, sifilitik, bakteriyel), neoplastik, travmatik, kalıtsal hastalıklar ile ilişkili, radyoterapiye sekonder, aterosklerotik

veya hipertansif ve arteriovenöz malformasyona bağı anevrizmalar olarak sınıflandırılabilir.²⁶

Disekan anevrizmalar; damar duvarında oluşan defekt sonucu kanın damar duvar tabakaları arasına girmesi ile oluşan anevrizmalardır. İntrakraniyal disekan anevrizmaların en sık görüldüğü yer vertebral arter V4 segmenti ve vertebrobaziler bileşkedir.¹

İA'ların boyutlarına göre birçok sınıflandırma mevcuttur. Genel olarak çap <10 mm; küçük, çap 10-25 mm; büyük ve ≥ 25 mm; dev anevrizmalar olarak sınıflandırılabilir. ISUIA çalışmasında anevrizma boyutları <7 mm, 7-12 mm, 13-24 mm, ≥ 25 mm olarak sınıflandırılmıştır.^{1,21}

2.3.5. Klinik

İntrakraniyal anevrizmaların çoğu rüptüre olana kadar bulgu vermez ve başka bir sebeple yapılan kraniyal görüntüleme sırasında tesadüfen saptanabilirler. Anevrizma rüptüre olduğunda ise SAK gelişir ve yüksek oranda morbidite ve mortalite ile ilişkilidir.²⁷ Anevrizmal SAK'a bağı toplam mortalite, tüm ölüm nedenlerinin %0,4-0,6' sını olarak kabul edilir ve bilinen rüptürü olan hastalarda yaklaşık %30-40 morbidite, %20 mortalite bildirilmiştir.²⁸

Kanamamış İA'lar genellikle semptom vermediklerinden, sadece anamnez ve fizik muayene ile tespit edilemezler. Ancak büyük ve dev anevrizmalar buldukları arter segmentine göre kitle etkisine bağı semptomlar oluşturabilir. PCoA, PCA ve SCA anevrizmaları 3.kraniyal sinir bası bulgularına neden olabilir. Anevrizmalar rüptüre olduklarında ise, genellikle hastalar tarafından "hayatımın en kötü baş ağrısı" olarak tanımlanan ani başlangıçlı, şiddetli bir baş ağrısı ile ortaya çıkarlar. Hastaların %30'unda ağrı anevrizmanın bulunduğu tarafa lateralize edilebilir. Baş ağrısına kısa bir bilinç kaybı, bulantı ve kusma eşlik edebilir. Nöbet nadirdir ve hastaların %10'undan azında görülür. Anevrizma rüptürü sonrası ani ölüm, hastaların %10-15'inde ortaya çıkabilir. SAK saptanan hastaların %10-25'i, rüptürden günler veya haftalar önce ani ve şiddetli bir baş ağrısı tarif eder. Bu küçük bir kanama veya uyarı sızıntısı anlamına gelen "sentinel baş ağrısı" olarak adlandırılır. Fizik muayene bulguları yüksek tansiyon, dilate pupil, görme alanı ve/veya kraniyal sinir defisitleri, uyuşukluk, fotofobi, motor veya duyuşal

bozukluklar, ense sertliği gibi meninks irritasyon bulgularını içerebilir. İCA kavernöz segment anevrizmaları rüptüre olduklarında, SAK yerine karotid-kavernöz fistül gelişebilir.¹

Anevrizmalar subhyeloid (en sık), retinal veya vitröz alana kanayarak intraoküler kanamaya yol açabilir. Terson Sendromu olarak adlandırılan bu durum her türlü SAK sonucu gelişebilir, ancak genellikle ACoA anevrizmaları sonucu geliştiği bildirilmiştir.¹

Tekrar kanama ve vazospazm, SAK sonrası en önemli komplikasyonlardır ve yüksek morbidite-mortalite riski taşırlar. Tekrar kanama en çok ilk 24 saatte, özellikle ilk 6 saat içerisinde gerçekleşmektedir.²⁹ Vazospazm hastaların 2/3'ünde görülür ve yaklaşık yarısında SAK sonrası 4-14.gün gecikmiş serebral iskemi gelişir.¹ Ayrıca SAK sonrası gelişen komplikasyonlar arasında hidrosefali, epilepsi, hiponatremi de yer almaktadır. Hidrosefali anevrizmal SAK olgularının %20-27'sinde izlenir. Akut dönemde subaraknoid mesafedeki kanın obstrüksiyona neden olmasıyla oluşurken, kronik dönemde kanamaya sekonder gelişen subaraknoid yapışıklıklar nedeniyle oluşmaktadır. SAK sonrası gelişen elektrolit bozukluklarından en sık görüleni hiponatremidir ve genel olarak vazospazm ile aynı dönemde izlenir.¹

SAK sonrası hastaların klinik durumlarının ve prognozlarının değerlendirilmesi için çeşitli evreleme sistemleri tanımlanmıştır.

Hunt-Hess Evrelemesi; ilk nörolojik değerlendirmeye dayanan, subaraknoid kanamanın ciddiyetini değerlendiren ve prognozu ön görmeyi amaçlayan, evrensel olarak kabul gören klinik derecelendirme sistemidir.²⁰ (5.Çizelge)

Son yıllarda yapılan çalışmalarda; sağlık çalışanları tarafından günlük pratikte yaygın kullanımı nedeniyle, SAK sonrası değerlendirme ve prognozu ön görmede Glasgow Koma Skalası (GKS)'nin kullanımının en mantıklı sistem olduğu belirtilmektedir.¹ Bu sisteme göre; Evre 0: rüptüre olmamış anevrizma, Evre 1: GKS 15, Evre 2: GKS 12-14, Evre 3: GKS 9-11, Evre 4: GKS 6-8 ve Evre 5: GKS 3-5 olarak sınıflandırılmıştır. GKS'de değerlendirilen parametreler 6.Çizelge'de tanımlanmıştır.

5.Çizelge: Hunt-Hess evrelemesi.

Evre	Tanım
0	Rüptüre olmamış anevrizma
1	Aseptomatik veya minimal baş ağrısı veya hafif ense sertliği
2	Baş ağrısı, ense sertliği var. Kranial sinir paralizisi dışında nörolojik defisit yok.
3	Uykuya eğilim, konfüzyon veya hafif fokal defisit var.
4	Stupor, orta veya ciddi derecede hemiparezi.
5	Deserebrasyon rijiditesi ve derin koma.

6.Çizelge: Glasgow Koma Skalası.

Göz Açma		Motor Yanıt		Sözel Yanıt	
Spontan	4	Komutlara uyma	6	Oryante, koopere	5
Sözel uyararla	3	Uyarıyı lokalize ediyor	5	Konfüze	4
Ağrılı uyararla	2	Uyarıdan kaçınma	4	Uygunsuz cevap	3
Yanıt yok	1	Global fleksör yanıt	3	Anlamsız sesler	2
		Global ekstansör yanıt	2	Yanıt yok	1
		Yanıt yok	1		

WFNS (World Federation of Neurosurgical Societies) evreleme sisteminde de; GKS temel alınarak nörolojik değerlendirme yapılmaktadır.

2.3.6. Tanı

Subaraknoid kanamalı hastalarda, kanamaya neden olan patolojinin hızlı ve doğru tanınması, tedavi kararının verilmesi ve hasta prognozu açısından son derece önemlidir. SAK şüphesinde tanı amaçlı ilk görüntüleme yöntemi kontrastsız Bilgisayarlı Tomografi (BT)'dir. Semptomların başlangıcından sonraki ilk 12 saatte BT'nin tanıdaki duyarlılığı %98-100 iken, zaman geçtikçe duyarlılık azalmaktadır. SAK klinik şüphesi bulunan vakaların %3'ünde BT'de SAK izlenmeyebilir, bu durumda lomber ponksiyon yapılarak tanı konabilir. Ancak MR incelemede FLAIR sekansı özellikle ilk 48 saat içinde

gerçekleştirilirse, SAK tespitinde duyarlılığı %99 olduğundan BT negatif SAK şüphesi bulunan olgularda LP öncesinde tercih edilebilir.³⁰

SAK tanısı konduktan sonra kanama kaynağını bulmak için; BT Anjiyografi (BTA), Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA) veya Dijital Substraksiyon Anjiyografisi (DSA) yapılabilir. İA'ların tanı ve karakterizasyonu için altın standart yöntem DSA'dır. DSA invaziv ve maliyetli bir yöntemdir ve işleme bağlı düşük de olsa önemli klinik sonuçlara yol açabilen komplikasyon riski taşımaktadır. DSA'nın diğer modalitelere göre en büyük avantajı tanı yanında aynı seansta tedavinin de yapılabilmesidir. BTA ve MRA günümüzde anevrizma tanı ve takiplerinde güvenilir bir şekilde kullanılmaktadır. BTA ve MRA'nın DSA'ya göre en önemli avantajı invaziv olmamaları ve ek anatomik bilgi sağlamalarıdır. BTA'nın noninvaziv olması yanında, genel durumu kötü hastalarda hızlı tanı sağlaması, anevrizma içi trombüs varlığı, eşlik eden kalsifikasyonlar ve aterom plaklarını değerlendirilebilmesi önemli avantajlarıdır. Ancak BTA'nın uzaysal rezolüsyonu DSA'dan daha düşüktür ve genel olarak BTA'da DSA'dan daha fazla kontrast madde kullanılmaktadır. MRA'da, DSA ve BTA'dan farklı olarak iyonize radyasyon yoktur ve iyotlu kontrast madde kullanılmaz. Bu nedenle renal fonksiyonu bozuk hastalar, gebeler ve kontrast madde alerjisi olan hastalarda MRA iyi bir alternatif tanı yöntemidir. Ancak MRA tetkik süresinin uzun olması, SAK gibi acil durumlarda kullanımını sınırlandırmaktadır. Genellikle anevrizma taraması ya da tedavi sonrası takip amaçlı kullanılmaktadır.¹

Kontrastsız BT'de SAK izlenen hastalarda; kanamaya neden olabilecek anevrizma varlığını değerlendirmek için aynı seansta hızlı bir şekilde BTA çekilebilir ve kanamaya neden olan anevrizmayı %90-97 oranında saptayabilir. Çapı <4 mm olan anevrizmalarda BTA duyarlılığı düşmektedir. White ve ark.³¹ analizlerinde; BTA ve MRA için anevrizma çapına göre tanısal duyarlılığı karşılaştırmış ve çapı >3 mm olan anevrizmaların saptanmasındaki duyarlılık (BTA için %96, MRA için %94), ≤3mm olanların saptanmasındaki duyarlılıktan (BTA için %61, MRA için %38) daha yüksek bulmuşlardır. Aynı çalışmada; İA tanısında, BTA doğruluğu %89 ve MRA doğruluğu ise %90 olarak bildirilmiştir.

Subaraknoid kanaması bulunan bir hastada BTA'da anevrizma izlenmezse DSA yapılmalıdır. Günümüzde BTA ve DSA'da üç boyutlu (3D) rekonstrüksiyonlar, vasküler yapıların tüm açılardan görüntülenmesini sağlayarak anevrizma tanısında duyarlılığı

arttırmaktadır. SAK bulunan olgularda DSA ile anevrizma saptanmadıysa, 7-14 gün sonra DSA tekrarı önerilmektedir.^{29,32}

BT’de, SAK’ın şekil ve dağılımına göre kanamaya neden olan anevrizma tahmin edilebilir. Bu durum özellikle birden fazla anevrizması olan hastalarda kanayan anevrizmanın tedavi edilebilmesi açısından önemlidir. Multipl anevrizmalı hastalarda hangi anevrizmanın kanadığı konusunda DSA’da yararlıdır. Genel olarak en büyük, lobule ya da düzensiz kontürlü olan anevrizmanın ya da ACoA lokalizasyonunda olan anevrizmanın kanama olasılığı daha fazla kabul edilir.¹⁹

Modifiye Fisher Skalası; SAK ve yaygınlığını BT bulgularına göre sınıflayarak prognozu ön görmeyi amaçlayan evreleme sistemidir⁵ (7.Çizelge). Bu evreleme sisteminin, SAK komplikasyonlarından gecikmiş serebral iskemi gelişimi ile en iyi korelasyonu gösterdiği düşünülmektedir.

7.Çizelge: Modifiye Fisher skalası.

Modifiye Fisher Evre	Subaraknoid Kanama	İntraventriküler Hemoraji
0	yok	yok
1	<1 mm	yok
2	<1 mm	var
3	>1 mm	yok
4	>1 mm	var

2.3.7. Tedavi

İA tedavisinin asıl amacı anevrizma içerisine kan akımını engelleyerek anevrizmanın dolaşım dışı bırakılmasıdır. Tedavide cerrahi veya endovasküler yöntemler kullanılabilir.

2.3.7.1. Cerrahi Tedavi

İA’ların cerrahi tedavisi Dandy’nin 1937 yılında PCoA anevrizmasında mikrocerrahi kliplmeyi tanımlamasıyla başlamıştır.⁶ Uzun yıllar boyunca mikrocerrahi kliplleme İA’ların tedavisi için altın standart olarak kabul görmüştür. Cerrahi tedavi, anevrizma ile birlikte büyük anevrizma kesesinin kitesini de ortadan kaldırabilir. Cerrahi sırasında hidrosefali ve vazospazmı azaltmak için kan subaraknoid alandan boşaltılabilir. Cerrahi

tedavi kese ile boyun oranlarına bağılı değildir ve klipler geniş boyunlu anevrizmalardaki bir duvarı rekonstrükte etmek için kullanılabilir. Cerrahi tedavinin en büyük dezavantajı kraniyotomi ve beyin retraksiyonu gerektirmesidir. Bir diğer dezavantajı ise klip yerleştirilirken anevrizma çevresinin bazı durumlarda görülemeyebilmesi nedeniyle diğer damarların klip yerleşimi ile zarar görebilmesidir. Ayrıca cerrahi sonrası hastanede kalış süresi endovasküler tedavilere göre daha uzundur.

2.3.7.2. Endovasküler Tedavi Yöntemleri

1970 yılında ilk kez Fedor Serbinenko ayrılabilir lateks balon ile endovasküler anevrizma tedavisini tanımlamıştır.⁷ 1990 yılında Guglielmi tarafından elektrolitik olarak ayrılabilir platin koillerin geliştirilmesinden sonra İA'ların endovasküler tedavisi kabul görmeye başlanmıştır.⁸ Endovasküler tedavinin etkinliği ve güvenliğinin göstergesi olan düşük morbidite ve mortalite oranları, klinik çalışmalarla birlikte kanıtlandıkça, endovasküler tedavi cerrahi kliplemeye alternatif olmuştur.⁹⁻¹¹

İntrakraniyal anevrizmayla başvuran hastalar, başvuru şekilleri (kanamış/kanamamış), anevrizma şekli (sakküler, fuziform), yerleşimi (anterior/posterior dolaşım), çapı (küçük/büyük/dev), boyun yapısı (dar/geniş) ve anevrizma boynu ya da lümeninden çıkan dal varlığı açısından oldukça farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar nedeniyle tüm İA çeşitlerini endovasküler yolla tedavi edebilmek için, farklı yöntemler ve yeni cihazlar geliştirilmiştir.

Günümüzde İA'ların endovasküler tedavisinde; standart koil embolizasyon, balon destekli koil embolizasyon, stent destekli koil embolizasyon, parent arter oklüzyonu, akım yönlendirici stentler ve intrasakküler akım bozucu cihazlar kullanılmaktadır.

Standart Koil Embolizasyon

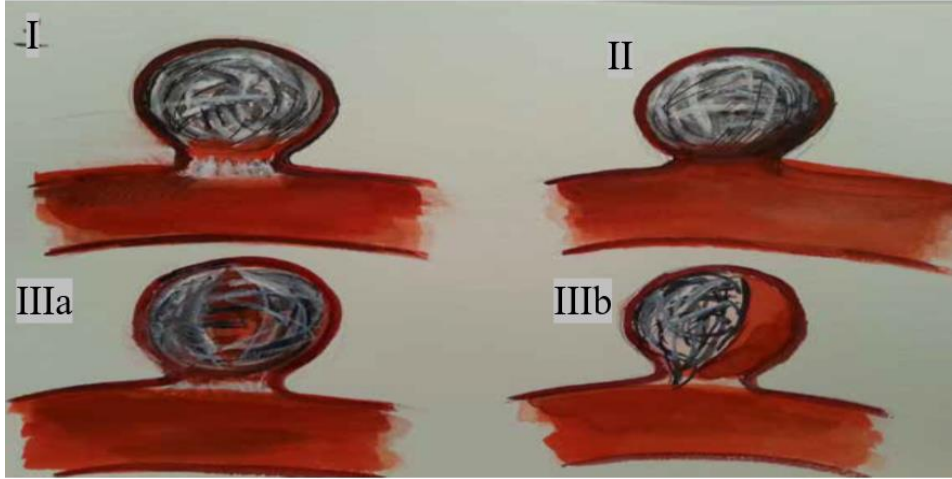
Guglielmi tarafından elektrolitik olarak ayrılabilir platin koillerin (Guglielmi Detachable Coil; GDC, Boston Scientific Corporation, Natick, MA) geliştirilmesi ile İA'ların endovasküler yolla tedavisi giderek artan tedavi yöntemi olmuştur. İlk üretilen koiller spiral şeklinindedir, sonraki yıllarda mekanik ve hidrolik yöntemle ayrılabilen koiller kullanıma girmiştir ve günümüzde daha karmaşık şekilli koillerden oluşan geniş bir spektrum mevcuttur. Koil embolizasyon sonrası koillerin daha kompakt hale gelmesi ya da anevrizma büyümesi, bazen de her iki etki nedeniyle rekürrens görülmeleri en önemli sorun

olarak karşımıza çıkmaktadır. Anevrizma rekürrensini azaltabilmek için biyoaktif madde ile kaplı koiller üretilmiştir. Bu amaçla Cerecyte (Cerecyte, Micrus Endovascular, San Jose, Calif) ve Matrix koil (Stryker, Kalamazoo, Michigan) üretilmiştir. Bu koiller anevrizma içinde inflamatuvar reaksiyonu uyarak trombüs ve sonuç olarak fibrozis oluşmasını hızlandırır. Bu koillerin dışında hidrojel kaplı koiller de kullanılmaktadır. Son yıllarda bazı yayınlar hidrojel kaplı koillerde rekürrensini azaldığını göstermektedir. Hidrojel kaplı koiller (Hydrocoil, MicroVention, Aliso Viejo, CA) kan ile temas ettikten sonra su emerek şişerler ve anevrizma lümeninin hacimsel olarak doldurulmasına katkı sağlarlar.

Koil ile embolizasyon işleminde; mikrokater anevrizma lümenine ulaştırıldıktan sonra içerisinden uygun çap, uzunluk ve yapıdaki yumuşak-elastik koiller ile anevrizma lümeni doldurulur. Anevrizma içerisine girmek için uygun açılı mikrokater içerisinden anevrizmaya kolay girebilecek mikrokılavuz tel kullanılır. Mikrokater yerleştirilirken anevrizmanın en zayıf noktası olan kubbeye yaklaşılmamalı ve anevrizma merkezinde kalınmalıdır. Koil pakisinin çatısını oluşturması için ilk yerleştirilen koilin çapı anevrizma sferik ise anevrizma çapı kadar, anevrizma elipsoid ise anevrizmanın kısa çapı kadar olmalı, uzunluğu ise olabildiğince fazla olmalıdır.²⁶ İlk koilden sonra gönderilen koiller anevrizma boyut ve şekline uygun olarak çap ve uzunlukları azaltılarak yerleştirilir. Anevrizma boynuna yaklaşıldığında yumuşak koiller seçilmelidir. Koiller ile anevrizma hacminin %25-30'u doldurulur. Kalan anevrizma hacmi akut dönemde trombozis ile, kronik dönemde ise fibrozis ile kapanmaktadır. Mikrokater geri çekilirken dikkat ederek kubbeye doğru fırlamasına engel olunmalıdır.

Diğer endovasküler yöntemlere göre standart koil embolizasyon daha basit bir teknik olup, daha az manipülasyon ve malzeme kullanımı gerektirdiğinden, vazospazm ve tromboemboli riski daha düşüktür. Ancak anevrizma kesesi içerisinde kompakt koil embolizasyonu sağlamakta zorluk çekilebilir. Bu da anevrizma nüks riskini artırır.²⁶ Parent artere koil sarkması, tromboembolik olaylar, anevrizma rüptürü görülebilecek komplikasyonlardır.

Koil embolizasyon sonrası anevrizma oklüzyon durumunun değerlendirmek için literatürde yayınlanmış birkaç sınıflandırma bulunmakta olup modifiye Raymond-Roy sınıflaması en yaygın kullanılan sınıflamadır.³³ (5.Çizim)



5.Çizim: Modifiye Raymond-Roy Sınıflaması; sınıf I: tam oklüzyon, sınıf II: boyunda rezidü, sınıf IIIa: koiller arasında rezidü kontrast dolumu, sınıf IIIb: anevrizma duvarı boyunca kontrast dolumu izlenen rezidü anevrizma.

Dar boyunlu sakküler anevrizmaların tedavisinde standart coil embolizasyon yöntemi başarıyla kullanılmaktadır. Anevrizma geniş boyunlu, fuziform, disekan olduğunda, anevrizmanın boynundan bir dal çıktığı zaman veya dev anevrizmalarda, coil ile embolizasyonun yetersiz kalması, teknik zorluklar yaşanabilmesi veya işlem sonrası takiplerde rezidü dolum varlığı coil kullanımında limitasyonlar oluşturmaktadır. Bu gibi durumlarda coil embolizasyon ile tedavinin başarısını arttırmak için intrakraniyal stentler ve balonlar gibi yeni endovasküler yöntemler geliştirilmiştir.

Balon Destekli Coil Embolizasyon

Moret ve ark.³⁴, geniş boyunlu anevrizmaların endovasküler yöntemler ile tedavi edilebilmesi için balon destekli coil embolizasyon yöntemini ilk olarak 1997 yılında tanımlamışlardır. Bu yöntemde; intrakraniyal arterler ile uyumlu bir balon anevrizma boynu düzeyine yerleştirilir, koiller bir mikrokater yardımıyla anevrizma kesesine doldurulurken, balon şişirilerek ana arteri koruyan bir iskele sağlar, böylece ana artere coilin sarkma riski azalmış olur. Ayrıca anevrizma kesesine coil yerleştirilirken ortaya çıkabilecek anevrizma rüptüründe balon ile anevrizma boynu kapatılabileceği için subaraknoid alana kanama engellenebilir ve coil yerleştirme işlemi güvenle yapılabilir. Koiller yerleştirildikten sonra balon geri alınarak işlem sonlandırılır. Balon destekli coil embolizasyonda antiagregan tedaviye gerek yoktur.

Stent Destekli Koil Embolizasyon

Stent destekli koil embolizasyon yöntemi, geniş boyunlu ve büyük anevrizmaların koil embolizasyon ile tedavi başarısını artırmak için geliştirilmiştir. Başlangıçta kraniyal bölge için özel olarak tasarlanmış stentlerin bulunmamasından dolayı daha sert olan koroner stentler kullanılmıştır. 2002 yılında intrakraniyal kullanım amaçlı tasarlanan Neuroform stent (Boston Scientific, Natick, Massachusetts, USA) FDA tarafından onaylanarak, stent destekli endovasküler tedavide kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra Enterprise (Cordis Neurovascular, Warren, New Jersey, USA), Solitaire (EV3, MTI, Irvine, CA, USA), LEO ve LEO Baby (Balt Extrusion Montmorency, France), Wingspan (Stryker, Fremont, CA, USA), LVIS ve LVIS Jr (Microvention, Tustin California, USA) stent üretilmiştir. İA'lara yönelik stentler üretildikçe bu yöntemin kullanımını artmıştır. Bu işlem sırasında, balon destekli koil embolizasyona benzer şekilde, stent anevrizma boynu düzeyine yerleştirilir ve parent arteri korumak için bir iskele sağlanmış olur. Bu, koilin parent artere sarkma riskini en aza indirip, daha yüksek yoğunluklu koil dolgusu sağlayarak, rekanalizasyon oranlarında düşüşe ve yüksek anjiyografik oklüzyon oranlarına yol açar.³⁵ Ancak stent kullanımında komplikasyon olarak erken dönemde tromboemboli, uzun dönemde stent stenozu ya da oklüzyonu gelişebileceğinden, işlem öncesi ve sonrasında antiplatelet tedavi kullanımı zorunludur. Bu durum ilk zamanlar rüptüre anevrizmaların tedavisinde stent destekli koil embolizasyon yönteminin kullanımında limitasyon oluştursada, deneyimlerin artmasıyla birlikte rüptüre anevrizmaların tedavisinde de kullanılmaya başlanmıştır. Stent destekli koil embolizasyonun anevrizma rekanalizasyonunu önlediği de düşünülmektedir. Bu da stent destekli koil embolizasyon kullanımının artmasına neden olmuştur.



6.Çizim: Stent destekli koil embolizasyon şematik gösterimi.

Sıvı Embolizan Ajan ile Embolizasyon

İşlem sırasında anevrizma boynu düzeyinde balon şişirilerek sıvı embolizan ajanın (Onyx; Covidien/EV3, Irvine, CA) anevrizma lümeni içerisine enjekte edilmesiyle yapılan endovasküler tedavi yöntemidir. Sıvı embolizan ajanlarla tedaviye yönelik yapılan çalışmalarda ilk sonuçlar koil ile tedavi edilemeyen hastalarda güvenli ve etkili bir yöntem olduğu yönünde olmuştur. Ancak, Onyx ile tedavi edilen büyük ve dev anevrizmalarda kitle etkisinin artışı, parent artere embolizan madde sızması sonucu tromboembolik olaylar yaşanması gibi durumlar bu tekniğin gelişimini hızla kesintiye uğratmıştır ve günümüzde kullanılmamaktadır.³⁶

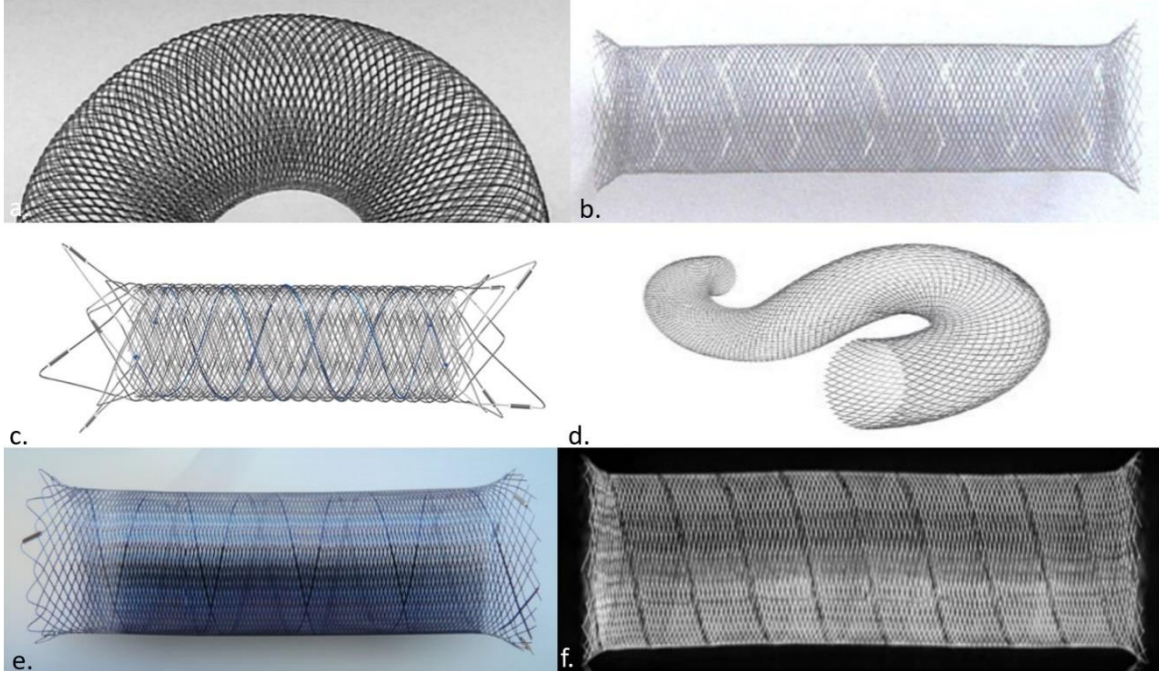
Parent Arter Oklüzyonu

Endovasküler olarak parent arter oklüzyonu, koil ve balon embolizasyonu ya da damar tıkama cihazları ile gerçekleştirilebilir. İşlem öncesinde beyin fonksiyon ve hemodinamisini gösteren balon oklüzyon testi yapılmalıdır. Parent arter oklüzyonu sonrasında ECA'dan gelişen kollateraller ile anevrizmanın doluşu görülebilir. Böyle durumlarda ECA'nın ilgili dalı da embolize edilmelidir.¹⁹ Günümüzde akım yönlendirici stentlerin kullanıma girmesi, parent arter oklüzyonu yönteminin kullanımını azaltmıştır.

Akım Yönlendirici Stentler

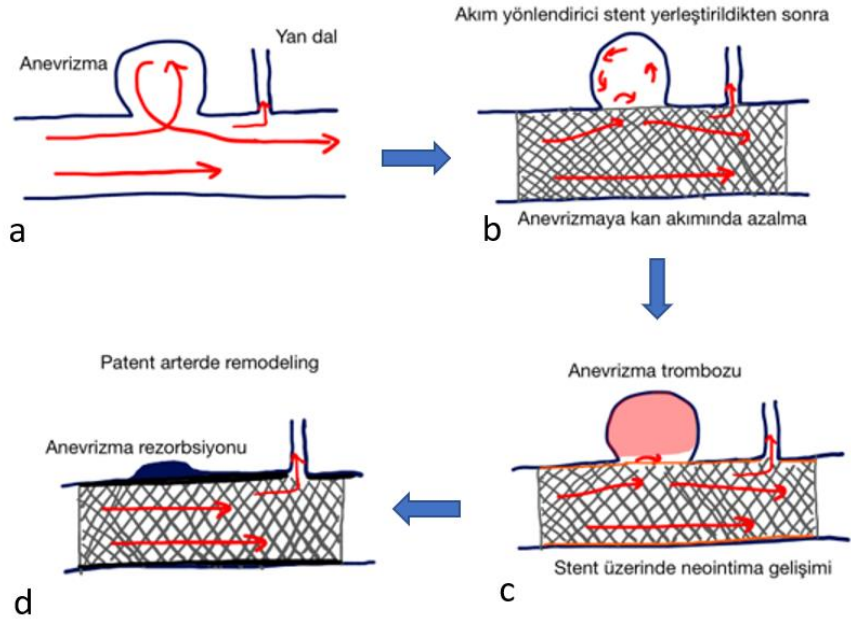
Akım yönlendirici stentler, endovasküler anevrizma tedavisinde koil ile birlikte ya da tek başına kullanılan intrakraniyal stentlere kıyasla, daha sık örgü yapısına sahip, daha fazla metal tel ve çok daha az sayıda gözenek bulunduran, kan akımını parent artere yönlendirerek intraanevrizmal kan akımını azaltıp, anevrizma trombozunu indüklemeyi amaçlayan yeni nesil stentlerdir. Akım yönlendirici stentlerin bu etkisi 2006 yılında yapılan hayvan deneyleri ile gösterilmiştir.³⁷ Akım yönlendirici stentlerin nörovasküler alanda kullanımını 2007 yılında Pipeline Embolizasyon Cihazı (PED; Medtronic Neurovascular, Irvine, California, USA)'nın üretilmesiyle başlamıştır.³⁸ PED, 2008 yılında Avrupa CE onayı, 2011 yılında internal karotid arterin petröz kısmından süperior hipofizyel kısmına kadar olan bölgede yerleşimli geniş boyunlu anevrizmaların tedavisi için FDA onayı almış ve intrakraniyal anevrizma tedavisinde akım yönlendirici stent olarak kullanılan ilk cihaz olmuştur.³⁹ Daha sonra Silk stent, Silk+ (Balt Extrusion, Montmorency, France), FRED (Flow-Redirection Endoluminal Device; MicroVention, Tustin, California, USA), FRED

Jr, Surpass (Stryker Neurovascular, Fremont, California, USA), Tubridge (MicroPort Medical Company, Shanghai,China), p64 Akım Modülasyon Cihazı (Phenox, Bochum, Germany), Derivo (Acandis, Pforzheim, Germany), Pipeline Flex (2.jenerasyon) ve Pipeline Shield (3. jenerasyon) akım yönlendirici stentler üretilmiştir.



7.Çizim: Bazı akım yönlendirici stent çeşitleri; a: PED, b: Silk stent, c: FRED, d: Surpass, e: Derivo, f: Tubridge stent.

Akım yönlendirici stentlerin iki ana etki mekanizması vardır. İlki; anevrizma boynu boyunca köprü görevi görerek, anevrizma kesesi içine kan akımını azaltmak, ancak yan dallara kan akımının devamını sağlamaktır. Anevrizma içindeki kan dolaşımının azaltılması akım durmasına ve anevrizma kesesinin trombozuna neden olur. Akım yönlendirici stentlerin ikinci etki mekanizması ise; anevrizma boynu boyunca neoendotelizasyon için bir iskele oluşturması ve doku büyümesini uyarmasıdır.⁴⁰ (8.Çizim)



8.Çizim: Akım yönlendirici stent ile endovasküler anevrizma tedavisinin etki mekanizmasının şematik gösterimi. (a) Anevrizma, (b) parent arter lümenine anevrizma içerisine kan akımını azaltan ve akımı parent arter distaline yönlendiren stentin yerleştirilmesi, (c) anevrizma lümeninde akım azalmasına bağlı staz sonucu saatler-günler içerisinde trombüs oluşumu ve anevrizma boynu düzeyinde stent üzerinde neointima gelişimi, (d) haftalar-aylar sonra anevrizmanın rezorbe olarak damarın tekrar yapılanması, ancak doğal basınç gradiyenti nedeniyle stentin kapladığı yan dallarda kan akımının korunması.

Akım yönlendirici stentler, geniş boyunlu, fuziform, kabarcık benzeri “blister-like” anevrizmalar, koil embolizasyon tedavisine uygun olamayacak kadar küçük boyutlu anevrizmalar, içerisinden parent arterin veya perforan dalların çıktığı anevrizmalarda ve endovasküler tedavi sonrası rezidü dolmuş gösteren intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde kullanılmaktadır.⁴¹ Bununla birlikte, anevrizmal subaraknoid kanamanın akut fazında akım yönlendirici stent kullanımı tartışmalıdır. Akım yönlendirici stentler ile ilgili problem, acil anevrizma oklüzyonu sağlayamamaları ve işlem sonrası anevrizmal total oklüzyonun ne zaman gerçekleşeceğini bilinememesidir.⁴¹ Bu nedenle anevrizmalar tam oklüzyon sağlanana kadar tekrar kanama riski altındadır. Dahası, akım yönlendirici stent sonrası dual antiplatelet tedaviye duyulan ihtiyaç, SAK tedavisi sırasında zorluk oluşturabilir. Bu sınırlamalar nedeniyle, rüptüre İA’ların akım yönlendirici stentler ile

tedavisi, geleneksel endovasküler ve cerrahi yöntemler için morfolojik olarak zorlayıcı olan disekan, dev, fuziform veya kabarcık benzeri “*blister-like*” anevrizmalar ile sınırlandırılmıştır.⁴²

Akım yönlendirici stentler, kür oranlarının yüksek, komplikasyon oranlarının düşük olması nedeniyle birçok anevrizma çeşidi için hızlı bir şekilde tedavi seçeneği haline gelmiştir. Akım yönlendirici stent ile işlem sırasında anevrizma kesesine müdahale yapılmadığından rüptür riski azalmaktadır. Ancak stent parent arter lümenine yerleştirildiğinden, standart koil embolizasyon ve balon destekli koil embolizasyona oranla tromboembolik olay riskinde artış vardır. Bu nedenle akım yönlendirici stent kullanımında; işlem öncesi ve sonrasında dual antiplatelet tedavi gerekmektedir ve işlem sırasında sistemik heparinizasyon yapılmaktadır. Akım yönlendirici stent tedavisinde stent açıklığının korunması için dual antiplatelet tedavinin gerekliliği özellikle gecikmiş kanama gibi komplikasyonların yönetiminde zorluklara yol açabilmektedir.⁴³ Akım yönlendirici stent kullanımından sonra, özellikle büyük ve dev anevrizmalarda gecikmiş anevrizma rüptürünü önlemek için, akım yönlendirici stent yerleştirilmeden önce koil kullanılması ve büyük ve dev anevrizmalarda anevrizma tedavisi sonrası steroid kullanımı önerilmiştir. Tromboembolik komplikasyon riskini azaltmak için; stent boyutunu büyük kullanmaktan kaçınılmalı ve anevrizma başına kullanılan stent sayısı en aza indirilmelidir.⁵

Akım yönlendirici stentlerin, anevrizma boynu ile birlikte boynun proksimal ve distalinde en az 5 mm’lik alana dek uzanması gerekir. Stentler parent arter lümeninde açıldıkları zaman boyları kısalabilmektedir. Bu nedenle akım yönlendirici stentin boyunun doğru seçilmesi tedavinin etkinliği açısından oldukça önemlidir. Birbirine komşu anevrizma varlığında ya da bazı fuziform anevrizmalarda, uzun bir segmentin tedavisinde birkaç adet akım yönlendirici stent kullanılabilir.

Akım Yönlendirici Stent Çeşitleri

Pipeline Embolizasyon Cihazı

Pipeline embolizasyon cihazı (PED), %25 platin ve %75 kobalt-krom-nikel alaşımından oluşan, mikrokater aracılığı ile yönlendirilen, kendiliğinden açılabilen (self-expandable), intrakraniyal anevrizmaların tedavisi için tasarlanmış akım yönlendirici stenttir. PED, 48 tel ile tasarlanmış örgülü bir ağ yapısındadır ve damar duvarına tamamen yerleştirildiğinde

%35 metalik yüzey alanı kaplaması sağlar.^{40,44} PED; 2,5-5,0 mm çap (0,25 mm'lik artışlarla) ve 10–35 mm (2 mm'lik artışlarla 10-20 mm ve 5 mm'lik artışlarla 20-35 mm) arasında değişen boyutlarda mevcuttur. İkinci nesil PED; Pipeline Flex (PFED), Mart 2014'te Avrupa CE onayı ve ardından Şubat 2015'te FDA onayı almıştır. Tasarımı, cihazın açılmasını artırmak ve yeniden yerleştirme özelliği ile ek güvenlik sağlamak için “resheatable” özelliği içerir. Son zamanlarda, Pipeline Shield adı verilen üçüncü nesil bir PED cihazı üretilmiştir ve Mart 2015'te CE onayı almıştır. Bu cihaz, PFED ile aynı sistemlere sahiptir. Ancak stentin trombojenik potansiyelini azaltmak için, stenti oluşturan tellerle örgülü yapının sentetik fosforilkolin polimeri ile kaplandığı yeni bir yüzey modifikasyonu ile geliştirilmiştir.⁴⁵ PED ile ilgili yapılan çalışmalar, büyük ve dev anevrizmaların tedavisinde etkinliği, dayanıklılığı, güvenliği ve maliyet etkinliğini göstermiştir. Buenos Aires ve Budapeşte serisinden yapılan ilk raporlar, 6 aylık takip anjiyogramlarında %90-93 aralığında tam radyolojik oklüzyon oranları göstermiştir.^{44,46}

Silk Stent

Silk stent, yumuşak bir mikrokaterle desteklenen, yeniden yerleştirme ve yer değiştirme olanaklarına sahip, sık örgülü yapıda, kendiliğinden açılabilen, yaklaşık olarak %35 oranında metal yüzey kapsama alanı sağlayan bir stenttir. Silk stent 48 adet nitinol telden örülmüş, küçük gözenek boyu olan kapalı hücre dizaynına sahip akım yönlendirici bir cihazdır. Bu gözenekler sayesinde kaplı stentlerin aksine, anevrizmayı oluşturan ana damar hattı boyunca hem büyük damar dallarının hem de küçük perforatör dalların açık kalmaları için uygun miktarda kan geçişine izin vermektedir.

Surpass

PED'e benzer yapıda ama daha az gözeneklidir. Surpass sadece 3,4 ve 5 mm çap seçenekleriyle daha az boyutta bulunur. Üç ve 4 mm cihazlarda 72 tel ve 5 mm cihazda 96 tel vardır. PED'den farklı olarak, Surpass cihazı, 0.040 iç çaplı bir katater ve iticisinden oluşan bir mikrokater dağıtım sisteminin distal ucuna önceden yüklenir.

FRED (Flow Re-direction Endoluminal Device)

FRED, kapalı hücreli çift stentli (stent içerisinde stent yapısında), tek tel örgülü nikel ve titanyumdan oluşan, kendiliğinden açılabilir yapıda bir stenttir. Bu stent tek operator

tarafından eş zamanlı bırakılıp-geri çekilebilen bir şekilde dizayn edilmiştir. Çift stent yapısı; iç içe yerleştirilmiş fazla gözenekli çıplak bir stent ve az gözenekli akım yönlendirici stentten oluşmuştur. FRED'in iç içe yerleştirilmiş çift katmanlı yapısı; damar duvarına tutunma kolaylığı sağlar ve stent açılması ile ilgili problemleri en aza indirir.

p64 Akım Modülasyon Cihazı

p64 Akım Modülasyon Cihazı, uzunluğu boyunca radyopak işaretleyicileri ve sekiz proksimal paket işaretleyicisi bulunan 64 adet nikel-titanyum alaşımından (nitinol) oluşan sık örgülü ağ yapısındadır. Cihaz, 2,5–5 mm çapında, 12–36 mm uzunluğunda bulunmaktadır. Tam yerleştirme işleminden sonra cihazı geri alabilmek açık bir avantajdır; aslında kontrollü mekanik ayrılma nedeniyle p64 mikrokater içine alınabilir ve uzunluğunun %100'ünün ekstrüzyona çıkana kadar çıkarılabilir veya yeniden konumlandırılabilir.⁴⁷

Tubridge Akım Yönlendirici Stent

Tubridge akım yönlendirici stent, genişletilmiş uçlu, sık örgülü, kendiliğinden genişleyen yapıdadır. Büyük Tubridge (çap >3,5 mm) 62 nikel-titanyum mikrofilaman ve 2 platin-iridyum radyopak mikrofilamanla örülürken, daha küçük olan Tubridge (çap <3.5 mm) 46 nitinol ve 2 platin-iridyum mikrofilamandan oluşur.

Derivo

Derivo Embolizasyon Cihazı (DED), radyo-platin çekirdekli 48 nitinol kompozit telden ve X-ışını üzerindeki görünürlüğü artırarak için her iki ucunda üç ek platin-iridyum işaretleyiciden oluşan, kendiliğinden genişleyebilen akım yönlendirici stenttir. DED yüzeyi ince bir titanyum oksit ve oksinitrid tabakası ile kaplanmıştır. Bu özelliğin stentin parent artere yerleştirilmesi sırasında sürtünmeyi azaltarak, cihazın potansiyel olarak daha düşük trombojenik etki oluşturmasına neden olduğu düşünülmektedir.⁴⁸

İntrasakküler Akım Bozucular









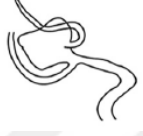

İntrasakküler akım bozucu cihazlar, anevrizma içerisine yerleştirilerek anevrizma trombozunu indükleyen, çok sayıda küçük nitinol telden örülü ağ yapısında küresel şekilli cihazlardır. Akım bozucu cihazlar, anevrizmanın içine yerleştirildiği için, antiplatelet

tedavi gerektirmediği düşünölmektedir. Ancak bu cihazların güvenlik önlemleri halen araştırılmaktadır ve %15'e kadar artan oranda tromboembolik olay bildirildiğinden, standart antiplatelet tedavi bu cihazların kullanımını içinde önerilmektedir.⁵ WEB (Sequent Medical Inc, Aliso Viejo, CA) ve Artisse-Luna (Medtronic, Irvine, California, USA) intrasakköler akım bozucu olarak üretilen yeni nesil endovasköler tedavi cihazlarıdır.

Literatürde, endovasköler tedavi sonrası oklüzyon durumunu değerlendiren sınıflandırmaların hiçbiri, tedavi tekniğine bakılmaksızın, mevcut endovasköler anevrizma tedavisinin tüm spektrumunu ele almamaktadır. Bu belirsizlik sorununu çözmek ve farklı modaliteler için farklı sınıflandırmaların kullanılması ihtiyacını dışlamak için, Çekirge ve ark.⁴⁹, yaygın olarak kullanılan Raymond-Roy Oklüzyon Sınıflandırma ölçeğini genişleterek mevcut ve gelişen tedavi teknikleriyle sonuçları tanımlayan yeni bir sınıflandırma sistemi önermişlerdir. (8.Çizelge, 9.Çizim)

8.Çizelge: Herhangi bir endovasküler teknikle tedavi sonrası anjiyografik sonuçların sınıflandırılması.

Sınıflama
<p>Sınıf 1: Anevrizma kesesinin tam oklüzyonu. Anevrizma kesesinden çıkan bir dal varlığında, alt gruplara ayrılır.</p> <p>1A: Anevrizmadan çıkan dalın tam açıklığı ile birlikte anevrizma kesesinin tam oklüzyonu</p> <p>1B: Anevrizmadan çıkan dalda kalibrasyon azalması ile birlikte anevrizma kesesinin tam oklüzyonu</p> <p>1C: Anevrizmadan çıkan dalda antegrad dolum olmadan anevrizma kesesinin tam oklüzyonu</p> <p>Sınıf 2: Anevrizma boynunda rezidü</p> <p>Sınıf 3: Anevrizma kesesinde rezidü dolumun eşlik ettiği inkomplet oklüzyon</p> <p>Sınıf 4: Anevrizma dolumu. Bu sınıf, akım dinamiği üzerine etkili yöntemlerde hemen işlem sonrası DSA'yı değerlendirme için yapılmıştır.</p> <p>4A: Kontrast stagnasyonu, tedavi sonrası anevrizma kesesi içinde kontrast kalış süresinde herhangi bir değişiklik olduğunda kontrast stagnasyonu olarak değerlendirilir.</p> <p>4B: Kontrast stagnasyonu olmaması.</p> <p>Sınıf 5: Parent arterde remodeling, boyun bölgesinde değişmemiş veya azalmış kontrast dolumu; bu gruba dahil edilmek için, tanım gereği, en az 6 ay arayla en az 2 ardışık kontrol anjiyografi olmalı, istisnai olarak, sadece keseden çıkan dalda kontrast dolumu olan vakalarda, kıvrımlı veya dilate, kesesi olmayan ana arter ile devam eden orijinalinden farklı bir damar görünümü olduğunda 1 kontrol anjiyografi sınıf 5'in tanımı için yeterli olabilir.</p>

CLASS 1A		
CLASS 1B		
CLASS 1C		
CLASS 5		
		
		

9.Çizim: Sınıf 1 alt gruplarının ve sınıf 5'in şematik çizimi.⁴⁹

Son sütun kontrol anjiyografik görünümü göstermektedir. Sınıf 5'in ilk örneği, kontrol görünümünün gerektiği gibi değişmediği göz önüne alındığında, intrasakküler akım bozucu cihaz yerleşimi sonrasındaki kontrol sonucunu temsil eder. Sınıf 5'in ikinci ve üçüncü örnekleri, akım yönlendirici stent tedavisinden sonra yeniden modellemeyi temsil eder.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Akım yönlendirici stentler özellikle kompleks intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde sıklıkla kullanılmaya başlanan yeni nesil endovasküler tedavi cihazlarıdır. Yapılan çalışmalar umut vadeci olmakla beraber yöntemin teknik zorlukları, anevrizma oklüzyonunun zamanla gerçekleşmesi, tedavi sonrası gelişebilecek komplikasyonların değerlendirilmesi açısından uzun dönem takipler gerektirmektedir. Biz bu çalışma ile akım yönlendirici stent ile tedavi ettiğimiz hastalarda; işlem sırasında ve sonrasında gelişen komplikasyonları, anevrizmaların uzun dönem (>1 yıl) oklüzyon durumlarını ve akım yönlendirici stent ile intrakraniyal anevrizma endovasküler tedavisinin etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık.

Çalışmamız için Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan KÜ GOKAEK 2020/57 proje numaralı etik kurul onayı alınmıştır.

Çalışmaya Kasım 2010-Mart 2019 tarihleri arasında Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Girişimsel Radyoloji Bölümünde akım yönlendirici stent ile tedavi edilen 21 hasta dahil edilmiştir.

Tanı ve tedavi işlemleri öncesinde tüm hasta ve/veya hasta yakınlarından, yapılacak olan tedavinin türü, gerekliliği, süreci, olası komplikasyonları ve sonuçları konusunda bilgilendirme sonrası aydınlatılmış onam formu alınmıştır.

Tüm işlemler öncesinde (acil ya da elektif) hastaların kanama parametreleri endovasküler tedavi uygunluğu açısından değerlendirilmiştir.

Çalışmamız; Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Girişimsel Radyoloji arşivi, PACS arşivi, Nucleus programı incelenerek retrospektif olarak yapılmıştır.

Anevrizmaların yerleşim yeri, boyutu, boyun yapısı, anevrizma kesesi ya da boynundan çıkan dal varlığı, işlemde kullanılan stent tipi, stente ek koil kullanımı, işlem sırası ve sonrasında gelişen komplikasyonlar, tedavi sonrası anevrizma oklüzyon durumu, stent içi darlık gelişimi, stent ile hapsolan dal varlığı ve işlem sonrası patent olup olmadıkları değerlendirildi.

Anevrizma boyutları ISUIA çalışmasına göre <7 mm, 7-12 mm, 13-24 mm ve \geq 25 mm olarak sınıflandırıldı.

Anevrizma boyun genişliği ≥ 4 mm olanlar geniş boyunlu, <4 mm olanlar dar boyunlu olarak değerlendirildi.

İşlem sonrası en az 1 yıllık MRA ve/veya DSA takipleri değerlendirildi. Anevrizma oklüzyon durumu DSA'da, tam oklüzyon, belirgin kontrast stazı, hafif kontrast stazı ve işlem öncesine göre anevrizma dolusunda değişiklik yok şeklinde dörde ayrıldı. MRA incelemelerinde, tam oklüzyon ve rezidü anevrizma olarak sınıflandırma yapıldı. Tüm radyolojik bulgular girişimsel nöroradyoloji alanında 20 yıllık tecrübeli girişimsel nöroradyolog ve başında bulunduğu ekip tarafından değerlendirildi.

Hastaların taburculuk sırasındaki nörolojik durumları modifiye rankin skalasına göre değerlendirildi (9.Çizelge).

9.Çizelge: Modifiye Rankin Skalası.

Puan	Tanım
0	Semptom yok.
1	Belirgin sakatlık yok (Bazı semptomlara rağmen günlük işlerini yapabilmek)
2	Hafif sakatlık (Bazı aktiviteleri yapamamak fakat yardımsız kendi işlerini yapabilmek)
3	Orta derecede sakatlık (Kendi işlerini yapmak için kısmen yardıma ihtiyaç duymak ama desteksiz yürüyebilmek)
4	Orta derecede ağır sakatlık (Desteksiz yürüyemez, diğer aktivitelerde yardıma ihtiyacı vardır)
5	Ağır sakatlık (Yatağa bağımlı, sürekli bakıma muhtaç)

3.1. İşlem Öncesi ve Sonrası Medikasyon

Elektif şartlarda işlem yapılacak hastalara işlem öncesi en az 5 gün süreyle 75 mg klopidogrel ve 100-300 mg aspirin oral olarak verildi. Eğer hasta işlem öncesinde ilacı almamış ise, işlem günü 375 mg klopidogrel ve 300 mg aspirin yükleme dozu şeklinde oral olarak verildi. İşlem sırasında tüm hastalar heparinize edilerek; femoral sheat takıldıktan sonra 5000IU bolus tarzında, işlem sırasında intravenöz yoldan devamlı perfüzyon şeklinde heparin verildi. İşlem sonrası tüm hastalarda heparinizasyon 24 saate uzatıldı ve sonrasında 3-10 gün boyunca düşük molekül ağırlıklı heparin kullanıldı. Taburculukta

hastalara en az 6 ay süreyle günde 75 mg klopidogrel ve ömür boyu 100 mg aspirin almaları önerildi.

3.2. Endovasküler Prosedür

Endovasküler tedavide; genel anestezi altında, aseptik şartlarda, femoral arterin 5F intraducer sheat ile Seldinger yöntemiyle ponksiyonu sonrası her iki ana karotis arter ve vertebral arterler selektif kataterize edilerek, anteroposterior, lateral ve anevrizmanın en iyi görüntülenebildiği projeksiyonlarda görüntüler alınıp anevrizmalar değerlendirildi. Tüm hastalara 3D rotasyonel anjiyografi yapıldı ve çalışma projeksiyonları belirlendi. Tüm hastalarda tek taraflı femoral yol kullanıldı.

3.3. Akım Yönlendirici Stent Tekniği

Akım yönlendirici stent tedavileri Ocak 2018'e kadar (8 işlem) Toshiba Infinix-VCI FPD Single Plane, Ocak 2018 itibariyle (15 işlem) Toshiba Infinix-i Biplane (Canon Medical Systems, USA) anjiyografi cihazında yapıldı. Tedavi edilecek anevrizma için uygun çalışma pozisyonu elde edildikten sonra 6F guiding katater veya 6F uzun sheat (Neuron MAX) floroskopi eşliğinde parent artere kadar ilerletildi. İçerisine 8 mg Nimotop konmuş heparinize SF solüsyona bağlandı. İlgili damar segmentine intrakraniyal distal erişim katateri (Navien) yerleştirilerek içerisinden akım yönlendirici stent sistemine dahil olan ilgili mikrokatater (Headway, Excelsior XT) ve mikrotel (Synchro) kombinasyon sistemi ile anevrizma boynuna ilerlendi. Mikrokateter ve distal erişim guiding katateri yıkamaya bağlandı. Anevrizma boynu mikrotel ile geçildi, mikrokateter ilerletildi. Sonrasında Navien distal erişim katereri anevrizma boynunu geçti. Mikrokateter ve mikrotel çıkartıldı. Ardından anevrizma boynunu kapsayacak şekilde akım yönlendirici stent yerleştirilerek açıldı ve gereken durumlarda balon anjiyoplasti yapılarak stentin damar duvarına tam olarak yerleşmesi sağlandı. Akım yönlendirici stente ek olarak coil yerleştirilen hastalarda; mikrokatater başlangıçta anevrizma kesesine yerleştirilerek koiller yerleştirildi. İşlem sonrasında kontrol anjiyografi ve gereken olgularda akım yönlendirici stentin açılması ve damar duvarına tam yerleşmesini değerlendirmek için flat panel dedektörlü C-kollu BT anjiyografi (Toshiba) yapılarak işlem sonlandırıldı.

3.4. İşlem Sonrası Takip

İşlem sonrasında anteroposterior, lateral ve çalışma pozisyonlarında kontrol anjiyogramlar alınarak, hastalar en az 24 saat yoğun bakım ünitesinde takip edildi. Hastalar işlemden sonra 1. gün kontrastsız kraniyal BT, taburculukta ve 30.gün kontrol nörolojik muayene, 3-6. ay kontrol DSA/MRA, 1.yıl ve sonrasında yıllık kontrol DSA/MRA ile takip edildi. Tam oklüzyon görülen hastalar ve kontrol DSA'yı kabul etmeyen hastalarda takipler MRA ile yapıldı.

MRA takipleri tüm hastalarda 3T MR cihazında (Achieva; Philips Healthcare, The Netherlands) Time of flight MRA (TOF-MRA) ile yapıldı.

3.5. Verilerin İstatistik Analizi

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS for Windows 26.0 paket programı kullanıldı. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler ortalama \pm standart sapma, medyan (25-75 persentil), kategorik değişkenler ise sayı ve yüzde (%) olarak rapor edildi.

4. BULGULAR

Kasım 2010- Mart 2019 yılları arasında, 21 hastada toplam 26 anevrizmadan 25'i akım yönlendirici stent ile tedavi edildi. Hastaların 18'i (%86) kadın, 3'ü (%14) erkekti. Hasta yaşları 34-73 arasındaydı (ortalama yaş $53,2 \pm 10,2$). On yedi hastada tek anevrizma, üç hastada 2 anevrizma ve bir hastada 3 anevrizma mevcuttu. Akım yönlendirici stent ile tedavi edilen anevrizmalardan 24 tanesi anterior dolaşım, 1'i posterior dolaşım yerleşimliydi. Anterior dolaşım yerleşimli anevrizmalardan 1'i ACA, 2'si MCA, 21'i İCA yerleşimliken, posterior dolaşım kaynaklı anevrizma baziler arterdeydi. Anevrizma çapları 5-34 mm arasında olup medyan çap 12 (8.5-15) mm'di. Anevrizmaların 22'si sakküler, 1'i fuziform, 2'si "blister-like" anevrizmaydı. 22 sakküler anevrizmadan 20'si geniş boyunluydu. Hastaların 14'ü başvuru anında semptomatikti (1 SAK, 10 baş ağrısı, 2 görme bozukluğu, 1 sol yüz yarımında uyuşma). Semptomsuz olan 7 hastada başka sebeplerle yapılan kraniyal görüntülemelerde anevrizma insidental olarak saptanmıştı. SAK'ı olan hasta Modifiye fisher sınıflamasına göre evre 3 olarak değerlendirildi. Hastaların demografik verileri, klinik prezentasyonları, anevrizmaların karakteristik özellikleri, lokalizasyonları ve ISUIA klasifikasyonuna göre dağılımları 10. ve 11.Çizelge'de detaylı olarak gösterilmiştir.

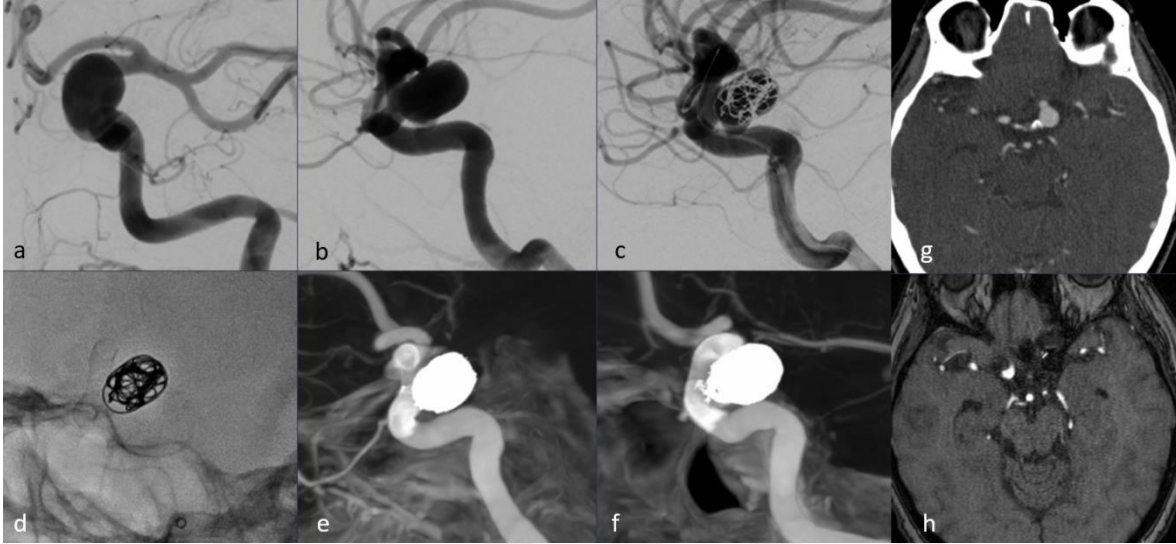
10.Çizelge: Hastaların Demografik Verileri.

Demografik veri	sayı (no), (%)
Toplam hasta sayısı	21
Kadın	18 (%86)
Erkek	3 (%14)
Ortalama yaş (yıl)	53,2 ± 10,2
Semptomatik hastalar	14 (%67)
Baş ağrısı	10
SAK	1
Görme bozukluğu	2
SVO	1
Asemtomatik hasta	7 (%33)
İnsidental	7

11.Çizelge: Anevrizma Özellikleri.

Özellikler	Toplam anevrizma sayısı (n:25), (%)	
Anevrizma Yerleşimi		
Anterior Dolaşım	24	(%96)
-ACA	1	(%4)
-İCA	21	(%84)
Kavernöz (C4)	4	(%16)
Klinoid (C5)	5	(%20)
Oftalmik (C6)	9	(%36)
Komunikan (C7)	3	(%12)
-MCA	2	(%8)
Posterior Dolaşım	1	(%4)
-Baziler Arter	1	(%4)
Anevrizma Şekli		
Sakküler	22	(%88)
-geniş boyunlu	20	(%80)
-dar boyunlu	2	(%8)
Fuziform	1	(%4)
Blister-like	2	(%8)
Anevrizma Boyutu		
<7 mm	4	(%16)
7-12 mm	8	(%32)
13-24 mm	8	(%32)
≥25 mm	2	(%8)

Hastaların 18'inin endovasküler tedavi öncesi DSA'ları mevcuttu. Üç hastada direkt işlem DSA'sı yapıldı. Toplam 25 anevrizma tedavisi için; 10 PED, 5 FRED, 5 Surpass, 2 PFED ve 1 FRED Jr olmak üzere 23 adet akım yönlendirici stent kullanıldı. Beş hastada akım yönlendirici stente ek olarak eş zamanlı koil embolizasyon yapıldı. (Olgu 1)



10.Çizim: Olgu 1; Sol İCA oftalmik segmentte anevrizma AP-Lateral DSA görüntüsü (a,b), stent ile eş zamanlı koil embolizasyon (c), PED ve koilin floroskopi (d) ve Cone beam BT görüntüsü (e,f), işlem öncesi BTA'da anevrizma (g), 16.ay kontrol MRA'da (h) anevrizmada total oklüzyon izleniyor.

4.1. İşlem sırasında ve sonrasında gelişen komplikasyonlar

İşlem sırası ve sonrasında 4 hastada tromboembolik komplikasyon izlendi.

Sağ MCA M1 distalinde içerisinden M2 dalının çıktığı anevrizması bulunan ve FRED Jr ile tedavi edilen hasta; işlem sonrası 10. gün vücut sağ yarımında istemsiz hareketler ve konuşma bozukluğu ile acil servise başvurdu. Difüzyon MR incelemede sağ serebral hemisferde milimetrik akut infarkt odakları olması üzerine girişimsel radyoloji servisinde takibe alındı, mRS: 0 ile taburcu oldu. (Olgu 2)

Bir hastamızda aynı seansta önce proksimal İCA'daki darlığa balon anjiyoplasti+stent yapıldıktan sonra akım yönlendirici stent ile anevrizma tedavisi yapıldı. Ponksiyon yerinde gelişen psödoanevrizma US kompresyon yöntemiyle tedavi edildi. İşlem sonrası 5. gün çekilen difüzyon MR'da sağ serebral hemisferde milimetrik akut infarkt odakları saptanan hasta mRS: 0 ile taburcu edildi. (Olgu 3)

Bir hastamızda işlem esnasında stent distal ucunda trombüs ve distalinde vazospazm gelişmesi üzerine, IV agrestat ve nimotop verildi. Trombüsün eridiği ve vazospazmın gerilediği hastada işlem sonrası 2. gün çekilen difüzyon MR'da sol serebral hemisferde birkaç adet milimetrik akut infarkt odağı izlendi. Hasta mRS: 0 ile taburcu oldu. (Olgu 4)

Bir hastamızda stent başarılı şekilde yerleştirildi ancak akut stent trombozu gelişti. Sol MCA sulama alanında geniş akut infarkt ve beyin ödemi gelişen hastaya, 1. gün dekompresif kraniyotomi yapıldı. YBÜ'de takip edilirken 6. günde kaybedildi. (Olgu 5)

İşlemler sırasında 5 hastada teknik zorluk yaşandı. Üç hastada ilk stentin deforme olması nedeniyle stentler snare ile çıkarılarak 2. stent başarılı şekilde yerleştirildi, stentlerden biri PED, ikisi FRED'ti. (Olgu 6,7,8)

Her iki İCA'da toplamda 3 adet anevrizması bulunan hastamızda ilk işlemde sol İCA klinoid ve oftalmik segmentte yerleşimli ardışık 2 anevrizmayı kapsayacak 1 adet Surpass akım yönlendirici stent yerleştirildi, stent distal ucu açılmayınca balon dilatasyon yapıldı ancak stent ekspansiyonu sonrası stent malpozisyonu nedeni ile distaldeki anevrizmanın boynu açık kaldı. İkinci seansta distalde yerleşimli boynu açık kalan anevrizmaya basit koil embolizasyon yapıldı. Başka bir seansta hastanın sağ İCA oftalmik segmentteki anevrizmasına akım yönlendirici stent yerleştirildikten sonra alınan kontrol görüntüde solda proksimaldeki anevrizmada kontrast dolumu görülmesi üzerine 2 anevrizmayı da kapsayacak şekilde 1 adet PED başarılı bir şekilde yerleştirildi. (Olgu 9)

Bir hastamızda anevrizma boynu düzeyinde Surpass akım yönlendirici stentin orta kesimi tam açılmadı, balon dilatasyon sonrası %30 rezidü darlık kalarak işlem sonlandırıldı. (Olgu 10)

SAK ile başvuran ve Modifiye fisher sınıflamasına göre evre 3 olarak değerlendirilen ve “blister-like” anevrizma saptanan hastada işlem öncesi çekilen difüzyon MR’da sağ pariyetal lobda akut infarkt alanı saptandı, SAK’a bağlı vazospazma sekonder değerlendirildi. SAK sonrası 9.gün PED ile başarılı şekilde tedavi edilen hasta mRS: 1 ile taburcu oldu. (Olgu 11)

Bir hastamızda 3.ay kontrol DSA’da hafif stent içi stenoz saptandı, asemptomatik olan hasta balon anjiyoplasti yapılmadan dual antiplatelet tedavi altında takip edildi ve 2. yıl kontrol DSA’da stenozun tamamen gerilediği görüldü. (Olgu 12)

Sağ İCA klinoid segmentteki anevrizmasına Surpass akım yönlendirici stentin başarılı bir şekilde yerleştirildiği hastada, YBÜ’de takip edilirken işlem sonrası 5. saatte nöbet geçirme, GKS düşüşü olması nedeniyle çekilen BT’de Modifiye fisher sınıflamasına göre evre 3 SAK saptandı. SAK sonrası hidrosefali gelişen ve ventriküler drenaj yapılan hasta mRS: 4 ile taburcu edildi. Beşinci yıl kontrolde hasta mRS: 1 ile uyumlu değerlendirildi. (Olgu 13)

On sekiz hastada (%86) tek bir anevrizmayı tedavi etmek için bir adet stent kullanıldı. Üç anevrizması bulunan 1 hastada (%5) sağ İCA’da yerleşimli anevrizma için tek stent, sol İCA’da yerleşimli bitişik 2 anevrizmanın tedavisinde stent malpozisyonu nedeniyle teleskopik yerleştirilen 2 adet stent kullanıldı. İki hastada (%10) aynı segmentte bulunan 2 anevrizmayı tedavi etmek için tek stent kullanıldı. Toplamda 21 hastada 25 anevrizmanın tedavisi için 22 işlemde 23 adet akım yönlendirici stent kullanılmıştır.

Akım yönlendirici stent yerleştirilmesinin ardından alınan kontrol DSA görüntülerde anevrizma kesesinde kontrast staz durumu değerlendirildiğinde; 5 anevrizmada (5/24, %21) tam oklüzyon, 6 anevrizmada (6/24, %25) belirgin kontrast stazı, 4 anevrizmada (4/24, %17) hafif kontrast stazı görülürken, 9 anevrizmada (9/24, %37) kontrast dolumunda stent öncesine göre değişiklik saptanmamıştır.

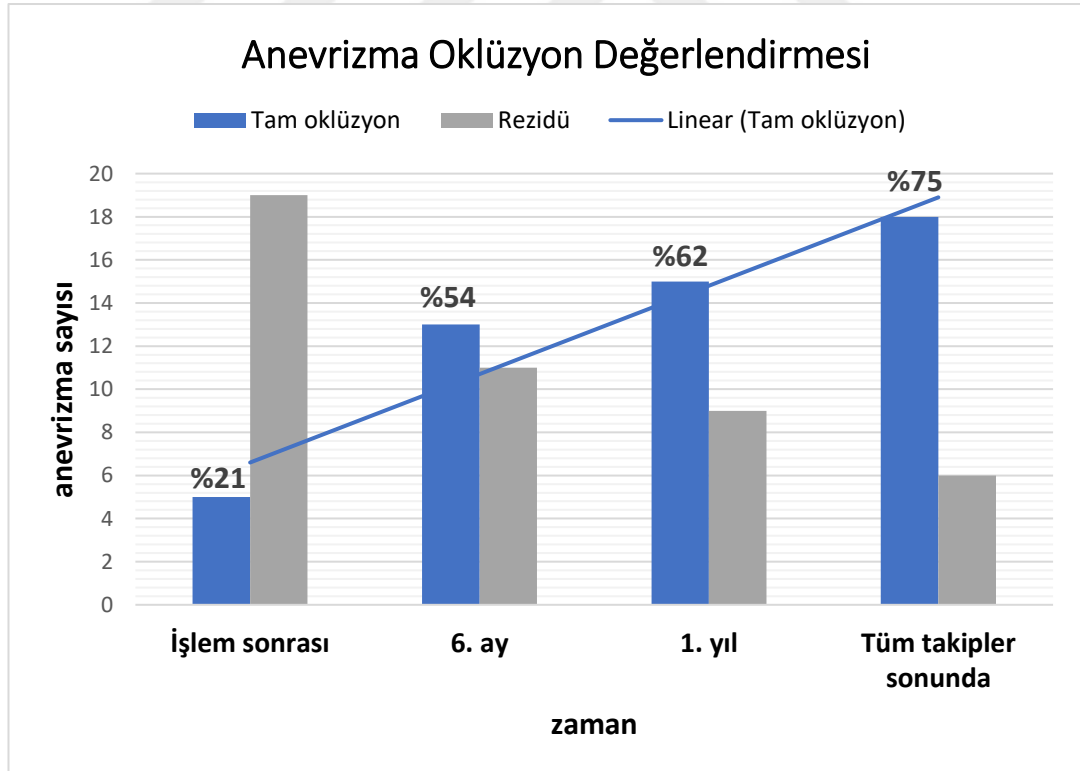
İlk 6 ayda 3 hastada kontrol DSA, 14 hastada kontrol MRA, 3 hastada hem DSA hem MRA ile kontrol yapıldı. 6-12 ay arasında 1 hastada kontrol DSA, 9 hastada kontrol MRA

yapılmıştı. Takip edilen 20 hastanın hepsinde 1.yıl kontrol MRA mevcuttu. İkinci yıl kontrol; 2 hastada DSA, 15 hastada MRA ile yapılmıştı. Üçüncü ve 4.yıl takibi bulunan 3 hastanın takipleri MRA ile idi.

Radyolojik takip sırasında 6. ayda total oklüzyon gelişen anevrizma sayısı 13 (%54), rezidü dolum gösteren anevrizma sayısı 11 (%46) iken; 12. ayda total oklüzyon gelişen anevrizma sayısı 15 (%62), rezidü dolum gösteren anevrizma sayısı 9 (%37) 'du. Tüm takipler süresince anevrizma oklüzyon durumları değerlendirildiğinde; total oklüde anevrizma sayısı 18 (%75) , rezidü dolum gösteren anevrizma sayısı ise 6 (%25) olarak bulunmuştur.

İkinci yıl takipte 4 anevrizmada rezidü dolum miktarı 1.yıla kıyasla azalmış olarak izlendi.

12.Çizelge: Anevrizma Oklüzyon Değerlendirmesi.



Akım yönlendirici stent ile tedavi sonrası stentlere ait takip ve tam oklüzyon süreleri 13. Çizelge’de detaylandırılmıştır.

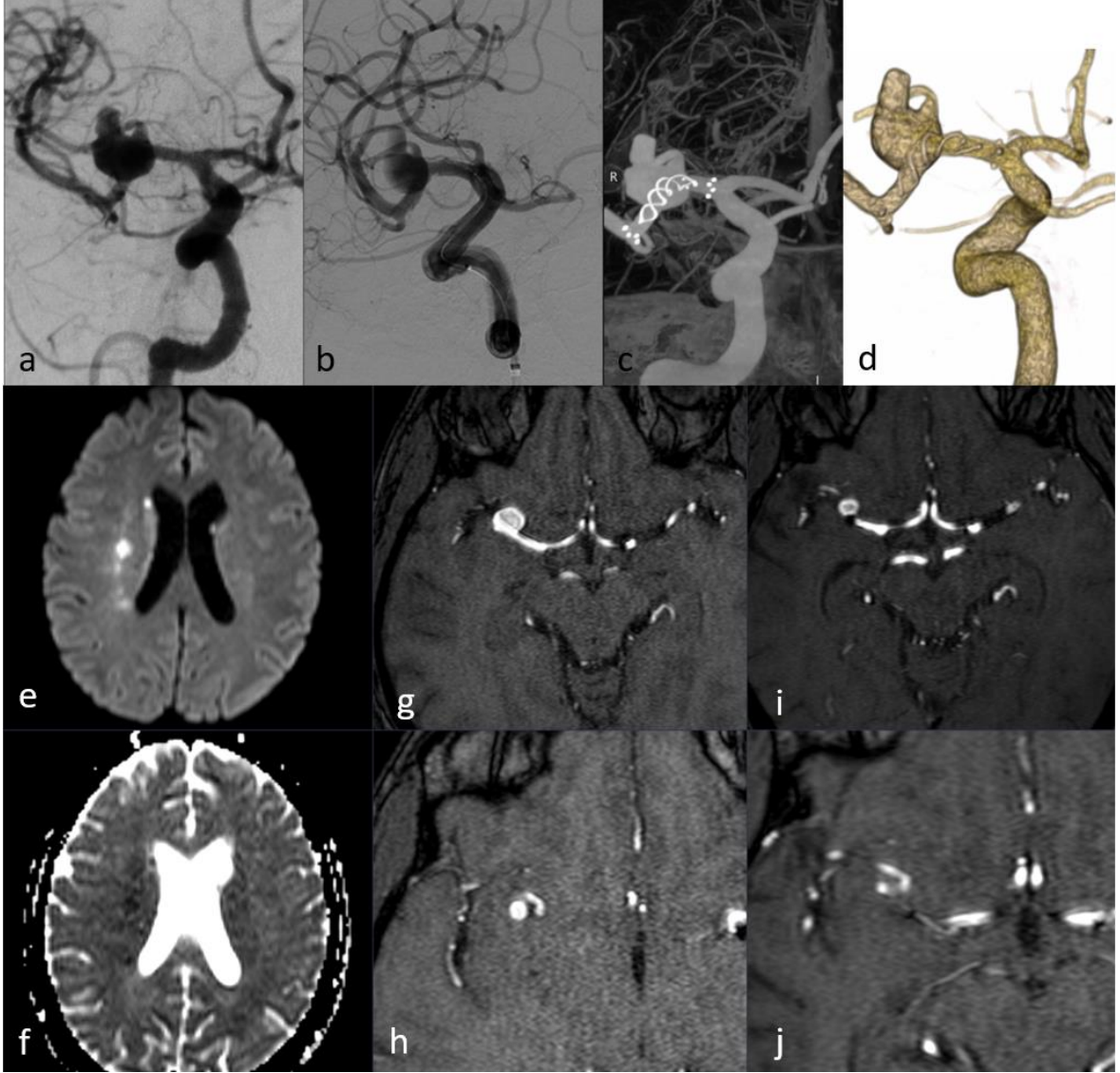
13.Çizelge: Akım yönlendirici stentlerin takip ve tam oklüzyon süreleri (medyan (25-75 persentil))

Stent Tipi	Takip Süresi (ay)	Tam Oklüzyon Süresi (ay)
PED	20 (12-24)	1,5 (1-2,75)
Surpass	44 (19-50)	3.5 (1-10.5)
FRED	20 (14,25-22,75)	24
PFED	54 (18-.)	3 (1-.)
FRED Jr	18	24
Tüm stentler için	20.5 (14.5-39.5)	2.5 (1-12)

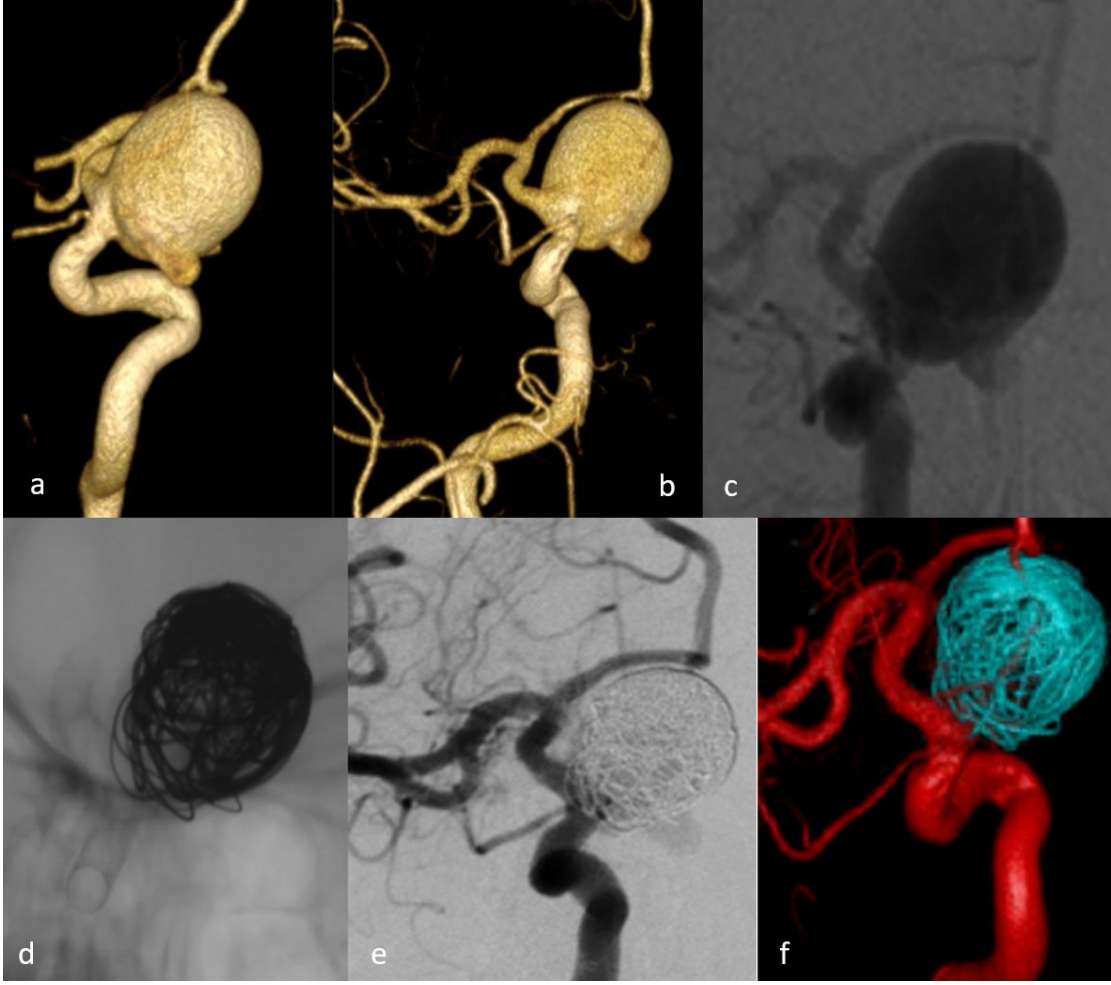
Akım yönlendirici stent tedavisi sonrasında gelişen klinik bulgular değerlendirildiğinde; mortalite sayısı 1 (%5) idi. Mortalite gelişen olgu akut stent trombozu nedeniyle YBÜ’nde takip edilirken 6. günde kaybedildi. Kalıcı morbidite gelişen hasta sayısı 1 (%5) olup akım yönlendirici stent yerleştirildikten sonra YBÜ’nde takip edilirken SAK gelişen ve SAK’a bağlı hidrosefali nedeniyle ventriküler drenaj yapılan hasta idi.

Anevrizma kesesi ya da boynundan çıkan 10 dal ve akım yönlendirici stent ile hapsolan 14 arter tedavi sonrası kontrollerde açık izlendi. (Olgu 3,14,15)

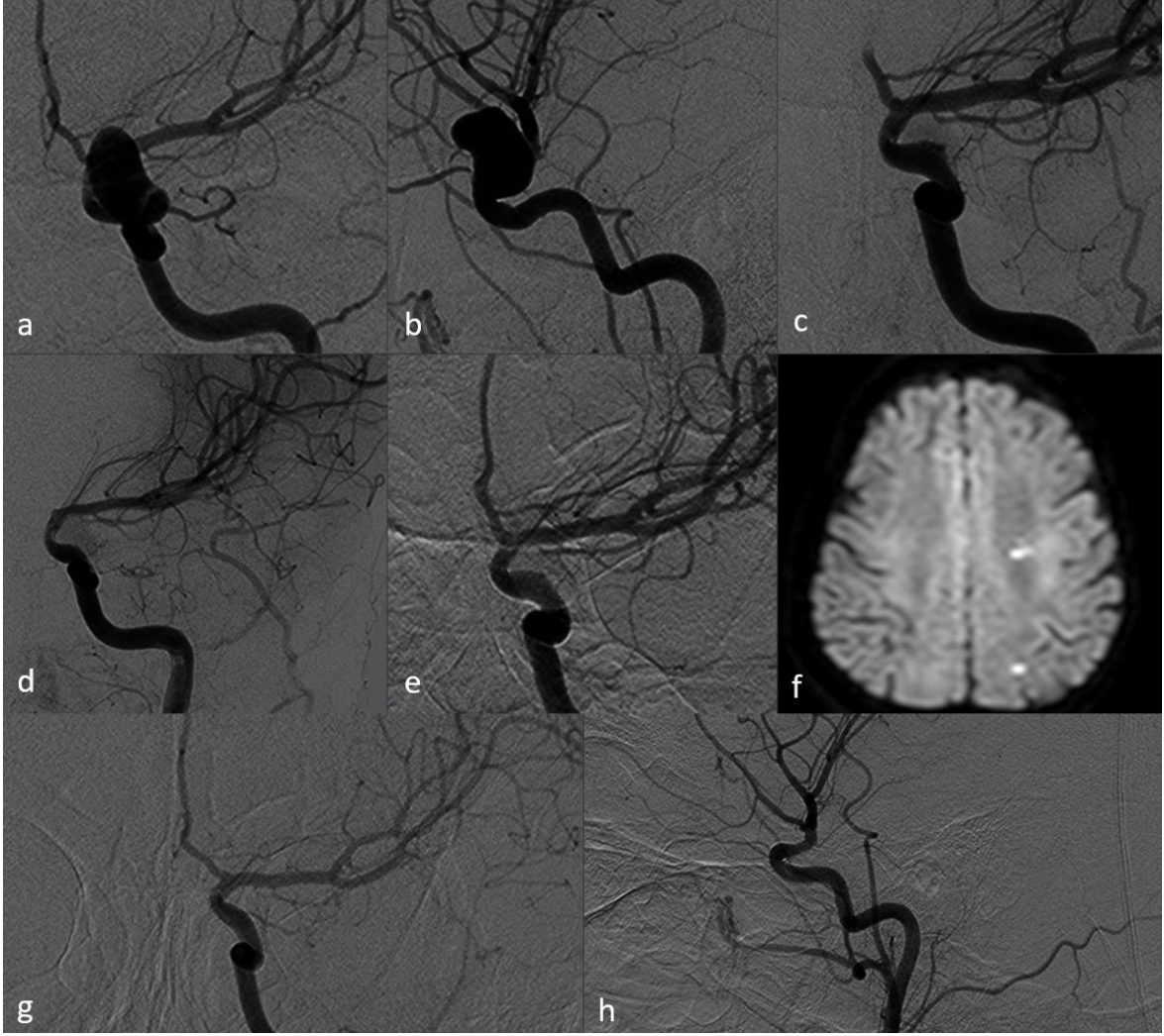
Takiplerde anevrizma rekürrensi ya da oklüzyon oranlarında azalma izlenmedi.



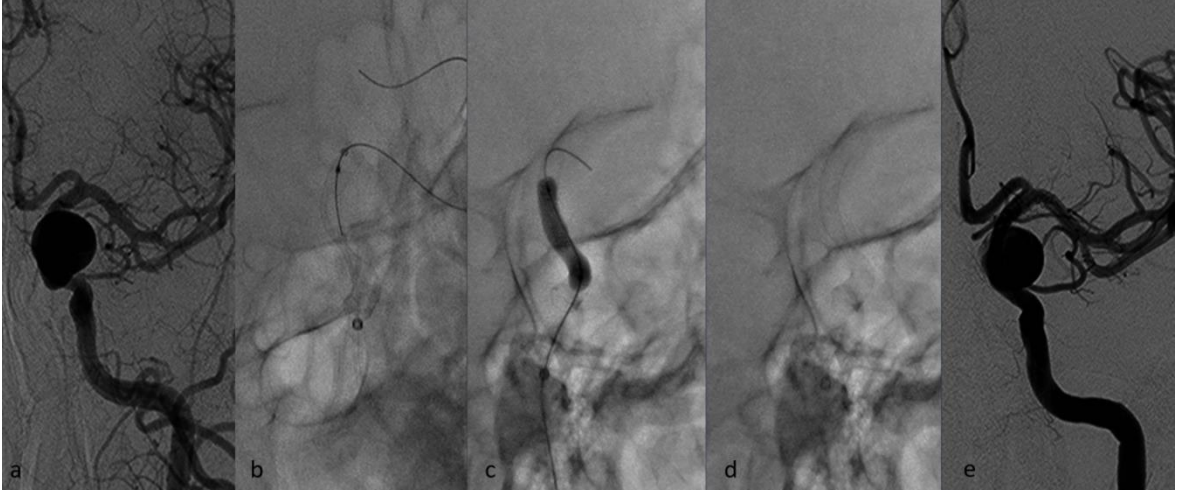
11.Çizim: Olgu 2; Sağ MCA M1 distalinde anevrizma AP DSA görünümü (a), FRED Jr sonrası kontrol DSA'da kontrast dolumunda yavaşlama (b), stentin Cone-beam BT ve 3D görüntüleri (c,d), işlem sonrası difüzyon MR'da sağ serebral hemisferde milimetrik akut infarkt odakları (e,f), işlem öncesi TOF-MRA (g,h), 18. ay kontrol TOF-MRA'da (i,j) anevrizma boyutu azalmış, anevrizmadan çıkan M2 dalı açık izleniyor.



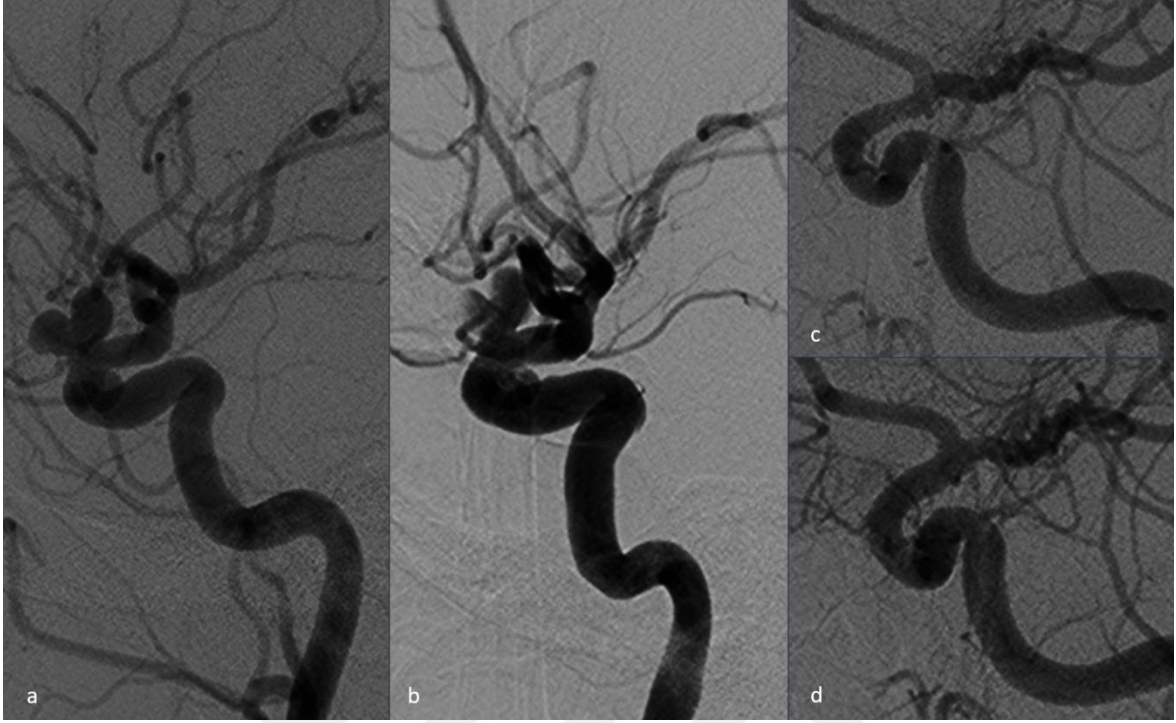
12.Çizim: Olgu 3; Sağ İCA oftalmik segmentte anevrizmaya ait 3D lateral, AP görüntüleri (a,b) ve AP DSA görüntüsü (c), koil ve PFED floroskopi görünümü (d), stentlenen segmentte hapsolan oftalmik arter işlem sonrası kontrol DSA (e) ve 3D görüntüde patent izlenmektedir.



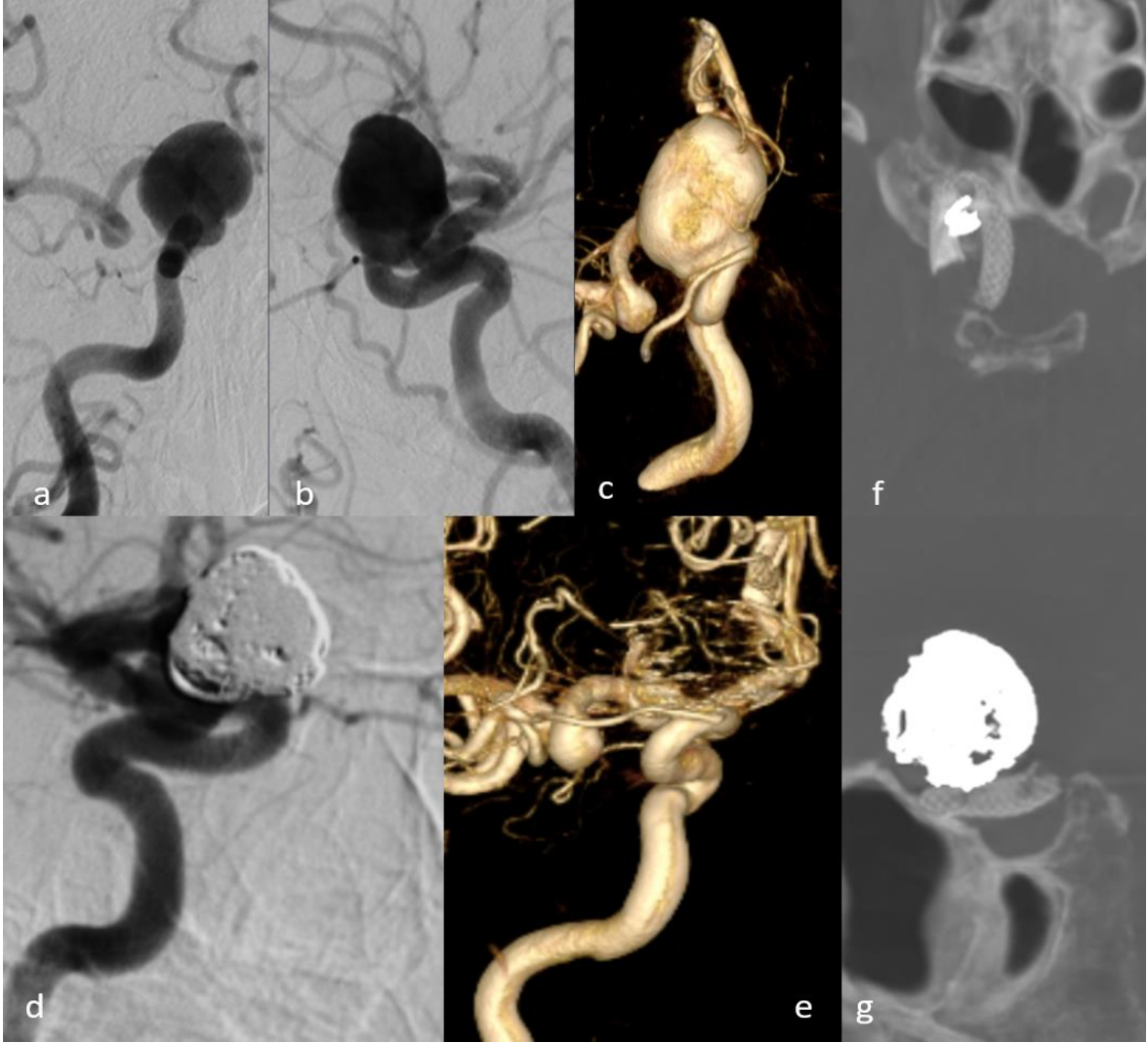
13.Çizim: Olgu 4; Sol İCA oftalmik segmentte anevrizmaya ait AP-Lateral DSA görüntüleri (a,b), işlem sırasında stent yerleştirildikten sonra ACA'da tromboz, anevrizma kesesine kontrast dolusunda belirgin azalma (c,d), IV agrestat sonrası trombüs çözülüyor, ACA'da kontrast dolumu (e) ve difüzyon MR'da sol serebral hemisferde milimetrik akut infarkt odakları (f) mevcut, 2.yıl kontrol DSA'da anevrizmada tam oklüzyon izleniyor (g,h).



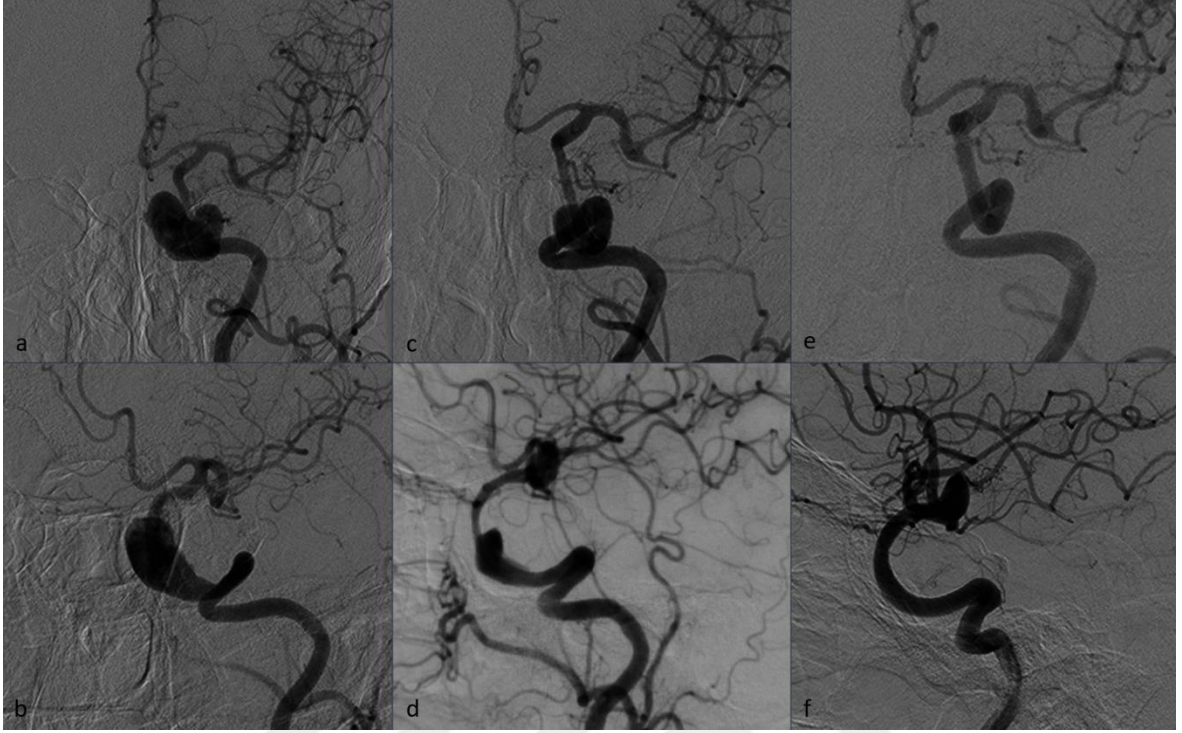
14.Çizim: Olgu 10; Sol İCA kavernöz segmentte anevrizmaya ait AP DSA görünümü (a), Surpass stent yerleştirildikten sonra stent orta kesim tam açılmıyor (b), dar segmente balon dilatasyon yapılıyor (c), balon dilatasyon sonrası stent orta kesiminde rezidü darlık (d), işlem sonu kontrol DSA'da anevrizma lümenine kontrast dolumunda azalma izleniyor (e).



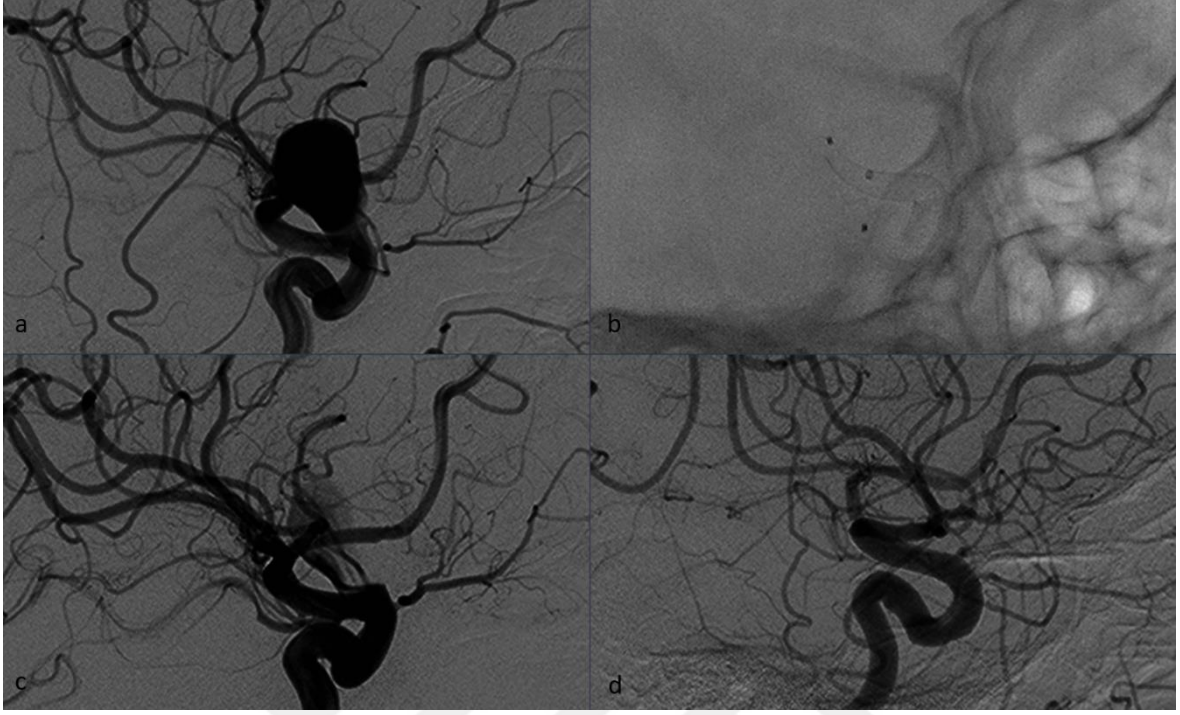
15.Çizim: Olgu 12; Sol İCA kavernöz segmentte birbirine bitişik 2 adet anevrizmaya ait DSA görüntüsü (a), akım yönlendirici stent yerleştirildikten hemen sonra alınan kontrol görüntüde kontrast stagnasyonu izleniyor (b), 3.ay kontrol DSA'da anevrizmalarda tam oklüzyon, stent distal ucunda hafif stenoz (c), 2.yıl kontrol DSA'da anevrizmalarda tam oklüzyon mevcut olup stenoz gerilemiştir (d).



16.Çizim: Olgu 14; Sağ İCA klinoid segmentte anevrizmaya ait AP (a), lateral (b) ve 3D (c) DSA görüntüleri, 8.ay kontrol DSA ve 3D görüntülerde anevrizmada tam oklüzyon izlenmektedir, dal açık (d,e) PED'in flat panel BTA görüntüleri (f,g).



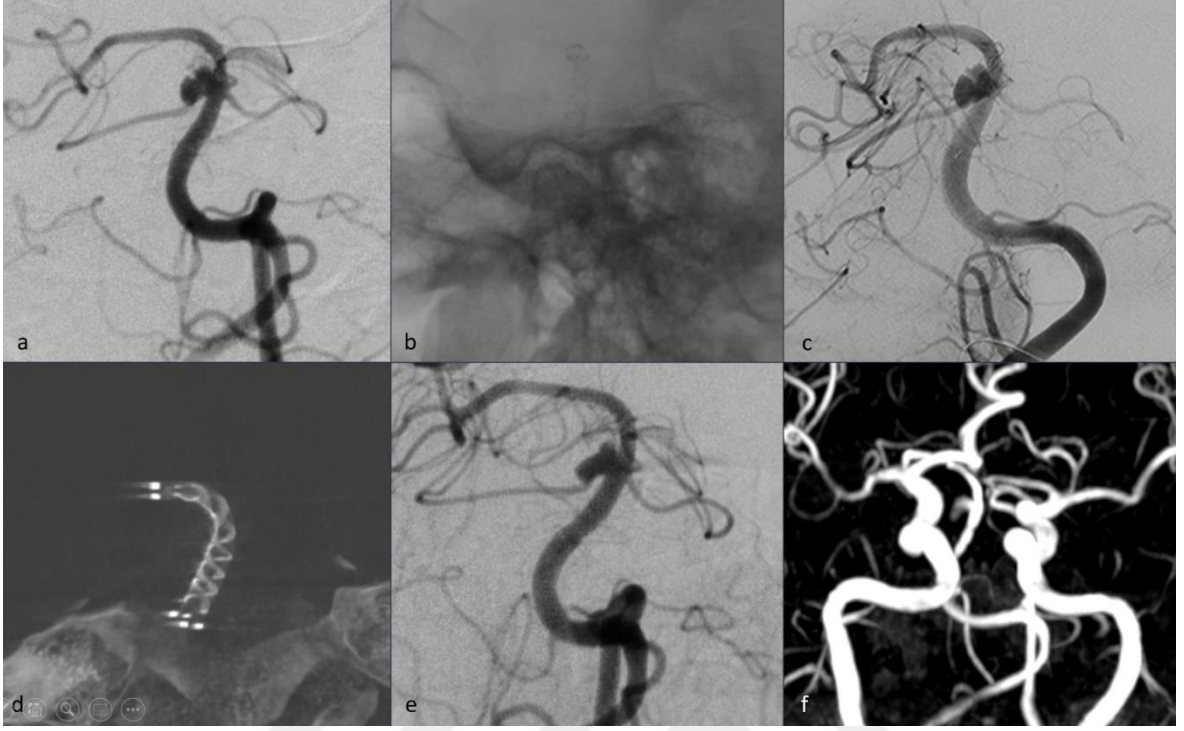
17.Çizim: Olgu 15; Sol İCA kavernöz segmentte anevrizmaya ait AP (a) ve lateral (b) DSA görüntüleri, işlem sonrası 1.ay kontrol (c,d) ve 1.yıl kontrol DSA'da (e,f) parent arterde remodeling ve stentlenen segmentte hapsolan dalın açık olduğu izleniyor.



18.Çizim: Olgu 16; Sağ İCA oftalmik arterde geniş boyunlu sakküler anevrizma (a), Surpass stentin floroskopi görüntüsü (b), işlem sonrası hemen alınan kontrol görüntülerde anevrizmada kontrast dolumunda belirgin azalma (c), 1. ay kontrol DSA'da total oklüzyon izlenmektedir (d).



19.Çizim: Olgu 17; Sol İCA kavernöz segmentte anevrizma AP ve Lateral DSA görünümü (a,b), PED floroskopi görünümü (c), stent sonrası kontral DSA'da anevrizma kesesinde kontrast stagnasyonu (d), 1.yıl kontrol TOF-MRA (e) ve 3D görüntülerde (f) anevrizmada total oklüzyon.



20.Çizim: Olgu 18; Baziler arter anevrizması DSA görüntüsü (a), FRED floroskopi görüntüsü (b), stent sonrası kontrol DSA' anevrizma kontrast dolusunda belirgin değişiklik yok (c), FRED Cone-beam BT görüntüsü (d), 1.ay kontrol DSA'da anevrizma kontrast dolusunda hafif azalma (e), 2.yıl kontrol 3D TOF-MRA'da rezidü anevrizma (f).

14.Çizelge: Çalışmada değerlendirilen olgular.

hasta no	cinsiyet	anevrizma sayısı	sağ-sol	lokalisasyon	şekil	çapı (mm)	boyun yapısı	prezentasyon	cihaz tipi	anevrizmadan çıkan dal	stentle hapsolan dal	takip süresi (ay)
1	K	1	sol	İCA oftalmik	sakküler	9	geniş	baş ağrısı	PED+koil		oftalmik arter	16
2	K	1	sağ	MCA M1 distali	sakküler	10	geniş	görme bozukluğu	FRED Jr	MCA M2 dalı		18
3	K	1	sağ	İCA oftalmik	sakküler	15	geniş	baş ağrısı	PFED+koil		oftalmik arter	18
4	K	1	sol	İCA oftalmik	sakküler	12	geniş	insidental	PED			24
5	K	1	sol	ACA A1	sakküler	34	geniş	baş ağrısı	FRED			ex
6	K	1	sağ	İCA komunikan	sakküler	7	geniş	baş ağrısı	FRED	PCoA anevrizma boyunundan çıkıyo		23
7	K	2	sağ	İCA klinoid	sakküler	15	geniş	SVO	PED			20
			sağ	İCA klinoid	blister ilke							20
8	K	1	sağ	İCA komunikan	sakküler	11	geniş	insidental	FRED	AChA ve PCoA	oftalmik arter	18
9	K	3	sol	İCA oftalmik	sakküler	13	geniş	baş ağrısı	Surpass		oftalmik arter	52
			sol	İCA klinoid	sakküler	6	geniş	önce koil, sonra PED				52
			sağ	İCA oftalmik	fuziform				PED	AChA	oftalmik arter	25
10	K	1	sol	İCA kavernöz	sakküler	15	geniş	baş ağrısı	Surpass			44
11	K	1	sağ	İCA komunikan	blister ilke			SAK	PED	AChA ve PCoA		12
12	K	2	sol	İCA kavernöz	sakküler	5	geniş	insidental	PFED			54
			sol	İCA oftalmik	sakküler	10	geniş				oftalmik arter	54
13	K	1	sağ	İCA klinoid	sakküler	10	geniş	insidental	Surpass			48
14	K	1	sağ	İCA klinoid	sakküler	20	geniş	baş ağrısı	PED+koil	AChA ve PCoA		12
15	E	1	sol	İCA kavernöz	sakküler	25	geniş	görme bozukluğu	Surpass		oftalmik arter	26
16	E	1	sağ	İCA oftalmik	sakküler	21	geniş	baş ağrısı	Surpass		oftalmik arter	12
17	K	1	sol	İCA kavernöz	sakküler	6	geniş	baş ağrısı	PED			21
18	E	1		baziller arter	sakküler	6	geniş	insidental	FRED		bilateral AICA ve SCA	22
19	K	1	sol	İCA oftalmik	sakküler	13	dar	baş ağrısı	PED+koil		oftalmik arter	12
20	K	1	sol	İCA oftalmik	sakküler	12	dar	insidental	PED+koil		oftalmik arter	14
21	K	1	sağ	MCA M1 distali	sakküler	15	geniş	insidental	FRED	MCA M2 dalı		13

5. TARTIŞMA

Intrakraniyal anevrizma prevalansı genel popülasyonda %2-4 olarak bildirilmekte olup son zamanlarda yapılan çalışmalar ve meta-analizlerde, kanamamış İA'ların genel prevalansı %3,2 bulunmuştur.^{3,4} Yılda 100.000 kişiden 3-50'sinde anevrizma rüptürü nedeniyle SAK görülmektedir.⁴ Travmatik olmayan SAK serebrovasküler olayların %3-5'ine neden olmakta olup en sık nedenini %80-85'lik bir oranla anevrizmaya bağlı SAK oluşturmaktadır.^{1,5} Rüptüre anevrizmalar acil tedavi edilmelidir. Kanamamış anevrizmaların tedavisinde ise hasta yaşı, klinik durum, anevrizma yeri, büyüklüğü ve semptomlar göz önüne alınarak vaka bazında tedavi kararı verilmektedir.¹⁹

İA tedavisinde asıl amaç anevrizmanın dolaşım dışı bırakılmasıdır. 1990 yılında ayrılabilir koillerin bulunmasından sonra endovasküler tedavi yöntemleri kullanıma girmiştir. Endovasküler tedavilerin etkinliği ve güvenliğini gösteren klinik çalışmalarla birlikte endovasküler tedavi kullanım sıklığı artmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte akım yönlendirici stentler gibi yeni endovasküler yöntemler ortaya çıkmıştır.

Akım yönlendirici stentler ile intrakraniyal anevrizma tedavisinde konvansiyonel endovasküler yöntemlere alternatif olarak tedavide hedefi anevrizma lümeninden parent artere çeviren yeni bir yöntem ortaya konmuştur.⁵⁰

Akım yönlendirici stentler ile tedavide anevrizma trombozu hemen gerçekleşmeyebilir ve belirli bir zaman diliminde oluşabilir. Bu durumun oklüzyona kadar geçen sürede anevrizmada tekrar kanama riski oluşturması nedeniyle akım yönlendirici stentlerin rüptüre anevrizmaların tedavisinde kullanımı tartışmalıdır. Ayrıca dual antiplatelet tedavi gerekliliği süreci daha komplike hale getirmekte olup bazı olgularda ek girişimsel işlem gerektirebilir.⁷⁴ Bu nedenlerle akım yönlendirici stentlerin akut durumlarda kullanımı daha iyi bir tedavi seçeneğinin olmadığı disekan, dev, fuziform ve “*blister-like*” anevrizmalar gibi kompleks anevrizmalar ile sınırlıdır.⁴³ Bizim çalışmamızda SAK geçiren ve “*blister-like*” anevrizması bulunan 1 hasta SAK sonrası 9. günde akım yönlendirici stent ile tedavi edildi. Takiplerinde tekrar kanama gelişmedi ve total anevrizma oklüzyonu ile sonuçlandı.

Akım yönlendirici stent ile tedavide anevrizma kesesine direkt olarak müdahale edilmediğinden, işlem sırasında teorik olarak anevrizma rüptür riski bulunmamaktadır. Ancak akım yönlendirici stent tedavisinin de kendine özgü teknik zorlukları ve riskleri

mevcuttur. İşlem sırasında stentin optimal yerleştirilememesi, stent migrasyonu ya da stentin deforme olması teknik zorluklar arasındadır. Byrne ve ark.⁵¹ çok merkezli prospektif bir çalışmada prosedürel zorluk sıklığını 20/68 olarak rapor etmiş olup; bu olguların yarısından çoğunu akım yönlendirici stent-damar duvarı adaptasyonunda zayıflık (12/68; %17) oluşturmaktadır. Tahtinen ve ark.⁵² 6/24 (%25) oranında prosedürel problem bildirmiştir. Bunlardan dört tanesi ek tedaviler gerektiren stent yerleşim problemleridir. Wagner ve ark.⁵³ 1 adet stent distal ucunda stent-damar duvarı adaptasyonunda zayıflık bildirmişlerdir. Korkmazer ve ark.⁵⁴ 23 (%15) prosedürde teknik komplikasyon bildirmişlerdir. Bunlardan 19'u stent-damar duvarı adaptasyonunda zayıflık, 2'si stentin hub içerisinde detaşmanı, 1 tanesi intraanevrizmal hava kabarcığı, 1 tanesi ise FRED kullanımı sırasında iç ve dıştaki stent arasında boşluk oluşmasıdır. Çalışmamızda 5 (%24) hastada işlem sırasında teknik zorluk yaşanmıştır. 1 hastada anevrizma boynu düzeyinde stent orta kesimi tam açılmayınca balon dilatasyon yapıldıktan sonra %30 rezidü darlık izlendi. Bir hastada aynı segmentteki ardışık iki anevrizmada tek stent ile tedavi planlandı, stent distal ucu açılmayınca balon dilatasyon yapıldı ancak stent ekspansiyonu sonrası proksimale migrasyon nedeniyle yeterli distal oturma mesafesi sağlanamadığından distaldeki anevrizmanın boynu açık kaldı. Hasta ikinci kez işleme alınarak teleskopik olarak bir akım yönlendirici stent daha yerleştirildi. Üç hastada ilk stentin deforme olması nedeniyle stentler snare tekniği ile çıkartıldıktan sonra 2. stent başarılı bir şekilde yerleştirildi.

MCA M1, M2 segment ve ACA A2 ve A3 segment kaynaklı distal anevrizmaların tedavileri, damar kalibrasyonu ve anatomik lokalizasyonu nedeniyle ister endovasküler ister mikrocerrahi yöntemler ile olsun zorluklar göstermektedir. FRED Jr cihazı, 0.021" mikrokaterler içerisinde gönderilebilmesi sayesinde, bu tür anevrizmaların tedavisinde daha güvenli olarak kullanılmalarına olanak sağlamaktadır. Çalışmamızda FRED Jr ile tedavi edilen MCA M1 distal anevrizması mevcut olup, bu olguda stent yerleştirme sırasında herhangi bir teknik zorluk veya komplikasyon yaşanmamıştır.

Uygun antikoagülasyon ve antiplatelet tedaviye rağmen işlem sırasında ve sonrasında tromboembolik komplikasyonlar ortaya çıkabilir.⁵⁵ Dual antiplatelet tedavi altında bu komplikasyonlar görece daha az görülmekte olup nadiren semptomatik olmaktadır. Zhou

ve ark.⁵⁶'na göre parent arter oklüzyonuna neden olan stent içi tromboz nadirdir, ancak vakaların %7,5'inde major inmelere yol açabilir. Çok sayıda büyük çalışmada, major ipsilateral iskemik inme vakaları %1,6 ve %4,3 arasında bildirilmiştir.⁵⁷ Akut stent trombozu nadir ancak korkulan bir komplikasyondur ve tedavisi genellikle zordur. Akut durumda, stent içi tromboz alteplaz gibi IV ve / veya IA trombolitikler ve tirofiban, eptifibatid ve abciximab gibi GP IIb / IIIa inhibitörleri ile tedavi edilmektedir. Ancak, tromboliz ve GP IIb / IIIa inhibitörlerinin kullanımı hemorajik komplikasyon riskini arttırmaktadır.⁵⁸ Literatürde akut stent trombozu geliştiğinde mekanik trombektomi yapılan vakalar da bildirilmiştir.⁵⁹ Çalışmamızda bir hastada işlem sırasında stent distal ucunda stenoz ve parent artede vazospazm gelişmesi üzerine tirofiban ve nimotop verildi, trombüs çözüldü vazospazm geriledi ve hasta mRS: 0 ile taburcu edildi. Başka bir hastamızda işlem esnasında akut stent trombozu sonrası geniş MCA infarktı gelişti ve mortalite ile sonuçlandı. Çalışmamızda tedavi sonrası takiplerde 3. ay DSA'da stent içi stenoz gelişen asemptomatik 1 olgu, balon anjiyoplasti yapılmadan dual antiplatelet tedavi altında takip edildi ve 2. yıl kontrol DSA'da stenozun tamamen gerilediği görüldü. Ayrıca 2 hastamızda da belirgin semptom oluşturmayan milimetrik infarktlar izlendi.

Konvansiyonel endovasküler yöntemlerde tedavi etkinliği, özellikle büyük ve dev anevrizmalarda genellikle zamanla azalmakta olup %28.6'lara ulaşan nüks oranları bildirilmiştir.⁶⁰ Akım yönlendirici stentlerde ise takip ne kadar uzun süreli olursa, oklüzyon oranları o kadar artış göstermektedir.⁶⁰ Endovasküler tedavi sonrası uzun dönemde takipler tedavinin stabilitesini değerlendirmek ve oluşabilecek rekürrensini erken dönemde saptanması açısından önemlidir. Birçok çalışmada endovasküler tedavi sonrasında ilk yıl içerisinde en az iki kontrol yapılması gerektiği bildirilmektedir. DSA bu hastaların takibinde altın standart tanı yöntemi olmakla birlikte; invaziv olması, kontrast madde kullanımı ve radyasyon maruziyetinin neden olabileceği komplikasyonlar ve yan etkiler, MRA ile kıyaslandığında daha pahalı bir işlem olması ve son yıllarda tıp alanındaki eğilimin tanı yöntemleri açısından invaziv olmayan yöntemlere doğru kayması nedeniyle gelişen teknolojiye paralel olarak alternatif tanı yöntemleri konusunda yapılan çalışmalarda yoğunlaşmaya yol açmıştır. Çeşitli çalışmalarda, endovasküler yolla tedavi edilen anevrizmaların takibinde DSA ile karşılaştırıldığında kontrastlı MRA'nın etkinliği gösterilmiştir.⁶¹ Ancak gadolinyum kullanımı nefrojenik sistemik fibrozis gibi ciddi

komplifikasyon riski taşımaktadır. Bu nedenle TOF-MRA, kontrast madde kullanmak zorunda kalmadan, uygun bir görüntüleme prosedürü olarak dikkat çekmektedir.⁶² Attali ve ark.⁶³, rezidü anevrizma değerlendirmesinde, sadece 3T cihazlarda elde edilen 3D TOF-MRA görüntülerin DSA ile yüksek korelasyon gösterdiğini, bununla birlikte intraluminal stent değerlendirmesinde altın standartın DSA olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca kontrastlı MRA süresi, TOF-MRA'ya göre daha uzundur. Bu nedenle, klostrifobik hastalar, çocuklar veya yaşlı hastaların takibinde TOF-MRA öncelikle tercih edilebilir. Bizde hastalarımızın tam oklüzyon sonrası takibinde ve DSA ile takibi kabul etmeyen hastalarda anevrizma oklüzyon durumu takibi için TOF-MRA kullandık.

Akım yönlendirici stent sonrası oklüzyon oranları zamanla artış göstermekte olup tam oklüzyonun ne zaman gerçekleşeceği öngörülememektedir.^{51,55,64,65} Akım yönlendirici stent sonrası tam oklüzyon gelişmesi birçok faktöre bağlıdır, özellikle dual antiplatelet tedavi kullanım gerekliliği, antiplatelet tedaviye verilen değişken cevap, stentin parent arter duvarına tam yerleşmemesi ve yeni gelişen hemodinamik etkiler en önemli faktörlerdir ve oklüzyonun ne zaman gerçekleşeceği konusundaki belirsizliğe katkıda bulunmaktadır.

Literatürde anevrizma total oklüzyon oranları 6. ayda en az %70 olarak bildirilmiş olup zamanla progresif olarak artarak 5. yılda %95 düzeyine ulaşmaktadır.^{44,46,50,54,64,65} Bizim çalışmamızda total oklüzyon oranları 6. ay %54, 12. ay %62,5 ve tüm takipler sonunda %75 olarak bulunmuştur. Literatüre göre çalışmamızda oklüzyon oranları daha düşük olmakla beraber literatür ile uyumlu olarak oklüzyon oranlarında zamanla artış mevcut olup daha uzun dönem takibe ihtiyaç vardır.

Intrakraniyal anevrizmaların konvansiyonel endovasküler yöntemler ile tedavisinde rekürrens ana endişelerden biri iken; literatürde Bryne ve ark.⁵¹'lerinin çalışması haricinde anevrizma oklüzyon derecesinde gerileme saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda da takiplerde total oklüzyon sonrası rekürrens ya da mevcut oklüzyon derecesinde azalma izlenmedi.

Akım yönlendirici stentin başarılı bir şekilde yerleştirilmesine rağmen, gecikmiş kanama görülebilmektedir. Bunun nedeni tam olarak anlaşılamamıştır, ancak tromboz gelişimi sürecinde salgılanan inflamatuvar mediyatörler ve litik enzimler anevrizma duvarında dejenerasyona neden olarak kanamaya yol açabilir. Kulcsar ve ark.⁶⁵

semptomatik hastalar, büyük ve dev anevrizmalar, aspect ratio >1,6 olan sakküler anevrizmalarda akım yönlendirici stent sonrası gecikmiş kanama olabileceğini göstermiştir. Bu nedenle akım yönlendirici stent kullanımından sonra, özellikle büyük ve dev anevrizmalarda gecikmiş anevrizma rüptürünü önlemek için, akım yönlendirici stent yerleştirilmeden önce koil kullanılması önerilmektedir.⁵ Çalışmamızda 5 hastada akım yönlendirici stente ek olarak eş zamanlı koil embolizasyon uyguladık ve hastalarımızda geç rüptür izlenmedi (4 anevrizmanın aspect ratiosu >1,6; 3.5, 2, 2, 2.8 ve 1 anevrizmanın çapı 20 mm).

Akım yönlendirici stent tedavisinde en önemli konulardan biri de anevrizma boynuna yakın yan dallar ve perforan arterlerin stentlenen segmentte hapsolmasıdır. Akım yönlendirici stentler anevrizma boynundan anevrizma içerisine doğru olan kan akımını azaltıp, hapsolan dallara olan akımın geçişine izin verecek şekilde tasarlanmıştır. Bu etkinin yan dallardaki ve anevrizma kesesindeki farklı hemodinamik parametrelere bağlı olduğu ve doğal basınç gradiyenti nedeniyle yan dalların patent kalmalarını sağladığı düşünülmektedir.⁶⁵ Literatürde bu konuda birçok çalışma mevcut olup akım yönlendirici stent ile tedavi edilen anevrizmadan çıkan dallar ve stent ile hapsolan yan dalların açıklığının büyük oranda korunduğu bildirilmiştir. Szikora ve ark.⁴⁶ tarafından yapılan çalışmada, PED ile stentlenen bölgede kalan 17 oftalmik arterden 1'inde işlem sırasında, 2'sinde geç dönemde (6.ay kontrol) olmak üzere toplam 3 adet oftalmik arter oklüzyonu bildirilmiştir. Bir diğer çalışmada; Surpass akım yönlendirici ile stentlenen bölgede kalan 15 oftalmik ve 12 koroidal arterden; 6 aylık kontrol sonrasında sadece 2 olguda oftalmik arterde semptom oluşturmeyen antegrad akım kaybı gelişmiştir.⁶⁶ Bizim çalışmamızda da anevrizma kesesinden çıkan 10 dal ve stent ile hapsolan 14 arter takiplerde açık olarak izlendi.

Çalışmamızda kalıcı morbidite oranı 1/21 (%5), mortalite oranı 1/21 (%5) olarak izlenmiş olup Brinjikji ve ark.⁶⁷'nin yayınladığı metaanalizde bildirilen prosedür ilişkili nörolojik hastalık oranı (%5) ve mortalite oranı (%4) ile paralellik göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Akım yönlendirici stentler, özellikle kompleks intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde tercih edilen, tedavide hedefi anevrizma kesesinden parent artere çevirerek konvansiyonel endovasküler yöntemlerden ayrılan, sık örgülü yeni nesil stentlerdir. Akımı parent artere yönlendirerek anevrizma kesesine kan akımını azaltıp anevrizma trombozunu indükler ve neointimal gelişim için zemin oluştururlar. Aynı zamanda anevrizma kesesinden çıkan dal ve anevrizma komşuluğundaki yan dallara kan akımının devamını sağlamaları da bir diğer tercih sebebidir.

Dual antiplatelet tedavi gerekliliği ve tam oklüzyonunun hemen gelişmeyebilmesi geç dönemde kanama gibi komplikasyonlara neden olsa da takiplerde oklüzyon oranlarında görülen artış, düşük morbidite ve mortalite oranları umut vericidir. Bununla birlikte daha geniş hasta serileri ile uzun dönem takiplere ihtiyaç vardır.

7.ÖZET

İNTRAKRANİYAL ANEVİZMALARIN AKIM YÖNLENDİRİCİ STENTLER İLE ENDOVASKÜLER TEDAVİSİNİN UZUN DÖNEM SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Giriş ve amaç: İntrakraniyal anevrizmaların tedavisinde endovasküler yöntemler yaygın olarak kullanılmakta olup akım yönlendirici stentlerin tedavide kullanım sıklığı artmaktadır. Çalışmamız, akım yönlendirici stentlerle tedavinin uzun dönem takip sonuçlarını bildirmeyi amaçlamaktadır.

Gereç ve yöntem: Kasım 2010- Mart 2019 tarihleri arasında akım yönlendirici stent ile tedavi edilerek en az 1 yıl takibi bulunan 21 hastanın radyolojik görüntüleri ve klinik raporları retrospektif olarak incelendi. Akım yönlendirici stent ile tedavi edilen anevrizmalarda işlem sırasında ve sonrasında gelişen teknik zorluklar, tromboembolik komplikasyonlar, anevrizmaların uzun dönem (>1 yıl) oklüzyon sonuçları ve hastaların morbidite- mortalite durumları değerlendirildi.

Bulgular: Hastaların 18'i kadın, 3'ü erkekti. Hasta yaşları 34-73 arasında değişmekte olup, ortalama yaş 53 olarak bulundu. On yedi hastada tek anevrizma, üç hastada 2 anevrizma ve bir hastada 3 anevrizma mevcuttu. 18 hastada tek bir anevrizmayı tedavi etmek için bir adet stent kullanıldı. 3 anevrizması bulunan 1 hastada sağ İCA yerleşimli anevrizma için tek stent, sol İCA'da bitişik yerleşimli 2 anevrizmanın tedavisinde stent malpozisyonu nedeniyle teleskopik yerleştirilen 2 adet stent kullanıldı. İki hastada aynı segmentte bulunan 2 anevrizmayı tedavi etmek için tek stent kullanıldı. Beş hastada eş zamanlı coil embolizasyon uygulandı. Beş hastada işlem sırasında teknik zorluk izlenirken, 4 hastada tromboembolik komplikasyon, 1 hastada takipte asemptomatik stent içi stenoz ve 1 hastada akım yönlendirici stent ile tedavi sonrası 5.saatte SAK gelişti. Takipte toplam oklüzyon oranları 6. ay için %54, 1. yıl için %62 ve tüm takip süresi boyunca %75 olarak bulundu. Çalışmamızda genel mortalite ve kalıcı morbidite oranı %5 olarak bulundu.

Sonuç: Akım yönlendirici stentler, takiplerde anevrizma oklüzyon oranlarında görülen artış, düşük morbidite ve mortalite oranları nedeniyle intrakraniyal anevrizmaların endovasküler tedavisinde etkili cihazlardır. Ayrıca anevrizma boynu ya da kesesinden çıkan dalların açıklığının korunması kompleks intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde

avantaj sağlamaktadır. Çalışmamızda anevrizma oklüzyon oranları takip süresi ile birlikte artmış olup gecikmiş kanama veya oklüzyon oranında azalma görülmemiştir. Ancak çok merkezli çalışmalarla uzun dönem takiplere ihtiyaç vardır.

Anahtar sözcükler: anevrizma, akım yönlendirici stent, endovasküler tedavi, uzun dönem, takip.



8. İNGİLİZCE ÖZET

LONG-TERM RESULTS OF INTRACRANIAL ANEURYSMS ENDOVASCULAR TREATMENT WITH FLOW DIVERTER DEVICES

Introduction and purpose: Endovascular treatments widely used in the management of intracranial aneurysms, Flow-diverter devices (FDDs) are new-generation stents placed in the parent artery at the level of the aneurysm neck to disrupt the intra-aneurysmal flow thus favoring intra-aneurysmal thrombosis. The objective of this article is to define long-term follow-up results of aneurysms treated by FDD.

Material and method: We retrospectively examined radiologic images and clinical reports of 21 patients with 25 intracranial aneurysms who were treated with FDDs between November 2010 and March 2019 and followed up at least 1 year. Technical difficulties, thromboembolic complications, occlusion status of aneurysms and the patients morbidity and mortality status were evaluated.

Results: Eighteen of the patients were female and 3 were male. Patient ages ranged from 34 to 73, with an average age of 53. Seventeen patients had single aneurysm, three patients had 2 aneurysms and one patient had 3 aneurysms. In 18 patients, one stent was used to treat a single aneurysm. In one patient with 3 aneurysms, one stent was used for aneurysm located in the right ICA and 2 stents placed telescopically due to stent malposition were used in the treatment of 2 adjacent aneurysms located in the left ICA. A single stent was used to treat 2 aneurysms in the same segment in two patients. Coil embolization was performed additionally in five patients. Five patients had technical difficulties during the procedure, 4 patients developed thromboembolic complications, 1 patient was followed up as asymptomatic with stent stenosis and 1 patient developed subarachnoid hemorrhage at the 5th hour after treatment. The total occlusion rates at follow-up were 54% for the 6th month, 62% for the first year and 75% for the whole follow-up period. The overall mortality and permanent morbidity rate was found 5%.

Conclusion: Flow diverters are effective devices in the endovascular treatment of intracranial aneurysms due to the increase in aneurysm occlusion rates, low morbidity and mortality rates. In addition, maintaining the patency of the branches coming out of the aneurysm provides an advantage in the treatment of complex intracranial aneurysms. In

our study, aneurysm occlusion rates increased with follow-up period, and no delayed bleeding or decrease in the amount of occlusion was observed. However, long-term follow-ups are needed with multicenter studies.

Key words: aneurysm, flow diverter, endovascular treatment, long term, follow-up.



9. KAYNAKÇA

- 1.** Osborn AG. Osborn's Brain Imaging, Pathology and Anatomy, 2.ed, Salt Lake City, Utah: Amirsys. 2015;105-134,169-180.
- 2.** Diaz O,Rangel-Castilla L. Endovascular treatment of intracranial aneurysms. Neuroimaging Part II. 2016;1303–1309.
- 3.** Vlak MH, Algra A, Brandenburg R, Rinkel GJ. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. Lancet Neurol 2011;10:626-636.
- 4.** Etminan N, Rinkel GJ. Unruptured intracranial aneurysms: development, rupture and preventive management. Nat Rev Neurol. 2016;12:699-713.
- 5.** Imaging and Management in Subarachnoid Hemorrhage, René van den Berg, Springer International Publishing AG, part of Springer Nature F. Barkhof et al. (eds.), Clinical Neuroradiology 2018.
- 6.** Dandy WE. Intracranial aneurysm of the internal carotid artery: cured by operation. Ann Surg. 1938;107:654–9.
- 7.** Serbinenko FA: Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels 1974. J Neurosurg. ,2007;107(3): 684-705.
- 8.** Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach Part 2: preliminary clinical experience. J Neurosurg. 1991;75:8-14.
- 9.** Molyneux A, Kerr R, International Subarachnoid Aneurysm Trial Collaborative G, et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomized trial. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2002;11:304-14.
- 10.** Spetzler RF, McDougall CG, Zabramski JM ve ark. The Barrow Ruptured Aneurysm Trial: 6-year results. J Neurosurg. 2015;123:609-17.

11. Brinjikji W, Rabinstein AA, Nasr DM ve ark. Better outcomes with treatment by coiling relative to clipping of unruptured intracranial aneurysms in the United States, 2001–2008. *AJNR AmJ Neuroradiol.* 2011;32:1071–75.
12. Jalbert JJ, Isaacs AJ, Kamel H, Sedrakyan A. Clipping and Coiling of Unruptured Intracranial Aneurysms Among Medicare Beneficiaries, 2000 to 2010. *Stroke.* 2015;46(9), 2452–2457.
13. Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: A new classification. *Neurosurgery.* 1996;38:425–32.
14. MH. R, GI. K, W. P: *Histology: a text and atlas*, 4th edn. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2003.
15. Gartner LP, Hiatt JL, Strum JM. *Cell biology and histology*. 6th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2011.
16. Diagbouga MR, Morel S, Bijlenga P, Kwak BR. Role of hemodynamics in initiation/growth of intracranial aneurysms. *Eur. J. Clin. Invest.* 2018;48(9):e12992.
17. Koroknay-Pál P, Niemelä M, Lehto H ve ark. De novo and recurrent aneurysms in pediatric patients with cerebral aneurysms. *Stroke.* 2013;44:1436-1439.
18. Currie S, Mankad K, Goddard A. Endovascular treatment of intracranial aneurysms: review of current practice. *Postgrad Med J.* 2011;87:41-50.
19. Çiftçi E, Çakır Ö. Kanamamış İntrakranial Anevrizmalarda Endovasküler Tedavi. *Trd Sem* 2018;6:27-44.
20. Jersey AM, Foster DM. Cerebral Aneurysm. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020.
21. Currie S, Mankad K, Goddard, A. Endovascular treatment of intracranial aneurysms: review of current practice. *Postgraduate Medical Journal.* 2010;87(1023), 41–50.
22. Bor AS, Tiel Groenestege AT, terBrugge KG ve ark. Clinical, radiological, and flow-related risk factors for growth of untreated, unruptured intracranial aneurysms. *Stroke* 2015;46:42-48.

- 23.** Molyneux AJ, Kerr RS, Yu LM ve ark. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *Lancet* 2005;366:809-817.
- 24.** Greving JP, Wermer MJ, Brown RD Jr ve ark. Development of the PHASES score for prediction of risk of rupture of intracranial aneurysms: a pooled analysis of six prospective cohort studies. *Lancet Neurol.* 2014;13:59–66.
- 25.** Sim SY, Chung J, Shin YS. Are blood blister-like aneurysms a specific type of dissection? A comparative study of blood blister-like aneurysms and ruptured mizutani type 4 vertebral artery dissections. *J Korean Neurosurg Soc* 2014; 56: 395-9.
- 26.** Byrne JV. "Arterial Aneurysms", *Tutorials in Endovascular Neurosurgery and Interventional Neuroradiology*, Springer International Publishing, Cham, Switzerland 2017, p.141-84.
- 27.** Toth G, Cerejo R. Intracranial aneurysms: Review of current science and management. *Vasc Med.* 2018;23(3):276-288.
- 28.** Revilla-Pacheco F, Escalante-Seyffert MC, Herrada-Pineda T ve ark. Prevalence of Incidental Clinoid Segment Saccular Aneurysms. *World Neurosurg.* 2018 Jul;115:e244-e251.
- 29.** Suarez JJ. Diagnosis and Management of Subarachnoid Hemorrhage. *Continuum (Minneap Minn).* 2015;21:1263-87.
- 30.** Edjlali M, Rodriguez-Régent C, Hodel J ve ark. Subarachnoid hemorrhage in ten questions. *Diagnostic and interventional imaging.* 2015; 96(7-8), 657–666.
- 31.** White PM, Wardlaw JM, Easton V. Can noninvasive imaging accurately depict intracranial aneurysms? A systematic review. *Radiology.* 2000;217:361-370.
- 32.** Grasso G, Alafaci C, Macdonald RL. Management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: State of the art and future perspectives. *Surg Neurol Int.* 2017; 8: 11.

- 33.** Mascitelli JR, Moyle H, Oermann K ve ark. An update to the Raymond–Roy Occlusion Classification of intracranial aneurysms treated with coil embolization. *Journal of NeuroInterventional Surgery*. 2014;7(7), 496–502.
- 34.** Moret J, Cognard C, Weill A, Castaings L, Rey A. The “remodelling technique” in the treatment of wide neck intracranial aneurysm. *Intervent Neuroradiol*. 1997;3:21-35.
- 35.** Colby GP, Paul AR, Radvany MG ve ark. A single center comparison of coiling versus stent assisted coiling in 90 consecutive paraophthalmic region aneurysms. *J Neurointerv Surg*. 2012;4:116–20.
- 36.** Carlson AP, Alaraj A, Amin-Hanjani S, Charbel FT, Aletich VA. Continued concern about parent vessel steno-occlusive progression with Onyx HD-500 and the utility of quantitative magnetic resonance imaging in serial assessment. *Neurosurgery*. 2013;72:341–352; discussion 352.
- 37.** Walcott BP, Pisapia JM, Nahed BV, Kahle KT, Ogilvy CS. Early experience with flow diverting endoluminal stents for the treatment of intracranial aneurysms. *J Clin Neurosci*. 2011;18:891–894.
- 38.** Nelson PK, Lylyk P, Szikora I ve ark. The pipeline embolization device for the intracranial treatment of aneurysms trial. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2011;32:34-40.
- 39.** Jiang B, Paff M, Colby GP ve ark. Cerebral aneurysm treatment: modern neurovascular techniques. *Stroke Vasc Neurol*. 2016;1:93–100.
- 40.** Krishna C, Sonig A, Natarajan SK ve ark. The expanding realm of endovascular neurosurgery: flow diversion for cerebral aneurysm management. *Methodist Debaque Cardiovasc J*. 2014;10:214–19.
- 41.** Pierot, L. Flow Diverter Stents in the Treatment of Intracranial Aneurysms: Where are we? *Neuroradiology*. 2011; 38:40–46.
- 42.** Lin n, Brouillard aM, Keigher KM ve ark. Utilization of Pipeline embolization device for treatment of ruptured intracranial aneurysms: Us multicenter experience. *J Neurointerv Surg*. 2015;7:808–15.

- 43.** Velioglu M, Kızılkılıç O, Selcuk H ve ark. Early and midterm results of complex cerebral aneurysms treated with Silk Stent. *Neuroradiology*. 2012; 54:1355–1365.
- 44.** Lylyk P, Miranda C, Ceratto R ve ark. Curative endovascular reconstruction of cerebral aneurysms with the Pipeline embolization device: the Buenos Aires experience. *Neurosurgery*. 2009;64:632–42.
- 45.** Girdhar G, Li J, Kostousov L ve ark. In-vitro thrombogenicity assessment of flow diversion and aneurysm bridging devices. *J Thromb Thrombolysis*. 2015;40:437–43.
- 46.** Szikora I, Berentei Z, Kulcsar Z ve ark. Treatment of intracranial aneurysms by functional reconstruction of the parent artery: the Budapest experience with the pipeline embolization device. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2010;31:1139–47.
- 47.** Briganti F, Leone G, Marseglia M ve ark. p64 Flow Modulation Device in the treatment of intracranial aneurysms: initial experience and technical aspects. *J Neurointerv Surg*. 2016;8:173–80.
- 48.** Ley D, Mühl-Benninghaus R, Yilmaz U ve ark. The Derivo embolization device, a second-generation flow diverter for the treatment of intracranial aneurysms, evaluated in an elastase-induced aneurysm model. *Clin Neuroradiol*. 2017;27:335–43.
- 49.** Cekirge HS, Saatci I. A New Aneurysm Occlusion Classification after the Impact of Flow Modification. *AJNR*. 2015;37(1), 19–24.
- 50.** Pumar JM, Banguero A, Cuellar H ve ark. Treatment of intracranial aneurysms with the SILK embolization device in a multicenter study. A retrospective data analysis. *Neurosurgery*. 2017;81:595–601.
- 51.** Byrne JV, Beltechi R, Yarnold JA, Birks J, Kamran M. Early experience in the treatment of intra-cranial aneurysms by endovascular flow diversion: a multicentre prospective study. *PLoS One*. 2010; 5:1–8.
- 52.** Tähtinen OI, Manninen HI, Vanninen RL ve ark. The Silk flow diverting stent in the endovascular treatment of complex intracranial aneurysms: technical aspects and mid-term results in 24 consecutive patients. *Neurosurgery*. 2012;70(3):617–623.

- 53.** Wagner A, Cortsen M, Hauerberg J, Romner B, Wagner MP. Treatment of intracranial aneurysms. Reconstruction of the parent artery with flow-diverting (Silk) stent. *Neuroradiology*. 2012;54(7):709–718.
- 54.** Korkmazer B, Kocak B, Islak C, Kocer N, Kizilkilic O. Long-term results of flow diversion in the treatment of intracranial aneurysms: a retrospective data analysis of a single center. *Acta neurochirurgica*. 2019;161(6),1165–1173.
- 55.** Becske T, Brinjikji W, Potts MB ve ark. Long-term clinical and angiographic outcomes following pipeline embolization device treatment of complex internal carotid artery aneurysms: five-year results of the pipeline for uncoilable or failed aneurysmtrial. *Neurosurgery*. 2017;80(1):40-48.
- 56.** Zhou G, Su M, Yin YL, Li MH. Complications associated with the use of flow-diverting devices for cerebral aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *NeurosurgicalFocus*. 2017;42(6):E17.
- 57.** Kallmes DF, Brinjikji W, Cekirge S ve ark. Safety and efficacy of the Pipeline embolization device for treatment of intracranial aneurysms: a pooled analysis of 3 large studies. *Journal of Neurosurgery*. 2017;127(4), 775–780.
- 58.** Adeeb N, Griessenauer CJ, Moore JM ve ark. Ischemic stroke after treatment of intraprocedural thrombosis during stent-assisted coiling and flow diversion. *Stroke*. 2017;48(4):1098-1100.
- 59.** Samaniego EA, Dandapat S, Roa JA, Zanaty M, Nakagawa D, Hasan DM. Mechanical Thrombectomy of Acutely Occluded Flow Diverters. *Operative Neurosurgery*. 2019;0:1–6.
- 60.** Benaissa A, Barbe C, Pierot L. Analysis of recanalization after endovascular treatment of intracranial aneurysm (ARETA trial): Presentation of a prospective multicenter study. *Journal of Neuroradiology*. 2015;42(2), 80–85.
- 61.** Agid R, Willinsky RA, Lee SK, ve ark. Characterization of aneurysm remnants after endovascular treatment: contrast-enhanced MR angiography versus catheter digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008;29:1570–4.

- 62.** Cho WS, Kim SS, Lee SJ ve ark. The effectiveness of 3T time-of-flight magnetic resonance angiography for follow-up evaluations after the stent-assisted coil embolization of cerebral aneurysms. *Acta Radiol.* 2014;55:604–13.
- 63.** Attali J, Benaissa A, Soize S, Kadziolka K, Portefaix C, Pierot L. Follow-up of intracranial aneurysms treated by flow diverter: comparison of three-dimensional time-of-flight MR angiography (3D-TOF-MRA) and contrast-enhanced MR angiography (CE-MRA) sequences with digital subtraction angiography as the gold standard. *J Neurointerv Surg.* 2018;8:81–86, 2016.
- 64.** Killer-OM, Kocer N, Griessenauer CJ ve ark. European multicenter study for the evaluation of a dual-layer flow-diverting stent for treatment of wide-neck intracranial aneurysms: the European flow-redirection intraluminal device study. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2018;39(5):841–847.
- 65.** Kulcsár Z, Ernemann U, Wetzel SG ve ark. High-profile flow diverter (silk) implantation in the basilar artery: efficacy in the treatment of aneurysms and the role of the perforators. *Stroke.* 2010;41(8):1690–1696.
- 66.** De Vries J, Boogaarts J, Van Norden A, Wakhloo AK. New generation of flow-diverter (surpass) for unruptured intracranial aneurysms: a prospective single-center study in 37 patients. *Stroke.* 2013;44:1567-1577.
- 67.** Brinjikji W, Murad MH, Lanzino G, Cloft HJ, Kallmes DF. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with flow diverters. *Stroke.* 2013;44(2):442–447.