

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**RÜPTÜRE OLMUŞ İNTRAKRANİAL ANEVRİZMALARDA WOVEN ENDOBRİDGE
TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Mehmet Emin YAZAR

UZMANLIK TEZİ

KONYA – 2023

T.C
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**RÜPTÜRE OLMUŞ İNTRAKRANİYAL ANEVİZMALARDA WOVEN ENDOBRİDGE
TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Mehmet Emin YAZAR

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Osman KOÇ

KONYA – 2023

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerini aktaran başta tez danıŐmanım ve anabilim dalı baŐkanımız Prof. Dr. Osman KOÇ hocam ve tım değerli hocalarıma, asistanlık sürecim boyunca beraber çalıŐmaktan büyük memnuniyet duyduğum meslektaŐlarıma, radyoloji çalıŐanlarına teşekkür ederim

Beni yetiŐtirip bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan, verdiğim her kararı destekleyen, beni asla yalnız bırakmayan annem, babam ve kardeŐime teŐekkürlerimi sunarım.

Dr. Mehmet Emin YAZAR

2020

ÖZET

RÜPTÜRE OLMUŞ İNTRAKRANİAL ANEVİRİZMALARDA WOVEN ENDOBRIDGE TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Mehmet Emin YAZAR

UZMANLIK TEZİ

KONYA-2023

Amaç: Rüptüre olmuş intrakranial anevrizma nedeniyle subaraknoid kanama gelişen hastaların tedavisinde çeşitli alternatifler bulunmaktadır. Çalışmamızda woven endobridge cihazı ile tedavi edilen rüptüre olmuş anevrizması bulunan hastaların klinik sonuçlarını ve oklüzyon oranlarını değerlendirerek tecrübelerimizi sunmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Aralık 2015-Mayıs 2022 tarihleri arasında hastanemize intrakranial anevrizmaya bağlı subaraknoid kanama ile başvuran ve girişimsel radyoloji departmanında WEB ile tedavi edilen 41 hastaya ait 42 anevrizma çalışmaya dahil edilmiştir. Tedavi sonrası ortalama 15 ay (aralık 1-83 ay) takip edilen hastaların Manyetik Rezonans anjiyografi ve dijital subtraksiyon anjiyografisi ile oklüzyon oranları ve 1. yıl takiplerinde modifiye Rankin Skorlaması ile klinik iyileşme durumları değerlendirilmiştir.

Bulgular: Araştırmaya alınan hastaların 18'i erkek, 23'ü kadın (ortalama yaş: 53; aralık: 33-83) hastaya ait rüptüre olmuş 42 anevrizma WEB ile tedavi edildi. Anevrizmaların ortalama çapı 5.3 mm, çap aralığı ise 3-10 mm'dir. Boyun genişliği ortalama 3.94 mm, aralık ise 2-7 mm idi. Anevrizmaların tamamı geniş boyunluydu (4 mm ve daha geniş boyunlu ve/veya kubbe/boyun oranı $\leq 1,6$ anevrizmalar). Anevrizmaların 17'si (%40) AComA, 14'ü (%33) MCA, 6'sı (%14) baziler tepe, 2'si (%5) ACA, 1'i (%2) İCA tepe, 1'i (%2) PICA, 1'i (%2) PComA lokalizasyonunda yerleşmişti. Tüm hastalarda cihaz başarılı bir şekilde yerleştirilmiştir. Takip incelemeleri olan 25 hastanın 23'ünde (%92) yeterli oklüzyon tespit edilmiştir. İki hastada anevrizma kalıntısı saptanmış ve hastalara tedavi önerilmiştir. Uzun dönem takiplerinde 13 hasta hayatını yitirmiştir. 17 hastada asemptomatik bir şekilde hayatına devam etmektedir (mRS 0). 7 hastada ise iyi klinik sonuç (mRS 1-2) mevcuttur. Hastalarda tedaviye bağlı morbidite ya da mortalite saptanmamıştır.

Sonuç: WEB cihazının rüptüre olmuş, geniş boyunlu anevrizmalarda akut oklüzyon oluşturması, işlem sonrası antiplatelet tedavi gerektirmemesi, kısa ve uzun dönem takiplerinde yeterli oklüzyon sağlanması, rekanalizasyon oranlarının düşük olması sebebiyle uygun anevrizmalarda efektif bir tedavi seçeneği olduğu görülmektedir. Morbidite-mortalite oranlarının düşük olması, intraoperatif rüptür ve tromboembolik komplikasyonların az görülmesi güvenli bir tedavi yöntemi olduğunu doğrulamaktadır.

Anahtar kelimeler: İntrakranial anevrizma, Woven endobridge (WEB), Subaraknoid kanama (SAK), Endovasküler tedavi.

ABSTRACT

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF WOVEN ENDOBRIDGE THERAPY IN RUPTURED INTRACRANIAL ANEURYSM

Dr. Mehmet Emin YAZAR

MASTER'S THESIS

KONYA – 2023

Purpose: There are various alternatives in the treatment of patients who develop subarachnoid hemorrhage due to a ruptured intracranial aneurysm. In our study, we aimed to present our experience by evaluating the clinical results and occlusion rates of patients with ruptured aneurysm treated with a woven endobridge device.

Materials and Methods: Between December 2015 and May 2022, 42 aneurysms belonging to 41 patients who applied to our hospital with subarachnoid hemorrhage due to intracranial aneurysm and were treated with WEB in the interventional radiology department were included in the study. The occlusion rates of the patients, who were followed up for an average of 15 months (range 1-83 months) after treatment, were evaluated with Magnetic Resonance angiography and digital subtraction angiography and their clinical improvement was evaluated with the modified Rankin Score at the 1st year follow-up.

Results: 42 ruptured aneurysms of 18 male and 23 female (mean age: 53; range: 33 to 83) patients included in the study were treated with WEB. The mean diameter of the aneurysms is 5.3 mm and the diameter range is 3-10 mm. The mean neck width was 3.94 mm and the range was 2-7 mm. All of the aneurysms had wide necks (aneurysms with a neck of 4 mm and larger and/or a dome/neck ratio ≤ 1.6). Of the aneurysms, 17 (40%) AComA, 14 (33%) MCA, 6 (14%) basilar tip, 2 (5%) ACA, 1 (2%) ICA crest, 1 (2%) PICA was located in 1 (2%) PComA localization. The device was successfully placed in all patients. Adequate occlusion was detected in 23 (92%) of 25 patients with follow-up examinations. Aneurysm remnants were detected in two patients and treatment was recommended to the patients. In the long-term follow-up, 13 patients died. 17 patients continue their lives asymptotically (mRS 0). 7 patients had good clinical results (mRS 1-2). No treatment-related morbidity or mortality was detected in the patients.

Conclusion: The WEB device seems to be an effective treatment option in ruptured, wide-necked aneurysms as it creates acute occlusion, does not require post-procedure antiplatelet therapy, provides adequate occlusion in short and long-term follow-ups and has low recanalization rates. Low morbidity-mortality rates, low incidence of intraoperative rupture and thromboembolic complications confirm that it is a safe treatment method.

Keywords: Intracranial aneurysm, Woven endobridge (WEB), Subarachnoid hemorrhage (SAH), Endovascular treatment.

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|------|
| TEŞEKKÜR..... | v |
| ÖZET..... | vi |
| İÇİNDEKİLER..... | viii |
| TABLolar DİZİNİ..... | x |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | xi |
| KISALTMA VE SİMGELER..... | xiii |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER..... | 1 |
| 2.1. Serebral Vasküler Anatomi | 1 |
| 2.1.1. Ana karotid arter ve dalları | 2 |
| 2.1.2. Vertebrobaziler Sistem..... | 11 |
| 2.2. İntrakranial Anevrizmalar | 17 |
| 2.2.1. Tanım ve sınıflandırma..... | 17 |
| 2.2.2. Patogenez ve risk faktörleri..... | 21 |
| 2.2.3. Genetik | 22 |
| 2.2.4. Epidemiyoloji..... | 23 |
| 2.2.5. Klinik seyir ve prognoz..... | 23 |
| 2.2.6. İntrakranial anevrizmalarda tanı ve görüntüleme..... | 29 |
| 2.2.7. İntrakranial anevrizmalarda tedavi..... | 32 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM..... | 48 |

| | |
|-------------------------|----|
| 4. BULGULAR | 50 |
| 5. VAKA ÖRNEKLERİ | 52 |
| 6. TARTIŞMA | 56 |
| 7. SONUÇ..... | 68 |
| 8.KAYNAKLAR..... | 68 |

TABLO DİZİNİ

Tablo 2.1.: Modifiye Rankin Skalası

Tablo 2.2.: Subaraknoid kanama evrelemesi

Tablo 2.3.: Modifiye Fisher Skalası

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.: Beyin tabanında arteryel anatomi (PCA seyrini göstermek için serebellum sol yarısı ve sol temporal lob çıkarılmıştır)

Şekil 2.2.: Ana, internal, eksternal karotid arter ve vertebral arter

Şekil 2.3.: Anterior serebral arter ve dalları

Şekil 2.4.: Orta serebral arter ve dalları

Şekil 2.5.: Vertebral arter segmental anatomi

Şekil 2.6.: Baziler arter ve dalları

Şekil 2.7.: Posterior serebral arter ve dalları

Şekil 2.8.: Willis poligonu

Şekil 2.9.: Lokalizasyona göre anevrizma görülme insidansları

Şekil 2.10.: Etyolojilerine göre anevrizma çeşitleri

Şekil 2.11.: İntrakranial anevrizma boynuna cerrahi klip yerleştirilmesi

Şekil 2.12.: İntrakranial anevrizmalarda endovasküler tedavi seçenekleri

Şekil 2.13.: Modifiye Raymond-Roy oklüzyon sınıflaması

Şekil 2.14.: Geniş boyunlu anevrizmada balon destekli koil embolizasyonu

Şekil 2.15.: Geniş boyunlu anevrizmada stent destekli koil embolizasyonu

Şekil 2.16.: Akım çevirici stent çeşitleri

Şekil 2.17.: WEB cihazının tarihsel gelişimi

Şekil 2.18.: WEB SL ve WEB SLS, VIA mikrokater ve şematize edilmiş radyal kompresyon

Şekil 3.1.: Beaujon WEB Oklüzyon Skalası

Şekil 5.1.: Sol ACA distal segmentte rüptüre anevrizması bulunan 67 yaşında kadın hastanın (vaka 5) **a.** Beyin BT'de verteks düzeyinde orta hatta parafalksiyan alanda SAK izleniyor. **b.** Tedavi öncesi alınan DSA görüntüsünde sol ACA distal segmentte geniş boyunlu lobüle konturlu sakküler anevrizma görülüyor. **c.** WEB yerleştirildikten sonra alınan anjiyografide anevrizmada belirgin staz izleniyor. **d.** 6 ay sonra yapılan kontrol anjiyografide anevrizmada total oklüzyon saptanıyor.

Şekil 5.2.: Sol MCA bifurkasyonda rüptüre anevrizması bulunan 54 yaşında kadın hastanın (vaka 15) **a.** Beyin BT'de sol parietal bölgede intraparakimal hematoma ve komşuluğunda SAK izleniyor. **b.** Tedavi öncesi alınan DSA görüntüsünde sol MCA bifurkasyonda geniş boyunlu lobüle konturlu sakküler anevrizma görülüyor. **c.** Kemikli görüntüde WEB cihazının konumu gösteriliyor. **d.** WEB yerleştirildikten sonra alınan anjiyografide anevrizmada belirgin staz izleniyor. **e.** 6 ay sonra yapılan kontrol

anjiyografide subtrakte edilmemiş kemikli görüntüde WEB cihazı izleniyor. **f.** Anevrizmada total oklüzyon saptanıyor.

Şekil 5.3.: Sol PİCA orijininde rüptüre anevrizması bulunan 56 yaşında kadın hastanın (vaka 17) **a.** Beyin BT'de bilateral silviyan fissürlerde SAK ve 3. ventrikülde hemoraji izleniyor. **b.** Tedavi öncesi alınan DSA görüntüsünde sol PİCA orijininde geniş boyunlu lobüle konturlu sakküler anevrizma görülüyor. **c.** WEB yerleştirildikten sonra alınan anjiyografide anevrizmanın kanamış olan kubbe kısmında kontrast doluşu izlenmiyor. **d.** 6 ay sonra yapılan kontrol anjiyografide anevrizmada total oklüzyon saptanıyor.

Şekil 5.4.: AComA'da rüptüre anevrizması bulunan 70 yaşında kadın hastanın (vaka 34) **a.** Beyin BT'de perimezensafalik sisternalarda ve sol silviyan fissürde SAK'la uyumlu hiperdansiteler görülüyor. **b.** Tedavi öncesi alınan DSA görüntüsünde AComA'da lobüle konturlu geniş boyunlu sakküler anevrizma görülüyor. Bu görüntüde sağ MCA süperior trunkustan kaynaklanan ve akım çevirici stentle tedavi edilen başka bir anevrizma mevcuttur. **c.** WEB yerleştirildikten sonra alınan kemikli subtrakte edilmemiş görüntüde anevrizmada orta derecede staz izleniyor. **d.** 6 ay sonra yapılan kontrol anjiyografide anevrizmada total oklüzyon saptanıyor.

KISALTMA VE SİMGELER

2D: 2 Boyutlu

3D: 3 Boyutlu

3DRA: 3 Boyutlu Rotasyonel Anjiyografi

ACA: Anterior Serebral Arter

AChA: Anterior Koroidal Arter

AEA: Anterior Etmoidal Arter

AİCA: Anterior İnferior Serebellar Arter

APS: Anterior Perforan Boşluk

ASA: Anterior Spinal Arter

ATENA (Analysis of Treatment by Endovascular approach of Non-ruptured Aneurysms): Rüptüre Olmamış Anevrizmalarda Endovasküler Tedavi Analizi

BA: Baziler Arter

BOS: Beyin Omurilik Sıvısı

BT: Bilgisayarlı Tomografi

BT: Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi

CAMEO: Cerebral Aneurysm Multicenter European Onyx

CCA: Ana Karotid Arter

CLARITY (Clinical and Anatomical Results in the Treatment of Ruptured Intracranial Aneurysms): Rüptüre İnrakranial Anevrizmaların Tedavisinde Anatomik ve Klinik Sonuçlar

DSA: Dijital Subtraksiyon Anjiyografi

ECA: Eksternal Karotid Arter

ECM: Ekstraselüler Matriks

FDA: Food and Drug Administration

FLAIR: Fluid Attenuated Inversion Recovery

FRED: Flow Redirection Endoluminal Device

GDC: Guglielmi Detachable Coil

GKS: Glaskow Koma Skoru

ISAT: Uluslararası Subaraknoid Anevrizma Çalışması

ISUIA: International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms

İA: İnrakranial Anevrizma

İCA: İnternal Karotid Arter
LP: Lomber Ponksiyon
MCA: Orta Serebral Arter
MED: Medina Embolizasyon Cihazı
MEN-1: Multiple Endokrin Neoplazi Tip 1
MMA: Orta Meningeal Arter
MR: Manyetik Rezonans
MRA: Manyetik Rezonans Anjiyografi
MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme
NF-1: Nörofibromatozis Tip 1
OA: Oftalmik Arter
ODPKBH: Otozomal Dominant Polikistik Böbrek Hastalığı
PAASH: Prognosis on Admission of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage
PCA: Posterior Serebral Arter
PComA: Posterior Komunikan Arter
PED: Pipeline Endovasküler Cihaz
PiCA: Posterior İnterior Serebellar Arter
PSA: Posterior Spinal Arter
PTA: Perkütan Translüminal Anjiyoplasti
SAK: Subaraknoid Kanama
SCA: Süperior Serebellar Arter
SHA: Süperior Hipofizyal Arter
TOF: Time Of Flight
VA: Vertebral Arter
VSMC: Vasküler Düz Kas Hücresi
WEB: Woven Endobridge
WEB DL: Woven Endobridge Dual Layer
WEB SL: Woven Endobridge Single Layer
WEB SLS: Woven Endobridge Single Layer Sphere
WEB EV: Woven Endobridge Enhanced Visualization
WFNS: World Federations of Neurosurgical Societies

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Erişkin popülasyonda intrakranial anevrizma prevalansının %2-5 olduğu tahmin edilmektedir. Anevrizma özelliklerine bağlı olarak yıllık rüptür riski %0.5 ile %6 arasında değişmektedir. İntrakranial anevrizma rüptürü sonrası gelişen subaraknoid kanama (SAK) önemli bir mortalite ve morbidite sebebidir. SAK gelişen hastaların yaklaşık 1/3'ü ilk kanamadan sonra hayatını yitirmektedir. İlk kanamadan sağ kurtulan hastaların 1/3'ü altı ay içinde yeniden kanama nedeniyle ölmektedir. Bu nedenle rüptüre olmuş intrakranial anevrizmaların tedavi edilmesi ve tekrar kanamanın önlenmesi büyük önem arz etmektedir.

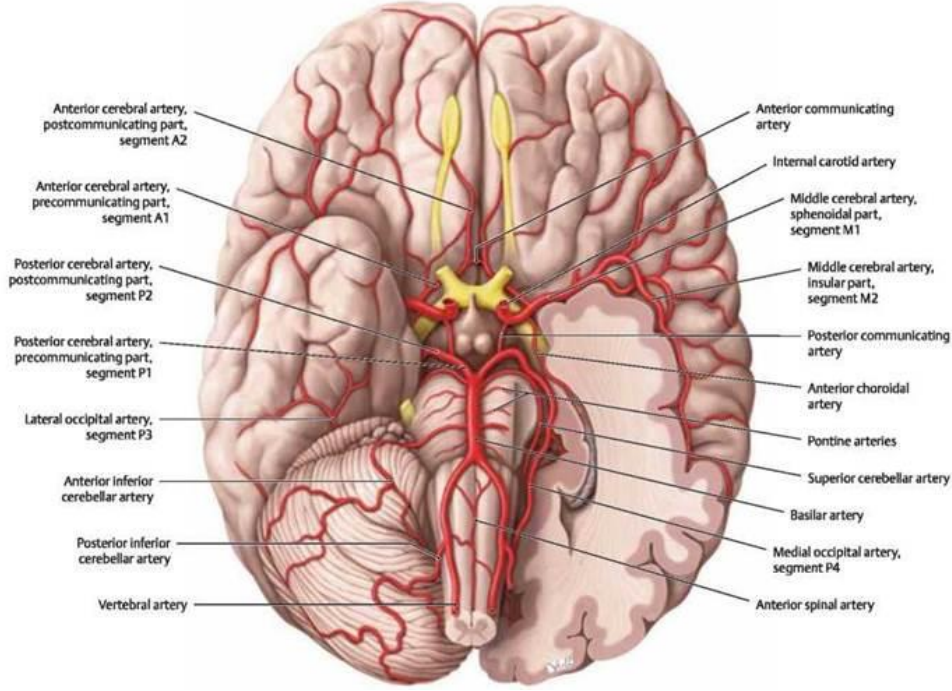
Rüptüre olmuş intrakranial anevrizmaların tedavisinde cerrahi ve endovasküler yöntemler kullanılmaktadır. 1991 yılında Guglielmi tarafından serbestleştirilebilir koillerle ilgili çalışmanın yayınlanmasından sonra endovasküler tedavi cerrahi kliptomeye göre daha çok tercih edilir hale gelmiştir. Ancak bazı anevrizmaların tedavi yönetiminde zorluklar mevcuttur. Bunlardan birisi de geniş bifurkasyon ya da terminal bölge anevrizmalarıdır. Bu anevrizmaların primer koil embolizasyon yöntemiyle tedavisi mümkün olmayabilmekte ve kompleks stentleme gerekebilmektedir. Bu da işlemi komplike hale getirmekte ve ayrıca ikili antiplatelet medikasyon gerektirmektedir. Özellikle rüptüre olmuş geniş boyunlu bifurkasyon ya da terminal bölge anevrizmaları için geliştirilmiş woven endobridge (WEB) (Sequent Medikal, California, ABD) cihazı anevrizma kesesi içine yerleştirilmekte ve anevrizma boynunda akım çevirici etki göstermektedir. Anevrizmada akut oklüzyon oluşturması ve antiplatelet tedavi gerektirmemesi ile rüptüre olmuş geniş boyunlu bifurkasyon ya da terminal bölge anevrizmalarında etkin bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Böylelikle anevrizmaların daha az manipülasyon ve dolayısıyla daha az komplikasyonla hızlı ve efektif tedavi edilmesini sağlamaktadır.

Çalışmamızda WEB cihazıyla tedavi ettiğimiz rüptüre olmuş intrakranial anevrizmaları bulunan hastalarda tedavi etkinliğini ve klinik sonuçlarını değerlendirmeyi hedefledik.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Serebral Vasküler Anatomi

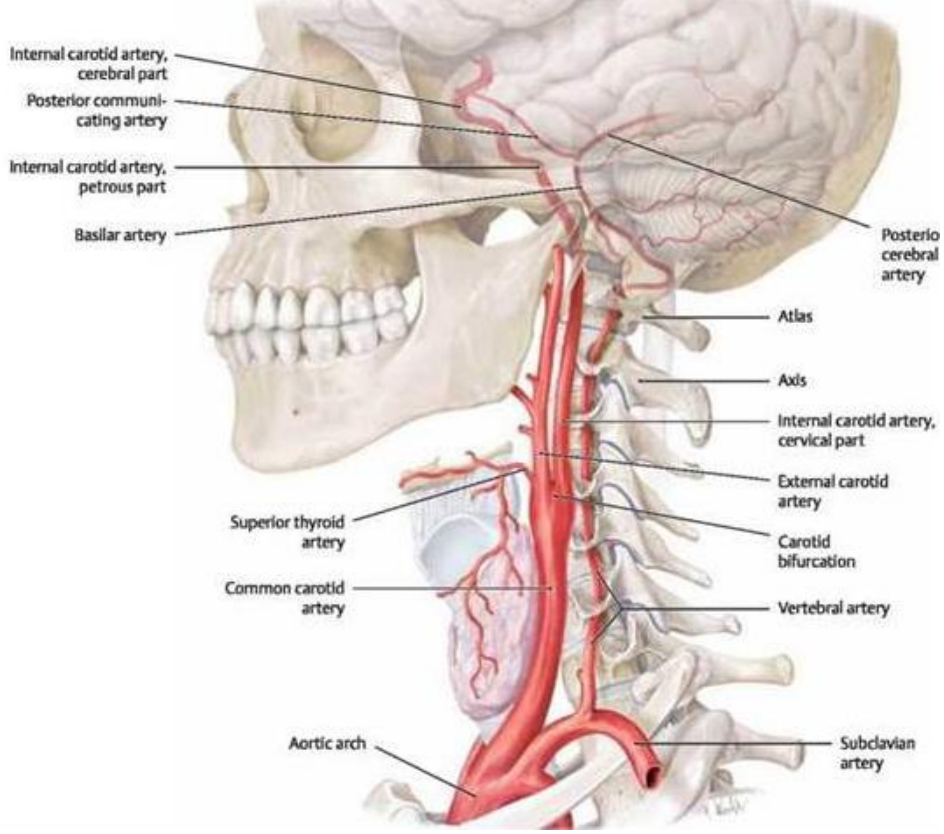
Beynin beslenmesi arkus aortadan çıkan karotis arterler ve subklavyen arterden orijin alan vertebrobaziler arterle sağlanmaktadır. İnternal karotid arter (İKA) ve dallarının meydana getirdiği anterior sirkülasyon oksipital lob ve temporal lobun inferior kesimi dışındaki serebral hemisferleri, vertebral arter (VA) ve dallarının oluşturduğu posterior sirkülasyon infratentoryal bölgede mezensefalon, pons, medulla oblongata, serebellum ve supratentoryal bölgede oksipital lob ve temporal lobun inferior kesimlerini besler.



Şekil 2.1.: Beyin tabanında arteriyel anatomi (PCA seyrini göstermek için serebellum sol yarı ve sol temporal lob çıkarılmıştır)

2.1.1. Ana karotid arter ve dalları

İki ana karotid arter (CCA) vardır. Sol CCA aortik arkustan çıkarken, sağ CCA brakioyosefalik trunkustan köken alır. Her iki CCA karotis boşluğunda kranial olarak uzanır. Karotis boşluğu üç tabakadan oluşmaktadır. Derin servikal fasya karotis kılıfı olarak adlandırılır. Hyoid kemik seviyesinde, yaklaşık olarak C4-C6 vertebra gövdeleri düzeyinde CCA, internal karotid arter (İCA) ve eksternal karotid arter (ECA) dallarına ayrılır. Ancak bazı vakalarda karotid bifurkasyon seviyesi birinci servikal vertebraya kadar yüksek yerleşimli olabilirken, bazı vakalarda ise üst torasik seviyeye kadar alçak yerleşimli olabileceği bildirilmiştir. Karotid kılıfı bifurkasyon seviyesini altında iyi tanımlanmış bir yapıdır. Oronazal farenks düzeyinde ise ya inkomplettir ya da tamamen yoktur. Karotis boşluğunun infrahyoid segmenti CCA'yı içerir. Arter lateral ve posterior sınırı sternokleidiomastoid kas, süperior sınırı omohyoid kas ve digastrik kasın venter posterioru tarafından oluşturulan anterior üçgen içinde yer almaktadır. Karotis boşluğunun suprahyoid segmenti İCA'yı içermektedir. Daha lateralde ve arkada juguler ven, kranial sinirler, lenf düğümleri ve sempatik pleksus yer almaktadır. Kafa tabanına yaklaşıldığında karotis boşluğunun sınırlarını lateralde parotis boşluğu, anteriorda parafarengeal boşluk, medialde retrofarengeal boşluk ve posteriorda perivertebral boşluk oluşturmaktadır.



Şekil 2.2.: Ana, internal, eksternal karotid arter ve vertebral arter

Eksternal karotid arter

ECA genellikle İCA'nın anteromedialinde yer alır. ECA ve dalları tiroid glandı, saçlı deri, yüz ve dura mater gibi baş ve boyun yapılarının büyük bir kısmının beslenmesini sağlar.

İnternal karotid arter

İCA CCA'nın bifurkasyon düzeyinden başlar herhangi bir dal vermeden kafa tabanında temporal kemiğin petröz parçasında bulunan karotid kanaldan geçerek kafa içinde kavernöz sinüse doğru yönelir. Kavernöz sinüste anterior klinoid çıkıntıyı geçer ve dura mater delerek subaraknoid aralığa girer. Bu düzeyde sırasıyla oftalmik, posterior komunikan ve anterior koroidal arteri verir. Subaraknoid boşlukta posteriora ilerleyerek terminal dalları olan anterior ve medial serebral arterleri verir.

Servikal segment

İCA'nın ilk bölümü genişlemiş karotid bulbustan başlayarak, 1-2 cm distalde daralarak devam eder. C1 segmenti İCA'nın temporal kemiğin petröz parçasında karotid kanala girdiği yerde sonlanır. Karotid bulbus ve İCA C1 segmentinde dal çıkmaz. Özellikle yaşlı, ateroskleroza bulunan hastalarda karotid bulbus genişleyebilir. Distal segment tortiyozitesi çok genç ve yaşlı hastalarda sık görülmektedir. İCA tortiyozitesi doğuştan olabileceği gibi

displastik veya aterosklerotik değişikliklere bağlı da olabilir. İCA orijin kesiminde ECA'nın posteriorunda ve lateralinde yer alır. Distalde ise ECA'nın medialindedir.

Petröz segment

İCA juguler fossa ve juguler venin anteriorunda karotid forameninden kafa tabanına girer. İCA petröz kemiğin içinde önce yaklaşık 1 cm vertikal, daha sonra horizontal olarak mediale ve biraz süperiora doğru seyreder. Seyri boyunca İCA kohlea ve timpanik kavitenin altında anteromediale uzanır. Petröz kemiğin apeksine yakın seviyede kemikten çıkar. Foramen laserumu örten kıkırdağın üzerinden geçer ve kavernöz sinüse girer.

İCA petröz segmentte karotikotimpanik arter ve mandibular arter dallarını verir. Karotikotimpanik arter orta kulak kavitesini besleyen embriyonik bir kalıntıdır ve asendan farengeal arterin timpanik dalıyla anastomoz yapabilir. Kafa tabanı tümörlerinde özellikle timpanojuguler paragangliomalarda tutulabilir.

Mandibular arter embriyonik bir kalıntıdır. Pterygoid kanal içerisinde Vidian arter ve daha aşağıda pterygovaginal arterle anastomoz yapan iki dalı vardır. Pterygovaginal arter normal anjiyogramlarda görülmezken vasküler anjiyofibromlar tarafından tutulduğu durumlarda görünür hale gelebilir.

Kavernöz Segment

İCA'nın kavernöz segmenti dura yaprağının iki tabakaya bölünmesiyle oluşan boşlukta yer alır. Lateral tabaka orta kranial fossanın medial duvarıdır. Medial tabaka ise sfenoid kemik periosteumun inferior bölümüyle yakın temas halindedir. Kavernöz segment düzeyinde İCA önce öne ve yukarıya yönelir, daha sonra anterior klinoid prosesin medial ve posterioruna doğru kıvrılır. İCA sella tursikanın lateralinde yer alır. Sella tursikadan duranın medial tabakası ile ayrılır. İnternal karotid arter kranial III, IV, VI, V1 ve V2 dallarıyla yakın ilişki içerisinde olan bir venöz pleksusla çevrilidir. III, IV, V1 ve V2 kranial sinirler kavernöz sinüsün lateral duvarı içerisinde seyrederken, VI. Kranial sinir kavernöz sinüsün içinde uzanır.

İCA'nın kavernöz parçası 'S' şeklinde seyreder ve 3 segmente ayrılır. C5 vertikal ve C4 horizontal seyreder. C3 ise posteriora yönelir ve dural halkadan subaraknoid boşluğa girer. İnternal karotid arterin kavernöz segmentinden meningohipofizyal trunk ve inferolateral trunk çıkar. İnterolateral trunk ve meningohipofizyel trunkın dalları lateral anjiyogramlarda iyi bir

şekilde görülmeyebilirler. Patolojik durumlarda özellikle menenjiyom ve dural arteriyovenöz fistül gibi patolojilerde dilate olup görünür hale gelirler.

Meningohipofizyal trunk C5 segmentinin medial yüzeyinden çıkar. Anjiyografide hafif bir parlaklık olarak görülebilen inferior hipofizyal arter dalını verir. Ayrıca dural ve tentoryal dalları mevcuttur. Tentoryal dal, anjiyografide bu dalı ilk defa gösteren Bernasconi ve Cassinari'nin ismiyle anılmaktadır. Dural dallar kontralateral internal karotid arterin meningeal dalları ve asendan farengeal arterin klival dalları ile anastomoz yapar. Ayrıca arteria meningeal media ile anastomozlar bulunabilir.

İnferolateral trunk C4'ün lateral yüzünden çıkar. III., IV., VI. kranial sinirleri ve Gasseri ganglionunu besler. Kavernöz sinüs ve yakınındaki alanları örten dura için dallar verir. Bu alanda internal karotid arterin inferolateral trunku ile ECA'nın meningeal media, aksesuar meningeal arter, oftalmik arter (OA) dalları arasında bağlantılar bulunur. Bir sistem diğerine baskın olabilir.

Supraklinoid Segment

İCA'nın supraklinoid segmenti duradan subaraknoid boşluğa girdiği yerden başlar. Süperiora ve posteriora ilerler. Anterior klinoid prosesin lateralinden ve optik sinirin medialinden geçer. Subaraknoid boşluğa girdiği düzeyde arteri çevreleyen dural halka lateralde sıkıca yapışıktır. Ancak medialde daha gevşektir ve ince bir boşluk olan karotid cave'i oluşturur. Dural halkanın altından kaynaklanan intrakavernozal anevrizmalar karotid cave'i genişletir ve süperiordan subaraknoid boşluğa uzanır. Bu anevrizmalar lokalizasyonları sebebiyle karotid cave anevrizmaları olarak adlandırılır.

İCA'nın supraklinoid bölümü oftalmik, komunikan ve koroidal olmak üzere 3 segmente ayrılır. OA ve posterior komunikan arter (PComA) orijini oftalmik segment, PComA ve koroidal arter (KA) orijini komunikan segment, anterior koroidal arter (AChA) orijini ve İCA'in terminal bifurkasyonunu içeren seviyesi koroidal segment olarak adlandırılır. Anterior perforan boşluk (APS) seviyesinden itibaren ön ve orta serebral arter dallarına ayrılır.

Oftalmik arter (OA) İCA'nın süperior-medial yüzünden çıkar. Optik sinirin altından geçerek optik sinirle birlikte optik kanaldan orbitaya girer. Oküler, orbital ve ekstraorbital olmak üzere 3 dal verir. Oküler arter santral retinal arter ve siliyer arter dallarını verir. Orbital

arter lakrimal dalı içerir. Lakrimal dal bazen varyatif olarak rekürren meningeal arter dalını verebilir. Rekürren meningeal arter süperior orbital fissürden geçerek orta meningeal arter (MMA) dallarıyla anastomoz yapar. Lakrimal arterin anterior derin temporal arter ile anastomozu İCA oklüzyonunda OA yoluyla önemli bir kollateral dolaşım olabilir.

Ekstraorbital dallar posterior ve anterior etmoidal arterleri içerir. Posterior etmoidal arter (PEA) 1. segmentten anterior etmoidal arter (AEA) 3. segmentten orijin alır. Bu dalların yükselen bölümleri lamina kribrosa'dan geçerek bazal anterior kranial fossanın durasını besler. Anterior falks arteri AEA'den çıkar ve falks düzeyinde arteria meningeal media dalları ile anastomoz yapar. Bu arterler bazal anterior kranial fossa menenjiomları ve frontobazal dural fistüllerle ilişkilidir.

Anjiyogramlarda lateral görüntülerde daha net olmak üzere OA her zaman görünür. Orijininden 2 cm distalde optik siniri çaprazlar. Santral retinal arter ve siliyer arter anjiyogramlarda bazen görülebilir. Oküler koroidin pleksusu yarım ay şeklinde görülür. Anterior falks arteri mevcut olduğunda lateral anjiyografilerde rahatlıkla görülebilir. Diğer dallar normal koşullarda anjiyografilerde görüntülenemez.

Süperior hipofizyal arter (SHA) İCA oftalmik segmentinin posteromedial yüzünden çıkan küçük arterler tarafından oluşturulur. SHA infundibulum, hipofiz bezi anterior lobu ve optik sinir, kiazma, 3. ventrikül tabanının bir kısmını besler. SHA normal anjiyografilerde görüntülenemez. Oftalmik segment anevrizmalar için tipik bir bölgedir (karotido-oftalmik anevrizma ve SHA anevrizması).

Posterior komunikan arter (PComA) İCA'nın arka yüzünden çıkar. Posterior serebral artere (PCA) katılmak için posteriora ve mediale uzanır. 3. kranial sinirle yakın ilişki içerisindedir ve genellikle lateralinde seyreder.

PComA genellikle PCA'dan daha ince kalibrasyondadır. Ancak embriyolojik gelişim esnasında PCA P1 segmentinin regrese olması ya da hipoplastik kalması durumunda PComA daha geniş olup direkt PCA olarak devam edebilir. Normal anjiyografilerin %6.5'inde PComA orijininde hafif bir genişleme tanımlanmıştır. İlk başlarda anevrizma oluşumunun erken bir evresi olarak kabul edilse de sonraki çalışmalarda preanevrizmal bir patoloji olmadığı görülmüştür.

PCoMA'dan çok sayıda perforan dal çıkar. Tüberotalamik, premamiller ve anterior talamoperforan arterler başlıcalarıdır. Bu dalların arasında bazen mamiller cismin önünde büyük bir dal çıkar. Perforan dallar hipotalamus, subtalamus, anterior talamus, internal kapsül arka bacağı, mamiller cisim, optik kiazma ve optik traktı besler.

PCoMA'nın net olarak görüntülenmesi karotis ve vertebral anjiyografilerle yapılmalıdır. Çapına ve varyasyonlara bağlı olarak PCoMA iki ya da tek lateral anjiyografide görülür. Perforan dallar lateral anjiyografilerde yukarı ve hafifçe geriye doğru uzanan küçük dallar olarak görülür. MR anjiyografide PCoMA, P1 ve PCA kompleksi iyi tanımlanabilir. Ancak perforan dallar genellikle görülmezler.

Anterior koroidal Arter (AChA) İCA'nın posterior yüzünden, PCoMA orijini distalinden ve lateralinden çıkar. AChA koroid fissür düzeyine kadar sisternal segment, distalde ise distal pleksal segment olarak adlandırılır. Sisternal segment parankimi besleyen dallar veren 25 mm'lik kesimdir. AChA optik traktın altından sirkümpedinküler sisternaya doğru seyreder. Daha sonra lateral genikulat ganglionu ve temporal horn koroid fissürdeki koroid pleksusa katılır. Arter atriya doğru uzanır ve posterolateral koroidal arter dallarıyla anastomoz yapar.

AChA vasküler dağılıma göre süperior, lateral ve medial grup dallarına ayrılır. Perforatör dallar sisternal segmentten çıkar. Süperior grup optik traktı, globus pallidusun medial parçasını, nükleus kaudatusun kuyruğunu ve bazen internal kapsülün genusunu besler. Lateral grup unkus, amigdala ve hipokampusu besler. Medial grup anterolateral orta beyni ve lateral genikulat cismi besler.

AChA, İCA, PCA, MCA ve PCoMA sulama alanlarında değişkenlikler mevcuttur. Ayrıca AChA ve PCA arasında çok sayıda anastomoz vardır. Bu nedenle AChA oklüzyonunun etkilerini kestirmek güçtür.

AChA antero-posterior (AP) ve lateral anjiyografilerde iyi görülür. Koroid fissürden lateral ventrikül temporal hornuna ilerler ve geç arteriyel-kapiller fazda parlaklaşır. AP anjiyografilerde serebral pedinkülü çevreleyerek MCA perforatörleri ile karışır.

İCA perforatörleri tipik olarak koroidal segment arka duvarından çıkarlar. Kapsüla interna genu ve posterior bacağı, yakınındaki pallidum parçasını besler. Perforan dallar nadiren anjiyografilerde seçilebilirler.

İnternal karotid arterin terminal dalları

Anterior serebral arter

Anterior serebral arter (ACA), İCA'nın iki terminal dalından küçük olanıdır. ACA İCA'nın direkt olarak embriyonik devamı kabul edilirken orta serebral arter (MCA) sekonder bir daldır. ACA A1 (prekomunikan segment), A2 (infrakallozal segment), A3 (prekallozal segment ve A4 (suprakallozal segment) olmak üzere 4 segmente ayrılır.

ACA ilk kısmı A1 veya prekomunikan segment olarak isimlendirilir. Karotid bifurkasyonunda başlar optik sinir ve kiazmanın üstünde mediale doğru uzanır. Uzunluğu ortalama 12.7 mm'dir. Proksimal kesimde daha fazla olmak üzere A1 segmenti boyunca perforan dallar bulunurlar. AComA'dan da birkaç adet perforan dal çıkmaktadır.

Heubner arteri A1 ve M1 segmentlerine paralel olarak seyrederek ve A1 segmenti perforanlarının anteriorundan anterior perforan boşluğa girerler.

AComA distalinde ACA perikallozal arter olarak devam eder. Korpus kallozum ile ilişkisine göre üç bölüme ayrılır.

İnfrakallozal segment A2 segmenti olarak da isimlendirilir. Lamina terminalisin önünde interhemisferik fissürde korpus kallozum genusuna kadar uzanır. Sırasıyla infraorbital ve frontopolar dalları verir. Frontobazal bölgeyi (girus rektus, orbital girus, olfaktör bulbus ve trakt) ve süperior frontal girusun antero-medial bölümünü besler.

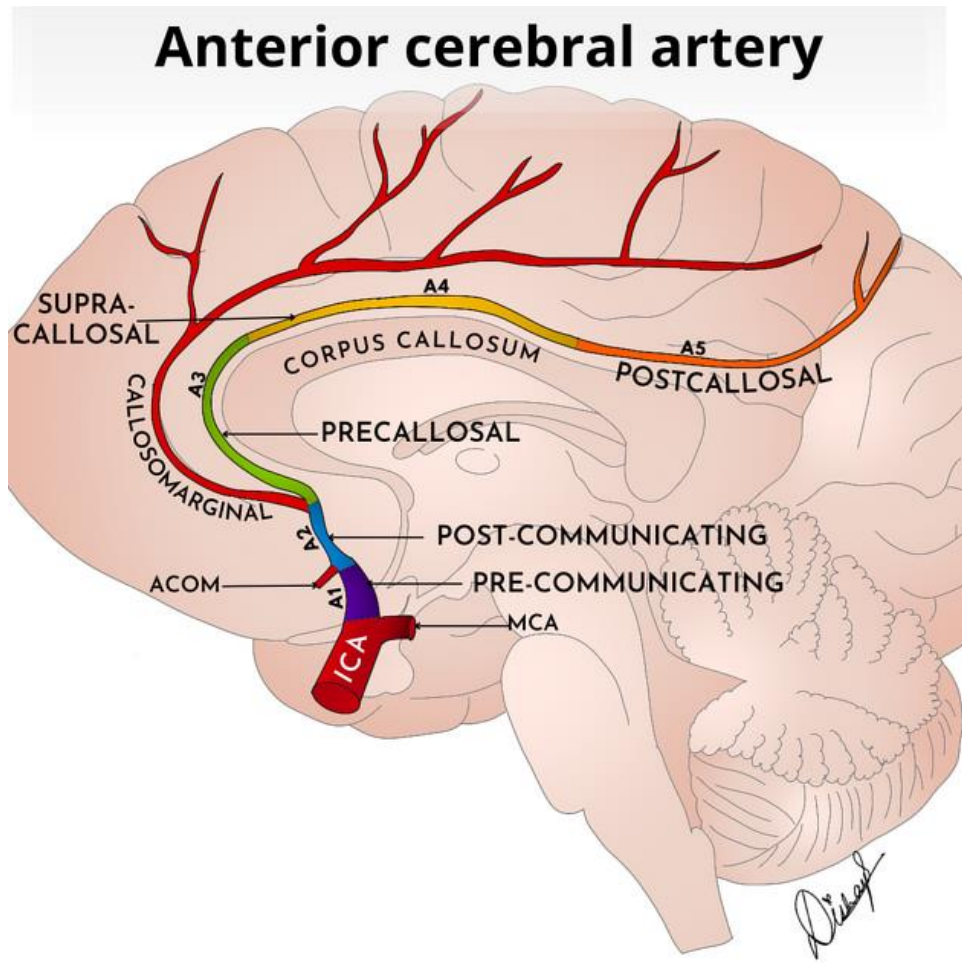
Prekallozal segment A3 segmenti olarak da isimlendirilir. Kısa bir segmenttir ve korpus kallozum genusu etrafında küçük dallar verir. Kallozomajinal arter lateral anjiyografilerde singulat girusun posteriorunda ve AP anjiyografilerde perikallozal arterin medialinde görülür.

Suprakallozal segment A4 segmenti olarak da isimlendirilir. Perikallozal arterin distal segmentidir. Perikallozal sisternanın posteriorunda, korpus kallozumun üstünde, spleniuma doğru uzanır. Posteriordaki boyutu PCA'nın posterior perikallozal dalına bağlıdır.

Suprakallozal segmentten birkaç arter çıkar. Perikallozal ve kallozomajinal arterler serebral hemisferin medial yüzünde seyrederek. Bu arterler yakın ilişki içerisindedirler ve birinin yokluğunda ilgili bölgeyi diğer arter besler.

Kortikal dallar önden arkaya frontal, parasantral, süperior ve inferior pariyetal olarak isimlendirilirler. Sırasıyla parasantral lobu, presantral girusu, postsantral girusu ve singulat girusu beslerler.

Anjiyografide AP oblik görüntüde ACA A1 segmenti iyi bir şekilde görülür. AComA'da bifurkasyon ya da trifukasyon mevcut olduğunda tanımlaması zor olabilir. Heubner arteri A1'e paralel olarak görülebilir. Perikallozal ve kallozomarjinal dallar AP görüntüde net bir şekilde tanımlanabilir. Bu arterlerin frontal bölgedeki dalları lateral görüntülerde izlenebilir. Posterior kortikal dalları ise MCA dallarıyla süperpoze olacağı için net olarak ayırt edilemez.



Şekil 2.3.: Anterior serebral arter ve dalları

Orta serebral arter

Orta serebral arter İCA'nın terminal dallarından büyük olanıdır. Serebral hemisferlerin büyük kısmını ve bazal gangliyonları besler. 4 segmente ayrılır. M1 segmenti silviyan

fissürde horizontal uzanır. M2 segmenti insula yüzeyinde vertikal uzanır. M3 segmenti insular sisternadan çıkar ve lateralinde uzanır. M4 segmenti distal kortikal dalları içerir.

M1 segmenti karotid bifurkasyondan çıkar. Silviyan fissürde horizontal olarak seyreder ve anterior perforan boşluğun altından insulaya uzanır. Sfenoid kemiğin arkasında seyretmesi nedeniyle M1 segmenti, sfenoid segment olarak da adlandırılmaktadır. Limen insula düzeyinde M1 segmenti sonlanır ve M2 segmenti başlar. M1 segmenti ortalama 16 mm uzunluğundadır. Distalde iki ya da üç dala ayrılır. Perforan ve kortikal dallar olmak üzere iki önemli dal verir.

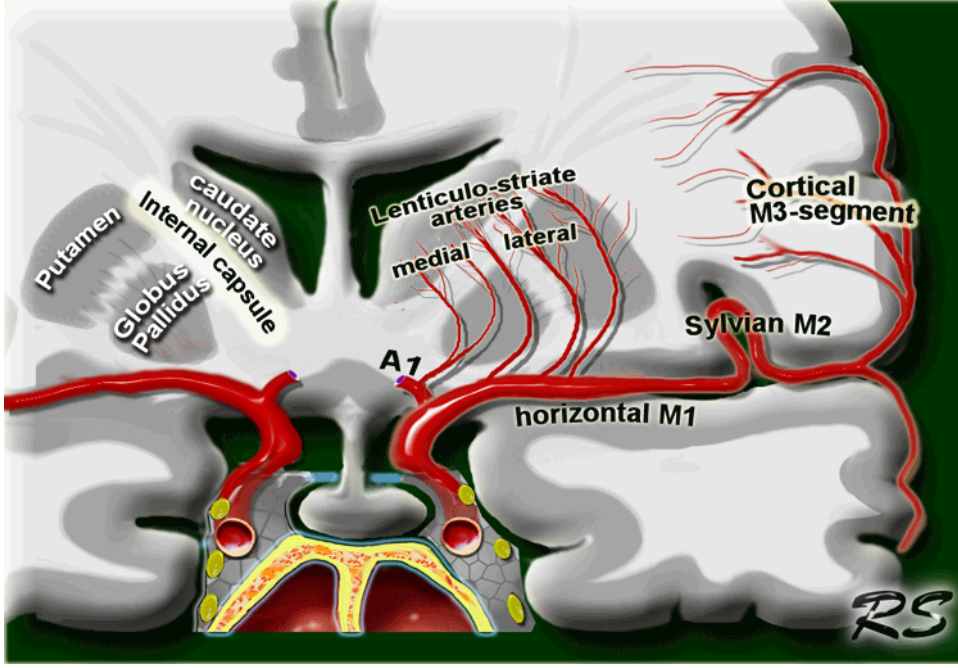
Duret'in 1874 yılında yaptığı ilk tanımlamadan bu yana M1 perforan dallarıyla ilgili çok sayıda ayrıntılı çalışma yapılmıştır. Lentikülostriat arterler olarak da adlandırılırlar ve M1 segmenti süperior yüzünden çıkarlar. Perforan dalların büyük çoğunluğu MCA'dan ve bir kısmı ACA'nın Heubner arterinden kaynaklanır.

M1 segmenti kısa ve bifurkasyon erken olursa, bifurkasyon sonrası dallardan birinden perforatörler büyük bir gövde şeklinde çıkabilir. Perforatörlerle ilgili bu anatomik varyasyonlar M1 oklüzyonlarındaki iskemik lezyonların farklı paternlerini açıklamaktadır. Varyasyonlar nedeniyle M1 segmenti anevrizmalarının endovasküler tedavisinde dikkatli olunmalıdır.

Perforan dallar anterior perforan boşluğa genellikle lateralden girerler. Nükleus kaudatus, internal kapsül, globus pallidus ve putameni beslerler.

M1 segmentinden erken bir dal temporal loba uzanır. Bazen inferior frontal girusun pars orbitalisi için orbitofrontal dal çıkabilir. Nadiren temporal dallar İCA'dan kaynaklanabilir. Bu arterler M1 segmentinin kortikal dallarıdır.

İnsular segment olarak adlandırılan M2 segmenti limen insuladan başlar ve insula yüzeyinde, silviyan insular sisterna boyunca süpero-posteriora devam eder. M2 segmenti iki ya da üç daldan oluşur. İnsular tepeye ulaştıktan sonra bu dallar inferolaterale yönelir ve silviyan insular sisternadan çıkıp M3 segmentini oluştururlar. M4 segmenti son segmenttir ve distal kortikal dallara ayrılır.



Şekil 2.4.: Orta serebral arter ve dalları

2.1.2. Vertebrobaziler sistem

Vertebral arter

Ekstranial segment

Vertebral arter (VA) subklavyen arterden çıkar. Anterior skalen kasın arkasından postero-süperior olarak uzanır ve 6. servikal vertebra'nın transvers prosesi tarafından oluşturulan foramene girer. Vertebral arterin bu ilk bölümü V1 olarak isimlendirilir. Arter daha üst ve alt seviyelerde de foramene varyasyonel olarak girebilir. C2-C6 seviyeleri arasında V2 segmenti olarak adlandırılır ve artere foramen içerisinde venöz pleksus eşlik eder. Arkasında spinal sinirler bulunur. C2 ve C1 foramenleri arasında arter laterale kıvrılır ve anteriora yönelir. C1 forameninden çıkmasıyla V3 segmenti başlar. C1 vertebra posterior arkının sulkusunda seyrederek ve yukarıya yönelip foramen magnuma ulaşır. Bu düzeyde durayı deler ve V4 segmentini oluşturur. Arterin seyrinin ve kıvrımlarının atlanto-oksipital bölgedeki harekete uyum sağlamayı kolaylaştırdığı düşünülmektedir.

Musküler spinal dallar ECA ve asendan servikal arterle anastomozlara sahiptir. Spinal dallar dura ve kemikleri besleyen dallar barındırmaktadır. Radiküler dallar sinirleri besler. Sinirleri besledikten sonra diğer radiküler dallar (radikülomedüller arter) anterio spinal arter

(ASA) ve posterior spinal arter (PSA) olarak devam eder. ASA'yı besleyen anterior radikülomedüller arter VA anjiyografisinde C4-C6 seviyesinde görülür. Radikülomedüller arter varyasyonel olarak asendan servikal arterden çıkabilir. PSA vertebral anjiyografide nadiren görülebilir.

VA anjiyografisinde ASA'nın anterolateralinde radikülomeningeal arter görünür. Anterior meningeal arter spinal kanal kranialinde, odontoid proses dorsal yüzünde kontralateral anterior meningeal arter ile anastomoz yapar. Anterior meningeal arter hipoglossal arter ile de anastomoz yapar. Bu anastomoz odontoid ark olarak isimlendirilir. PSA ve falks serebelli arteri ekstrakranial orijinlidir.

Intrakranial Segment

VA foramen magnum seviyesinde durayı deler. Medulla oblangatanın ventrolateralinde subaraknoid boşlukta uzanır. Bulbopontin bileşke düzeyinde kontralateral VA ile birleşerek baziler arteri (BA) oluşturur. BA ponsun ventral yüzünde uzanır. 3. ventrikül altında interpedinküler sisterna içerisinde BA posterior serebral arter (PCA) dallarına ayrılır. Vertebrobaziler sistemin intrakranial segmentinden çok sayıda arter çıkmaktadır. Bu arterler bulbus, pons, mezensefalon ve serebellumu beslemektedir.

VA'nın posterior yüzünden çıkan perforatörler bulbus anterior yüzünde yoğun bir vasküler ağ oluştururlar. Medulla anterior kesimini besleyen arterler bu ağdan kaynaklanır.

Posterior inferior serebellar arter (PICA) bilateral VA'nın intradural segmentlerinden çıkar. Ancak bazen PICA VA'nın ekstradural segmentinden ya da BA'dan orijin alabilmektedir. PICA bulbus anterolateralinde seyrederek posterior köşesine ulaşır. PICA IX., X., XI. Ve XII. kranial sinirlerle yakın ilişkilidir. Ayrıca PICA tonsilla anterior yüzde seyreder, tonsillayı çevreler ve süperiorda anjiyografilerde görülebilen bir ağ oluşturur. PICA vermian ve hemisferik dallara ayrılır. PICA, PCA ile birlikte bulbus posteriorunu besler. Distal dalları tonsilla, vermis inferioru ve serebellar hemisferlerin inferior yüzeyini besler. PICA ve segmentleri lateral anjiyografilerde daha net olarak ortaya konabilmektedir. AP görünümde segmentlerin ayrımı her zaman mümkün olmayabilir.

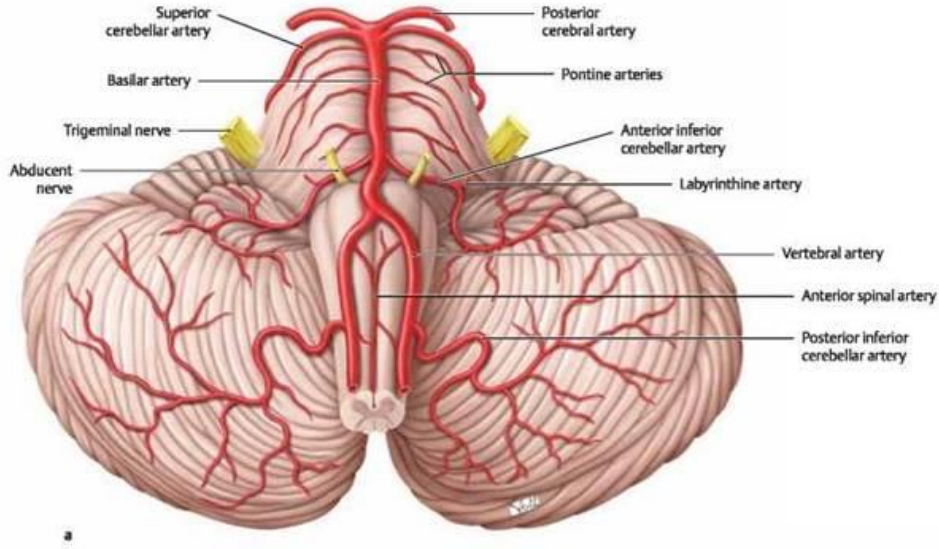
Anterior spinal arter (ASA), PICA distalinde VA'dan orijin alan iki küçük dalın birleşmesiyle oluşmaktadır. %10 vakada ASA tek VA'dan kaynaklanmaktadır. ASA inferior bulbus için perforan dallar verir. Anjiyografilerde ASA genellikle görüntülenebilir.

şekilde uzanır. Seyri esnasında VI. kranial siniri çaprazladıktan sonra rostro-lateral ve kaudomedial dallarına ayrılır. Lateral dal flokkulusun önünde VII. ve VIII. kranial sinirlere ulaşır. Lateral dal labirintin arteri verir. Serebellumun horizontal fissüründe seyrederek. Kaudomedial dal serebellumun antero-medial yüzünde seyreden daha küçük bir daldır.

AİCA ve PİCA boyutları birbiriyle yakından ilişkilidir. Arterlerden biri iyi geliştiğinde diğeri olmayabilir ya da ince kalibrasyonlu olarak izlenebilir. Takahashi ve arkadaşlarının yaptığı anjiyografik çalışmada vakaların %48'inde AİCA ve PİCA iyi gelişmiştir. Vakaların %40'ında AİCA'nın biri ya da ikisi baskın olup PİCA'nın yerini almıştır. Vakaların %10'unda AİCA hipoplazikti veya yoktu. Bu nedenle AİCA'nın besleme alanları iyi gelişmiş PİCA tarafından sulanıyordu. AİCA lateral anjiyografilerde net olarak görülebilir.

Süperior serebellar arter (SCA), serebellar arterler arasında en sabit olanıdır ve hemen hemen her zaman mevcuttur. Tek bir gövde olarak ortaya çıkıp süperior ve inferior dallarına ayrılır. SCA orijini ponsun süperior parçasının lateral yüzeyinde ve III. kranial sininin inferiorunda seyrederek. SCA daha sonra posteriora yönelir. Mezensefalon etrafında PCA'nın altında uzanır. SCA gövdesi ya da bir dalı kaudalde trigeminal sinirle temas halinde olan bir düğüm yapabilir. SCA quadrigeminal plate'e ulaştığında sağ ve sol SCA birbirine yaklaşır. SCA mezensefalon etrafında pons, mezensefalon ve serebellar hemisferler için küçük dallar verir. Daha distalde ise kortikal dallar çıkar. Mezensefalon etrafında SCA, serebellumun süperior yüzü inferiorunda uzanır. Süperior vermiyan arter SCA'nın terminal dalıdır ve genellikle quadrigeminal segmentten çıkar. Her iki SCA'dan köken alan vermiyan dallar birbirine paralel seyrederek. SCA tek taraflı ya da bilateral olarak PCA P1 segmentinden köken alabilir. SCA duplikasyonunda bir dal BA'dan bir dal PCA P1 segmentinden çıkabilir. AP anjiyografilerde pontin, mezensefalik ve quadrigeminal segment net olarak görülebilir. Mezensefalik segment lateral anjiyografilerde PCA'nın altında görülür. Serebellar dallar ise PCA'nın dallarıyla süperpoze olacağı içine net olarak ortaya konamaz.

VA çapları genellikle birbirinden farklıdır. Sol VA sıklıkla dominant olarak görülmektedir. VA duplikasyonunda her iki VA subklavyen arterin farklı bölgelerinden ayrı ayrı çıkar ve servikal bölge orta kesimde birleşirler. Sol VA aortik arkta nadiren de İCA ve ECA'dan orijin alabilir. VA'dan biri hipoplastik olup PİCA ile sonlanabilir. VA ve BA'da fenestrasyon görülebilir. Duplikasyon ve fenestrasyon anevrizmalar ile ilişkilendirilmektedir.



Şekil 2.6.: Baziler arter ve dalları

Posterior serebral arter (PCA), baziler arterden çıktıktan sonra P1 (prekomunikan segment), P2 (ambient segment), P3 (quadrigeminal segment), P4 (distal segment) olarak 4 segmente ayrılır.

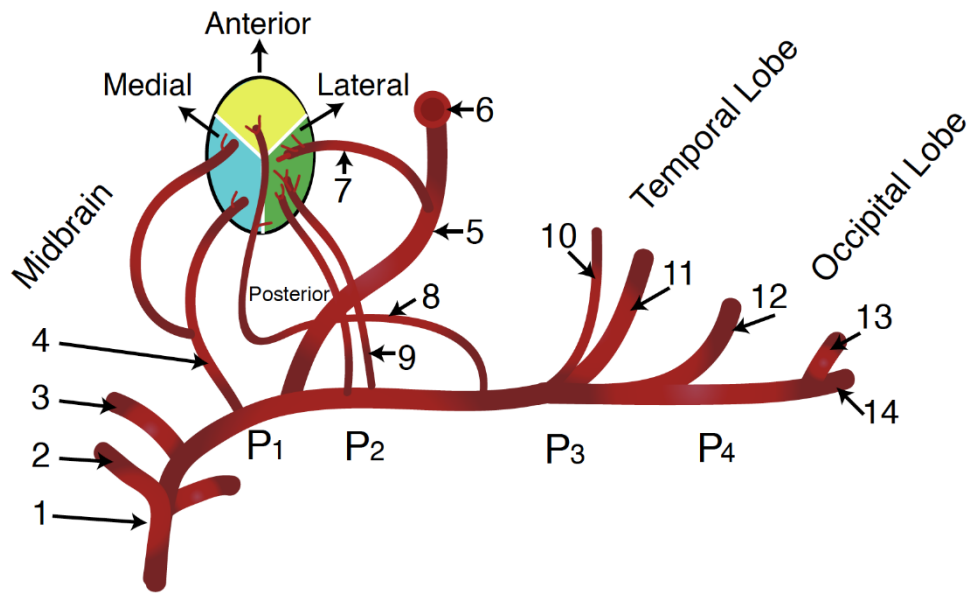
P1 segmenti baziler arterden orijin alır ve PComA ile birleştiği yere kadar devam eder. P1'in interpedinküler fossada yer alan kısa bir bölümü III. kranial sinir ile yakın ilişkilidir. P1 segmentinin ortalama uzunluğu 7.1 mm'dir. P1 segmenti posterior talamoperforan arter (percheron arter) dallarını verir. Bu perforan arterler posterior perforan boşluktan (PPS) talamus ve mezensefalonun medial parçasını ve hipotalamusun posterior kısmını besler. P1 hipoplazisi olsa bile perforan dallar bu segmentten çıkar. Koliküler arter genellikle P1 segmentinden orijin alır.

P2 segmenti sirkümpedinküler segment olarak da isimlendirilir. P2 segmenti mezensefalon etrafında uzanır ve quadrigeminal plate'de sonlanır. P2 segmenti optik traktın inferiorunda ve SCA'nın süperiorunda seyredir. P2 segmentinden talamogenikülat arter, pedinküler perforatörler, posterolateral koroidal arter ve kortikal dallar çıkmaktadır.

P3 segmenti ortalama 16 mm uzunluğa sahip olan kısa bir segmenttir. Quadrigeminal sisterna içinde uzanır.

P4 segmenti paryeto-okspital, kalkarin ve splenial olmak üzere 3 terminal dala ayrılır. Bu dallar temel olarak kuneusu, primer vizual korteksi ve korpus kallozum spleniumunu besler.

PCA'nın anatomik varyasyonları sık görülmektedir. P1 segmenti hipoplastik ya da hiç gelişmemişse PCA direkt olarak PComA'dan orijin alır. P1 iyi geliştirse tam tersine PComA yoktur ya da küçüktür. P1 ve P2 segmenti AP anjiyografilerde net bir şekilde görülebilir.

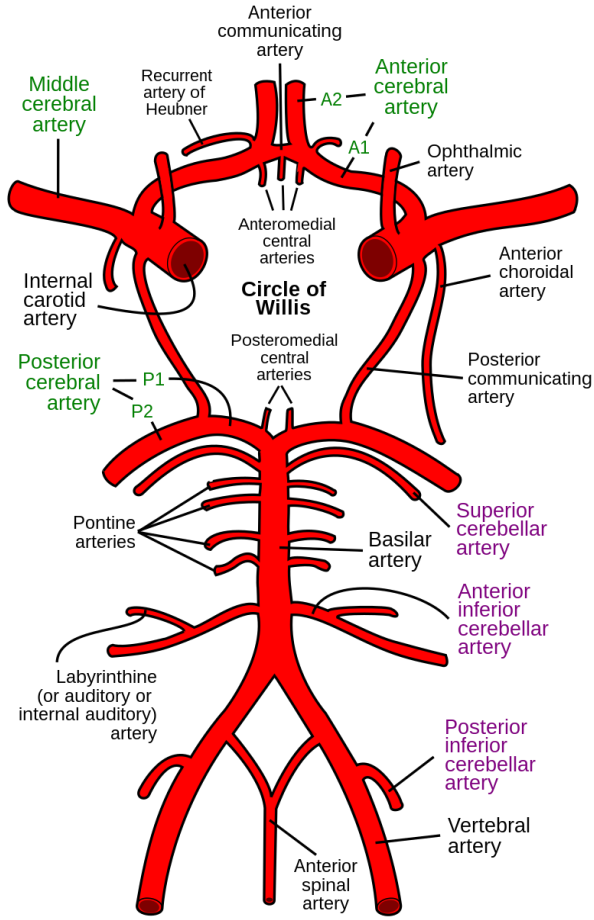


Şekil 2.7.: Posterior serebral arter ve dalları

Willis poligonu

Willis poligonu beynin tabanında interpedinküler sisternada, infundibulum ile optik kiazma etrafında, İCA ve BA dalları ve bu arterler arasındaki anastomozların meydana getirdiği bir damar halkasıdır. Willis poligonunu oluşturan damarlar; anteriorda bilateral ACA ve bu iki arteri birbirine bağlayan AComA, arkada bilateral PCA, yanlarda İCA'yı PCA'lara bağlayan PComA'lar ve arka orta kısmında da BA'dır. Her iki İCA, ACA, AComA ve dalları anterior sirkülasyonu; her iki PCA, PComA, vertebrobasiler arter ve dalları posterior sirkülasyonu oluşturur. Willis çemberi serebral anevrizmaların en yaygın bölgesidir.

Willis poligonunun temel fonksiyonu beyin anterior ve posterior sirkülasyonu arasında güvenli bir yol sağlamaktır. Bu sayede beyin arterlerinden birisinin oklüzyonunda kan Willis poligonu yoluyla dağıtılır ve beyin iskemiden korunur.



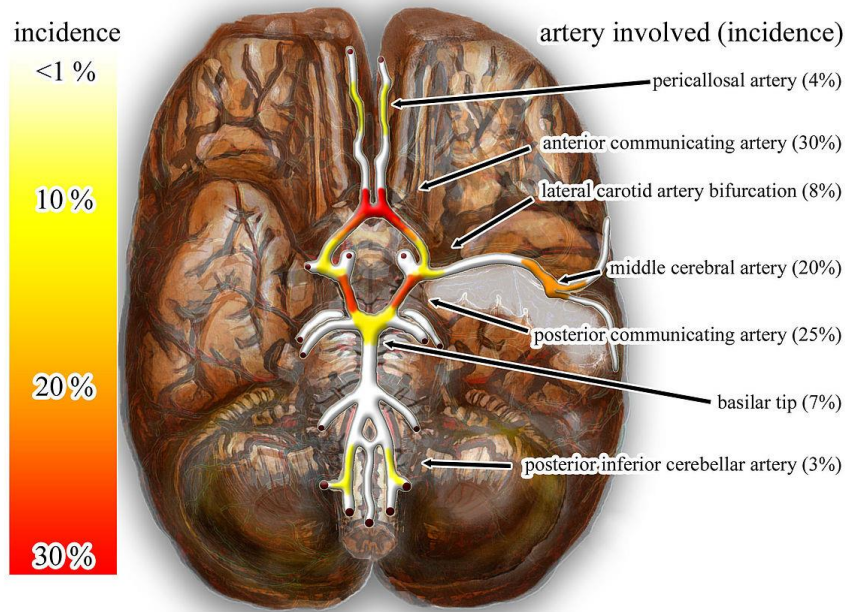
Şekil 2.8.: Willis poligonu

2.2. İntrakranial Anevrizmalar

2.2.1. Tanım ve sınıflandırma

Genel popülasyonun yanı sıra seçilmiş popülasyonlardaki İA'lar otopsi ve anjiyografi çalışmalarıyla incelenmiştir. Erişkinlerde İA prevalansı %2-5'tir. Anjiyografi ve prospektif otopsi serilerinde rüptüre olmamış İA sıklığı %3-4 olarak bildirilmektedir. Aile öyküsü bulunanlarda ise prevalans %9.5'tir. İA'ların %90'ından fazlası 10 mm'den küçüktür ve %90'ı anterior dolaşımında yerleşmiştir.

Most common sites of intracranial saccular aneurysms



Şekil 2.9.: Lokalizasyona göre anevrizma görülme insidansları

SAK yüksek mortalite ve morbidite oranlarına sahip hayatı tehdit edici ciddi bir hastalık olduğundan rastlantısal olarak keşfedilen İA'lar ve rüptüre olmuş İA'sı olan hastalarda tesadüfen saptanan diğer anevrizmalar tedavi açısından değerlendirilmez. Semptomatik rüptüre olmamış anevrizması bulunan hastalar ise mutlaka tedavi edilmelidir. Bu hastalarda semptomlar küçük bir sızıntıya ya da rüptürü öngören anevrizma büyümesine bağlı olabilir. Rüptüre olmamış İA'ların tedavi teknikleri beyin cerrahları ve nöroradyologlar arası konsensusla belirlenmelidir. Rüptüre olmamış anevrizması bulunan her hastada sigaranın bırakılması ve hipertansiyonun kontrol altına alınması hayati önem taşımaktadır.

Anevrizma arterin anormal genişlemesine verilen isimdir. İntrakranial anevrizmalar en sık beyin tabanındaki ana arterlerin dallanma noktalarında ortaya çıkan edinsel vasküler lezyonlardır. İntrakranial anevrizmalar etyoloji, boyut, şekil ve lokalizasyonlarına göre sınıflandırılırlar.

Etyolojilerine göre:

1. Konjenital anevrizmalar
2. Edinilmiş anevrizmalar
3. Dissekan anevrizmalar
4. Enflamatuvar anevrizmalar
5. Neoplastik anevrizmalar
6. Travmatik anevrizmalar

Şekillerine göre:

1. Sakküler
2. Fusiform
3. Blister

Boyutlarına göre:

- 3 mm'den küçük (Baby anevrizmalar)
- 3-6 mm arası (küçük anevrizmalar)
- 7-10 mm arası (orta büyüklükteki anevrizmalar)
- 11-25 mm arası (büyük anevrizmalar)
- 25 mm'den büyük (dev anevrizmalar)

Sakküler (berry) anevrizmalar en sık görülen ve tüm intrakranial anevrizmaların yaklaşık %90'ını oluşturan anevrizma tipidir. Sıklıkla büyük arterlerin dallanma bölgelerinde ortaya çıkarlar.

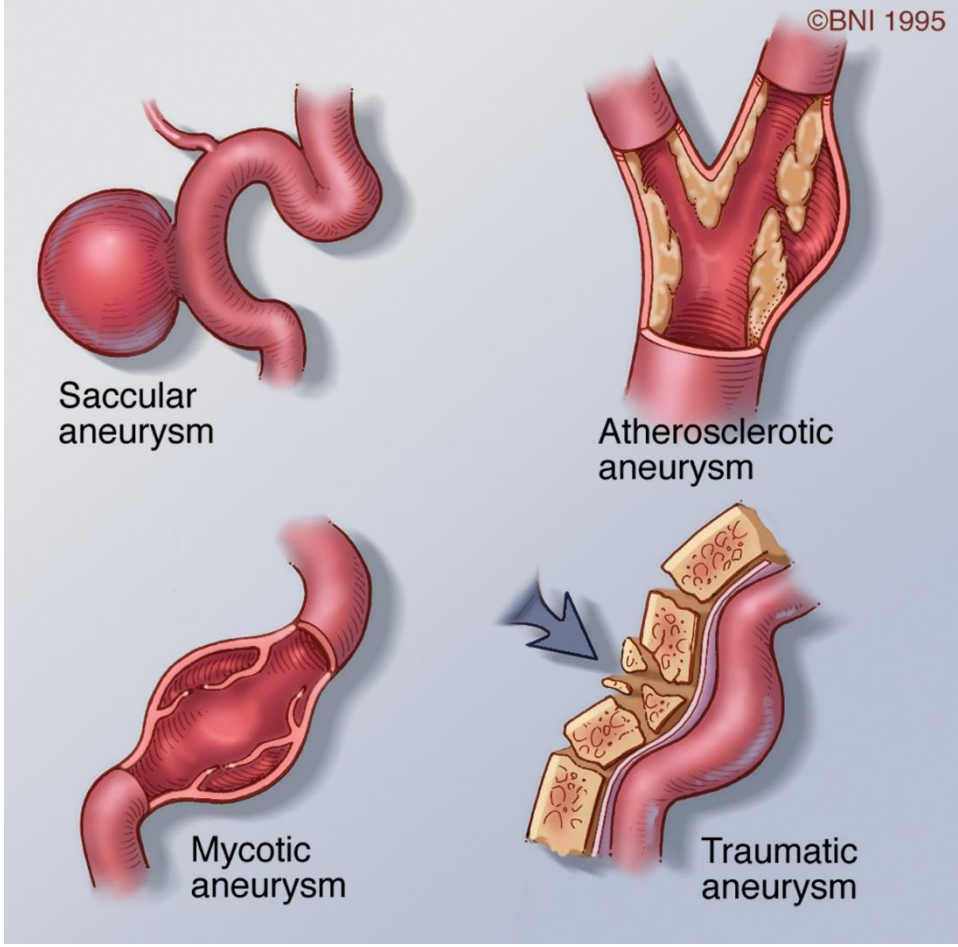
Fuziform anevrizmalar damar duvarının iğsi şekilde genişlemesi olarak tanımlanabilir. Damar duvarında dejenerasyon, deformasyon ve ateroskleroz sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yaşlı popülasyonda daha sık görülmektedir.

Dissekan anevrizmalar damarın intima ve internal elastik laminasındaki yırtık sonucu kanın intima-media ya da media-adventisya tabakaları arasına girmesi sonucu oluşur. Dissekan anevrizmalar genelde vertebroziler sistemde ve genç hastalarda görülür. Hastaların bir kısmında travma hikayesi mevcuttur. Genellikle damar lümenine bası sonucu iskemik bulgular görülür. Ancak damar duvarındaki yırtık adventisya tabakasına ulaşırsa SAK ile prezente olabilirler.

Enflamatuvar (mikotik, bakteriyel, sifilitik) anevrizmalar septik embolinin tunika intimayı destrükte etmesi ve vaza vazorumlar yoluyla adventisyaya yayılmasıyla başlar. Sonrasında adventisya ve muskuler tabakaları hasar alır ve anevrizmal dilatasyona sebep olur. Hastaların büyük bir çoğunluğunda altta yatan enfektif endokardit tablosu bulunmaktadır. Etken genellikle stafilokok ve streptokok bakterileridir. Mantarlardan ise en sık görülen ajan aspergillus fumigatustur. Antibiyotik kullanımının yaygınlaşması sonucu insidansı azalsa da prostetik kalp kapağı hastalarında ve intravenöz ilaç bağımlılarında anevrizmalar görülebilmektedir.

Neoplastik anevrizmalar ekstrakraniyal kaynaklı tümöral hücrelerin serebral damarlara embolisi, tümöral hücrelerin intima ve media tabakasına infiltre olması ve anevrizma gelişmesiyle sonuçlanır. En sık koryokarsinom, atriyal miksuma ve bronkojenik karsinom vakalarında görülür.

Travmatik anevrizmalar genellikle penetran veya künt travma kaynaklı damar duvarında hasar sonucu meydana gelen, nadir görülen psödoanevrizmalardır.



Şekil 2.10.: Etyolojilerine göre anevrizma çeşitleri

2.2.2. Patogenez ve risk faktörleri

Anevrizma zayıflamış damar duvarının anormal genişlemesidir. İA, yüksek morbidite ve mortalite riski bulunan serebrovasküler hastalıktır. Histopatolojik olarak temel mekanizma internal elastik laminanın destrükte olması, tunika medianın incilmesi ve damar duvarında ekstraselüler matriks (ECM) proteinlerinin bozulması ve yeniden şekillenmesidir. Ekstrakranial arterler eksternal elastik lamina ve kalın bir tunika media tabakası barındırırken intrakranial arterlerde eksternal elastik lamina bulunmaz ve zayıf bir tunika media tabakasına sahiptirler.

Serebral arterlerde normal kan akışını değiştiren patolojik durumlar, vasküler düz kas hücresi (VSMC) apoptozu ve migrasyonunu, ECM proteinlerinde hızlı bozulmayı ve damar duvarının yapısal bütünlüğünü bozan ve dilatasyonsa sebep olan inflamasyon ile karakterize yeniden şekillenmeyi başlatabilir. VSMC'nin apoptozisi, normal vasküler gelişim ve yeniden

şekillenmenin yanı sıra ateroskleroz, restenoz ve anevrizma gibi birçok patolojinin temelini oluşturmaktadır. İntrakranial arterlerden kaynaklanan anevrizma sıklığı benzer boyuttaki ekstrakranial arter kaynaklı anevrizmalara oranla oldukça yüksektir. Bu durumun sebebi intrakranial ve ekstrakranial arterlerin duvar yapılarındaki farklılıktır.

Anevrizma oluşumuna zemin hazırlayan risk faktörleri arasında sigara, kokain kullanımı, alkol bağımlılığı, hipertansiyon, aile öyküsü, yaş, cinsiyet ve etnik köken sayılabilir.

Aort anevrizması, biküspit aort kapağı, aort koarktasyonu, Ehlers-Danlos sendromu, fibromuskuler displazi, herediter hemorajik telenjektazi, intrakranial arteriyovenöz malformasyon, Klinefelter sendromu, Marfan sendromu, Nörofibromatozis Tip-1, Noonan sendromu, Feokromasitoma, otozomal dominant polikistik böbrek hastalığı (ODPKBH), psödoksantoma elastikum, Tuberoskleroz ve Alfa-1 antitripsin eksikliği İA ile ilişkili hastalıklardır.

2.2.3. Genetik

İntrakranial anevrizmaların patogeneğinde birçok genetik faktörün etkisi olduğu düşünülmektedir. Bunlardan en önemlileri kalıtsal bağ dokusu hastalıkları ve ailesel yatkınlıktır. Kalıtsal bağ doku hastalıklarından otozomal dominant polikistik böbrek hastalığı (ODPKBH), Ehlers-Danlos sendromu tip IV, nörofibromatozis tip 1 (NF-1), multiple endokrin neoplazi tip I (MEN-1), Alfa-1 antitripsin eksikliği, psödoksantoma elastikum, herediter hemorajik telenjektazi ve Marfan sendromu en iyi bilinenlerdir.

ODPKBH, en sık görülen kalıtsal kistik böbrek hastalığıdır. Protein kinaz (PK) D1 ve PKD2 genlerinde mutasyon mevcuttur. Böbrek tutulumunun dışında karaciğerde kistler ve intrakranial anevrizmalar başta olmak üzere ekstrarenal manifestasyonlar görülebilmektedir. ODPKBH'da İA sıklığı artmaktadır. Ayrıca bu hastalarda İA rüptürü sonucu ölüm oranı daha fazladır.

NF-1, 17. Kromozomdaki NF-1 genindeki mutasyonların neden olduğu, OD kalıtım gösteren, sistemik bir hastalıktır. NF-1 iskelet sistemi, deri, sinir sistemi ve vasküler yapıları etkilemektedir. NF-1 hastalarında İA, arteriyovenöz malformasyon ve büyük damar tıkanıklığı daha sık görülmektedir.

2.2.4. Epidemiyoloji

Geniş otopsi serilerinde erişkin popülasyondaki insidental intrakranial anevrizma prevalansı %1-6 arasında değişmektedir. Beyin anjiyografisi yapılan hastalarda intrakranial anevrizma prevalansı %0,5-1 olmakla birlikte bunların çoğu küçük anevrizmalardır. İntrakranial anevrizmaların büyük çoğunluğu anterior sirkülasyonda lokalizedir. İCA ve PComA birleşim yeri, AComA, MCA bifurkasyonu anterior sistemde en sık yerleşim yeridir. Posterior sistemde ise BA bifurkasyonu ve VA-PİCA birleşim yeri en sık yerleştiği lokalizasyondur. Hastaların %20-30'unda birden fazla intrakranial anevrizma bulunmaktadır.

2.2.5. Klinik seyir ve prognoz

SAK insidansı genel popülasyonda 100.000'de 9'dur. Japonya ve Finlandiya'da ise insidans daha yüksektir. İnsidans yaşla doğru orantılı olarak artar. İlk SAK'ın ortalama yaşı 50-60'dır. Kadın cinsiyette insidans erkeklere göre yüksektir.

Tıbbi müdahaleye erişmeden ölen hastalar (%12) dahil edilirse tüm SAK hastalarının %43'ü ilk kanamadan sonra hayatını yitirmektedir. Rüptüre anevrizmalar tedavi edilmezse ilk kanamadan sağ kurtulan hastaların %33'ü 6 ay içinde tekrarlayan kanama nedeniyle ölürlür. SAK'tan sonra 6 ay içinde tekrar kanama olasılığı %50'dir. Sonraki 10 yılda yıllık yeniden kanama ihtimali %3'e düşer. Ancak tekrarlayan geç kanamaların %66'sı ölümle sonuçlanır. Sağ kalan hastaların ise yaklaşık %66'sında kalıcı nörolojik defisit gelişmektedir.

Tablo 2.1.: Modifiye Rankin Skalası

|  Modifiye Rankin Skalası | | |
|--|--|---|
| 0 | Hiç semptom yok |  <i>Bağımsız</i> |
| 1 | Belirgin sakatlık yok Semptomlara rağmen hasta günlük aktivitelerini ve görevlerini yerine getirebiliyor. |  |
| 2 | Hafif sakatlık Hastalık öncesindeki tüm aktiviteleri yapamıyor ama yardım sız kişisel işlerini yapabiliyor. |  |
| 3 | Orta derecede sakatlık Kendi işlerini görmek için kısmen yardıma ihtiyacı var, ama kendi başına yardımsız yürüyebiliyor. |  <i>Bağımlı</i> |
| 4 | Ağır sakatlık Yardımsız yürüyemiyor ve yardımsız bedensel ihtiyaçlarını karşılayamıyor. |  |
| 5 | Çok ağır sakatlık Yatağa bağımlı, inkontinans ve devamlı bakıma ve dikkate muhtaç. |  |
| 6 | Ölüm | |

SAK sonrası mortalite ve morbidite oranlarını belirleyen en önemli faktör kanamanın yaygınlığıdır. Yaş, anevrizma yeri ve boyutu, hipertansiyon, aile öyküsü, alkol ve sigara kullanımı prognozu etkilemektedir.

İA rüptürü için çok sayıda prognostik faktör öne sürülmektedir. En önemli risk faktörleri anevrizma boyutu ve lokalizasyonudur. Büyük çaplı ve posterior dolaşımda yerleşen anevrizmalar rüptür açısından en riskli grubu oluşturmaktadır. Ayrıca multiple anevrizmalar, kadın cinsiyet, genç yaş, sigara içme ve SAK öyküsü kötü prognoz göstergesidir.

Rüptüre olmamış İA'lar çoğunlukla asemptomatiktir. Semptomatik olanlarda baş ağrısı, kranial sinir bası bulguları, nörolojik defisitler ve iskemi bulguları görülebilir.

Subaraknoid boşluk pia ve araknoid zarları arasında beyin-omurilik sıvısı (BOS) içeren alan olarak tanımlanabilir. Subaraknoid kanama ise BOS içeren boşluğa kan sızmasıdır.

SAK'ın en yaygın sebebi kafa travmasıdır. Travma dışı SAK'ın açık ara en sık nedeni %85 oranında İA'dır. SAK'a bağlı baş ağrısının klinik özellikleri oldukça spesifiktir. SAK ani başlayan çok şiddetli baş ağrısı olarak prezente olmaktadır. Baş ağrısı 'açık havada gök gürültüsü' olarak tanımlanır. Ateş, bilinç bulanıklığı, meningeal irritasyon ve vitröz hemoraji (Terson sendromu) baş ağrısına eşlik edebilir.

SAK'tan şüpheleniyorsa tanıyı doğrulamak, sebebini ve komplikasyonlarını araştırmak için acilen beyin görüntüleme yapılmalıdır. SAK hastalarında kontrastsız beyin BT'de subaraknoid aralıkta, bazal sisternalarda, interhemisferik ve lateral sulkuslarda kanamaya ait hiperdensiteler izlenir. İA araştırması için en sık yerleştiği bölge olan Willis poligonuna dikkatlice bakılmalıdır. Baş ağrısının başlangıcından itibaren 24 saat geçmemiş akut vakalarda öncelikle beyne yönelik kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT) tetkiki önerilir. İlk 24 saatte BT'nin duyarlılığı %95'tir. BT duyarlılığı SAK yaygınlığına bağlı olmakla birlikte hemoglobin konsantrasyonunun zamanla azalmasına bağlı olarak duyarlılık düşer. Bu nedenle baş ağrısının başlangıcından bir hafta sonra BT'de hemoraji saptama oranı %50'ye düşer. SAK tanısının yanı sıra BT inceleme erken komplikasyonları da değerlendirmek için ideal yöntemdir. Komplikasyonlar arasında hidrosefali, ventriküler kanama, intraparaknoidal kanama, kanamaya bağlı ödem ve bası etkisi sayılabilir. Temporal boynuzların dilatasyonu ile başlayan hidrosefali ve kompresif intraparaknoidal kanama hayati tehlike arz eden komplikasyonlar olduğu için tanımlanmaları ve tedavi edilmeleri gerekmektedir.

Ani başlangıçlı baş ağrısı zemininde 3. kranial sinir felci lokalize edici bir işarettir. Doğrudan anevrizma ya da anevrizma rüptürüne bağlı gelişen hematoma sinire basısı sonucu meydana gelir. Anevrizma İCA tepe, PComA orijini ya da SCA orijininde aranmalıdır.

SAK dağılımı ve hematoma varlığı kanamaya sebep olan anevrizmayı lokalize etmede yardımcı olabilir. İnterhemisferik ve suprasellar sisternalara kanama öncelikle AComA anevrizmasını düşündürür. Motor korteks sulkusu ve temporal hematoma ipsilateral orta serebral arter anevrizması açısından anlamlıdır. İzole bir lentiküler hematoma İCA tepesinde kaynaklanan anevrizma rüptürü sonucu gelişebilir. Serebellopontin sisterna ve komşuluğundaki bazal sisternalarda kanama görülmesi ve asimetric dağılım PICA anevrizmasını düşündürür. Travma geçmişi olmayan hastada akut subdural kanama görülürse orta serebral arter anevrizmasından şüphelenilmelidir. 3.ventrikülde baskın kanama bulguları izleniyorsa AComA, 4.ventrikülde baskınsa inferior serebellar arter lokalizasyonlarına dikkatle bakılmalıdır.

Şiddetli baş ağrısıyla başvuran hastada klinik bulgular SAK düşündürüyorsa, BT ve FLAIR MRG normal olarak değerlendirildiyse BOS'ta kan elemanlarını araştırmak için lomber ponksiyon (LP) yapılmazdır. Kırmızı kan hücrelerinin parçalanıp BOS'a karışması için baş ağrısının başlangıcından en az 12 saat geçmelidir. Bu nedenle ilk 12 saat LP negatif olabilir. LP, SAK tanısında altın standarttır.

SAK tanısında kontrastsız BT ilk tercihtir. BT negatif olduğunda SAK açısından klinik şüphe indeksi yüksekse İA araştırılması için BT Anjiyografi (BTA), LP ya da MR yapılabilir.

FLAIR görüntüleme SAK'ı saptamak için BT'den daha hassastır. SAK küçük bir alanda sınırlı ve akut dönemde ise FLAIR sensitivitesi belirgin yüksektir. İlk 48 saatte FLAIR sensitivitesi %99 iken 5 günden sonra %33'e düşmektedir. Ancak FLAIR ve T2 ağırlıklı imajlar kombine edildiğinde semptomların başlangıcından sonra ilk 15 gün sensitivite %99'a ulaşmaktadır.

BTA'nın İA saptama sensitivitesi %98'dir. Kesit kalınlığı 1 mm'den az olan BTA tetkikleri üst düzeyde uzaysal çözünürlük sağlamaktadır. MR Anjiyografinin (MRA), İA tanısından duyarlılığı çekim süresi, cihaz gücü gibi bir dizi parametreye bağlıdır. 3 Tesla MR cihazlarında 9 dakikalık sekanslarla duyarlılık %94-98 seviyelerine çıkmaktadır. Çekim süresi ve artefaktlar nedeniyle SAK tanısından MRA ilk tercih değildir.

Bazal sisternalarda SAK var ve BTA negatif ise posterior dolaşım kaynaklı anevrizmalar araştırılmalıdır. Posterior dolaşım kaynaklı küçük anevrizmaları tespit etmek güç olabilir. MIP görüntülerde anevrizma Willis poligonundan orijin alan bir arter dalıyla süperpoze olabilir. Başka bir antite olarak kanamanın kaynağı VA V4 segmentinde meydana gelen diseksiyondur. İntrakranial diseksiyonlar özellikle posterior dolaşımında görülürler ve SAK'ın %5'inden sorumludur. Daha ince arter duvarı ve eksternal elastik laminanın sınırlama kapasitesindeki yetersizlik nedeniyle SAK'a sebep olan duvar rüptürüne zemin hazırlar. İntrakranial diseksiyonların spesifik yöntemlerle tedavi edilmesi gerektiği için tanısı önemlidir.

Hastaların %15-20'sinde multiple İA mevcuttur. Bu hastalarda esas öncelik rüptüre olmuş İA'yı tedavi etmektir. SAK dağılımı rüptüre olmuş anevrizmayı işaret edebilir. Düzensiz, kabarcık benzeri duvar ve fissür içeren anevrizmalar rüptür açısından ilk araştırılması gerekenlerdir.

SAK prognozunu belirlemede kullanılan skalalar klinik ve görüntüleme bulgularına dayanmaktadır. En yaygın kullanılan klinik skorlama sistemi Hunt-Hess, Prognosis on Admission of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage (PAASH) ve World Federations of Neurosurgical Societies (WFNS), radyolojik ölçek ise Modifiye Fisher skalasıdır.

Tablo 2.2.: Subaraknoid kanama evrelemesi

| Subaraknoid kanama evrelemesi | | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Evre | Hunt ve Hess | WFNS | PAASH | Modifiye Fisher |
| 0 | Rüptüre olmayan anevrizma Asemptomatik anevrizma | Rüptüre olmayan anevrizma | Rüptüre olmayan anevrizma | Görünür SAK veya İVK yok |
| 1 | Asemptomatik, minimal baş ağrısı | GKS 15 | GKS 15 | ≤ 1 mm SAK, İVK yok |
| 2 | Orta-ağır şiddette baş ağrısı + ense sertliği ve/veya kranial sinir paralizisi | GKS 13-14 Nörolojik defisit yok | GKS 11-14 | ≤ 1mm SAK+ İVK |
| 3 | Uykuya meyil, konfüzyon, minimal nörolojik defisit | GKS 13-15 Fokal nörolojik defisit | GKS 8-10 | >1 mm SAK, İVK yok |
| 4 | Stupor, orta-ağır hemiparezi, erken deserebrasyon | GKS 7-12 | GKS 4-7 | >1 mm SAK +İVK |
| 5 | Derin koma, deserebre postür | GKS 3-6 | GKS 3 | - |

Komplikasyonlar

SAK sonrası çeşitli komplikasyonlar görülebilmektedir. Erken dönemde yeniden kanama, gecikmiş serebral iskemi-vazospazm ve hidrosefali en önemli komplikasyonlar arasında sayılabilir. Geç dönem komplikasyonları ise geç dönemde yeniden kanama, epilepsi, anosmi, kognitif bozukluklar ve psikososyal disfonksiyondur.

Yeniden kanama (rebleeding)

İlk kanamadan sonra birkaç saat içerisinde hastaların %15'inde yeniden kanama görülür. İlk kanamadan sağ kurtulan hastaların sonraki bir ay içinde tekrar kanama olasılığı

%40'dır. Yeniden kanama sonrası prognoz oldukça kötüdür. Hastaların %80'i ölür ya da nörolojik defisit kalır. Son yıllarda endovasküler tedavi yeniden kanamanın önlenmesi için cerrahi oklüzyonun yerini almıştır. Yapılan çalışmalarda sağ kalım oranlarında endovasküler tedavinin cerrahi oklüzyona göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir.

Hidrocefali

Akut hidrocefalinin tipik prezentasyonu başlangıçta bilinci açık olan hastanın birkaç saat içinde kademeli bilinç azalmasıdır. Gözlerin aşağı deviye olması ve miyotik tepkisiz göz bebekleri, BOS kanalının (aqueduct) proksimal kesiminin dilatasyonunu ve pretektal alanın disfonksiyonunu gösterir. Bulgular tanıyı doğrulamaya yardımcı olur ancak dışlamaz. Hidrocefaliyi teşhis etmek ya da dışlamak için temel görüntüleme tetkiki beyin BT'dir. Ventrikül içinde kanı bulunan ya da perimezensefalik sisternalarda ileri derecede kanaması olan hastalar akut hidrocefali geliştirmeye yatkındırlar. SAK'ı olan hastaların %20'sinde ilk BT incelemesinde dilate ventriküller görülür. Hidrocefalisi olan bu hasta grubunun %20'lik kısmında bilinç açıktır. Ventrikülleri dilate, uyukulu ve genel durumu stabil olan hastalar 24 saat gözlenmelidir. Bu hastaların yaklaşık yarısında spontan iyileşme görülür.

LP gross intraventricüler kanaması ya da intraparakimal kanaması olmayan hastalarda bilinci yerine getirebilir. Ancak yeniden kanama riskinin LP ile artıp artmadığı belirsizdir.

Burr hole defektinden ventrikül içine eksternal drenaj kateteri yerleştirmek akut hidrocefalinin temel tedavi yöntemidir. Kateter enfeksiyon kaynağı olabilir ve drenaj 3 günden fazla devam ederse ventrikülite sebep olabilir. Tünelin giriş yerinin uzağında olması ve kateterizasyon süresinin kısa tutulması enfeksiyonu önlemede etkindir.

Gecikmiş serebral iskemi (vazospazm)

Serebral vazospazm anevrizma rüptürüne bağlı SAK'ı takiben gelişen mortalite ve morbiditenin önemli nedenlerinden biridir. İntrakranial arterlerde daralma ve serebral oteoregülasyonun bozulması sonucu serebral kan akımı azalır. Kan akımının azalması iskemiye sebep olabilir. Serebral kan akımını arttırmak için tansiyonu yükseltme, hemodilüsyon ve hipervolemiden oluşan hiperdinamik tedavi uygulanır. Ancak tüm hastalar bu tedaviyi tolere edemez ve tolere edenlerin de %20'sinde tedaviye rağmen iskemi ya da ölüme sebep olacak kadar dirençli serebral vazospazm mevcuttur. Tedaviye dirençli bu grupta endovasküler

yöntemler invaziv bir tedavi seçeneği sunmaktadır. Güncel tedavi modaliteleri perkütan translüminal anjiyoplasti (PTA) ve intraarteryel vazodilatör infüzyonudur. PTA lümen çapını genişletir, serebral kan akımını artırır ve nörolojik fonksiyonları iyileştirir. Ancak PTA'nın kullanım alanı büyük arterler ve kafa tabanı ile sınırlıdır. %2-%5 oranında inme ya da ölüm riski vardır.

İntraarteryel vazodilatör infüzyonları ilk çalışmalar papaverin ile yapılsa da güncel olarak kalsiyum kanal antagonistleri kullanılmaktadır. Verapamil uzun etkili olması ve vazospazm için güvenli bulunması nedeniyle diğer kalsiyum kanal antagonistlerine tercih edilmektedir.

2.2.6. İntrakranial anevrizmalarda tanı ve görüntüleme

SAK'ı değerlendirmek için temel görüntüleme yöntemi kontrastsız beyin BT'dir. Rüptüre olmuş anevrizmaların yeniden kanama riski çok yüksektir. International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms (ISUIA) tarafından yapılan bir çalışmada rüptüre olmamış ve tesadüfen saptanan intrakraniyal anevrizmaların yeri ve boyutunun gelecekteki rüptür riskini öngördüğü gösterilmiştir. Ayrıca anevrizma morfolojik özellikleri (yavru kese, düzensiz kubbe ve düşük duvar gerilim stresi) kanama riskini belirlemede yardımcıdır. Bu nedenle tedaviyi yönlendirmek ve anevrizmal morfolojiyi net bir şekilde karakterize etmek için mutlaka görüntüleme yapılmalıdır. İA'ların görüntülenmesinde BTA, MRA ve dijital subtraksiyon anjiyografi (DSA) olmak üzere 3 temel tetkik kullanılmaktadır.

Bilgisayarlı Tomografi ve BT Anjiyografi

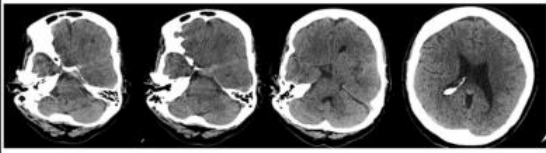
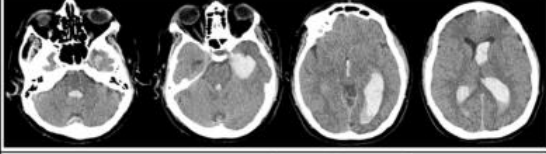
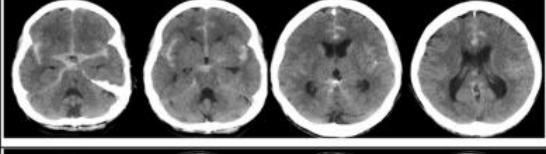
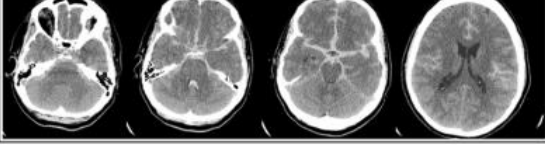
SAK'ı değerlendirmek için ilk basamak görüntüleme metodu kontrastsız beyin BT'dir. Hızlı, ucuz, etkin ve ulaşılabilir bir tetkik olması sebebiyle tercih edilmektedir. Akut dönemde çevre parankim ve BOS'a göre kanamanın daha dens olması tanıyı kolaylaştırır. İlk 6 saat içerisinde duyarlılığı %100'e yakındır. Kanamanın dağılımı altta yatan anevrizmanın yerine işaret edebilir. İntraventriküler kanamanın varlığını ve hidrosefalinin derecesini saptayarak prognoz ve tedaviyi aydınlatmada faydalı olur.

BT akut SAK'ı değerlendirmek için optimal bir tetkik olmasına rağmen subakut dönemde duyarlılığı düşer. İlk 2 gün içinde duyarlılık %100 iken, 5 gün sonra %85'e, 7 gün sonra %50'ye ve 14 gün sonra %30'a düşmektedir. SAK şüphesiyle yapılmış negatif BT ve

BTA'nın negatif prediktif değeri %99.43'tür (McCormack ve ark, 2010). Bu hastalarda LP'nin SAK'ı tespit etme olasılığı %1'in altındadır.

BTA incelemesi milimetrenin altında kesit kalınlığı, 3D multiplanar reformat rekonstrüksiyonlara izin veren multidedektörlü helikal BT cihazlarında gerçekleştirilmektedir. Günümüzde kullanılan multidedektörlü BT cihazları 4 mm'den büyük anevrizmaları %100'e yakın bir oranda tespit edebilecek uzaysal çözünürlüğe sahiptir. Bununla birlikte 3 mm ve daha küçük çaptaki anevrizmalarda duyarlılık düşmektedir.

Tablo 2.3.: Modifiye Fisher Skalası

| | |
|---|--|
|  | modified Fisher Grade 1: thin SAH, no IVH Complete scan can be seen here: https://youtu.be/yp6_0P5ifXo |
|  | modified Fisher Grade 2: thin SAH, with IVH Complete scan can be seen here: https://youtu.be/ITZdUCBOcaM |
|  | modified Fisher Grade 3: thick SAH, no IVH Complete scan can be seen here: https://youtu.be/DjDF192dno |
|  | modified Fisher Grade 4: thick SAH, with IVH Complete scan can be seen here: https://youtu.be/lmodUyZdIPM |

Manyetik Rezonans Görüntüleme ve MR Anjiyografi

İA'ların değerlendirilmesinde MRG kullanımı hızla gelişmektedir. MRA'nın BTA'ya göre avantajları radyasyon içermemesi ve intravenöz kontrast madde kullanılmadan anjiyografik görüntü elde edilebilmesidir. FLAIR sekansları BOS'u baskımlarken güçlü T2A sinyali üretir. Özellikle subakut dönemde SAK'ı saptamak için yararlı olabilir. Akut ve subakut kanamayı saptamak için yapılan bir çalışmada FLAIR duyarlılığı %100 iken, BT duyarlılığı %66 olarak rapor edilmiştir. Gradyen Eko T2*A sekansların geç dönem subakut kanamayı göstermede FLAIR'den üstün olduğu görülmüştür. BT'ye göre maliyetli olması ve daha uzun çekim süreleri nedeniyle MRG SAK ya da İA için ilk tetkik olarak kabul edilmez. BT ve BTA'sı negatif, anevrizmal SAK olasılığı yüksek hastalarda kullanılabilir. FLAIR sekanslarda sulkal hiperintens sinyal üreten ve benzer semptomlara sebep olan menenjit,

meningeal karsinomatozis, leptomeningeal metastaz, subdural hematom, yakındaki neoplazmlar ve dural sinüs trombozları saptanabilir.

MRA'da time of flight (TOF) yönteminin kullanılması böbrek yetmezliği ve kontrast allerjisi bulunan hastalarda kontraendike olan kontrast madde kullanımını ortadan kaldırması nedeniyle tercih sebebidir. Kontrastlı MRA ve TOF'un anevrizmaları saptama duyarlılığı benzerdir. Ancak kontrastlı MRA'nın akım artefaktlarını ve spin doygunluğu ortadan kaldırması nedeniyle TOF sekanslarından üstündür. Kontrastlı MRA'nın uzaysal çözünürlüğü BTA'ya göre daha düşük olmasına rağmen tanı oranları benzerdir. Tüm bunlara rağmen MRA akut dönemde anevrizmaların değerlendirilmesinde ilk tercih değildir. Radyasyon ve kontrast maddeden kaçınmanın gerektiği durumlarda alternatif yöntem olarak kullanılabilir. MRA teknikleri geliştikçe uzaysal çözünürlük ve küçük anevrizmalara duyarlılık artmaktadır. 3T MRA'da anevrizma saptama hassasiyeti %95'lere ulaşmaktadır.

Dijital Subtraksiyon Anjiyografi (DSA)

DSA femoral arter girişiyile kateterizasyon yapılması ve görüntüler alınması esasına dayanır. CCA, İCA, ECA ve vertebral arterden kontrast madde verilerek 2D ve 3D anjiyogramlar elde edilir. İA'ları değerlendirmek için altın standart kabul edilen DSA, BTA ve MRA'da gözden kaçabilecek küçük boyutlu anevrizmaları saptayabilecek uzaysal çözünürlüğe sahiptir. Ayrıca kontrast madde enjeksiyonunun arteriyel, kapiller ve venöz fazda yapılmasına imkân sağlayacak zamansal çözünürlüğe sahiptir. BTA'ya benzer şekilde radyasyon ve iyotlu kontrast madde kullanımı gerektirir. İnvaziv bir prosedürdür bu nedenle inme, vasküler yaralanma, femoral arter oklüzyonu ve retroperitoneal hemoraji riski vardır. Uzman operatörler tarafından yapılmalıdır. Semptomların başlamasından sonraki ilk 6 saatte DSA yapılan hastalarda yeniden kanama oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak işlemler operatöre bağlı olduğu için genel riskler operatörün tecrübesine bağlı olabilir. Çeşitli endikasyonlar için DSA'nın komplikasyon oranları %0.3'ün altındadır. Konvansiyonel DSA'ya ek olarak 3 boyutlu rotasyonel anjiyografi (3DRA), boyutu 3 mm'den küçük anevrizmaları saptamadaki duyarlılığı artırır. Yapılan bir çalışmada ilk olarak BTA/MRA ile taranan 350 hedef anevrizmanın değerlendirilmesinde 3DRA'nın eklenmesiyle 94 ek anevrizma saptandığı gösterilmiştir (van Rooij ve ark, 2008). Bu 94 anevrizmanın 27'si konvansiyel DSA'da gösterilememiştir. DSA spontan gelişmiş SAK mevcut hastada anevrizmayı saptayamadığında, gecikmiş tekrar görüntüleme endikedir. Bir literatür incelemesinde gecikmiş DSA uygulanan 368 hastada ilk anjiyografide gösterilemeyen 37

anevrizma tanımlanmıştır. DSA yüksek çözünürlüğü, endovasküler tedaviye imkân sağlaması, açık cerrahiye rehberlik etmesi, anevrizma boynunu göstermedeki üstünlüğü ve ilgili damarları daha iyi göstermesi nedeniyle altın standart olmaya devam etmektedir.

ISUIA, 7 mm'den küçük anevrizmaların rüptür riskinin çok düşük olduğunu belirtse de, rüptüre olmuş anevrizmaların çoğu küçüktür. Anevrizmalarda rüptür riskini belirlemek için yeni tekniklere ihtiyaç vardır. Anevrizma büyümesi, duvar incilmesi, endotelyal bozulma, kollajen kaybı ve inflamatuvar hücre migrasyonu rüptür riskini arttıran histolojik değişikliklerdir. Mevcut görüntüleme yöntemleri histolojik değişiklikleri gösteremez. Ancak kontrast maddeler bozulmuş endotelden anevrizma duvarına ve BOS'a geçebilir. Black-blood T1A MRG sekansları ile yakın zamanda rüptüre olmuş anevrizma duvarının rüptüre olan kısmı gösterilebilmektedir. Multiple anevrizması ve SAK'ı olan hastalarda rüptüre anevrizmayı belirleyerek daha doğru ve hızlı tedaviye imkân sağlamaktadır.

Anevrizmal duvar kontrastlanması rüptüre anevrizmaların %98,4'ünde görülürken, rüptüre olmamış anevrizmaların %81.9'unda kontrastlanma saptanmamıştır. Anevrizma duvar geçirgenliği, dinamik kontrastlı MRG ve rüptür riskinin boyuttan bağımsız bir belirleyicisi olan perfüzyon parametresi Ktrans kullanılarak da değerlendirilebilir. Yüksek alan güçlü 7T MRG cihazları, rüptür riskinin bir göstergesi olabilecek anevrizma duvar kalınlığındaki değişiklikleri saptayabilecek uzaysal çözünürlüğe ve sinyal-gürültü oranına sahiptir. Başka bir gelişmiş görüntüleme tekniği ise akışkanlar dinamiğinden ve kayma gerilimlerinden yola çıkılarak geliştirilmiş 4D MRG'dir. Bu teknikle anevrizma içine akış bölgesi gösterilebilir ve endovasküler tedavi yönlendirilebilir.

2.2.7. İntrakranial anevrizmalarda tedavi

Rüptüre olmuş anevrizmalar mutlaka tedavi gerektirirken, rüptüre olmamış anevrizmaların tedavisi tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Rüptüre olmamış anevrizmalar tedavi açısından değerlendirilirken yerleşim yeri, boyutu, morfolojisi, anevrizma içinde trombüs varlığı, yavru kese veya lobülasyon varlığı gibi anevrizmal faktörler ve yaş, cinsiyet, tıbbi öykü, SAK öyküsü, ailede SAK öyküsü, sigara kullanımı gibi hastaya ait faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Rüptüre olmamış anevrizmaların yönetiminde konservatif, cerrahi ve endovasküler tedavi olmak üzere 3 seçenek mevcuttur.

Konservatif tedavi

Ailesinde güçlü SAK öyküsü veya semptomu bulunan hastalar dışındaki grupta 60 yaş üstü ve 7 mm'den küçük anevrizmalar için konservatif tedavi önerilmektedir. Çapı 7-12 mm ve anterior dolaşım kaynaklı anevrizmalar konservatif tedavi açısından değerlendirilebilir. Çapı 12 mm'den büyük anevrizması bulunan 60 yaş üstü hastalar genel sağlık durumları kontrol edilerek cerrahi ya da endovasküler tedaviye yönlendirilmelidir. Ancak anevrizma hastalarını bireysel olarak değerlendirmek gerektiği unutulmamalıdır.

Konservatif tedavi düşünülen hastalarda risk faktörleri değerlendirilmeli, hipertansiyon kontrol altına alınmalı ve sigara bırakılması önerilmelidir. Hastalar MRA ya da BTA ile rutin olarak takip edilmelidir. Önerilen bir takip aralığı yoktur. Ancak 3 yıl boyunca yıllık ve sonrasında daha az sıklıkla MRA ya da BTA kontrolü yeterli olacaktır. Boyut artışı olan anevrizmalarda girişimsel tedavi düşünülmelidir. Yapılan bir çalışmadan 4 yıllık süre boyunca 173 rüptüre olmamış anevrizma MRA ile takip edildi. İlk tanı anındaki anevrizma boyutunun anevrizma büyümesinin önemli bir belirteci olduğu görüldü. Anevrizma büyümesinin sıklığı çapı 8 mm'den küçükler için %6.9, çapı 8-12 mm olanlar için %25 ve çapı 12 mm'den büyük olanlar için %83'tür. Başka bir çalışmada MCA yerleşimi, çoklu anevrizma ve çapın 4 mm'den büyük olması anevrizma büyümesinde etkili faktörler olarak saptandı. 258 anevrizması bulunan 165 hastayı değerlendirmek için BTA'nın kullanıldığı bir çalışmada anevrizmaların %18'i büyümüştür. Yıllık anevrizma rüptür oranı büyüyen anevrizmalarda %2.4, büyümeyen anevrizmalarda ise %0.2'ydi. Bu çalışmada anevrizma büyümesinin bağımsız belirteçleri tanı anındaki anevrizma boyutu ve sigara kullanımıydı. Korja ve ark. tarafından yapılan prospektif kohort çalışmada rüptüre olmamış tüm İA'ların yaklaşık %25'inin zamanla rüptüre olduğu ve yaşam boyu SAK için risk faktörlerinin sigara kullanımı, kadın cinsiyet ve çapın 7 mm'den büyük olmasını içerdiği sonucuna varmıştır.

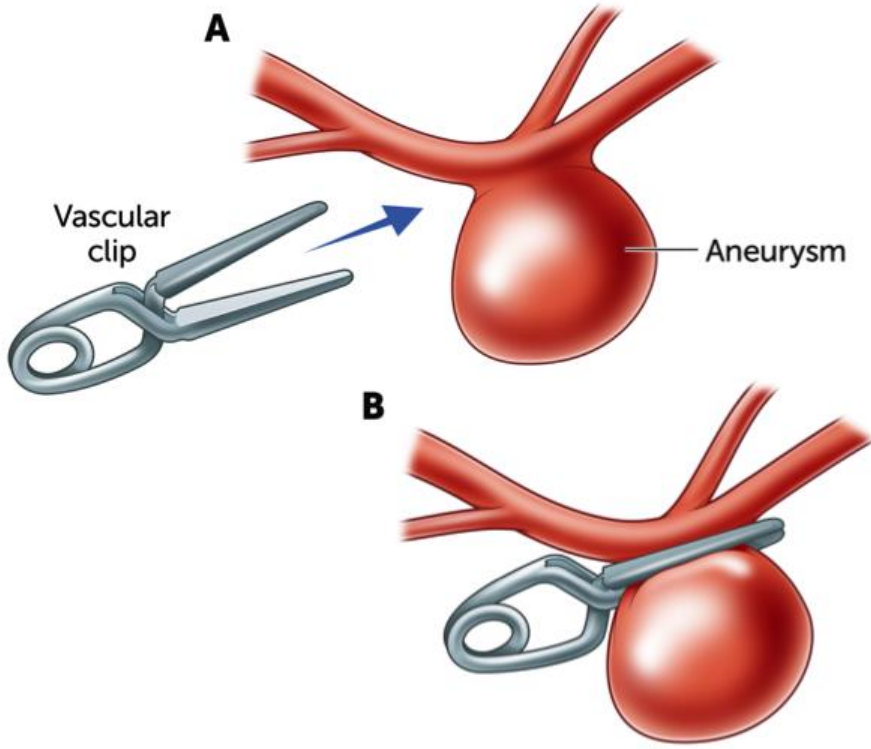
Rüptüre olmamış İA'sı olan hastalarda antiplatelet ve antikoagülan kullanımıyla ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Ancak ISUIA kullanan bir vaka kontrol çalışmasında aspirin kullanımının rüptürü önleyici bir etkiye sahip olabileceğini ve SAK sonuçlarını kötüleştirmediğini gösterdi.

Cerrahi tedavi

Cerrahi tedavilerin ilk ortaya çıkışı besleyici arter ligasyonudur. Sonraları direkt anevrizma eksizyonu ve by-pass cerrahisi tedaviye eklendi. Zamanla bu teknikler geliştirildi. 1937 yılında Dandy PComA anevrizması boynunu gümüş klipsle kapattı ve kubbe kesmini koterize etti. Anevrizma cerrahisinde çığır açan diğer bir gelişme ise ameliyat mikroskobunun kullanıma girmesiyle yaygınlaşan mikrocerrahi tekniklerdir. Sonraları geliştirilen kafa tabanı cerrahileri, farklı anatomik bölgelerden yaklaşım teknikleri cerrah ile anevrizma arasındaki mesafeyi azalttı. Cerrahin manevra kabiliyetini arttırdı ve klipsi güvenli yerleştirebilmek için gereken çevre yapıların retraksiyonunu en aza indirdi.

Klipslerin gelişim sürecinde en başlarda tekrar konumlandırılmaz klipsler kullanılırken zamanla klipsler açılabilir ve yerleri değiştirilebilir olarak tasarlandı.

Cerrahinin avantajı ana damarı ve dallarını koruyarak anevrizma boyununun tam olarak klipslenmesidir. Aynı zamanda büyük anevrizmalarda anevrizma kesesini ortadan kaldırabilir. Hidrosefali, SAK, intraparaknimal hematoma gelişmiş hastalarda kan subaraknoid boşluktan dışarıya alınabilir. Dezavantajı ise kraniotomi ve beyin retraksiyonu gerektirir. Bunun dışında bazı anatomik lokalizasyonlara ulaşımın zor olması ve çoklu anevrizmaya sahip hastalarda tek kraniotomiyle bütün anevrizmalara erişilememesi en büyük sınırlılıklarıdır.



Şekil 2.11.: İntrakranial anevrizma boynuna cerrahi klip yerleştirilmesi

Endovasküler tedavi

Egas Moynz tarafından 1920 yılında serebral anjiyografinin geliştirilmesiyle serebral vasküler lezyonlar için endovasküler tedavi tarihi başlamıştır. 1991 yılında Guglielmi tarafından ayrılabilir koillerin FDA onayı almasıyla ilerleme hız kazanmıştır. Özellikle büyük boyutlu ve geniş boyunlu anevrizmalarda koil embolizasyonu sonrası yüksek nüks oranları gözlemlendi. Bu durum uzun vadeli sonuçları iyileştirmek için endovasküler cihaz ve tekniklerde gelişime önayak olmuştur. Koilleri daha yoğun sarabilmek ve ana damara koil sarkmasını engellemek için balon yardımcı koilleme metodu geliştirildi. Sonrasında anevrizma boynunu kapsayacak stentler, stent yardımcı koilleme, dallanma bölgeleri için Y ve X stentler geliştirildi. İlerleyen teknolojiyle birlikte akım çevirici cihazlar tanıtıldı. Küçük gözenekli metal duvar yapısına sahip endovasküler cihazlar anevrizma kesesi içerisine akımı azaltmak amacıyla yerleştirilmektedir. İntraanevrizmal trombozu indüklerler ve anevrizma boynunda yeni intima tabakası oluşturulması için iskelete görevi görürler. Bu gelişmelere rağmen büyük anevrizmaların sorun teşkil etmesi nedeniyle Pipeline Endovasküler Cihaz (PED) geliştirildi.

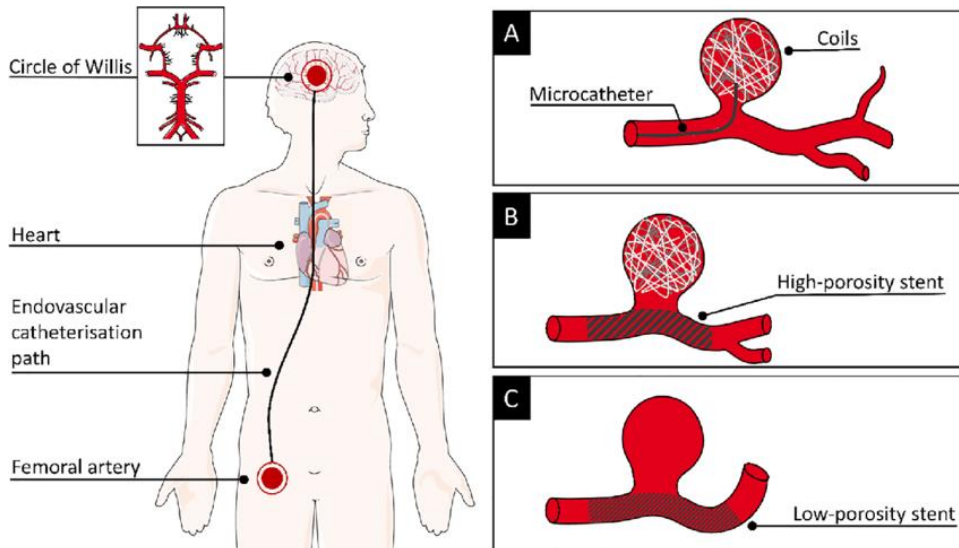
Uzun vadeli oklüzyon ve nörolojik komplikasyonda artış olmaması sayesinde dev anevrizmalara çözüm oldu.

225772 hastayı içeren 85 makalenin sistematik bir incelemesi ve metaanalizi, koil ile tedavi edilen hastaların cerrahi ile tedavi edilenlere göre daha yüksek olumlu sonuç ve daha düşük mortaliteye sahip olduğunu doğrulamıştır. 10 mm çaptan büyük anevrizmaların ve serebral iskemik komorbiditeleri bulunan hastaların komplikasyon riskinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Endovasküler tedaviler cerrahi tekniklerle karşılaştırıldığında daha yüksek nüks oranına sahiptir. Revaskülarizasyon özellikle tam oklüde edilmeyen anevrizmalarda yaygındır ve çok geç nüks olabilir.

İA'larda lümen içi balon bırakılması, parent arter oklüzyonu, primer koil embolizasyonu, balon ya da stent modelleme ile koil embolizasyonu, sıvı embolizan madde kullanımı, akım çevirici stent ve intraanevrizmal akım çeviriciler endovasküler tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır.

Lümen içi balon bırakılması tarihsel bir metod olup günümüzde kullanılmamaktadır. Akım çevirici cihazlardaki gelişmelerle birlikte parent arter oklüzyonu nadiren kullanılmaktadır.



Şekil 2.12.: İntrakranial anevrizmalarda endovasküler tedavi seçenekleri

Primer koil embolizasyonu

Koil embolizasyon materyalleri şekillerine göre (2D, 3D, helikal ve 360 derece) ve kaplandıkları malzemeye göre (çıplak, platinum, kopolimer ve hidrojel kaplı) sınıflandırılmaktadır.

Koil ile embolizasyon tekniği ilk kez 1990 yılında Dr. Guido Guglielmi tarafından elektrik akımı ile ayrılabilen koiller kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemle Guglielmi Detachable Coil (GDC, Boston Scientific Corporation, Natick, MA, USA) anevrizma içerisine yerleştirilmekte ve bırakılmaktadır. 2002 yılında Uluslararası Subaraknoid Anevrizma Çalışması (ISAT), cerrahiye karşı koil ile tedavi edilen hastalarda önemli bir sağkalım avantajı ve fonksiyonel iyileşme olduğunu göstermiştir. Bu bulgular 10 yıllık takip hastalarında da gösterilince güvenilirliği artmıştır. Devrim niteliğindeki bu çalışmadan sonra koil embolizasyon yöntemine eğilim belirgin artmıştır.

Primer koil embolizasyonunda hasta genel anestezi altında, immobil ve moniterize iken mikrokater anevrizma içerisine yerleştirilir. Anevrizmaya uygun seçilmiş koiller mikrokater içinden gönderilir. Parent artere sarkmadığı görüldükten sonra koil elektroliz ya da mekanik yöntemle ayrılır. Bu işlem anevrizma tamamen doluncaya kadar tekrar edilir. Koil embolizasyonun temel amacı anevrizma içine kan akımının engellenmesi, anevrizma içindeki trombusun fibrotik skar dokusuna dönüşümünü hızlandırmak ve anevrizma boynunda neoendotelizasyonu sağlamaktır.

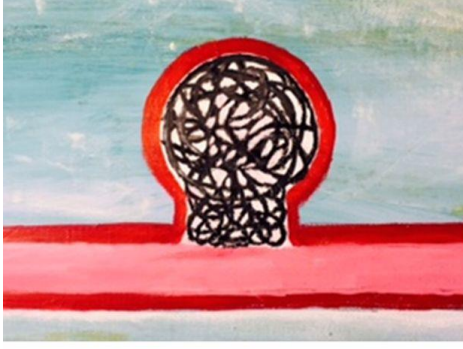
Koil embolizasyonunda koillerin kompakt bir şekilde sarılamaması nedeniyle en önemli problem revaskülarizasyondur. Rekürrens oranları %24.4'e ulaşmaktadır. Platin koillerin revaskülarizasyon oranları yüksektir. Bu nedenle rekürrensi azaltmak için biyoaktif madde ile kaplı koiller üretilmiştir. Bu koillerden en çok kullanılanları Cerecyte (Cerecyte, Micrus Endovascular, San Jose, Calif) ve Matrix (Stryker, Kalamazoo, Michigan)'tir. Matrix koiller poliglikolid/polilaktik asit (PGLA) kopolimerleri ile kaplanmış biyoaktif koillerdir. Cerecyte koiller ise çıplak platin koillerin sarmalları içerisine poliglikolid asitin monomer olarak ya da laktik asit ile çeşitli oranlarda polimerleştirilerek yerleştirilmesiyle oluşturulur. Matrix koilde poliglikolid asit koil yüzeyindeyken, Cerecyte koilde lümen içerisindedir. Biyoaktif koillerde temel amaç inflamatuvar reaksiyonu indükleyerek trombus ve fibrozis oluşmasını hızlandırmaktır. Cerecyte koillerin yüzeyinde kanın lümene girip poliglikolid asidi

hidrolize edebilmesi için delikler bulunmaktadır. Bu durum matrix koillere göre daha az dirençle karşılaşılmasını sağlamaktadır.

IA'ların endovasküler coil oklüzyonunun dayanıklılığının anevrizma içerisine sarılabilen coil miktarına bağlı olduğu düşünülmektedir. Hidrojel kaplı koiller (Hydrocoil, Microvention, Aliso Viejo, CA, USA) paketlenme yoğunluğunu arttırmak için geliştirilmiş bir teknolojidir. Hidrojel kaplı koiller kan ile temas edince su emerek hacimsel olarak genişlerler. Hacimsel genişleme sonucu anevrizma kesesi içinde daha düşük basınçta daha yüksek doluluk sağlanır. Platin koillere göre daha kısa coil kullanılır. Sonuç olarak daha yüksek hacimsel oklüzyon ve daha düşük rekanalizasyon izlenir. Dev anevrizmalarda platin koillere nazaran daha başarılıdır. Bu koillerin en önemli dezavantajı ise sert olması ve mikrokater içinde şişme riskine karşı kısa sürede kullanılma gerekliliğidir.

Son dönemlerde geniş boyunlu anevrizmaları tedavi etmek için yeni nesil 3 boyutlu (3D) koiller geliştirilmiştir. Medina embolizasyon cihazı (MED; Covidien/eV3, Medtronic, Dublin, İrlanda) ayrılabilir coil ve intraanevrizmal akım çevirici etkiye sahip hibrit bir cihazdır. Platin bir coil ve coilin her halkasına eklenmiş taç yaprakları şeklinde örgülü ağdan oluşan, hafızalı şekle sahip 3D koildir. Yerleştirme esnasında yapraklar kademeli olarak açılır ve 3 boyutlu şeklini alır. Rekanalizasyonu azaltmak için geliştirilmiştir.

Primer coil embolizasyonu diğer tedavi modalitelerine göre basit bir teknik olup daha az malzeme kullanımı ve manipülasyon gerektirir. Tromboemboli, vazospazm ve anevrizmal rüptür riski daha düşüktür. Ancak anevrizma içerisinde coil yoğunluğunu sağlamak zor olduğu için nüks riski fazladır. Anevrizma lümeninden ya da boynundan çıkan dallar bulunması durumunda bu dalların oklüzyon riski vardır. Parent artere coil protrüzyonu, tromboembolik olaylar ve anevrizma rüptürü görülebilecek komplikasyonlardır. Tedavi başarısını değerlendirmede modifiye Raymond-Roy oklüzyon sınıflandırması kullanılır. Bu sınıflamada; sınıf I tam oklüzyonu, sınıf II rezidü boynu, sınıf IIIa coil içine kontrast dolumunu, sınıf IIIb ise coil ile anevrizma duvarı arasına kontrast dolumunu temsil eder. I-II yeterli oklüzyon, IIIa ve IIIb rezidü anevrizmayı ifade eder.



Class I



Class II



Class IIIa



Class IIIb

Şekil 2.13.: Modifiye Raymond-Roy oklüzyon sınıflaması

Balon remodelleme ile coil embolizasyonu

Balon remodelleme ile coil embolizasyonu özellikle çapı büyük ve geniş boyunlu anevrizmalarda primer koillemenin tedavide yetersiz kalması sonucu geliştirilmiş bir tekniktir. İlk olarak Jacques ve arkadaşları tarafından 1997 yılında kullanılmıştır. Temel hedef parent artere coil protrüzyonunu engellemek ve anevrizma kesesine koilleri daha kompakt bir şekilde sarmaktır. Ayrıca koillerin anevrizma boynundaki bölümlerini komprese ederek remodelleme yapmaktadır. İşlem esnasında mikrokateter anevrizma içine yerleştirilir. Balon anevrizmanın boynunu kapsayacak şekilde parent artere yerleştirilir. Balon şişirilir ve bir coil sarılır. Balon indirildikten sonra koilin parent artere sarkıp sarkmadığı kontrol edilir. İlk başlarda bu işlem her coil için tekrarlanırken zamanla balon remodelleme ile koillemeye uyumlu koillerin geliştirilmesi ve operatör tecrübesinin artmasıyla balon söndürülmeden birkaç koilin sarılması mümkün olmaktadır. Bu tekniğin geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmalarında kullanımı daha güçtür. Çünkü anevrizma boynunu tamamen kapatmak ve bifurkasyon dallarını korumak gerekir. Bu zorlukları aşabilmek için hiperkompliant balon, kissing balon ve çift lümenli balonlar geliştirilmiştir.

İşlem öncesinde hastalara antikoagülasyon profilaksisi yapılmalıdır. Balon şişirilmesi esnasında sistemik kan basıncını kontrol etmek amacıyla işlem esnasında monitörizasyon gerekmektedir.

Balon remodelleme ile koil embolizasyonunda parent artere koil sarkma riski azalır. Geniş boyunlu ya da ters açılı anevrizmalarda mikrokateter daha stabil tutulabilir. Bu sayede koiller daha sıkı bir şekilde anevrizma içine yerleştirilebilir. Koil sararken anevrizmal rüptür gelişirse balon şişirilerek kanama kontrol altına alınabilir. Primer koil embolizasyonuna göre daha komplike bir işlem olup daha fazla manipülasyon ve malzeme kullanımı gerektirmektedir. Anevrizmal rüptür, vazospazm ve tromboemboli riski daha yüksektir.

Endovasküler tedavide kullanılan balonlar yüksek ve düşük basınçlı olmak üzere iki çeşittir. Yüksek basınçlı balonlar aterosklerotik stenozda anjiyoplasti için kullanılır. Düşük basınçlı balonlar balon remodelleme ile koil embolizasyonunda, SAK sonrası gelişen vazospazmın tedavisinde ve balon oklüzyon testinde kullanılır.



Şekil 2.14.: Geniş boyunlu anevrizmada balon destekli koil embolizasyonu

Stent remodelleme ile koil embolizasyonu

Kendiliğinden açılabilir ve intrakraniyal damarlar içerisinde rahatça hareket edebilen fleksibl stentlerin geliştirilmesiyle birlikte stent remodelleme ile koil embolizasyon tekniği yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Stent remodelleme ile koil embolizasyon tekniği,

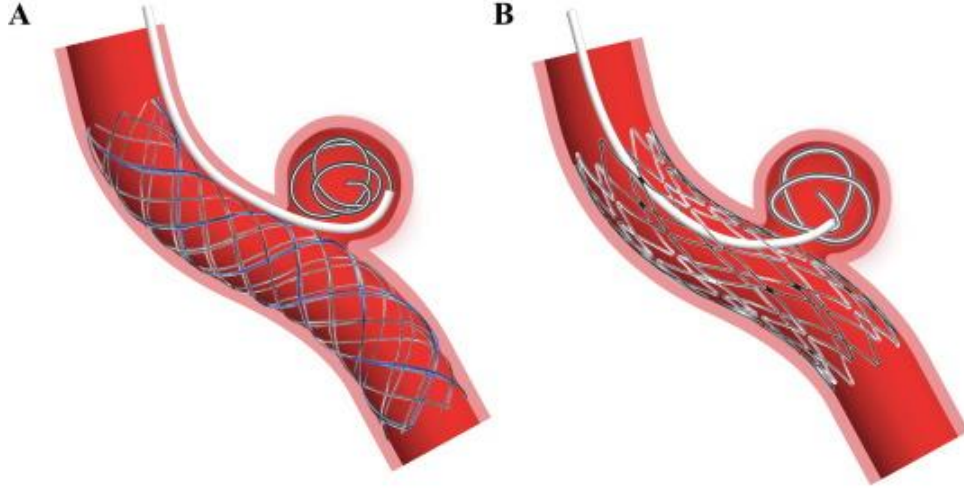
balonla remodelleme yapılamayacak kadar geniş boyunlu anevrizmalarda, bifurkasyon anevrizmalarında, boynundan dal çıkan anevrizmalarda, primer ya da balon yardımcı koilasyon esnasında parent artere koil protrüzyonu durumlarında kullanılmaktadır.

Stent ile remodelleme tekniğinde stent anevrizma boynunu kapsayacak şekilde parent artere yerleştirilir. Stent açıldıktan sonra striaları içinden geçilerek mikrokater anevrizmaya yerleştirilir. Diğer teknikte ise önce mikrokater anevrizma içine yerleştirilip sonrasında stent açılır. Stabilize edilmiş mikrokater içinden koiller anevrizma kesesine sarılır. Böylelikle koilin parent artere sarkma riski minimize edilir. Parent artere yerleştirilen stentin akım çevirici etkisi sayesinde anevrizma lümenine kan girişi azalır ve tromboz hızlanır. Ayrıca anevrizma boynunda neoendotelizasyon yaparak tedaviye destek sağlar. Endovasküler yabancı cisim yerleştirilmesi nedeniyle hastanın ömür boyu antiagregan tedavi alması gerekir. İşlem esnasında anevrizma rüptürü, tromboemboli ve stentin yanlış lokalizasyona yerleştirilmesi, geç dönemde ise stent stenozu ya da oklüzyonu gibi komplikasyonlar görülebilir.

Stent yardımcı koilasyon işleminde Solitaire® (Ev3 Neurovascular, Inc., Irvine, California, ABD), Leo Plus® (Balt Ekstrüzyon, Montmorency, Fransa), Enterprise® (Cordis Neurovascular, Miami, Florida, ABD), Neuroform EZ® (Stryker), LVIS ve LVIS Jr (Microvention, Tustin, California, ABD), LEO ve LEO+ Baby (Balt, Montmorency, Fransa), ACCLINO (Acandis, Pforzheim, Almanya) stentleri kullanılmaktadır.

Stent teknolojilerindeki gelişmelere rağmen bifurkasyon merkezinde yerleşmiş anevrizmalar sorun olmaya devam etmektedir. Bu lokalizasyondaki anevrizmalar için Y stent, X stent, T stent, kissing stent, waffle-cone tekniği, pCONussent, PulseRider stent gibi yöntemler kullanılabilir.

Stent yardımcı ve balon yardımcı koilleme tekniklerini karşılaştıran bir çalışmada rekürrens oranları stent yardımcı yöntemde %14.9, balon destekli yöntemde %33.5'tir. Stent destekli koilleme işlemi sonrası morbidite %7,4 ve mortalite %4,4 iken balon destekli koilleme yöntemi sonrası morbidite %3.8 ve mortalite %1.2'dir. Stent destekli koilasyon işlemi ile balon yardımcı koilleme işlemi karşılaştırıldığında stent yardımcı yöntemde rekürrens oranları daha azken morbidite ve mortalite oranları daha yüksektir.



Şekil 2.15.: Geniş boyunlu anevrizmada stent destekli koil embolizasyonu

Sıvı embolizan madde ile embolizasyon

Parent arteri koruyarak sıvı embolizan maddenin anevrizma için enjekte edilmesi ve embolizasyon yapması temeline dayanan bir yöntemdir. Embolizan madde olarak etilen vinil alkol kopolimeri, Onyx (Micro Therapeutics, Inc., Irvine, CA, USA) kullanılır. Onyx kan ürünleri gibi organik bir madde ile karşılaştığında katılaştıran sıvı bir embolizan üründür. İşlem esnasında parent artere embolizan madde kaçışını önlemek amacıyla anevrizma boynunda balon şişirilir. Anevrizma içine yerleştirilmiş mikrokater içinden Onyx gönderilir ve embolizasyon sağlanır. Komplikasyonları parent artere embolizan ajan sızması, tromboemboli ve anevrizma rüptürüdür. Cerebral Aneurysm Multicenter European Onyx (CAMEO) çalışması sonuçlarına göre morbidite oranı %12 mortalite oranı %4 olarak bildirilmiştir. Oklüzyon oranlarının da tatmin edici olmasına rağmen sıvı embolizan ajanlar günümüzde kullanılmamaktadır. Bunun nedeni ise hem potansiyel risklerinin fazla olması hem de akım çevirici stentlerin ileri düzeyde geliştirilmesi sonucu iyi tedavi oranlarının elde edilmesidir.

Akım çevirici stentler

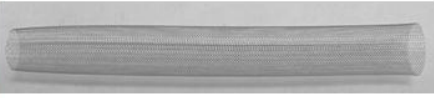
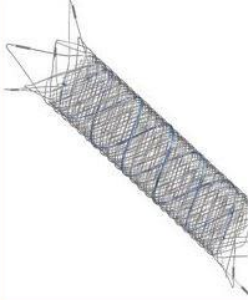


Koil embolizasyonundaki teknolojik gelişmelere rağmen çapı 10 mm'den büyük anevrizmalar, geniş boyunlu anevrizmalar, kubbe/boyun oranı 2'den küçük anevrizmalar ve fuziform şekilli anevrizmalar %20'ye varan olumsuz sonuçlarla tedavide sorun olmaya devam

etmektedir. Bu sorunları aşabilmek için endovasküler ve intraanevrizmal akım çevirici cihazlar geliştirilmiştir.

Stent yardımcı koil embolizasyonun işleminden elde edilen tecrübeler akım çevirici stentlerin doğmasına sebep olmuştur. Çünkü stentler kan akımını parent artere yönlendirerek anevrizmal trombüsü hızlandırmaktadır. Ayrıca anevrizma boynu düzeyinde zayıflamış damar duvarına iskelet görevi görerek neoendotelizasyonu sağlar.

Akım çevirmenin nöroendovasküler alana ilk girişi, 2007'de Pipeline Embolization Device'in (PED; Medtronic Neurovascular, Irvine, California, ABD) icadıyla olmuştur. O zamandan beri, Silk akım yönlendirici (Balt Extrusion, Montmorency, Fransa), Flow-Redirection Endoluminal Device (FRED; Microvention, Tustin, California, ABD), Surpass (Stryker Neurovascular, Fremont, California, ABD), Tubridge (MicroPort Medical, Şangay, Çin) ve p64 Akım Modülasyon Cihazı (Phenox, Bochum, Almanya) anevrizma tedavisinde endovasküler stentler olarak kullanılmaktadır.

Neurovascular Flow Diverters

| | |
|---|--|
| <p>Surpass™ Streamline (Stryker)</p> <p>Cobalt-chromium with 30% metal coverage. Can be repositioned both proximally and distally.</p>  | <p>FRED (Microvention)</p> <p>Integrated 16 wire outer and 48 wire inner stent with self-expanding closed cell design</p>  |
|  <p>Pipeline® Embolization Device (Medtronic)</p> <p>Braided cylindrical mesh remodels the parent artery, provides a scaffold that promotes endothelial growth, and excludes the aneurysm</p> <p>Image courtesy of Medtronic. © Medtronic. All rights reserved.</p> | <p>SILK (Balt)</p> <p>48 braided nitinol and platinum strands with varying diameter (2-5 mm) and length (15-40 mm)</p>  |

Şekil 2.16.: Akım çevirici stent çeşitleri

Pipeline embolizasyon cihazı

Pipeline embolization device (PED) %25 platin-tungsten ve %75 kobalt-krom-nikel alaşımından oluşan 48 telle örülerek tasarlanmış bir ağıdır. PED çapı 2.5-5 mm, uzunluğu ise 10-35 mm arasında değişen ölçülere sahiptir. 0,016 inç tele bağlı olarak gelir ve 0,027 inç mikrokaterle iletilir. 2. nesil PED olan PED Flex 2014 yılında Avrupa'da onay almıştır. PED özellikle dev ve büyük çaplı geniş boyunlu anevrizmaların tedavisinde efektif bir şekilde kullanılmaktadır. PED ile tedavi edilen hastalar üzerinde yapılan çalışmalar yüksek oranda oklüzyon oranlarına, düşük mortalite ve morbidite oranlarına işaret etmektedir. Büyük anterior sirkülasyon anevrizmalarında PED tedavisi stent yardımlı koillemeye göre daha düşük maliyetlidir. Ayrıca daha az radyasyon, daha az floroskopi süresi ve daha az kontrast madde kullanımı gerektirir.

PED büyük ve dev İA'lar için FDA onayı almıştır. Ancak bu anevrizmalar tüm İA'ların küçük bir kısmını kapsamaktadır. Ayrıca rüptüre olan anevrizmaların çoğunun çapı 10 mm'den küçüktür. Bu nedenle küçük çaplı anterior sirkülasyon anevrizmalarında ve seçilmiş posterior sirkülasyon anevrizmalarında endikasyon dışı PED kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Surpass akım çevirici stent

Surpass akım çevirici stent platin-tungsten tellerle iç içe geçmiş kobalt-nikel alaşımından oluşan örgülü yapısıyla PED'e benzerlik gösterir. Surpass PED'e göre daha az gözenek alanına sahiptir. Sadece 3,4 ve 5 mm çapta cihazlar mevcuttur. 0.040 inç iç çaplı mikrokater sistemin distal ucuna yerleştirilmiş olarak tasarlanmıştır. Sistem 0.014 inç tel üzerinden ilerletilir. Bu sistemle cihaz torksuz yerleştirilebilir. Ayrıca sürekli bir endoluminal tel erişimini koruyarak güvenlik sağlar. Wakhloo ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada surpass akım çevirici stentin güvenlik profilinin ve oklüzyon oranlarının PED ile benzer olduğu görülmüştür.

Silk stent

Silk stent sıkı bir şekilde örülmüş yapıya sahip kendiliğinden açılabilen bir cihazdır. Geniş boyunlu dev ve büyük anevrizmalarda kullanılır. Ön sirkülasyonda lokalize küçük anevrizmalarda daha iyi sonuçlara sahipken, büyük ya da fuziform şekilli anevrizmalarda sonuçlar diğer akım çevirici stentlere benzerdir.

Flow redirection endoluminal device

Flow redirection endoluminal device (FRED) (Microvention, Aliso Viejo, California) 2012'de CE onayı, 2019'da FDA onayı almıştır. Kendiliğinden açılabilen çift katmanlı örgülü bir stenttir. Küçük gözenekli iç katman 48 nitinol telden oluşurken büyük gözenekli dış katman 16 nitinol telden oluşur. İki tabaka arasında radyoopaklığı sağlayan tantal bölümü bulunur. Kapsama alanını arttırmak ve açılmayı kolaylaştırmak için proksimal ve distal kesimde çift tabaka bulunmaz. Santralde stentin %80'lik kesiminde bulunur. Stent 0.027 inçlik mikrokateret içinden gönderilir. FRED Jr. (Microvention) küçük damarlardaki anevrizmaları tedavi etmek için geliştirilmiş 2.5-3 mm çaplı stenttir. FRED'den farkı iç katmanının 36 telden, dış katmanının 16 telden oluşması ve 0.021 inç mikrokateret ile gönderilmesidir.

Çift katlı tasarım, 56 mm'ye kadar çıkabilen uzunluk, fuziform ya da dev anevrizmalarda tek seansla tedavinin mümkün olması, mikrokateret içinden yerleştirmeyi kolaylaştıran 16 telli düşük sürtünmeli sistem, radyal gücünün yüksek olması nedeniyle açılırken daha güvenli olması, kan akımının laminasyonunun gelişmiş olması, kısa iç katman sayesinde anevrizma yakınındaki dalların korunması, görünürlüğünün yüksek olması diğer stentlere göre avantajlarıdır.

P64 akım çevirici stent

P64 akım çevirici stent (Phenox, Bochum, Almanya) 2012 yılınca CE tarafından onaylanmıştır. Cihaz 64 nitinol tel ile örülmüş ağ şeklindedir. 2.5- 5 mm arasında değişen çapları mevcuttur. 0.027 inç mikrokateret içinden gönderilir. Cihaz tam açıldıktan sonra bile geri toplamak mümkündür. Rüptüre olmamış anterior sirkülasyon anevrizmalarının tedavisinde 12 aylık takiplerde oklüzyon oranı %85'in üzerinde bulunmuştur.

Tubridge akım çevirici stent

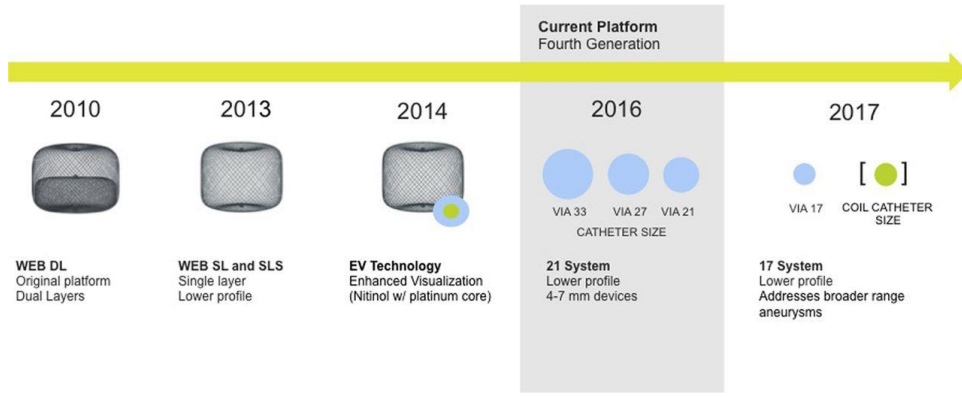
Tubridge akım çevirici stent (Microport, Shanghai, China) 2018 yılında Çin'de geliştirilmiştir. Cihazın küçük versiyonları 46 örgülü nitinol tel ve 2 platin tel, büyük versiyonları 62 nitinol tel ve 2 platin tel içermektedir. 0.029 inçlik bir mikrokateret aracılığıyla yerleştirilir. Zhou ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 10 aylık takipte dev-büyük İCA anevrizmalarında %72 tam oklüzyon oranı bildirilmiştir.

İntraanevrizmal akım çevirici cihaz (WEB)

Endovasküler tedavi yöntemlerindeki teknolojik ve teknik gelişmelere rağmen geniş boyunlu anevrizmalar ve bifurkasyon anevrizmalarında zorluklar mevcuttur. Balon ya da stent yardımcı koil embolizasyonu bazı anevrizmaların tedavisinde yetersiz kalmaktadır. Ayrıca ikili antiplatelet kullanımı gerektirmektedir. Bu anevrizmaların tedavisi için 2010 yılında Woven Endobridge (WEB; Sequent Medical, Aliso Viejo, California, ABD) adlı cihaz geliştirilmiştir.

WEB anevrizma kesesi için yerleştirilen, kendiliğinden açılabilen, sferik ya da globüler şekilli, nitinol tellerden oluşturulmuş kafes biçiminde örgülü ağıdır.

2010 yılında ilk geliştirilen WEB dual layer (WEB DL) globüler şekilli, iç ve dış olmak üzere iki katmandan oluşan bir cihazdır. 5-11 mm çapta, 3-9 mm yükseklikte boyutları bulunmaktadır. Proksimal, orta ve distal olmak üzere 3 adet radyoopak marker içermektedir. Proksimal marker anevrizma boynuna, distal marker ise kubbe distaline yerleştirilir. Cihazın boyutuna göre değişmekle birlikte 5-8 mm çaplı WEB için 0.027 inç, 9-11 mm çaplı WEB için 0.032 inç mikrokaterler kullanılır. 2013 yılında geliştirilen WEB single layer (WEB SL) ve WEB single layer sphere (WEB SLS), daha ince ve çok sayıda nitinol telden oluşan tek kafes içerir. WEB SL fiçı benzeri, WEB SLS ise sferik şekildedir. Daha sonraları cihazın floroskopi altında görünürlüğünü arttırmak için platin-nitinol kompozit tellerden üretilen WEB-SL EV ve WEB-SLS EV (Enhanced Visualization) ürünleri piyasaya sürülmüştür. Geliştirilmiş mikroağ yapısı ve daha küçük boyutları sayesinde kullanım aralığının genişletilmesi amaçlanmıştır. Proksimal ve distal kesimde birer adet radyoopak markera sahiptir. WEB SLS özellikle kubbe-boyun oranı 1.5-2 olan, koni şeklinde, sivrileşen anevrizmalar için tasarlanmıştır. 4-7 mm çaplı cihazlarda 0.021 inç, 8-9 mm çaplı cihazlarda 0.027 inç, 10-11 mm çaplı cihazlarda 0.033 inç internal çapa sahip mikrokaterler kullanılır. WEB SL-SLS'nin geliştirilmesiyle birlikte cihaz profilinin düşük olması nedeniyle mikrokater boyutlarında da küçülme izlenmiştir. 2015 yılından itibaren yeni uygulamalar 0.021 inç mikrokaterlerin kullanımına imkân sağlamıştır. Uygun mikrokaterlerin kullanılması cihaza kese içerisinde hareket serbestliği kazandırmış, uygun konumlandırabilme yetisi artmış ve gereklilik halinde geri toplanabilmesi kolaylaşmıştır. VIA mikrokater (Sequent Medical) WEB cihazının yerleştirilmesi için özel olarak geliştirilmiş mikrokaterdir.

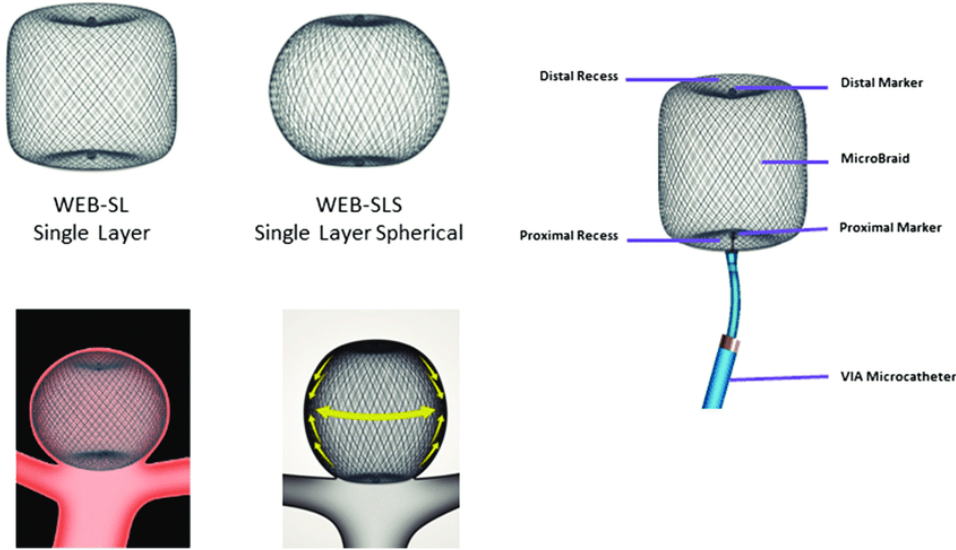


Şekil 2.17.: WEB cihazının tarihsel gelişimi

Teknolojik gelişmeler ışığında daha sonraları WEB 17 cihazı geliştirilmiştir. Diğer WEB'lere göre daha az sayıda nitinol telden oluşur. Oldukça küçük çaplı anevrizmalar için üretilmiştir. 3-5 mm çapta ve 2 mm yüksekliğinde sık bir cihazdır. 0.017 inç mikrokater içinden yerleştirilir.

WEB anevrizma boynunda kan akımını parent artere yönlendirerek anevrizmal trombozu indükler. Boyun düzeyinde koillerin oluşturduğu düzensiz yüzeyin aksine WEB neoendotelizasyon için daha iyi bir destek olan düz bir iskelet yüzey sunmaktadır. Önemli avantajları endovasküler cihaz olmadığı için ikili antiplatelet tedavi gerektirmemesi ve akut oklüzyon oluşturduğu için rüptüre anevrizmalarda efektif olarak kullanılabilmesidir. Bunların dışında anevrizma kesesinde daha az manipülasyon, daha kısa işlem ve floroskopi süresi, daha az radyasyon maruziyeti ve kısa anestezi süresi gibi avantajları bulunmaktadır.

Başarılı bir tedavi için uygun cihaz boyutu çok önemlidir. 2D ve 3D DSA görüntüleri kullanılarak kese ve boyun genişliği iki ortogonal projeksiyonda ölçülür ve ortalaması alınır. Cihaz genişliği anevrizmanın ortalama genişliğine göre küçük anevrizmalar için 1 mm, büyük anevrizmalar için 2 mm daha büyük olmalıdır. Cihaz boyutunun büyük olması anevrizma duvarına radyal güç uygulayarak sıkıştırılmasını sağlar. Cihaz yüksekliği ise anevrizma yüksekliğinden 1 mm az olmalıdır. Çünkü genişliği uygun olan cihaz yanlardan sıkıştırılıp yükseklik yönünde uzayacaktır. Yüksekliği anevrizmaya eşit ya da fazla cihazların seçilmesi parent artere protrüzyona sebep olabilir. Ayrıca kubbe kesiminde hızlı bir şekilde tromboz olacağı için WEB cihazının bu bölgeyi doldurmasına gerek yoktur. WEB cihazı elektrotermal bir sistemle serbestleştirilir. Tekrar konumlandırılma ihtiyacı duyulan işlemlerde WEB tamamen açılmış olsa bile serbestleştirilmediği sürece geri alınabilmektedir.



Şekil 2.18.: WEB SL ve WEB SLS, VIA mikrokater ve şematize edilmiş radyal kompresyon

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Necmettin Erbakan Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Girişimsel Radyoloji Ünitesi'nde Aralık 2015 ve Mayıs 2022 tarihleri arasında WEB ile tedavi edilen, rüptüre olmuş intrakranial anevrizmaya bağlı subaraknoid kanama gelişen hastaların verilerinin retrospektif olarak taranarak elde edilmiş endovasküler tedavi ve takip sonuçlarını kapsamaktadır. Hastaların tedavi kararı bir nörovasküler girişimsel radyolog ve bir beyin cerrahı tarafından ortak değerlendirme neticesinde verilmiştir.

Çalışmamız ile ilgili protokol hazırlanarak Necmettin Erbakan Üniversitesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'ndan Temmuz 2023 tarihinde 2023/4456 sayılı karar ile onay alındı. Onay Ek 1'de sunulmuştur.

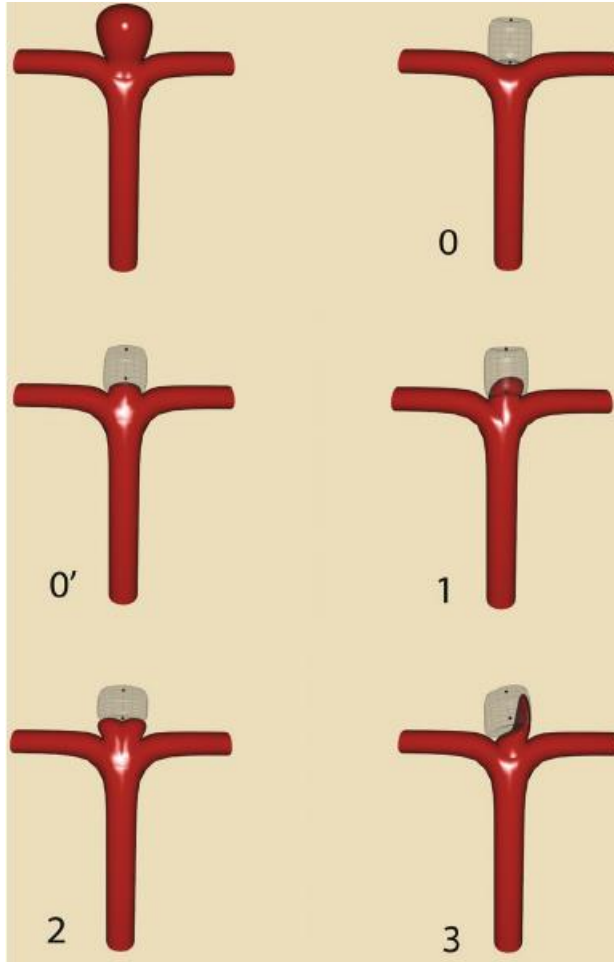
İşlemden önce hastaların klinik durumu Hunt-Hess, WFNS ve Glaskow Koma skalalarına göre, subaraknoid kanamanın yaygınlığı ise Modifiye Fisher skalası ile değerlendirilmiştir. Hastalara tedavi öncesi antiplatelet medikasyon uygulanmamıştır. Tanısal DSA ve tedavi işlemi aynı seansta gerçekleştirilmiştir. Genel anestezi altında yapılan işlem sırasında hastalara 7500 IU heparin bolus olarak verilmiş ardından aktive pıhtılaşma zamanı 2 – 3 kat olacak şekilde sistemik heparinizasyona devam edilmiştir. İşlem sırasında femoral arterden seldinger yöntemiyle girildi. Kısa vasküler sheath kullanılarak hidrofilik tel ve

kateterler (vertebral kateter, Simmons tip 1-2) yardımı ile arkus aorta, internal karotid arterin intrakranial kesimleri ve vertebrobaziler sistem görüntülenerek rüptüre olmuş anevrizmanın anatomik lokalizasyonu tespit edildi. Sonrasında 6F vasküler uzun sheath (Arrow, Durasheat, NeuronMax) yerleştirilip içerisinden gönderilen kılavuz kateter (Sofia, Navien, Fargomax) yardımıyla servikal internal karotid arter ya da vertebral artere ulaşıldı. Uygun boyuttaki VIA kateter (Sequent Medikal, California, ABD) kılavuz kateter içinden gönderilerek distal ucu anevrizmanın distal 2/3'üne gelecek şekilde konumlandırıldı. WEB cihazı VIA kateter içinden gönderildi. Yerleştirilirken mikrokateter ile anevrizma ekseninin paralel ve düz olmasına, WEB cihazının distal opak markerının anevrizma kubbesinin distaline, proksimal opak markerının ise anevrizma boynu seviyesine gelmesine dikkat edildi. Cihaz ileri itilirken kateter geriye doğru çekilerek WEB anevrizma içine yerleştirildi. WEB cihazı açılırken anevrizma duvarına temas edilmemesine özen gösterildi. Yerleştirme işlemi sonrasında kontrol anjiyogramlar alındı. Konum ve boyutu uygun olarak değerlendirilmediyse WEB cihazı geri toplanıp tekrardan konumlandırıldı. Anjiyogramlarda boyut ve konumunun uygun olduğuna karar verildiğinde elektrotermal bir sistemle WEB cihazı hızlıca serbestleştirildi. Serbestleştirme sonrası cihazın konumunu ve anevrizma akımını görmek için anjiyogramlar alındı.

İşlemin başarılı olabilmesi için cihazın uygun boyutta seçilmesi oldukça önemlidir. WEB cihazının anevrizma çapından büyük olması tavsiye edilir. Bu sayede WEB cihazı tarafından uygulanan radyal kuvvet anevrizma duvarı boyunca yayılacaktır. Cihaz boyutu küçük seçilirse yeterli radyal kuvvet uygulanmayacak ve anevrizma boynu tam olarak kapanmayacaktır. Bu sebeple yetersiz tedaviye yol açacaktır. Cihaz boyutu büyük seçilirse parent artere sarkabilir. İdeal boyut seçiminde iki projeksiyonda (antero-posterior, lateral) ölçülen genişliğin ortalamasından 1 mm büyük, yüksekliğinden 1 mm küçük WEB cihazları seçildi. Düzensiz şekilli anevrizmalarda WEB cihazı anevrizma kesesinin boynunu tam kapattığı sürece kubbe kısmında boşluk kalabilir. Bu bölgeye WEB ilerletilmek zorunda değildir.

Hastaların kontrolleri birinci ay, altıncı ay, birinci yıl ve daha sonra yıllık olarak planlanmıştır. Kontrol görüntülemeleri DSA, MRA ve nadiren de BTA tetkikleriyle yapılmıştır. Görüntüler tedaviyi yapan girişimsel radyolog tarafından değerlendirilmiştir. Tedavi yanıtı Beaujon WEB Oklüzyon Skalasına (Şekil) göre 0 tam oklüzyon, 0' proksimal reseste minimal opasifikasyon gösteren tama yakın oklüzyon, 1 WEB cihazı içinde opasifikasyon gösteren parsiyel oklüzyon, 2 boyun kalıntısı, 3 WEB cihazı ile anevrizma

kesesi arasında opasifikasyon gösteren anevrizma kalıntısı olarak sınıflandırıldı. 0, 0', 1 ve 2 kabul edilebilir tedavi yanıtı olarak değerlendirildi. Hastaların son görüntülemelerindeki oklüzyon durumu değerlendirmeye alınmıştır. Hastaların son başvurularında klinik durumları modifiye Rankin skorlamasına göre değerlendirilmiştir.



Şekil 3.1.: Beaujon WEB oklüzyon skalası

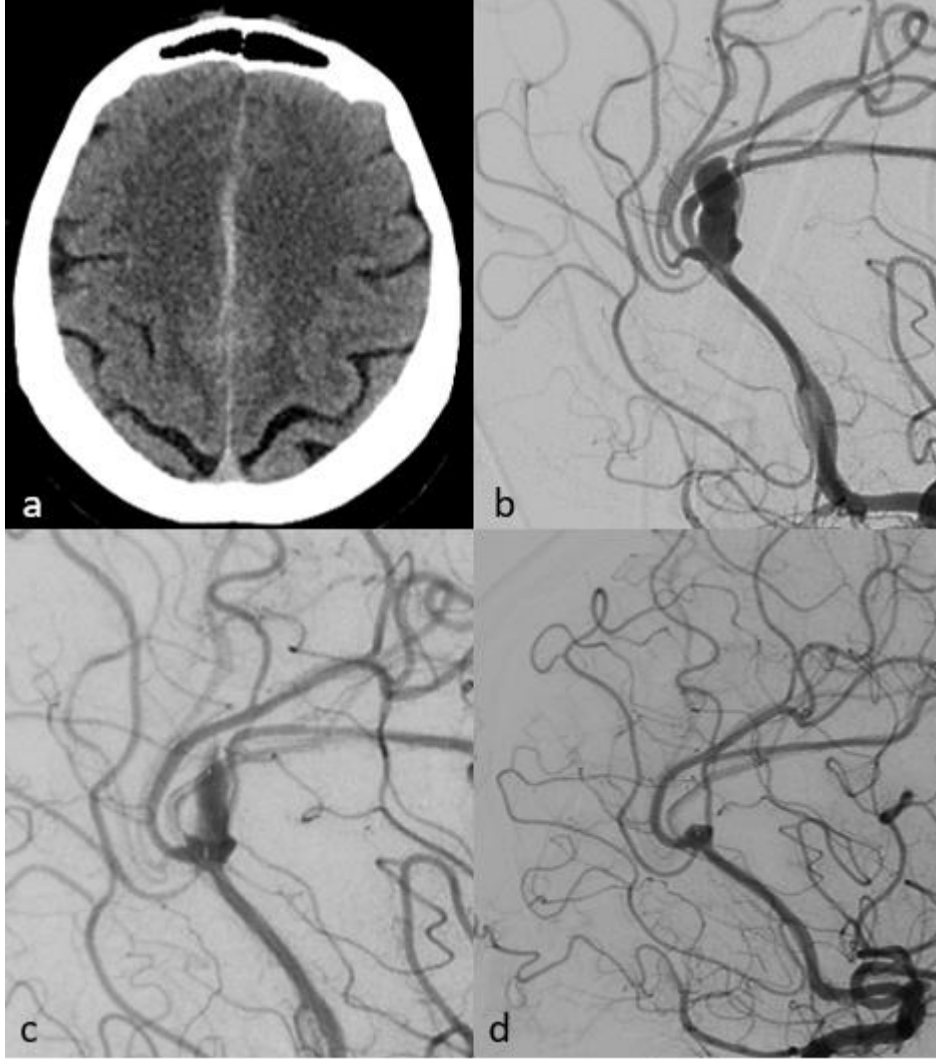
4.BULGULAR

Aralık 2015- Mayıs 2022 tarihleri arasında hastanemize intrakranial anevrizmaya bağlı subaraknoid kanama ile başvuran ve girişimsel radyoloji departmanında WEB ile tedavi edilen 41 hastaya ait 42 anevrizma çalışmaya dahil edildi. Aynı seansta saptanan ve diğer endovasküler yöntemlerle tedavi edilen 11 anevrizma çalışmaya dahil edilmedi. Hastaların

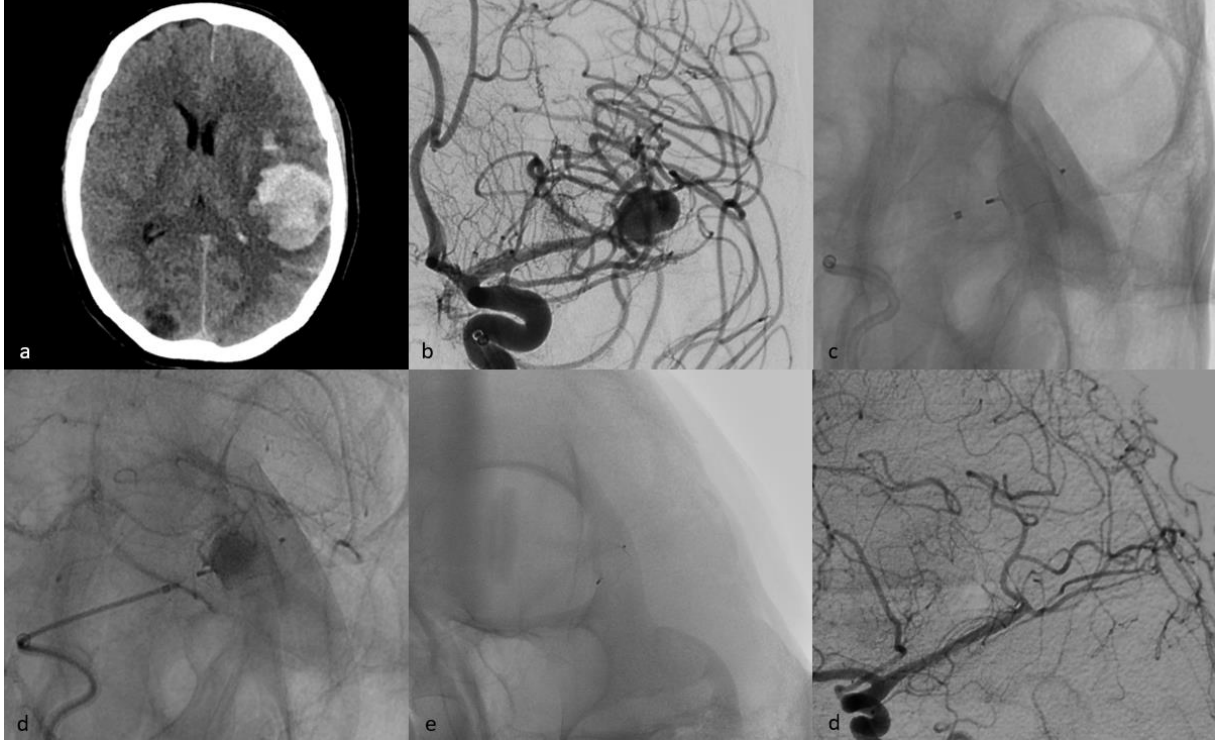
18'i erkek, 23'ü kadındı. Hastaların yaşı 33 ile 83 arasında değişmekte olup yaş ortalaması 53'tü. WEB ile tedavi edilen anevrizmaların ortalama çapı 5.3 mm, çap aralığı ise 3-10 mm'dir. Boyun genişliği ortalama 3.94 mm, aralık ise 2-7 mm idi. Anevrizmaların tamamı geniş boyunluydu (4 mm ve daha geniş boyunlu ve/veya kubbe/boyun oranı $\leq 1,6$ olan anevrizmalar). Anevrizmaların 17'si (%40) AComA, 14'ü (%33) MCA, 6'sı (%14) baziler tepe, 2'si (%5) ACA, 1'i (%2) İCA tepe, 1'i (%2) PİCA, 1'i (%2) PcomA lokalizasyonunda yerleşmişti. WEB ile tedavi edilen 42 hedef anevrizmaya daha önceden endovasküler ya da cerrahi tedavi uygulanmamıştı. 41 hastanın 36'sı 0-1 gün, 3'ü 1-2 gün, 1'i 2-3 gün ve 1'i de 7-8 gün aralığında tedavi edilmiştir. İşlem öncesi Hunt-Hess skoru 6 hastanın 1, 17 hastanın 2, 8 hastanın 3, 3 hastanın 4 ve 7 hastanın 5 olarak değerlendirilmiştir. WFNS skoru 6 hastanın 1, 20 hastanın 2, 2 hastanın 3, 5 hastanın 4, 8 hastanın 5 idi. GKS ise 6 hastada 3, 2 hastada 5, 2 hastada 9, 3 hastada 11, 16 hastada 13, 6 hastada 14, 6 hastada 15 idi. SAK yaygınlığını gösteren Modifiye Fisher skalasına göre 17 hasta 1, 4 hasta 2, 6 hasta 3, 14 hasta 4 puana sahipti. Bir AComA anevrizmasına WEB yerleştirilmesi sonrası anevrizmal rüptür görülmüştür. Hemen iki adet balon şişirilerek hemostaz sağlanmıştır. Tedavi işlemi sırasında ya da işleme bağlı komplikasyon sebebiyle ölüm gerçekleşmemiştir. 42 anevrizmanın tedavisi için 45 WEB cihazı kullanılmıştır. Bir hastada damar tortiyozitesinin geçilememesi sebebiyle VIA 17 mikrokater ve daha küçük boyutlu WEB yerleştirilmiştir. Bir hastada ise WEB cihazının boyutunun büyük seçilmesi nedeniyle parent artere sarktığı görülmüştür. Cihaz toplanıp dışarı alınmış ve uygun boyutta daha küçük bir WEB yerleştirilmiştir. Tüm anevrizmalara WEB cihazı başarı ile yerleştirilmiştir. Çalışmamızın teknik başarısı %100'dür. 41 hastanın 7'si ilk on gün içinde, 2'si ilk iki ay içinde SAK sekelleri sebebiyle hayatını yitirmiştir. 4 hasta ise 1 yıldan daha uzun bir süre sonrası başka sebeplerden yaşamını yitirmiştir. 28 hasta hayattadır. 25 hastaya ait takip görüntüleri vardı. Tedavi ile son takip başvurusu arasında geçen süre ortalama 15 ay, aralık ise 1-83 aydı. Son takip görüntülemeleri 19 hastada MRA, 3 hastada DSA ve 3 hastada başka sebeplerle çekilen BTA tetkiki ile yapıldı. En son yapılan takip görüntülemeleri baz alınarak Beaujon WEB oklüzyon skalasına göre 17 anevrizmada 0, 2 anevrizmada 0', 3 anevrizmada 1, 1 anevrizmada 2 ve 2 anevrizmada 3 düzeyinde oklüzyon saptanmıştır. Tam oklüzyon, proksimal reses kalıntısı ve boyun kalıntısı yeterli oklüzyon olarak kabul edildiği için 25 hastanın 23'ünde (%92) yeterli oklüzyonun sağlandığı görüldü. Anevrizma kalıntısı saptanan 2 hastaya tedavi önerildi. WEB cihazı ile tedavi edilen ve yeterli oklüzyon sağlanan hastaların takip incelemelerinde nüks gelişmedi. Hastaların 1. yıl klinik takiplerinde Modifiye Rankin Skalasına göre 9 hasta 6, 2

hasta 5, 3 hasta 3, 2 hasta 2, 5 hasta 1, 17 hasta 0 olarak değerlendirildi. 3 hasta ise takiplere gelmedi.

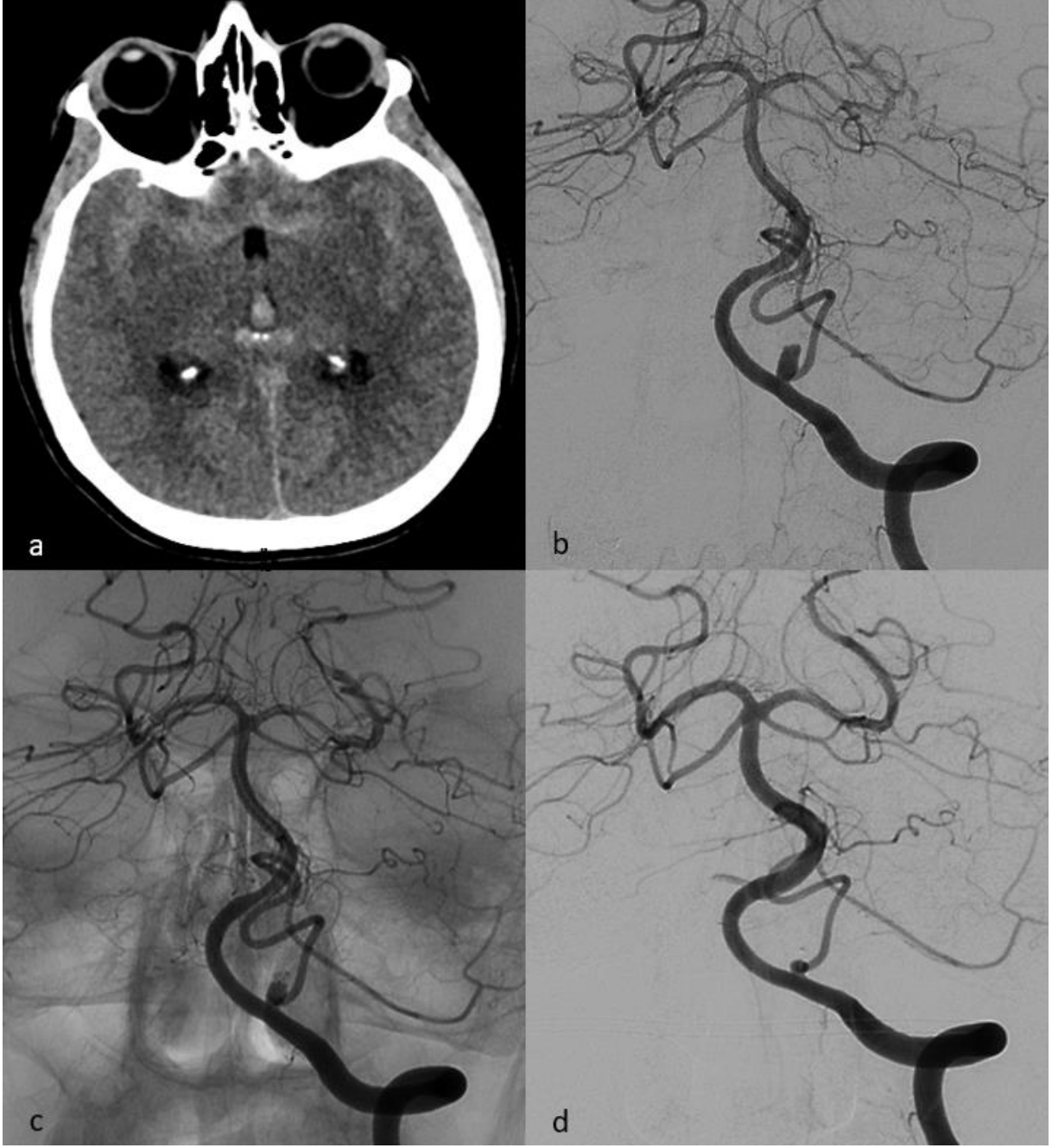
5.VAKA ÖRNEKLERİ



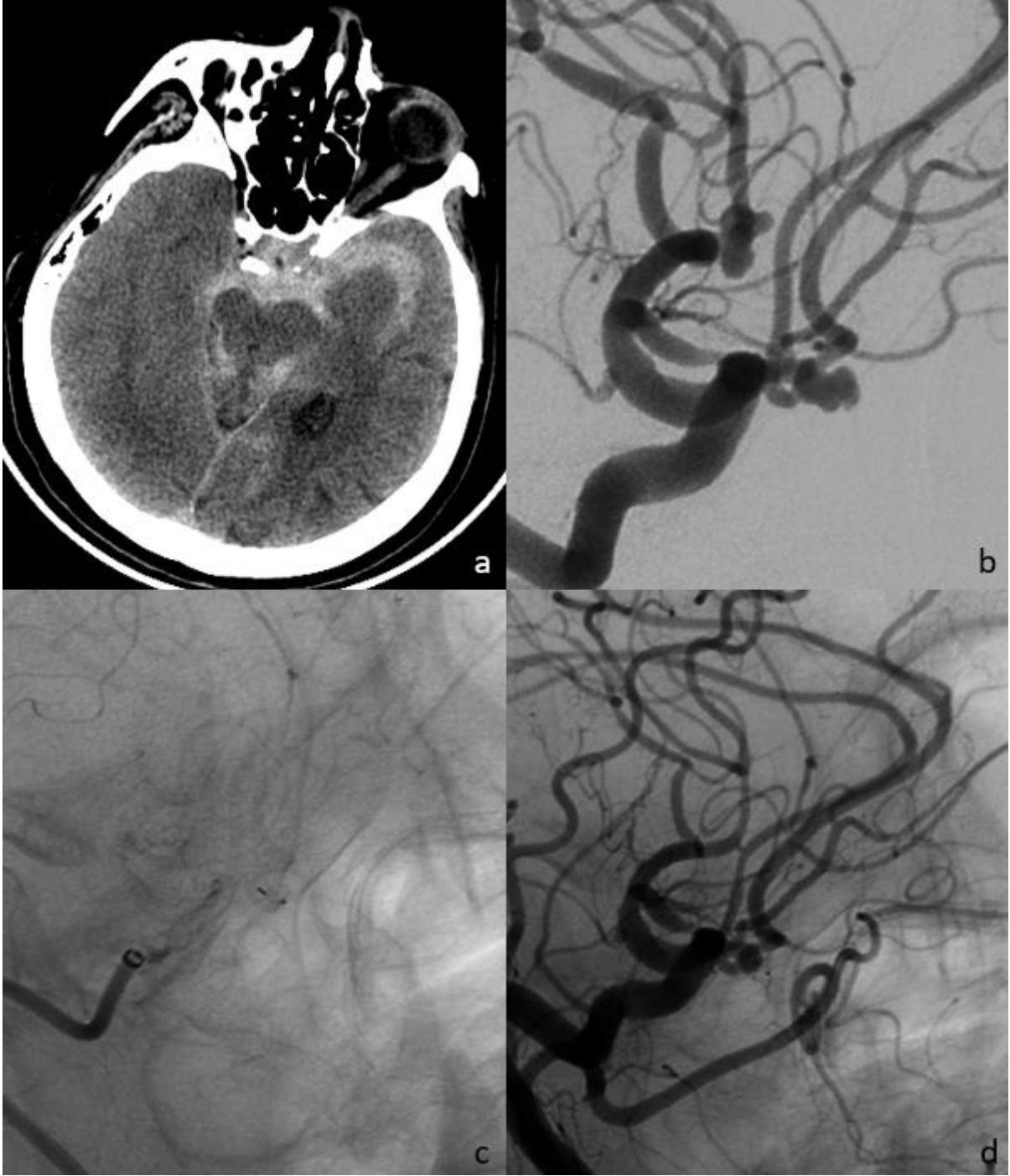
Şekil 5.1.: Sol ACA distal segmentte rüptüre anevrizması bulunan 67 yaşında kadın hastanın (vaka 5) **a.** Beyin BT’de verteks düzeyinde orta hatta parafalksiyan alanda SAK izleniyor. **b.** Tedavi öncesi alınan DSA görüntüsünde sol ACA distal segmentte geniş boyunlu lobüle konturlu sakküler anevrizma görülüyor. **c.** WEB yerleştirildikten sonra alınan anjiyografide anevrizmada belirgin staz izleniyor. **d.** 6 ay sonra yapılan kontrol anjiyografide anevrizmada total oklüzyon saptanıyor.



Şekil 5.2.: Sol MCA bifurkasyonda rüptüre anevrizması bulunan 54 yaşında kadın hastanın (vaka 15) **a.** Beyin BT’de sol paryetal bölgede intraparakimal hematom ve komşuluğunda SAK izleniyor. **b.** Tedavi öncesi alınan DSA görüntüsünde sol MCA bifurkasyoda geniş boyunlu lobüle konturlu sakküler anevrizma görülüyor. **c.** Kemikli görüntüde WEB cihazının konumu gösteriliyor. **d.** WEB yerleştirildikten sonra alınan anjiyografide anevrizmada belirgin staz izleniyor. **e.** 6 ay sonra yapılan kontrol anjiyografide subtrakte edilmemiş kemikli görüntüde WEB cihazı izleniyor. **f.** Anevrizmada total oklüzyon saptanıyor.



Şekil 5.3.: Sol PİCA orijininde rüptüre anevrizması bulunan 56 yaşında kadın hastanın (vaka 17) **a.** Beyin BT’de bilateral silviyan fissürlerde SAK ve 3. ventrikülde hemoraji izleniyor. **b.** Tedavi öncesi alınan DSA görüntüsünde sol PİCA orijininde geniş boyunlu lobüle konturlu sakküler anevrizma görülüyor. **c.** WEB yerleştirildikten sonra alınan anjiyografide anevrizmanın kanamış olan kubbe kısmında kontrast doluşu izlenmiyor. **d.** 6 ay sonra yapılan kontrol anjiyografide anevrizmada total oklüzyon saptanıyor.



Şekil 5.4.: AComA’da rüptüre anevrizması bulunan 70 yaşında kadın hastanın (vaka 34) **a.** Beyin BT’de perimezensafalik sisternalarda ve sol silviyan fissürde SAK’la uyumlu hiperdansiteler görülüyor. **b.** Tedavi öncesi alınan DSA görüntüsünde AComA’da lobüle konturlu geniş boyunlu sakküler anevrizma görülüyor. Bu görüntüde sağ MCA süperior trunkustan kaynaklanan ve akım çevirici stentle tedavi edilen başka bir anevrizma mevcuttur. **c.** WEB yerleştirildikten sonra alınan kemikli subtrakte edilmemiş görüntüde anevrizmada

orta derecede staz izleniyor. **d.** 6 ay sonra yapılan kontrol anjiyografide anevrizmada total oklüzyon saptanıyor.

6.TARTIŞMA

İA prevelansı genel popülasyonda %1-6 arasında değişmektedir. ABD popülasyonunda prevelansın %2 olduğu tahmin edilmektedir. Anevrizma özelliklerine bağlı olarak yıllık rüptür riski %0.5 ile %6 arasında değişmektedir. SAK insidansı kadın cinsiyette erkeklere göre yüksektir. SAK gelişen rüptüre İA hastalarının yaklaşık %40-45'i ilk kanama sonrası ölmektedir. Bu hastaların %12'si tedaviye ulaşmadan yaşamını yitirmektedir. İlk kanamadan sağ kurtulan hastalar tedavi edilmezse %33'ü 6 ay içinde tekrarlayan kanama nedeniyle hayatını kaybeder. Anevrizma rüptürü sonrası gelişen SAK morbidite ve mortalitenin en önemli nedenidir. Bu nedenle SAK'ın erken tanı ve hızlı tedavisi gerekir.

Tıp ve teknoloji alanındaki gelişmelere rağmen anevrizmanın oluşumu, gelişimi ve rüptürü ile ilgili mekanizmalar net olarak aydınlatılamamıştır. Rüptür için en önemli göstergeler boyut ve lokalizasyondur.

Anevrizmaların tedavisinde primer amaç rüptüre olmamış anevrizmalarda rüptürü önlemek, rüptüre olmuş anevrizmalarda ise tekrar rüptür ihtimalini ortadan kaldırmak ve anevrizmada tam oklüzyonu sağlamaktır. Tedavide cerrahi ve endovasküler yöntem kullanılabilir. Cerrahi tedavide amaç parent arter ve dallarını koruyarak anevrizma boynunun tam olarak klipslenmesidir. Ancak işlem sırasında kraniotomi ve beyin retraksiyonu, bazı anatomik lokalizasyonlara erişimin zor olması, çok sayıda anevrizması olan hastalarda tek kraniotominin yetersiz kalması, kliplene sırasında meydana gelen damar hasarları, yerleştirilen klip nedeniyle görüntüleme değerlendirmesinin zor olması, cerrahi komplikasyonlar, hastanede yatış süresinin uzun olması, yüksek mortalite ve morbidite oranları nedeniyle alternatif tedavilere ihtiyaç duyulmuştur.

Guglielmi tarafından geliştirilen elektroliz ile ayrılabilen koillerin -Guglielmi detachable coil (GDC, Target Therapeutics)- 1991 yılında FDA onayı almasıyla birlikte endovasküler tedavideki gelişmeler hız kazanmıştır.

2002 yılında yapılan ISAT (International Subarachnoid Aneurysm Trial) çalışmasında coil ile tedavi edilen hastaların cerrahiye tedaviye göre morbidite ve mortalite oranlarının belirgin düşük olduğu gösterilmiştir. Devrim niteliğindeki bu çalışmanın yayınlanmasından

sonra endovasküler tedavi yöntemlerine eğilim artmıştır. Kateter ve koil alanındaki gelişmeler sayesinde koil embolizasyonu tekniği çok etkin hale gelmiştir. Ancak tüm bu gelişmelere rağmen geniş boyunlu, fuziform ve bifurkasyon anevrizmalarının tedavisinde koilin parent artere sarkması nedeniyle teknik zorluklar yaşanmıştır. Ayrıca koillerin kompakt bir şekilde kese içerisine sarılamaması nedeniyle revaskülarizasyon ve nüks oranlarının yüksek olduğu görülmüştür. Koil tedavisindeki sınırlılıklar yeni tedavi yöntemlerinin gelişmesine zemin hazırlamıştır. Balon ve stent yardımcı koilleme yöntemleriyle özellikle büyük çaplı ve geniş boyunlu anevrizmalar efektif bir şekilde tedavi edilmiştir. Ancak bu tekniklerin geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmalarında kullanımı güçtür. Çünkü anevrizma boynunu tamamen kapatmak ve bifurkasyon dallarını korumak gerekir. Bu güçlükleri aşabilmek için alternatif balon ve stentler geliştirilmiştir. Ancak bu cihaz ve tekniklerin kullanımı işlemi kompleks hale getirmekte ve komplikasyonları arttırmaktadır.

Koil ile embolizasyon tekniğindeki gelişmelere rağmen geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmaların tedavi zorluğu devam etmiştir. Bu sorunları aşabilmek için akım yönlendirici stentler geliştirilmiştir. Endovasküler akım çevirici stentler kan akımını parent artere yönlendirerek anevrizmal trombüsü hızlandırmaktadır. Akım çevirici stentlerin başarısı anevrizma tedavisinde ilgiyi anevrizma kubbesinden boynuna kaydırmıştır. Akım çevirici stentlerin yaygın kullanılmasıyla birlikte avantajları ve dezavantajları daha iyi anlaşılmıştır. Dezavantajları arasında geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmalarında kullanımın sınırlı olması, perforan arterlerin bulunduğu bölgede kullanımının inme riski oluşturması ve ömür boyu ikili antiplatelet tedavi gerektirmesi en önemlileridir. Akım çevirici stent ile tedavi edilen hastalarda artmış tromboemboli riski nedeniyle ömür boyu antiplatelet tedavisi akım çevirici stentlerin yaygın kullanımını sınırlandırmakta ve rüptüre olmuş anevrizmalarda kullanımını engellemektedir.

Endovasküler tedavi yöntemlerindeki tüm gelişmelere rağmen anatomik lokalizasyonu uygun olmayan, terminal-bifurkasyon yerleşimli geniş boyunlu anevrizmalar sorun teşkil etmeye devam etmiştir. Bu kompleks anevrizmaların tedavisi için 2010 yılında Woven Endobridge (WEB; Sequent Medical, Aliso Viejo, California, ABD) cihazı geliştirilmiştir. İlk olarak WEB DL (Woven Endobridge Dual Layer) (Sequent Medical, Aliso Viejo, California) olarak tasarlanan cihazın 2013 yılında WEB single layer (WEB SL) ve WEB single layer sphere (WEB SLS) olmak üzere iki farklı versiyonu geliştirilmiştir. İlerleyen yıllarda cihazların görünürlüğünü arttırmak amacıyla platin-nitinol kompozit tellerden üretilen WEB-SL EV ve WEB-SLS EV (Enhanced Visualization) ürünleri piyasaya sürülmüştür. Daha

sonraları ise WEB 17 SL geliştirilmiştir. WEB 17 SL diğer cihazlara göre daha küçük, yumuşak ve esnektir. Bu sayede küçük anevrizmaların tedavisine olanak sağlamıştır. WEB cihazının yerleştirilmesi için özel olarak tasarlanmış VIA mikrokater (Sequent Medical) kullanılmaktadır. VIA mikrokaterlerdeki gelişimle birlikte anevrizmaya ulaşmak ve WEB cihazını yerleştirmek daha kolay hale gelmiştir. WEB intraanevrizmal akım çevirici cihazı, anevrizma boynunda kan akımını parent artere yönlendirerek anevrizmayı hemodinamik olarak ana damardan ayırır. Parent arterde laminer akıma destek olur. Anevrizma içine kan akımını engelleyerek intraanevrizmal trombozu indükler. Anevrizma boynunda neoendotelizasyon için iskelet oluşturur. Anevrizma içinde akut trombüsü sağlaması, antiplatelet tedavi gerektirmemesi, işlem süresinin daha kısa olması gibi önemli avantajları vardır. Özellikle anevrizma içinde akut staz oluşturması ve antiplatelet tedavi gerektirmemesi sebebiyle rüptüre olmuş intrakranial anevrizmalarda kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

2011 yılında Ding ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada WEB cihazı ilk kez canlı üzerinde kullanılmıştır. Bu çalışmada Yeni Zelanda tavşanlarında elastaz ile oluşturulan 24 intrakranial anevrizmaya WEB cihazı yerleştirilmiştir. Yerleştirme işleminden 10 dakika sonra DSA ile nörogörüntüleme yapılmış ve staz düzeyi derecelendirilmiştir. Grade 1 akımının tamamen kesilmesi grade 2 akımın tama yakın kesilmesi, grade 3 anevrizma içine akımın devam etmesiyle birlikte staz görülmesi, grade 4 hiç staz olmadan intraanevrizmal akımın devam etmesi olarak belirtilmiştir. 10. dakika değerlendirmesinde olguların %29'unda grade 1, %54'ünde grade 2, %8'inde grade 3 staz ve %8'inde grade 4 staz not edildi. Takipte anevrizmalar 1, 3, 6 ve 12. aylarda anjiyografi ile kontrol edilmiş ve 3 dereceli bir ölçekle derecelendirilmiştir. Grade 1 tam oklüzyon, grade 2 tama yakın oklüzyon ve grade 3 tam olmayan oklüzyonu ifade etmektedir. Takip görüntülemelerinde olguların %33'ünde grade-1 tam oklüzyon, %58'inde tama yakın oklüzyon, %8'inde tam olmayan oklüzyon görülmüştür. Vakaların %12'sinde ise rekanalizasyon saptanmıştır. Bu çalışmayla intrakranial anevrizmalarda WEB cihazının oklüzyon oranlarının umut verici olduğu ve akut trombüs oluşturması nedeniyle rüptüre intrakranial anevrizmalarda alternatif tedavi yöntemi olabileceği görülmüştür.

Ding ve arkadaşlarının çalışmasından sonra 2011 yılında Klisch ve arkadaşlarının intrakranial anevrizması olan iki hastada yaptığı tedavi WEB cihazının insan üzerinde kullanıldığı ilk çalışmadır. Olgulardan birincisinde WEB ile tedavi edilecek anevrizma baziler tepe yerleşimli, diğerinde ise MCA lokalizasyonundaydı. Her iki hastada da WEB başarıyla yerleştirilmiştir. Tedavi sonrası erken anjiyografik görüntülerde iki anevrizmada da hızlı ve

ilerleyici staz görülmüştür. Tedaviden 8 hafta sonra yapılan DSA ve MRA görüntülemelerinde WEB yerleştirilen iki anevrizmada da tam oklüzyon saptanmıştır. Bu çalışma rüptüre olmamış intrakranial anevrizmalarda WEB cihazının kullanılabilceğini göstermiştir.

WEB cihazı ile tedavinin antiplatelet medikasyon zorunluluğu bulunmaması rüptüre olmuş intrakranial anevrizmalarda kullanılabilmesi açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Caroff ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptığı çalışmada SAK'ı bulunan altı farklı hastada rüptüre olmuş altı anevrizma WEB ile tedavi edilmiştir. Hastalar 1-14 gün arasında tedaviye alınmıştır. Fisher skoru bir hastada 2, beş hastada ise 4'tü. Anevrizmaların üç tanesi MCA, üç tanesi ise AComA yerleşimliydi. Ortalama kubbe çapı 5.8 mm (5-7 mm), ortalama boyun genişliği 4.5 mm (4-5 mm) ve ortalama kubbe boyun oranı 1.3 (1-1.7) olarak kaydedilmiştir. WEB cihazı tüm anevrizmalarda başarıyla yerleştirilmiştir. İki vakada boyutu uygun olmayan WEB cihazı daha küçük boyuta sahip cihazlarla değiştirilmiştir. İki hastada parent artere uzanan WEB nedeniyle meydana gelen tromboembolik komplikasyon intraarteryel antiplatelet medikasyon ve balon anjiyoplastiyle tedavi edilmiş olup nörolojik defisit meydana gelmemiştir. Tedaviden hemen sonra yapılan DSA görüntülemede iki anevrizmada tam oklüzyon, üç anevrizmada belirgin staz ve bir hastada boyunda rezidü görülmüştür. 3 ay sonra yapılan takip anjiyografisinde anevrizmaların ikisinde tam oklüzyon, birinde proksimal reses opasifikasyonu, birinde boyun kalıntısı, birinde WEB cihazı içine akım ve birinde anevrizma kalıntısı tespit edilmiştir. Tam oklüzyon, proksimal reses opasifikasyonu ve boyun kalıntısının yeterli oklüzyon olarak kabul edildiği çalışmada 6 hastanın 4'ünde (%67) yeterli oklüzyon sağlanmıştır. Bu çalışma akut trombozu başlatması ve antiplatelet kullanımı gerektirmemesi nedeniyle WEB cihazının rüptüre olmuş intrakranial anevrizma tedavisinde alternatif bir EVT yöntemi olabileceğini göstermiştir.

2016 yılında van Rooij ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada rüptüre olmuş 32 hastanın tedavisinde WEB kullanılmıştır. Ortalama anevrizma boyutu 4.9 ve aralık 3-12 mm'dir. İşlem sonrası görüntülemelerde 32 anevrizmanın 31'inde staz görülürken 1 hastada anevrizma kalıntısı mevcuttu. WEB cihazıyla ilgili komplikasyon ya da rüptür görülmemiştir. 3 hastada tromboembolik komplikasyon gelişmiştir. Periprosedürel komplikasyon oranı %3 olarak belirtilmiştir. Hastaneye başvuru sırasında klinik durumu kötü olan 7 hasta yatışı esnasında SAK sekelleri sebebiyle yaşamını yitirmiştir. Kalan 25 hastanın 18'inde takip görüntülemeleri mevcuttur. Takip görüntülemelerinde 16 anevrizmada (%89) yeterli oklüzyon sağlanmıştır.

İki anevrizmada rekanalizasyon olmaksızın WEB cihazında hafif kompresyon izlenmiştir. Takipler esnasında WEB ile tedavi edilen anevrizmalarda tekrar kanama saptanmamıştır.

2016 yılındaki çalışmayı devam ettiren Rooij ve arkadaşları 2017 yılında rüptüre olmuş 100 intrakranial anevrizmanın WEB ile tedavisini değerlendiren çalışmayı yayınladı. SAK sonrası 77 hastada 0-1 gün, 16 hastada 2-4 gün ve 7 hastada 4. günden sonra WEB tedavisi uygulanmıştır. Anevrizmalar 46 hastada AComA, 22 hastada PComA, 16 hastada MCA, 7 hastada perikallosal arter, 5 hastada baziler tepe, 2 hastada SCA, 1 hastada ICA tepe ve 1 hastada VA yerleşimliydi. Anevrizma çapları 3-13 mm aralığında, ortalama çap ise 5.6 mm'ydı. 66 anevrizma geniş boyunluydu (boyun genişliği 4 mm ve daha üstü ya da kubbe-boyun oranı 1.5'ten küçük anevrizmalar). İşlem esnasında bir hastada perforasyon meydana geldi. 9 hastada tromboembolik komplikasyon gelişti ve bu hastalardan birisi hayatını kaybetti. 3 hastada nörolojik defisit gelişti. Prosedürel toplam morbidite-mortalite oranı %4'tür. 100 hastanın 98'inde tedavi sonrası görüntüleme anevrizmada kalıntı görülmedi. 1 hastada sadece kubbeyi korumak için WEB yerleştirildi ve sonrasında kliplendi. Bir hastada WEB boyutunun küçük olduğu anlaşıldı ancak kateterden ayrıldığı için geri toplanamadı. Bir hafta sonraki takip anjiyografisinde kalıntının devam etmesi üzerine koille kapatıldı. Anjiyografik takibi olan 74 hastadan 54'ünde (%73) anevrizmada tam oklüzyon, 17'sinde (%23) boyun kalıntısı görüldü. 3 hastada (%4) anevrizmada kalıntı saptandı. Yeterli oklüzyon oranı %96 olarak kaydedildi. Takipte WEB ile tedavi edilmiş anevrizmaların hiçbirinde yeniden kanama görülmedi. Rekanalizasyon-yeniden tedavi gereksinimi toplamda %6.8 olarak saptanmıştır. Bu geniş çaplı çalışma rüptüre olmuş intrakranial anevrizmalarda WEB cihazının etkin ve güvenilir olduğunu gözler önüne serdi.

2015 yılında yayınlanan WEB DL ile WEB SL/SLS'nin karşılaştırıldığı prospektif çalışmada Fransa'daki 10 merkezde 2012-2014 yılları arasında 63 anevrizması bulunan 62 hastanın tedavileri değerlendirildi. 31 anevrizma WEB DL ile, 32 anevrizma WEB SL/SLS ile tedavi edildi. Her iki grupta da anevrizmaların çoğu geniş boyunluydu. Yaş ortalaması WEB DL ile tedavi edilen grupta 55, WEB SL/SLS ile tedavi edilen grupta 57'ydı. Teknik başarı oranı WEB DL grubunda %97, WEB SL/SLS grubunda %100 olarak raporlandı. DL grubunda %10, SL/SLS grubunda %6 oranında teknik sorunla karşılaşıldı. DL grubunda tromboembolik olay oranı %23, SL/SLS grubunda %9 olarak kaydedildi. Her iki grupta da morbidite oranları düşüktü ve hiç mortalite görülmedi.

Aralık 2016'da düşük profilli WEB 17 ve VIA 17 kateterlerin klinik uygulamalara girmesiyle küçük çaplı anevrizmaların WEB ile tedavisi daha kolaylaşmıştır. 2018 yılında yapılan bir çalışmada Aralık 2016 ve Eylül 2017 tarihleri arasında rüptüre olmuş ve olmamış 46 anevrizması bulunan 40 hasta değerlendirildi. 46 anevrizmanın 25'i (%54) rüptüre olmuştu. Hastaların ortalama yaşı 62 idi. Anevrizmaların çap aralığı 2-7 mm, ortalama çapları 4.9 mm'ydı. Tüm anevrizmaların tedavisinde düşük profilli WEB 17 cihazı ve VIA 17 mikrokater kullanılmıştır. WEB yerleştirilmesinden sonra alınan anjiyogramlarda 45 anevrizmada yeterli oklüzyon görüldü. 1 anevrizmada WEB boyutu küçük seçildiği için anevrizma kalıntısı saptandı ve bir hafta sonra koille kapatıldı. Rüptüre anevrizması bulunan 25 hastada erken ya da geç tekrar kanama görülmemiştir. 39 anevrizması bulunan 33 hastanın 3. ay kontrol MRA'sı yapıldı. 28'inde (%72) tam oklüzyon ve 9'unda (%23) boyun kalıntısı görüldü. Yeterli oklüzyon oranı %95'ti. İki anevrizmada (%5,1) ise anevrizma kalıntısı saptandı.

WEB 17 sisteminin WEB 21 ile karşılaştırıldığı çalışmalar literatürde mevcuttur. Goertz ve arkadaşlarının 2019 yılında yayınladığı çalışmada WEB 17 ile tedavi edilen 38 ve WEB 21 ile tedavi edilen 70 anevrizma vardı. Tedavi sonrası erken dönem anevrizma oklüzyon oranları benzerdi. WEB 17 sisteminde %5, WEB 21 sisteminde %14 tromboembolik komplikasyon görüldü. WEB 17 yerleştirme başarısı %100 iken WEB 21 yerleştirme başarısı %90 olarak raporlanmıştır. 2021 yılında König ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 2014-2019 yılları arasında WEB 17 ile tedavi edilmiş 130, WEB 21 ile tedavi edilmiş 63 anevrizma değerlendirilmiştir. Bu anevrizmalar içinde rüptüre olmuş 29 anevrizma WEB 17 ile, 22 anevrizma WEB 21 ile tedavi edilmiştir. Anevrizmaların çapı 3-6 mm arasında değişmektedir. 3. ay takip anjiyografilerinde tam oklüzyon oranı WEB 17 grubunda %65 WEB 21 grubunda %55'ti. WEB 17 grubunda %5.4, WEB 21 grubunda %6.3 oranında tromboembolik komplikasyon görüldü. İşleme bağlı morbidite ve mortalite oranları WEB 17 grubunda %2.5 ve %0, WEB 21 grubunda %3.2 ve %2.5 olarak kaydedildi. Pagano ve arkadaşlarının 2022 yılında yapmış olduğu çalışmada WEB 17 ve WEB 21 cihazları benzer güvenlik ve etkinlik sağlamıştır. Morbidite ve mortalite oranları benzerdir. Anevrizma oklüzyon oranları karşılaştırıldığında WEB 17 ile tedavi edilen hasta grubunda daha yüksek tam ve yeterli oklüzyon görülmüştür.

2019 yılında yayınlanan bir çalışmada üç nörogirişimsel merkezinde 3 yıl içerisinde WEB ile tedavi edilmiş 33 rüptüre intrakranial anevrizma retrospektif olarak değerlendirildi. Anevrizmaların çapları 3-10 mm arasında olup tamamı geniş boyunluydu (boyun genişliği 4

mm'den geniş ve/veya kubbe-boyun oranı 1.6'dan küçük).10 hastada Hunt-Hess skoru 4-5, 23 hastada ise 1-3'tü. Hastaların tamamına WEB başarılı bir şekilde yerleştirilmiştir. Floroskopi süresi ortalama 24 dakika, aralık ise 8-40 dakikaydı. 5 hastada WEB cihazının parent artere sarktığı görüldü. 2 hastada anevrizma perforasyonu ve 2 hastada tromboemboli saptandı. WEB ile ilişkili toplam komplikasyon oranı %27 olarak kaydedildi. WEB ile ilişkili mortalite %12 ve kalıcı nörolojik defisit %3 oranında görüldü. Bir aylık takiplerde genel mortalite %33 olarak raporlanmıştır. Ortalama 14 aylık takiplerde 21 hastada erken ya da gecikmiş rüptür saptanmamıştır. 7 hastada (%33) tam oklüzyon, 8 hastada (%38) boyun kalıntısı ve 6 hastada (%29) anevrizmada rezidüel dolun görüldü. Oklüzyonu değerlendirmede gözlemciler arası güvenilirlik DSA'da, MRA ve BTA'ya göre yüksek bulunmuştur. Son takiplerinde hayatta kalan 21 hastanın 17'sinde mRS skoru 0-2 arasında, 4 hastada ise 3 olarak not edildi.

Raj ve arkadaşlarının 2019 yılında yaptığı çalışmada 2014-2017 yılları arasında iki farklı merkezde WEB ile tedavi edilen 33 rüptüre intrakranial anevrizma retrospektif olarak incelenmiştir. Tedavide WEB SL ve WEB SLS cihazları kullanılmıştır. Hastalara rüptürden sonra 0-4 gün aralığında tedavi uygulanmıştır. Tüm işlemler heparinizasyon altında gerçekleşmiştir. Tedavi edilen anevrizmaların en sık yerleşim yeri baziler arter ve AComA idi. Hastaların yaş aralığı 49-67, ortalama yaşı 56 idi. Anevrizma çap aralığı 5-10 mm, ortalama çapı 7 mm'ydü. 6 hasta yaşamını yitirdi. Hayatta kalan 27 hastanın 26'sının 6 aylık anjiyografik takip görüntüleri incelendi. 21 hastada tam oklüzyon, 4 hastada boyun kalıntısı ve 1 hastada anevrizma kalıntısı görüldü. Hiçbir hastada WEB tedavisi sonrası yeniden kanama görülmedi. 33 hastanın 7'sinde SAK ile ilişkili gecikmiş serebral iskemi saptandı.

Harker ve arkadaşlarının 2019'da yaptığı çalışmada 2016-2020 yıllarında yedi 3. basamak merkezde SAK gelişen 25 hastanın rüptüre anevrizmalarının iki nörogirişimsel merkezinde WEB ile tedavisi retrospektif olarak incelendi. 25 anevrizma için toplam 29 adet WEB cihazı kullanıldı. 4 hastada yanlış boyutlandırma nedeniyle yeni ikinci bir cihaza ihtiyaç duyuldu. Hastaların yaş ortalaması 56'ydü. Anevrizmaların ortalama genişliği 6.14'tü ve %80'i anterior sirkülasyonda yerleşmişti. 2 anevrizmada intraoperatif rüptür görüldü. Takiplerde WEB ile tedavi edilen hiçbir anevrizmada yeniden kanama saptanmadı. 1. yıl takip anjiyografisinde %84 vakada yeterli oklüzyon görüldü.

2021 yılında yapılan bir meta-analizde WEB'in kullanılmaya başlanmasından 2020 yılına kadar WEB ile tedavi edilmiş rüptüre intrakranial anevrizmaları içeren 18 çalışma değerlendirildi. Meta-analiz 496 rüptüre olmuş anevrizması bulunan 487 hastayı

kapsamaktaydı. Hastaların ortalama yaşı 57'ydi. Bu anevrizmaların 387'si (%83,6) anterior ve 76'sı (%16,4) posterior sirkülasyon yerleşimliydi. 10 çalışmada bildirilen rüptüre anevrizmaların ortalama genişliği 5.6 mm idi. Anevrizmaların çoğu geniş boyunluydu. 275 (%74.7) hasta Hunt-Hess skoru 1-3 ve 93 hasta (%25.3) yaygın SAK (Hunt-Hess skoru 4-5) ile başvurdu. Takiplerde toplam yeniden kanama oranı %1.1, aylık yeniden kanama ihtimali %0.2 olarak kaydedildi. 16 çalışmadan toplam 285 hastanın anjiyografik oklüzyon sonuçları bildirildi. Toplamda 245 hastada (%87) takiplerde yeterli oklüzyon görüldü. Takip süreleri 3-15 ay arasında değişmekte olup ortalama 7 aydır. Takip sırasında 27 anevrizmada (%5) yeniden tedavi gereksinimi oldu. İşleme bağlı komplikasyonlar nedeniyle perioperatif mortalite %2.1 ve tüm nedenlere bağlı ölüm oranı %11.5 olarak kaydedildi. Tedaviye bağlı perioperatif komplikasyon oranı %13.2 WEB cihazının yerleştirilmesiyle ilişkili komplikasyon oranı %3.2 olarak raporlandı. 10 çalışmada antiplatelet tedavi kullanılmazken 8 çalışmada rutin antiplatelet tedavi uygulanmıştır. Antiplatelet tedavi uygulanan çalışmalarda tromboembolik komplikasyon oranı %7.4 ve tedaviye bağlı toplam komplikasyon oranı %14.3 iken, uygulanmayan çalışmalarda ise tromboembolik komplikasyon oranı %6.5 tedaviye bağlı toplam komplikasyon oranı %13.1 olarak kaydedildi. Meta-analize dahil edilen çoğu çalışmanın kontrolsüz, tek merkezli ve retrospektif olması sınırlılıklar arasında sayılabilir.

WEB cihazıyla tedavilerin artması çeşitli soruları beraberinde getirmektedir. Bunlardan birisi de WEB cihazıyla tedavi edilmiş rüptüre ve rüptüre olmayan anevrizmalar arasında oklüzyon oranlarında ve klinik sonuçlarda farklılık olup olmadığıdır. Pierot ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptığı %90'ından fazlası rüptüre olmamış anevrizmalardan oluşan üç klinik çalışmanın (WEBCAST, WEBCAST-II ve Fransız Gözlemevi) sonuçlarının incelendiği değerlendirmede bir yılda yeterli oklüzyon oranı %79.1'dir. Essibayi ve arkadaşlarının 2021 yılında yaptığı metaanalizde WEB ile tedavi edilmiş 496 rüptüre olmuş anevrizma incelenmiştir. Bu çalışmada orta dönem takiplerde yeterli oklüzyon oranı %77'dir. WEBCAST çalışmasında tedavi edilen rüptüre olmamış anevrizmalarda kısa süreli (6 ay) takipte yeterli oklüzyon oranı %85.4, rüptüre olmuş anevrizmaları inceleyen metaanalizde %91.7'yd. Bu farkın SAK ortamında artmış protrombotik aktiviteden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Rüptüre olmamış grupta bir yıllık takipte yeniden tedavi gereksinimi %6.9, rüptüre olmuş grupta ise %6'dır. Pierot ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada %14.4 oranında tromboembolik komplikasyon meydana gelirken Essibayi ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada bu oran %6.8'dir. Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde WEB tedavisinin etkinliği ve

fizibilitesinin rüptüre olmuş anevrizmalarda, rüptüre olmamış anevrizmalara benzer olduğu görülmektedir.

Rüptüre olmuş intrakranial anevrizmaların tedavisinde en eski endovasküler yöntemlerinden biri olan primer koillemenin önemli bir yeri vardır. Endolüminal olmaması sebebiyle tedavi sonrası ikili antiplatelet medikasyon gerektirmemesi en büyük avantajlarından biridir. Ancak rüptüre olmuş intrakranial anevrizmalarda primer koil embolizasyon yöntemiyle ilgili kısıtlamalar ve dezavantajlar mevcuttur. Primer koilizasyon yöntemi ile kompleks anatomili, geniş boyunlu, fuziform, terminal-bifurkasyon yerleşimli büyük anevrizmaların tedavisi mümkün olmamakta ya da zor olabilmektedir. Primer koilleme tekniğinin rekanalizasyon oranlarının yüksek olması diğer bir dezavantajdır. Endovasküler tedavi yönteminin ortaya çıkmasından bu yana geniş boyunlu rüptüre olmuş anevrizmalar tedavi açısından sorun teşkil etmekteydi. İntraanevrizmal akım çevirici cihazların primer koilizasyon yöntemine göre birçok avantajı olduğu görülmektedir. WEB cihazının anevrizma boynunda koilin düzensiz yapısına göre daha düz bir iskelet yapı oluşturması neoendotelizasyonun daha homojen bir şekilde gelişmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede anevrizmada tam oklüzyon oranları yüksek seyretmekte ve daha düşük oranda rekanalizasyon görülmektedir. Caroff ve arkadaşlarının (2014) yaptığı çalışmada WEB ile tedavi edilen rüptüre anevrizmalarda yeterli oklüzyon oranı %67'dir. Van Rooij ve arkadaşlarının 2017 yılında WEB ile tedavi edilen rüptüre olmuş 100 intrakranial anevrizmayla yaptığı çalışmada tam oklüzyon oranı %73'tür. Essibayi ve arkadaşlarının 2021 yılında yaptığı çalışmada 496 rüptüre olmuş anevrizma WEB ile tedavi edilmiş ve takiplerde yeterli oklüzyon oranı %87 bulunmuştur. ISAT çalışmasında rüptüre olmuş 1073 hasta koil embolizasyon yöntemiyle endovasküler olarak tedavi edilmiş ve takiplerde yeterli oklüzyon oranı %92, tam oklüzyon oranı %66 olarak saptanmıştır.

Endovasküler akım çevirici stentler geniş boyunlu rüptüre olmuş anevrizmalarda kullanılan diğer bir tedavi seçeneğidir. Ancak terminal-bifurkasyon anevrizmalarında kullanımının sınırlı olması, ömür boyu antiplatelet tedavi gerektirmesi ve yavaş oklüzyon oluşturması en önemli dezavantajlarıdır. WEB cihazı ise antiplatelet tedavi gerektirmemesi ve akut oklüzyon oluşturması sebebiyle rüptüre olmuş intrakranial anevrizmalarda efektif bir biçimde kullanılmaktadır. Cagnazzo ve arkadaşlarının 2018 yılında yaptığı meta-analizde akım çevirici stentle tedavi edilmiş rüptüre olmuş anevrizmaları bulunan hastalarda yeterli oklüzyon oranı %90 olarak kaydedilmiştir. Asnafi ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptığı

meta-analizde ise WEB ile tedavi edilmiş rüptüre anevrizması bulunan hastalarda yeterli oklüzyon oranının %85 olduğu gösterilmiştir.

Çalışmamızda teknik başarı (%100) ve yeterli oklüzyon oranları (%92) literatürdeki çalışmalara benzerdir. Tedavide temel amacımız yeniden kanamayı önlemektir. ISAT çalışmasında koil ile tedavi edilmiş rüptüre anevrizmalarda yeniden kanama oranı ilk 30 günde %1.9 ve takipte %0,8 idi. ARETA çalışmasında endoluminal akım çevirici stentle tedavi edilmiş rüptüre anevrizmalar incelendiğinde yeniden kanama oranı %1 olarak raporlanmıştır. Essibayi ve arkadaşlarının (2021) yaptığı meta-analizde WEB ile tedavi edilmiş rüptüre anevrizmalarda yeniden kanama oranı %1'di. Kısa ve orta vadeli takiplerde olumlu klinik sonuç (mRS 0-2) gösteren hasta oranı %85 olarak raporlandı. Çalışmamızda orta vadeli takiplerde olumlu klinik sonuç gösteren 24 (%83) hastamız mevcuttu. Ortalama 15 aylık takiplerde hiçbir hastamızda tekrar kanama görülmemiştir. Yeniden kanama oranının diğer tedavi modalitelerine göre düşük olmasının WEB cihazının trombojenik potansiyelinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmamızda tedavi ile ilişkili morbidite veya mortalite saptanmamıştır. İntraoperatif rüptür gelişen bir hastada (%2.3) yeterli hemostaz sağlanmış ve takiplerinde rüptürle ilişkili klinik kötüleşme görülmemiştir. Da Ros ve arkadaşlarının 2019 yılında WEB ile tedavi edilmiş 33 rüptüre anevrizmayı dahil ettiği çalışmada intraoperatif rüptür oranı %6'dır. Rüptüre anevrizmaların koille tedavi edildiği CLARITY çalışmasında bu oran %3.7 ve ATENA çalışmasında %2.6'dır. Bizim çalışmamızda intraoperatif rüptür oranı (%2.3) ATENA ve CLARITY çalışmalarına benzer Da Ros ve arkadaşlarının çalışmasına göre daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebinin tüm hastalarda WEB cihazı için geliştirilmiş VIA kateter kullanmamız ve uygun hastalarda düşük profilli WEB 17 cihazını ve daha esnek VIA 17 mikrokaterini seçmemiz olduğunu düşünmekteyiz.

Literatürde WEB cihazıyla ilgili en sık rapor edilen komplikasyon tromboemboli ve hemorajidir. Çalışmamızda tromboembolik ve hemorajik komplikasyon görülmemesinin çeşitli sebepleri olabileceği kanaatindeyiz. Bunlardan birincisi WEB cihazı ve mikrokater seçimidir. Çalışmamızda hastalar WEB SL EV, WEB SLS EV ve WEB 17 SL cihazları ile tedavi edilmiştir. İlk kullanıma giren ve tromboembolik komplikasyonlarla ilişkilendirilen WEB DL cihazı çalışmamızda kullanılmamıştır. Tüm hastalarda WEB için özel üretilmiş VIA mikrokater kullanılmıştır. Düşük profilli WEB 17 sistemi rijid WEB 21 sistemine göre daha esnek bir yapıya sahiptir. Manipülasyonu daha kolay olmaktadır. Bu sayede hemorajik komplikasyon oranı azalmaktadır. Ayrıca teknik başarı oranı artmaktadır. Tromboemboli gelişmemesine sebep olan diğer bir faktör intraoperatif bolus heparin dozunun literatüre

kıyasla daha fazla olmasıdır. Heterojeniteler olmakla birlikte literatürde genellikle 5000 IU heparin kullanılırken çalışmamızda 7500 UI kullanılmıştır. Sonrasında literatüre benzer şekilde aktive pıhtılaşma zamanı normalin 2-3 katı olacak şekilde heparinizasyona devam edilmiştir. Hiçbir hastamızda işlem öncesi ya da sonrası antiplatelet tedavi uygulanmamıştır. Akut SAK ortamında işlem sonrası eksternal ventriküler drenaj ya da ventriküler şantlar gerekebilmektedir. Bu invaziv cerrahi işlemlerin kanama riski nedeniyle antiplatelet tedavi sorun teşkil etmektedir. WEB yerleştirilmesi sonrası antiplatelet tedavi gerekmemesi cerrahi işlemlerin daha güvenli yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. WEB cihazının uygun boyutlandırılması tedavinin etkinliğini ve komplikasyon oranını etkilemektedir. Caroff ve arkadaşlarının (2014) WEB ile tedavi edilmiş rüptüre geniş boyunlu anevrizmaları değerlendirdiği çalışmada ideal boyuttan daha büyük bir WEB cihazı kullanılması sonucu cihaz parent artere sarkmış ve tromboembolik komplikasyonlara sebep olmuştur. Cihazın yerleştirilmesi sırasında cihazın parent arter-anevrizma boynu arasındaki yerleşimi ve boynunu tam olarak kapatmadaki yeterliliği titizlikle değerlendirilmelidir. Cihaz tam olarak konumlandırılmadan önce uzun süre sabit olarak tutulursa trombüs gelişimine sebep olabilmekte ve bu da cihazın geri toplanıp dışarıya alınmasını teknik olarak zor ve riskli hale getirmektedir. Bu yüzden cihaz konumlandırıldığında elektrotermal sistemle ayrılmadan önce hızlı bir şekilde anjiyografik görüntüler alınmalı, parent arter-anevrizma boynu düzeyi ve cihaz oryantasyonu incelenmelidir.

WEB cihazı yerleştirildikten sonra DSA veya BTA gibi tetkiklerle direkt ve doğrudan görüntüleme yapılarak oklüzyon değerlendirilebilir. Koil embolizasyon yapılan anevrizmalarda ise koillerin radyodens olması nedeniyle anevrizma kesesi içindeki ya da boynundaki rezidü akımı değerlendirmede güçlükler yaşanmaktadır. WEB DL ve ilk çıkan WEB 21 sistemlerinde markerların yeterince opak olmaması nedeniyle kemik gibi dens yapıların süperpozisyonu sonucu net ayırım yapmak zor olabilmekteydi. Ancak zamanla geliştirilen WEB EV sistemleriyle görünürlükleri arttı ve kolaylıkla seçilebilir hale geldi.

WEB tedavisinin avantajlarından biri de rüptüre olmuş anevrizmalarda akut oklüzyon sağlamasıdır. Akım çevirici stentler ile yapılan tedavilerde anevrizmal trombüs günler hatta haftalar içerisinde başlarken WEB ile tedavi edilen hastalarda cihaz yerleştirildikten hemen sonra başlamaktadır. WEB yerleştirildikten sonra alınan anjiyografik görüntülerde tam oklüzyon görüldü ve staz başladıysa işlem sonlandırılabilir. Tedavi yetersiz ise koil ile embolizasyon ya da endoluminal akım çevirici stent gibi ek tedavi modaliteleri kullanılabilir. Rooij ve arkadaşlarının (2017) yaptığı çalışmada WEB yerleştirildikten sonra alınan

anijografik görüntülerde iki hastada ek tedavi ihtiyacı doğmuştur. Bu iki hastada WEB cihazı serbestleştirilmeden önce ikinci bir mikrokater anevrizma içine konumlandırılmış ve koil ile tedavi edilmiştir. Bizim çalışmamızda da AComA anevrizması bulunan iki hasta WEB cihazına ek olarak koille tedavi edilmiştir.

WEB cihazının kullanımını sınırlayan faktörlerden biri boyutudur. En büyük WEB cihazı boyutu 11 mm'dir. Bu nedenle çapı 10 mm'ye kadar olan anevrizmalar için kullanılabilir ancak 10 mm'den büyük anevrizmalar için kullanımı henüz mümkün görünmemektedir.

Geniş boyunlu, büyük ve kompleks anevrizmalarda balon ya da stent destekli koilizasyon yöntemleri uygulanabilmektedir. Ancak bu yöntemlerde anevrizma içerisine çok sayıda koil yerleştirilmekte ve mikrokaterin defalarca manipüle edilmesi gerekmektedir. Balon ya da stent kullanılması işlemi daha komplike hale getirmektedir ve süreyi uzatmaktadır. Ayrıca balonun parent arterde uzun süre şiş kalamaması ve stent destekli yöntemden sonra ömür boyu antiplatelet tedavi kullanılması önemli dezavantajlarıdır. WEB ile tedavide kese içerisine tek bir cihaz yerleştirilmektedir. Mikrokater anevrizma içine yerleştirildikten sonra manipülasyon gerekmez. Prosedür diğer yöntemlere göre daha güvenlidir. Radyasyon maruziyeti ve işlem süresi önemli ölçüde azalır. 2011 yılında Klisch ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada bir hastada mikrokaterin anevrizma içine konumlandırılmasıyla WEB cihazının yerleştirilmesi arasında geçen süre 3 dk, diğer bir hastada ise 13 dakikaydı. Fiorella ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptığı 148 hastalık WEB-IT çalışmasında WEB cihazı yerleştirilmesi için geçen ortalama süre 20.1 ± 21.2 dakika, ortalama floroskopi süresi $30.2 \pm 15,7$ dk'dır. Ortalama radyasyon dozları ise 2750 ± 2577 mGy olarak kaydedilmiştir. Bsat ve arkadaşlarının 2020 yılında yaptığı meta-analizde stent yardımcı koilizasyon yöntemiyle tedavi edilmiş rüptüre olmuş anevrizması bulunan 1582 hastada tromboemboli riski %9.1, yeniden kanama %2.5, hemorajik komplikasyon oranı %8.7 olarak raporlandı. Essibayi ve arkadaşlarının 2021 yılında yaptığı çalışmada WEB ile tedavi edilmiş 496 rüptüre olmuş anevrizma incelendiğinde tromboemboli riski %6.8, yeniden kanama %1, hemorajik komplikasyon oranı %2 olarak kaydedilmiştir. Bu çalışma WEB ile tedavi edilen hastalarda stent destekli koilizasyon yöntemine göre perioperatif komplikasyon ve tedavi sonrası yeniden kanama riskinin daha düşük olduğunu göstermiştir.

7.SONUÇ

Çalışmamızın sonuçları literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında fizibilite, tekrar kanamanın önlenmesi ve orta vadedeki yeterli oklüzyon oranlarının benzer olduğunu ancak tromboembolik ve hemorajik komplikasyon oranlarının çalışmamızda daha düşük olduğunu söyleyebiliriz. Bunun başlıca sebepleri: işlem esnasında literatürdekinden daha fazla bolus heparin vermemiz, tromboemboliyle ilişkili WEB DL cihazını kullanmamamız, daha esnek yapıda olan WEB 17 ve VIA mikrokater kullanmamız ve tüm hastalarda WEB için özel olarak tasarlanmış VIA kateterleri tercih etmemiz olabileceği kanaatindeyiz.

Takiplerde genel durumu ve kliniği iyi olan hasta sayımız literatürdekine benzer orandadır. Bunun sebebinin SAK'ı bulunan hastaların en kısa sürede işleme alınmasına bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın limitasyonları arasında retrospektif olması ve takip anjiyografilerinin işlemi yapan girişimsel radyolog tarafından değerlendirilmesi sayılabilir.

Sonuç olarak WEB cihazının rüptüre olmuş, geniş boyunlu, bifurkasyon ya da terminal bölge anevrizmalarında işlem öncesi antikoagülan yüklemesine ihtiyaç duyulmaması, akut oklüzyon oluşturması, işlem sonrası antiplatelet tedavi gerektirmemesi, kısa ve uzun dönem takiplerinde yeterli oklüzyon sağlaması, rekanalizasyon oranlarının düşük olması sebebiyle uygun anevrizmalarda efektif bir seçenek olduğunu kanıtlamıştır. Morbidite-mortalite oranlarının düşük olması, intraoperatif rüptür ve tromboembolik komplikasyonların az görülmesi güvenli bir tedavi yöntemi olduğunu göstermektedir.

8.KAYNAKLAR

Ajiboye, N., Chalouhi, N., Starke, R. M., Zanaty, M., & Bell, R. (2015). Unruptured cerebral aneurysms: evaluation and management. *The Scientific World Journal*, 2015.

Boulouis, G., Rodriguez-Régent, C., Rasolonjatovo, E. C., Hassen, W. B., Trystram, D., Edjlali-Goujon, M., ... & Naggara, O. (2017). Unruptured intracranial aneurysms: An updated review of current concepts for risk factors, detection and management. *Revue neurologique*, 173(9), 542-551.

Bradac, G. B. (2014). *Cerebral angiography: normal anatomy and vascular pathology*. Springer.

Bsat, S., Bsat, A., Tamim, H., Chanbour, H., Alomari, S. O., Houshiemy, M. N. E., ... & Omeis, I. (2020). Safety of stent-assisted coiling for the treatment of wide-necked ruptured aneurysm: a systematic literature review and meta-analysis of prevalence. *Interventional Neuroradiology*, 26(5), 547-556.

Cagnazzo, F., Di Carlo, D. T., Cappucci, M., Lefevre, P. H., Costalat, V., & Perrini, P. (2018). Acutely ruptured intracranial aneurysms treated with flow-diverter stents: a systematic review and meta-analysis. *American journal of neuroradiology*, 39(9), 1669-1675.

Caranci, F., Briganti, F., Cirillo, L., Leonardi, M., & Muto, M. (2013). Epidemiology and genetics of intracranial aneurysms. *European journal of radiology*, 82(10), 1598-1605.

Caroff, J., Mihalea, C., Dargento, F., Neki, H., Ikka, L., Benachour, N., ... & Spelle, L. (2014). Woven Endobridge (WEB) device for endovascular treatment of ruptured intracranial wide-neck aneurysms: a single-center experience. *Neuroradiology*, 56, 755-761.

Da Ros, V., Bozzi, A., Comelli, C., Semeraro, V., Comelli, S., Lucarelli, N., ... & Gandini, R. (2019). Ruptured intracranial aneurysms treated with Woven Endobridge intrasaccular flow disruptor: a multicenter experience. *World Neurosurgery*, 122, e498-e505.

Dandapat, S., Mendez-Ruiz, A., Martínez-Galdámez, M., Macho, J., Derakhshani, S., Torres, G. F., ... & Ortega-Gutierrez, S. (2021). Review of current intracranial aneurysm flow diversion technology and clinical use. *Journal of NeuroInterventional Surgery*, 13(1), 54-62.

Delgado, A. F., Andersson, T., & Delgado, A. F. (2017). Clinical outcome after surgical clipping or endovascular coiling for cerebral aneurysms: a pragmatic meta-analysis of randomized and non-randomized trials with short-and long-term follow-up. *Journal of neurointerventional surgery*, 9(3), 264-277.

Ding, Y. H., Lewis, D. A., Kadirvel, R., Dai, D., & Kallmes, D. F. (2011). The Woven EndoBridge: a new aneurysm occlusion device. *American journal of neuroradiology*, 32(3), 607-611.

Edjlali, M., Rodriguez-Régent, C., Hodel, J., Aboukais, R., Trystram, D., Pruvo, J. P., ... & Naggara, O. (2015). Subarachnoid hemorrhage in ten questions. *Diagnostic and interventional imaging*, 96(7-8), 657-666.

Ellis, J. A., Nossek, E., Kronenburg, A., Langer, D. J., & Ortiz, R. A. (2018). Intracranial aneurysm: diagnostic monitoring, current interventional practices, and advances. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine*, 20, 1-9.

Essibayi, M. A., Lanzino, G., & Brinjikji, W. (2021). Safety and efficacy of the Woven EndoBridge device for treatment of ruptured intracranial aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Neuroradiology*, 42(9), 1627-1632.

Fiorella, D., Molyneux, A., Coon, A., Szikora, I., Saatci, I., Baltacioglu, F., ... & Arthur, A. (2017). Demographic, procedural and 30-day safety results from the WEB Intra-saccular Therapy Study (WEB-IT). *Journal of neurointerventional surgery*, 9(12), 1191-1196.

Gaba, R. C., Ansari, S. A., Roy, S. S., Marden, F. A., Viana, M. A., & Malisch, T. W. (2006). Embolization of intracranial aneurysms with hydrogel-coated coils versus inert platinum coils: effects on packing density, coil length and quantity, procedure performance, cost, length of hospital stay, and durability of therapy. *Stroke*, 37(6), 1443-1450.

Gemmete, J. J., Elias, A. E., Chaudhary, N., & Pandey, A. S. (2013). Endovascular methods for the treatment of intracranial cerebral aneurysms. *Neuroimaging Clinics*, 23(4), 563-591.

Goertz, L., Liebig, T., Siebert, E., Herzberg, M., Pennig, L., Schlamann, M., ... & Kabbasch, C. (2019). Low-profile intra-aneurysmal flow disruptor WEB 17 versus WEB predecessor systems for treatment of small intracranial aneurysms: comparative analysis of procedural safety and feasibility. *American Journal of Neuroradiology*, 40(10), 1766-1772.

Harker, P., Regenhardt, R. W., Alotaibi, N. M., Vranic, J., Robertson, F. C., Dmytriw, A. A., ... & Patel, A. B. (2021). The Woven EndoBridge device for ruptured intracranial aneurysms: international multicenter experience and updated meta-analysis. *Neuroradiology*, 63(11), 1891-1899.

International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. (1998). Unruptured intracranial aneurysms—risk of rupture and risks of surgical intervention. *New England Journal of Medicine*, 339(24), 1725-1733.

Jiang, B., Paff, M., Colby, G. P., Coon, A. L., & Lin, L. M. (2016). Cerebral aneurysm treatment: modern neurovascular techniques. *Stroke and vascular neurology*, 1(3).

Jun, P., Ko, N. U., English, J. D., Dowd, C. F., Halbach, V. V., Higashida, R. T., ... & Hetts, S. W. (2010). Endovascular treatment of medically refractory cerebral vasospasm following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *American journal of neuroradiology*, 31(10), 1911-1916.

Khattak, Y. J., Sibaie, A. A., Anwar, M., Sayani, R., & Khattak, Y. (2018). Stents and stent mimickers in endovascular management of wide-neck intracranial aneurysms. *Cureus*, 10(10).

Klisch, J., Sychra, V., Strasilla, C., Liebig, T., & Fiorella, D. (2011). The Woven EndoBridge cerebral aneurysm embolization device (WEB II): initial clinical experience. *Neuroradiology*, *53*, 599-607.

Korja, M., & Kaprio, J. (2016). Controversies in epidemiology of intracranial aneurysms and SAH. *Nature Reviews Neurology*, *12*(1), 50-55.

König, I., Maurer, C., Berlis, A., Maus, V., Weber, W., & Fischer, S. (2021). Treatment of ruptured and unruptured intracranial aneurysms with WEB 17 versus WEB 21 systems: comparison of indications and early angiographic outcomes. *Clinical Neuroradiology*, *31*, 691-697.

Lai, L. T., & O'Neill, A. H. (2017). History, evolution, and continuing innovations of intracranial aneurysm surgery. *World Neurosurgery*, *102*, 673-681.

Mascitelli, J. R., Moyle, H., Oermann, E. K., Polykarpou, M. F., Patel, A. A., Doshi, A. H., ... & Patel, A. B. (2015). An update to the Raymond–Roy occlusion classification of intracranial aneurysms treated with coil embolization. *Journal of neurointerventional surgery*, *7*(7), 496-502.

McCormack, R. F., & Hutson, A. (2010). Can computed tomography angiography of the brain replace lumbar puncture in the evaluation of acute-onset headache after a negative noncontrast cranial computed tomography scan?. *Academic Emergency Medicine*, *17*(4), 444-451.

Möhlenbruch, M. A., Herweh, C., Jestaedt, L., Stampfl, S., Schönenberger, S., Ringleb, P. A., ... & Pham, M. (2015). The FRED flow-diverter stent for intracranial aneurysms: clinical study to assess safety and efficacy. *American Journal of Neuroradiology*, *36*(6), 1155-1161.

Niimi, Y., Song, J., Madrid, M., & Berenstein, A. (2006). Endosaccular treatment of intracranial aneurysms using matrix coils: early experience and midterm follow-up. *Stroke*, *37*(4), 1028-1032.

Pagano, P., Paiusan, L., Soize, S., & Pierot, L. (2022). Intracranial aneurysm treatment with intrasaccular flow disruption: comparison of WEB-21 and WEB-17 systems. *Journal of NeuroInterventional Surgery*, *14*(9), 904-909.

Penn, D. L., Witte, S. R., Komotar, R. J., & Connolly Jr, E. S. (2014). The role of vascular remodeling and inflammation in the pathogenesis of intracranial aneurysms. *Journal of clinical neuroscience*, *21*(1), 28-32.

Pereira, V. M., Brina, O., Gonzalez, A. M., Narata, A. P., Ouard, R., & Karl-Olof, L. (2013). Biology and hemodynamics of aneurismal vasculopathies. *European journal of radiology*, *82*(10), 1606-1617.

Pierot, L., Rajpal, G., Kadziolka, K., & Barbe, C. (2012). The place for remodeling technique and stenting in the endovascular management of intracranial aneurysms: a single-center analysis from 2008 to 2010. *Neuroradiology*, *54*, 973-979.

Pierot, L., Moret, J., Turjman, F., Herbreteau, D., Raoult, H., Barreau, X., ... & Spelle, L. (2015). WEB treatment of intracranial aneurysms: feasibility, complications, and 1-month safety results with the WEB DL and WEB SL/SLS in the French Observatory. *American Journal of Neuroradiology*, *36*(5), 922-927.

Pierot, L., Moret, J., Barreau, X., Szikora, I., Herbreteau, D., Turjman, F., ... & Spelle, L. (2018). Safety and efficacy of aneurysm treatment with WEB in the cumulative population of three prospective, multicenter series. *Journal of Neurointerventional surgery*, *10*(6), 553-559.

Pierot, L. (2021). Ten years of clinical evaluation of the Woven EndoBridge: a safe and effective treatment for wide-neck bifurcation aneurysms. *Neurointervention*, *16*(3), 211-221.

Piotin, M., Blanc, R., Spelle, L., Mounayer, C., Piantino, R., Schmidt, P. J., & Moret, J. (2010). Stent-assisted coiling of intracranial aneurysms: clinical and angiographic results in 216 consecutive aneurysms. *Stroke*, *41*(1), 110-115.

Raj, R., Rautio, R., Pekkola, J., Rahi, M., Sillanpää, M., & Numminen, J. (2019). Treatment of ruptured intracranial aneurysms using the Woven EndoBridge device: a two-center experience. *World Neurosurgery*, *123*, e709-e716.

Ruigrok, Y. M., Rinkel, G. J., & Wijmenga, C. (2005). Genetics of intracranial aneurysms. *The lancet neurology*, *4*(3), 179-189.

Schievink, W. I. (1997). Intracranial aneurysms. *New England Journal of Medicine*, *336*(1), 28-40.

Steiner, T., Juvela, S., Unterberg, A., Jung, C., Forsting, M., & Rinkel, G. (2013). European Stroke Organization guidelines for the management of intracranial aneurysms and subarachnoid haemorrhage. *Cerebrovascular diseases*, *35*(2), 93-112.

Sourour, N. A., Vande Perre, S., Maria, F. D., Papagiannaki, C., Gabrieli, J., Pistocchi, S., ... & Clarençon, F. (2018). Medina® embolization device for the treatment of intracranial aneurysms: safety and angiographic effectiveness at 6 months. *Neurosurgery*, *82*(2), 155-162.

Toth, G., & Cerejo, R. (2018). Intracranial aneurysms: Review of current science and management. *Vascular Medicine*, *23*(3), 276-288.

Van Gijn, J., Kerr, R. S., & Rinkel, G. J. (2007). Subarachnoid haemorrhage. *The Lancet*, *369*(9558), 306-318.

van Rooij, W. J., Sprengers, M. E., de Gast, A. N., Peluso, J. P. P., & Sluzewski, M. (2008). 3D rotational angiography: the new gold standard in the detection of additional intracranial aneurysms. *American Journal of Neuroradiology*, *29*(5), 976-979.

Van Rooij, W. J., Peluso, J. P., Bechan, R. S., & Sluzewski, M. (2016). WEB treatment of ruptured intracranial aneurysms. *American Journal of Neuroradiology*, *37*(9), 1679-1683.

Van Rooij, S. B. T., Van Rooij, W. J., Peluso, J. P., Sluzewski, M., Bechan, R. S., Kortman, H. G., ... & Majoie, C. B. (2017). WEB treatment of ruptured intracranial aneurysms: a single-center cohort of 100 patients. *American Journal of Neuroradiology*, 38(12), 2282-2287.

Van Rooij, S. B. T., Peluso, J. P., Sluzewski, M., Kortman, H. G., & van Rooij, W. J. (2018). The new low-profile WEB 17 system for treatment of intracranial aneurysms: first clinical experiences. *American Journal of Neuroradiology*, 39(5), 859-863.

Yoon, N. K., McNally, S., Tausky, P., & Park, M. S. (2016). Imaging of cerebral aneurysms: a clinical perspective. *Neurovascular Imaging*, 2(1), 1-7.