

**T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**İNTRAKRANİYAL ANEVRİZMALARIN ENDOVASKÜLER
TEDAVİSİNDE WOVEN ENDOBRIDGE (WEB) KULLANIMI:
RETROSPEKTİF BİR DEĞERLENDİRME**

DR. HASAN EMİN KAYA

UZMANLIK TEZİ

KONYA, 2018

T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANA BİLİM DALI

İNTRAKRANİYAL ANEVİZMALARIN ENDOVASKÜLER
TEDAVİSİNDE WOVEN ENDOBRIDGE (WEB) KULLANIMI:
RETROSPEKTİF BİR DEĞERLENDİRME

DR. HASAN EMİN KAYA

UZMANLIK TEZİ

Danışman: PROF. DR. OSMAN KOÇ

KONYA, 2018

TEŞEKKÜR

Tez danışmanım olan Prof. Dr. Osman Koç ve ana bilim dalı başkanımız Prof. Dr. Serdar Karaköse başta olmak üzere, bilgi ve deneyimleri ile asistanlık eğitimime katkıda bulunan tüm ana bilim dalı öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Hayatım boyunca yaptıkları fedakarlıklarla arkamda olan annem, babam, sevgili eşim ve Şerife Kılıç'a teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

İNTRAKRANİYAL ANEVİZMALARIN ENDOVASKÜLER TEDAVİSİNDE WOVEN ENDOBRIDGE (WEB) KULLANIMI: RETROSPEKTİF BİR DEĞERLENDİRME

DR. HASAN EMİN KAYA

UZMANLIK TEZİ

Amaç: Woven EndoBridge (WEB) özellikle geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmalarında kullanılan görece yeni bir tedavi modalitesidir. Çalışmamızın amacı hastanemizin WEB deneyimini sunmaktır.

Yöntem: Eylül 2014 – Eylül 2017 tarihleri arasında intrakraniyal anevrizmaları hastanemizde WEB ile tedavi edilen 35 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Tedavi sonrası ortalama 10 ay (aralık: 1 – 33 ay) takip edilen hastaların oklüzyon oranları MR anjiyografi ve dijital subtraksiyon anjiyografisi ile değerlendirilmiştir.

Bulgular: Yirmi kadın, on beş erkek hastaya (ortalama yaş: 55; aralık: 32 – 76) ait 35 anevrizma (ortalama çap: 6,4 mm; aralık: 3,5 – 12 mm) WEB ile tedavi edilmiştir. Anevrizmaların 30'unda (%85) boyun ≥ 4 mm olarak bulunmuştur. Anevrizmaların 24'ü (%68) orta serebral arter bifurkasyonu, 5'i (%14) baziler tepe, 4'ü (%12) anterior komunikan, biri (%3) internal karotid arter tepe, biri de (%3) orta serebral arter M1 segmenti yerleşimli idi. Üç hastada rüptüre bağlı subaraknoid kanama vardı. Vakaların hepsinde cihaz başarılı bir şekilde yerleştirilebilmiştir. Takip incelemeleri olan 24 hastanın 23'ünde (%95) yeterli oklüzyon tespit edilmiştir. Bir hastada anevrizma kalıntısı saptanmış ve hasta akım çevirici stent ile tedavi edilmiştir. Hastalarda tedaviye bağlı morbidite ya da mortalite saptanmamıştır.

Sonuç: Görece yeni bir modalite olduğu için uzun dönem takip verileri henüz mevcut olmamakla beraber WEB'in özellikle geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmaları için orta vadeli takiplerde güvenli ve etkin bir tedavi modalitesi olduğu görülmektedir.

Anahtar kelimeler: intrakraniyal anevrizma, endovasküler tedavi, woven endobridge

ABSTRACT

ENDOVASCULAR TREATMENT OF INTRACRANIAL ANEURYSMS USING THE WOVEN ENDOBRIDGE (WEB) DEVICE: A RETROSPECTIVE ANALYSIS

DR. HASAN EMİN KAYA

MASTER'S THESIS

Purpose: Woven EndoBridge is an innovative device for the treatment of intracranial aneurysms especially wide-necked bifurcation aneurysms. Here we present our experience with the WEB device.

Methods: Thirty-five patients treated using the WEB device between September 2014 and September 2017 were included in the study. The patients were followed up for a mean of 10 months (range: 1 – 33 months) after the treatment and occlusion of the aneurysms were evaluated with MRA or DSA.

Results: Thirty-five aneurysm of thirty-five patients (twenty female; fifteen male; mean age: 55; range: 32 – 76) were treated using the WEB device. The mean diameter of the aneurysms was 6,4 mm (range: 3,5 – 12 mm). The neck diameter was ≥ 4 mm in 85% of the aneurysms. The locations of the aneurysms were the middle cerebral artery bifurcation (%68), basilar tip (14%), anterior communicating artery (12%), internal carotid artery tip (3%), and M1 segment of the middle cerebral artery (3%). Three patients had subarachnoid hemorrhage due to aneurysm rupture. The device could be successfully deployed in all of the cases. Among the twenty-four patients who had follow up imaging by MRA or DSA, adequate occlusion was observed in twenty-three (95%). One patient who had aneurysm remnant on follow up imaging was treated with a flow diverter. There was no treatment related morbidity or mortality.

Conclusion: Although long term follow-up data are not available due to its recent introduction, WEB intrasaccular flow disruptor seems to be effective and safe for intracranial wide necked, bifurcation aneurysm treatment in the midterm follow up.

Keywords: intracranial aneurysm, endovascular treatment, woven endobridge

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	1
2.1 Anatomi.....	1
2.1.1 İnternal Karotid Arter.....	1
2.1.2 İnternal Karotid Arterin Terminal Dalları.....	10
2.1.2.1 Anterior Serebral Arter.....	10
2.1.2.2 Orta Serebral Arter.....	12
2.1.3 Vertebrobaziler Sistem.....	13
2.2 İntrakraniyal Anevrizmalar.....	16
2.2.1 Patogenez.....	17
2.2.2 Klinik.....	18
2.2.3 Tedavi Modaliteleri.....	21
2.2.3.1 Endosakküler Koil Embolizasyonu.....	21
2.2.3.2 Balon Yardımlı Koilleme.....	24
2.2.3.3 Endosaküller Sıvı Ajanlar.....	25
2.2.3.4 Stent Yardımlı Koilleme.....	26
2.2.3.5 Boyun-Köprü (Neck-Bridge) Cihazları.....	28
2.2.3.6 Akım Çeviriciler.....	28
2.2.3.7 Akım Engelleyiciler.....	30
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	30
4. BULGULAR.....	32
5. TARTIŞMA.....	35
6. SONUÇ.....	56
KAYNAKLAR.....	58
EKLER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Beyin tabanında arterler. Sağ temporal lobun anterior kısmı orta serebral arterin lateral fissür içindeki seyrini göstermek için çıkarılmıştır.

Şekil 2. Beyin tabanında Willis poligonu ve santral dalların dağılımı.

Şekil 3. Beynin major arterleri. Medialden görünüm.

Şekil 4. Beynin major arterleri. Lateralden görünüm.

Şekil 5. İnternal karotid arter anatomisi. A. İnternal karotid arter enjeksiyonu, anteriordan görünüm. ICA: İnternal serebral arter. A: Anterior serebral arter A1 segmenti. M: Orta serebral arter M1 segmenti. P: Perikallosal arter. C: Kallozomajinal dallar. L: Lentikülostriyat dallar. O: Oftalmik arter. B. Posterior serebral arterin (PCA) persistan fetal orijini olan başka bir hastada lateralden görünüm. PCOM: Posterior komunikan arter. P: Perikallosal arter. C: Kallozomajinal arter. O: Oftalmik arter. A: Anterior koroidal arter. s: İnsulanın silviyan kıvrımları. a: Orta serebral arterin angular dalı.

Şekil 6. Vertebrobaziler dolaşım. A. Vertebral arter arteriogramı. Anteroposterior görünüm. V: Vertebral arterler. Beyaz ok başı: Posterior inferior serebellar arter. B: Baziler arter. Siyah ok başı: Anterior inferior serebellar arter. SCA: Süperior serebellar arter. PCA: Posterior serebral arter. B. Lateral görünüm. V: Vertebral arterler. B: Baziler arter. Ok: Posterior inferior serebellar arter. Ok başı: Anterior inferior serebellar arter. S: Süperior serebellar arter. P: Posterior serebral arter.

Şekil 7. Anjiyografik takip için çalışmamızda kullandığımız anatomik skala.

Şekil 8. Elli sekiz yaşında kadın hasta (Vaka 11). A. Anterior DSA'da anterior komunikan arter yerleşimli anevrizma görülüyor (ok). B. WEB cihazı anevrizma kesesi içine yerleştirildikten sonra elde edilen görüntüde cihazın proksimal (ince ok) ve distal (kalın ok) opak marker'ları dikkati çekiyor. C. Subtrakte edilmemiş görüntüde cihazın sınırları ve marker'ları daha net görülüyor. D. Sekiz ay sonra elde edilen kontrol DSA'da cihazın proksimal (ince ok) ve distal (kalın ok) opak marker'ları görülüyor. Anevrizmanın total oklüde olduğu, kese içine hiç doluşun olmadığı izleniyor.

Şekil 9. Altmış beş yaşında kadın hasta. A. DSA'da baziler tepe yerleşimli anevrizma görülüyor (ok). B. WEB cihazının yerleştirilmesinden sonra elde edilen görüntüde cihazın (ok) marker'ları görülebiliyor. C. Altı ay sonra elde edilen kontrol DSA'da anevrizmanın total oklüzyonu görülüyor (ok).

Şekil 10. A. WEB-DL. B. WEB-SL. C. WEB-SLS.

Şekil 11. WEB cihazı bir bifurkasyon anevrizması içine yerleştirilmiş olarak görülmektedir.



EKLER DİZİNİ

Ek 1. Hastaların demografik özellikleri, anevrizma karakteristikleri, klinik ve anatomik sonuçları



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Endovasküler tedavi yöntemleri günümüzde intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde tercih edilen yöntemler haline gelmiştir. Özellikle Guglielmi tarafında 1991 yılında serbestleştirilebilir koillerle ilgili deneyimin yayınlanmasından sonra intrakraniyal anevrizma tedavisinde cerrahi kliplemeden endovasküler tedaviye doğru bir kayma gerçekleşmiştir. Ancak bazı anevrizma tipleri endovasküler tedavi için zor olabilmektedir. Bu anevrizmalardan biri de geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmalarıdır. Bu anevrizmaların tedavisi koilleme sırasında kompleks stentleme gerektirebilmekte ve buna bağlı olarak işlemle ilişkili ve işlemden sonra gelişen komplikasyonlar ile karşılaşılabilir. Özellikle geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmaları için geliştirilmiş bir cihaz olan woven endobridge (WEB) (Sequent Medikal, California, ABD), anevrizma kesesi içine yerleştirilen nitinol tellerden üretilmiş bir meştir. Anevrizma kesesini oklüde edip anevrizma boynunda da akım çevrimini sağlamaktadır. Bu tür anevrizmaların daha az manipülasyonla, daha kısa sürede ve daha az komplikasyonla tedavisini sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada hastanemizin WEB deneyimini sunmayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Anatomi

Bu bölümde intrakraniyal anevrizmalar ile ilgili olarak internal karotid arter, onun terminal dalları olan anterior serebral arter ve orta serebral arter ile vertebrobasiler sistemin anatomisinden bahsedilmiştir (Şekil 1 - 6).

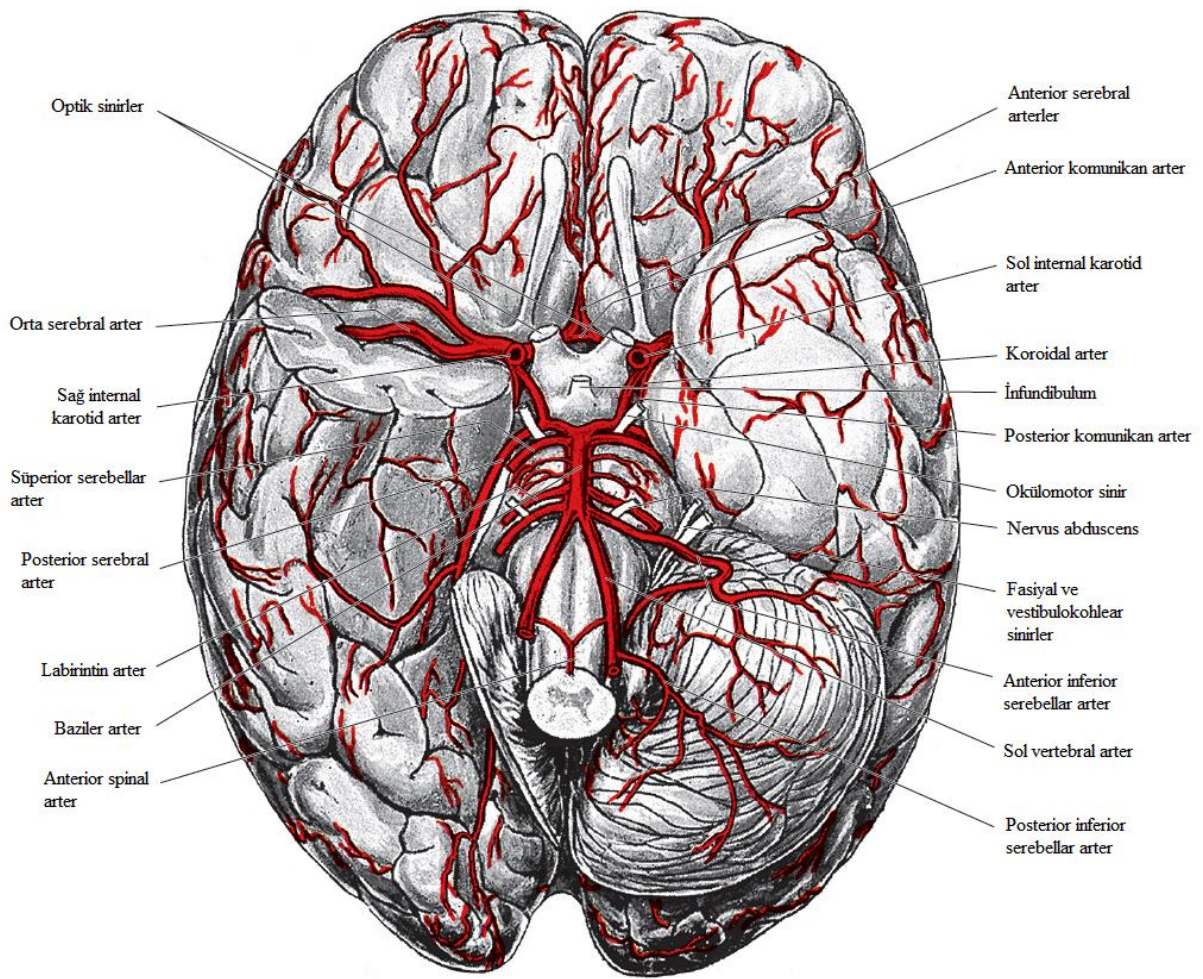
2.1.1 İnternal Karotid Arter

İnternal karotid arter, ana karotid arterden genellikle tiroit kartilajı seviyesinde, yani C3 ya da C4 vertebra seviyesinde terminal bir dal olarak orijin alır. Ancak internal karotid arter, ana karotid arterden C1 ile T1 arasında ayrılabilir. İntrakraniyal alanda, beynin alt yüzünde anterior ve orta serebral artere ayrılarak sonlanır. İnternal karotid

arterin proksimalden distale servikal, petröz, kavernöz ve supraklinoid olmak üzere dört segmenti vardır.

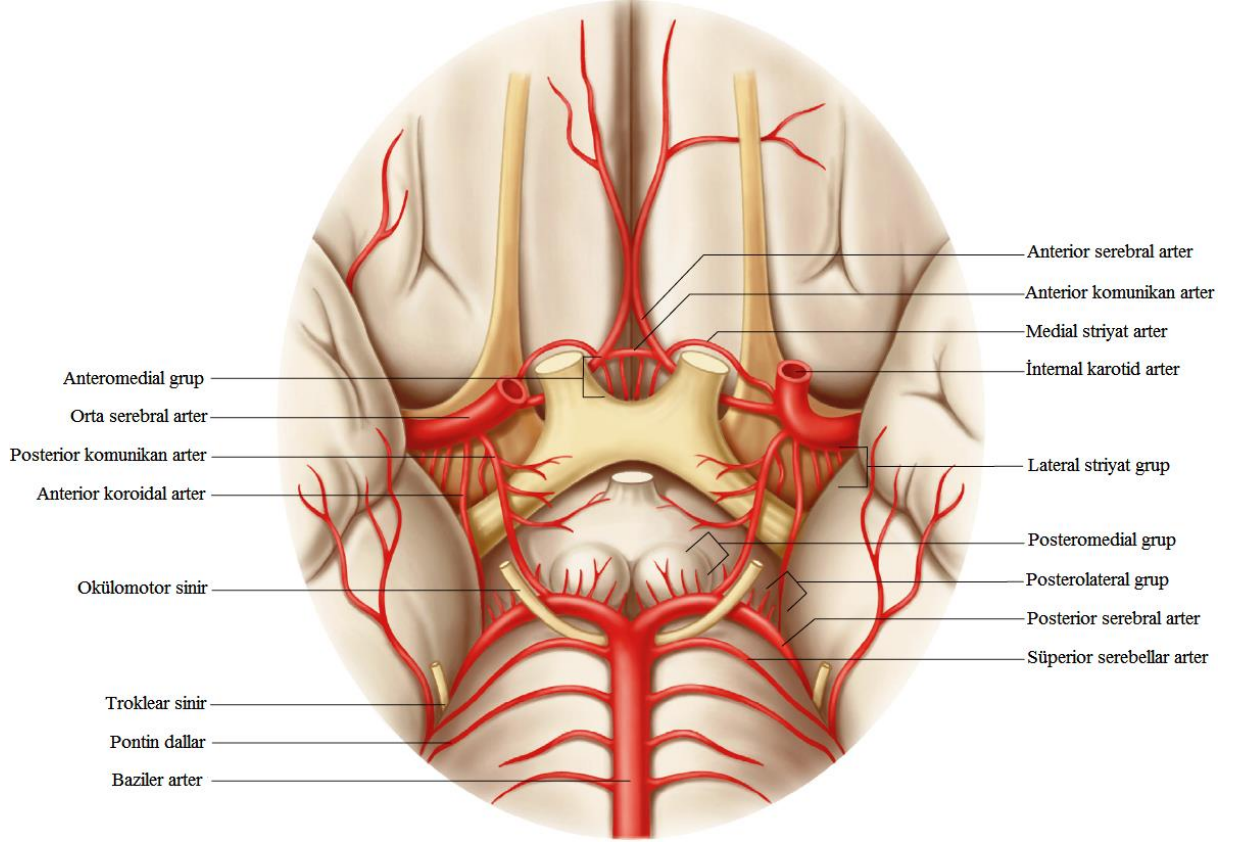
2.1.1.1 Servikal Segment

Ana karotisten kafa tabanına kadar olan segmenttir. Karotid kılıf içinde seyrederek. Kılıf içinde internal karotid artere lateralde internal juguler ven eşlik eder. Vagus ve aksesuar sinirin kraniyal kökü de bu iki damar arasında daha posteriora seyrederek. Karotid kılıfın duvarı derin servikal fasyanın üç tabakasını da içerir. Kılıf içinde lenf nodları ve süperior servikal gangliyonun sempatik postgangliyonik lifleri de bulunur.

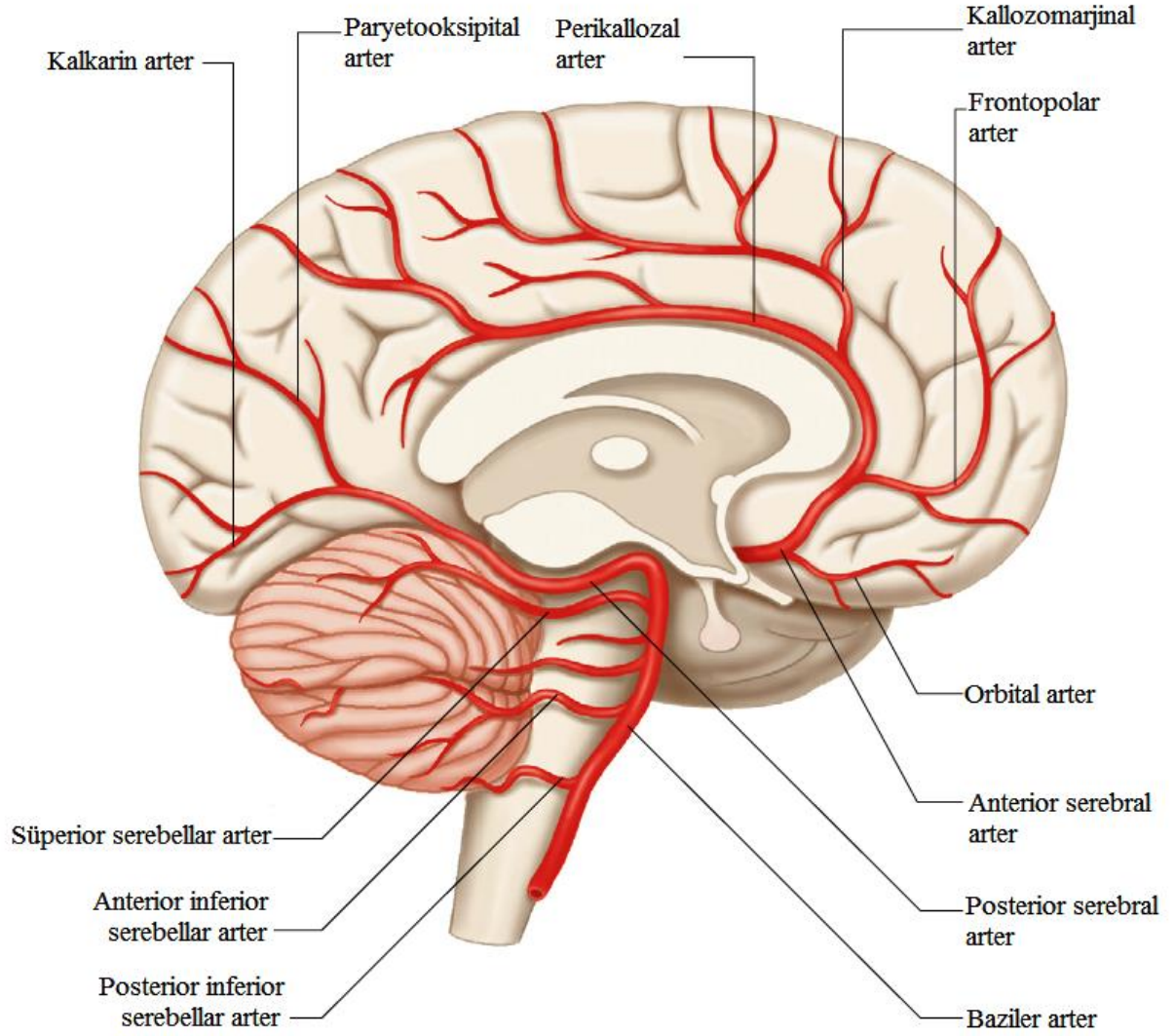


Şekil 1. Beyin tabanında arterler. Sağ temporal lobun anterior kısmı orta serebral arterin lateral fissür içindeki seyrini göstermek için çıkarılmıştır. (Mancall EL, Brock DG. Vascular Supply of the Brain and Spinal Cord In: Gray's Clinical Neuroanatomy: The

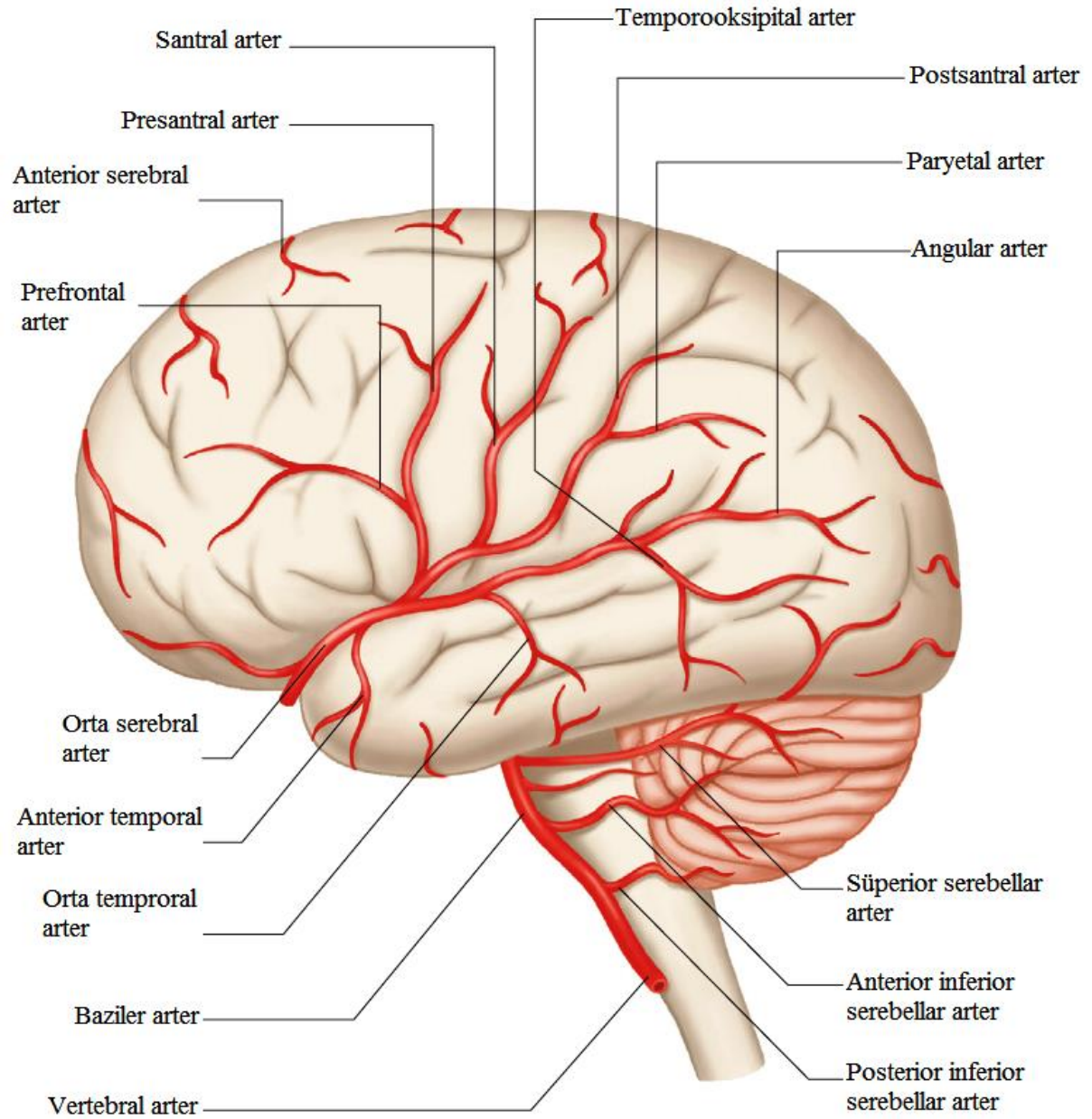
Anatomic Basis for Clinical Neuroscience. Philadelphia: Saunders; 2011. p. 93-108. Elsevier'in izniyle yeniden basılmıştır.)



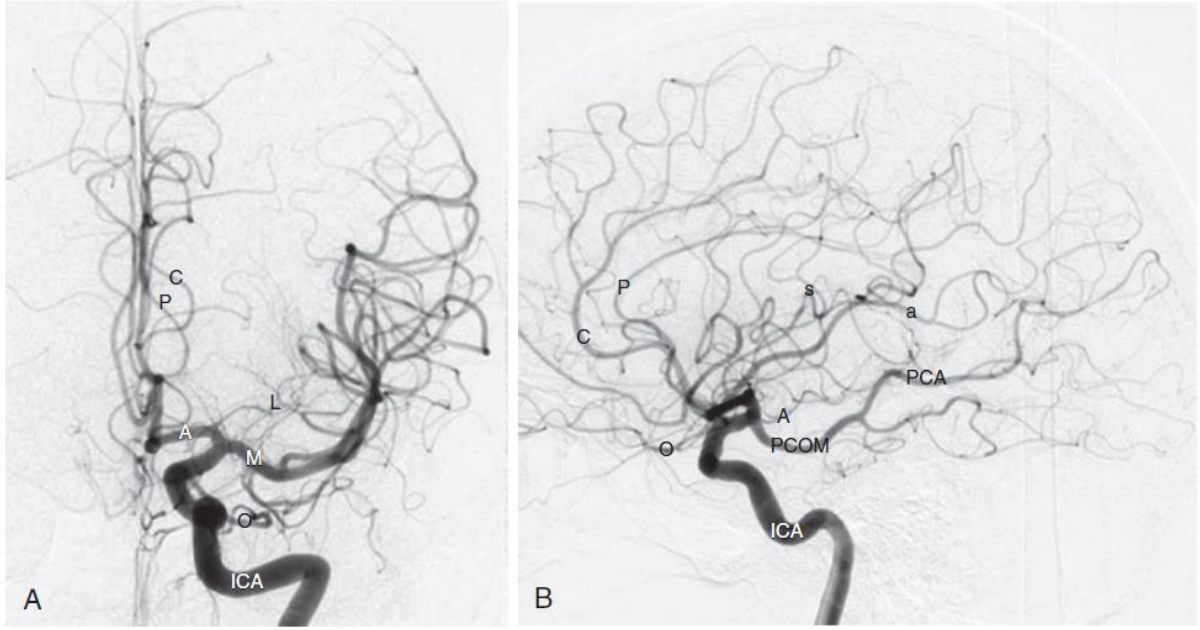
Şekil 2. Beyin tabanında Willis poligonu ve santral dalların dağılımı. (Mancall EL, Brock DG. Vascular Supply of the Brain and Spinal Cord In: Gray's Clinical Neuroanatomy: The Anatomic Basis for Clinical Neuroscience. Philadelphia: Saunders; 2011. p. 93-108. Elsevier'in izniyle yeniden basılmıştır.)



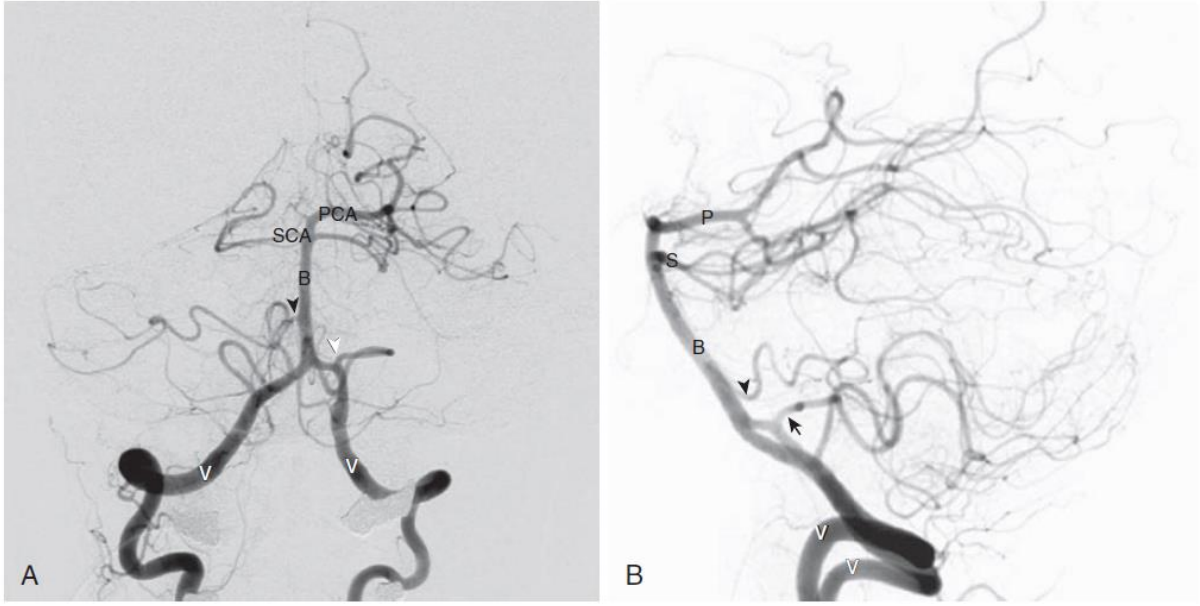
Şekil 3. Beynin major arterleri. Medialden görünüm. (Mancall EL, Brock DG. Vascular Supply of the Brain and Spinal Cord In: Gray's Clinical Neuroanatomy: The Anatomic Basis for Clinical Neuroscience. Philadelphia: Saunders; 2011. p. 93-108. Elsevier'in izniyle yeniden basılmıştır.)



Şekil 4. Beynin major arterleri. Lateralden görünüm. (Mancall EL, Brock DG. Vascular Supply of the Brain and Spinal Cord In: Gray's Clinical Neuroanatomy: The Anatomic Basis for Clinical Neuroscience. Philadelphia: Saunders; 2011. p. 93-108. Elsevier'in izniyle yeniden basılmıştır.)



Şekil 5. İnternal karotid arter anatomisi. **A.** İnternal karotid arter enjeksiyonu, anteriordan görünüm. ICA: İnternal serebral arter. A: Anterior serebral arter A1 segmenti. M: Orta serebral arter M1 segmenti. P: Perikallosal arter. C: Kallozomarjinal dallar. L: Lentikülostriyat dallar. O: Oftalmik arter. **B.** Posterior serebral arterin (PCA) persistan fetal orijini olan başka bir hastada lateralden görünüm. PCOM: Posterior komunikan arter. P: Perikallosal arter. C: Kallozomarjinal arter. O: Oftalmik arter. A: Anterior koroidal arter. s: İnsulanın silviyan kıvrımları. a: Orta serebral arterin angular dalı. (Nadgir R, Yousem D. Cranial Anatomy. In: Neuroradiology: The Requisites, 4th Edition Philadelphia, Elsevier; 2017. p. 1-39. Elsevier'in izniyle yeniden basılmıştır).



Şekil 6. Vertebrobaziler dolaşım. **A.** Vertebral arter arteriogramı. Anteroposterior görünüm. V: Vertebral arterler. Beyaz ok başı: Posterior inferior serebellar arter. B: Baziler arter. Siyah ok başı: Anterior inferior serebellar arter. SCA: Süperior serebellar arter. PCA: Posterior serebral arter. **B.** Lateral görünüm. V: Vertebral arterler. B: Baziler arter. Ok: Posterior inferior serebellar arter. Ok başı: Anterior inferior serebellar arter. S: Süperior serebellar arter. P: Posterior serebral arter. (Nadgir R, Yousem D. Cranial Anatomy. In: Neuroradiology: The Requisites, 4th Edition Philadelphia, Elsevier; 2017. p. 1-39. Elsevier'in izniyle yeniden basılmıştır).

İnternal karotid arterin iç çapı karotid sinüs (diğer adıyla karotid bulbus) dışında 4-5 mm'dir. Uzunluğu 15-25 mm arasında değişebilen karotid sinüste ise arterin çapı 7,5 mm'dir. Karotid sinüs duvarında sistemik kan basıncını monitörize eden baroreseptörler ve karotid cisim vardır. Karotid cisimde kandaki oksijen, karbondioksit ve pH seviyesini monitörize eden ve hipoksi durumunda solunum sayısını ve kalp hızını arttıran kemoreseptör hücreler bulunmaktadır.

Bireylerin %80'inde internal karotid arter başlangıçta eksternal karotid arterin arkasında ve lateralindedir. Ancak bu arterler kraniyale doğru ilerledikçe eksternal karotid arter daha yüzeysel hale gelir ve frontal anjiyogramlarda internal karotid arterin lateralinde izlenir. Anatomik varyantlar dışında internal karotid arterin servikal segmentinde dal ayrılmaz. En sık görülen varyant proksimal internal karotid arterden ayrılan asendan

faringeal arterdir. Bunun dışında eksternal karotid arter dalları internal karotid arterden çıkabilir, internal karotid arter agenetik veya hipoplazik olabilir.

2.1.1.2 Petröz Segment

İnternal karotid arter intrapetröz seyri sırasında kıkırdak yapıda olan foramen laceruma girmeden önce kemik yapıda olan karotid kanal içerisinde ilerler. Karotid kanal içerisinde kısa bir vertikal segmentten sonra dik bir açı ile dönüş yapar ve horizontal planda anteromedial doğrultuda foramen laceruma doğru ilerler. Anatomik sınırını yukarıya karotid sinüse doğru döndüğü seviyedeki petroklinoit ligament oluşturur.

İnternal karotid arterin petröz segmentinin horizontal kısmından karotikotimpanik arter ve mandibulo-Vidian trunkus çıkar. Karotikotimpanik arter, orta kulağı besleyen timpanik arteri verir. Mandibulo-Vidian trunkus internal karotid arterden foramen lacerum seviyesinde ayrılır ve Vidian arteri verir.

2.1.1.3 Kavernöz Segment

İnternal karotid arter petröz seyrinden sonra kavernöz sinüse girer. Burada trigeminal gangliyon, V. kraniyal sinirin oftalmik dalı, III, IV ve VI. kraniyal sinirin medialinde seyrederek. Horizontal olarak ilerleyip süperiora ve anterior klinoid çıkıntısının medialine doğru döner. İnternal karotid arterin bu segmentinden çıkan dallar incedir ve anjiyografide ayrı ayrı olarak tespit edilmeleri zordur. Bu dallar meningohipofizyal trunkus, inferolateral trunkus ve McConnell'in kapsüler arterleri olmak üzere üçe ayrılabilir.

2.1.1.4 Supraklinoid Segment

İnternal karotid arterin supraklinoid segmenti intraduraldır. Arter, anterior klinoid çıkıntısının medialinde dural halka içinden subaraknoid mesafeye girer. Daha sonra posteriora doğru döner, optik sinir ile paralel seyrederek ve sonra anterior ve orta serebral artere bölünerek sonlanır. İnternal karotid arterin bu segmentinden sırasıyla oftalmik arter, süperior hipofizyal arter veya arterler, posterior komunikan arter ve anterior koroidal arterler çıkar. Oftalmik arterin orijini değişkenlik göstermektedir. Dural halkanın

öncesinde, internal karotid arterin ekstradural kesiminden de çıkabilir. Ancak bu ayrım genellikle standart kateter anjiyogram ile yapılamaz.

Oftalmik arter internal karotid arterin anterior yüzünden orijin alır ve orbitaya optik kanalda ilerleyerek ulaşır. Kanalin içinde optik sinirin önce lateralinde, sonra süperiorunda seyrederek. Orbitanın içinde medial rektus kasının üst kenarı boyunca ilerler ve dorsal nazal arter ile supratrokleare artere ayrılarak sonlanır. Majör dalları optik kanalda ayrılan ve retinayı beslemek üzere optik sinirin dural kılıfını penetre eden santral retinal arter, siliyer arterler, lakrimal arter, posterior ve anterior etmoidal arterler, supratrokleare arter ve dorsal nazal arterlerdir.

Süperior hipofizyal arter anjiyogramlarda nadir olarak görüntülenebilir. İnce bir daldır, tek ya da birkaç küçük dal olarak çıkabilir. Hipofiz bezini, optik kiazm ile intrakraniyal optik sinirin bir kısmını besler.

Posterior komunikan arter vertebrobaziler ağ ile Willis poligonu arasında anastomoz oluşturan bir arterdir. Okülomotor sinirin üstünden posterior serebral artere doğru posteromedial olarak ilerler. Posterior serebral artere P1 ya da P2 segmenti düzeyinde katılır. Üst yüzünden hipofiz sapını, optik traktı, kiazmı ve üçüncü ventrikülün tabanını besleyen küçük perforan dallar çıkar. Talamus, hipotalamus ve internal kapsülü besleyen bir grup küçük arter anterior talamoperforan arterler olarak adlandırılmaktadır ancak dalların büyük bir kısmı ön yüzden çıkmakta ve mamiller cisim ile tuber cinereum arasında medialden seyretilmektedir.

Anterior koroidal arter internal karotid arterin lateral yüzünden çıkar ve beyin alt yüzünde posteriora dönüp optik traktın inferioruna geçer. Bu sırada optik traktı lateralden mediale doğru çaprazlar. Daha sonra serebral pedünkül etrafında ilerler ve optik traktı lateral genikülat cisim düzeyinde bu sefer medialden laterale olacak şekilde tekrar çaprazlar. Ardından koroidal fissürün orta kesimine doğru ilerleyip lateral ventrikülün koroid pleksusuna ulaşır. Koroid fissüre girmeden önce internal kapsülün posterior bacağına besleyen birkaç adet perforan dal verir. Optik radyasyonu, lateral genikülat cismi, hipokampus, amigdalayı ve ayrıca globus pallidus ve talamusun bir kısmını da besler. İntraventriküler terminal dalları lateral posterior koroidal arter ile anastomoz yapar ve temporal boynuzdan trigon bölgesine kadar koroid pleksus boyunca ilerler.

2.1.2 İnternal Karotid Arterin Terminal Dalları

2.1.2.1 Anterior Serebral Arter

Anterior serebral arter anterior perforan maddenin inferiorunda, optik kiazmin lateralinde çıkar. Anterior serebral arter A1, A2, A3 ve A4 olmak üzere dört segmentte incelenebilir. A1 segmenti horizontal olarak mediale ilerler, optik siniri üstten çaprazlar ve diğer anterior serebral arter ile anterior komunikan arter vasıtasıyla birleşmek üzere interhemisferik fissüre ulaşır. Daha sonra anterior serebral arter yön değiştirir, A2 segmenti fissür içinde yukarıya ve ileriye doğru seyrederek ve korpus kallozumun genusuna ulaşır. A2 ve A3 segmenti arasındaki sınırın tespit edilmesinde anatomik olarak bazı zorluklar bulunmaktadır. Çünkü bu sistemde arter segmentlerinin ayrımı major dallanma noktaları veya bifurkasyonlara göre yapılmaktadır. Anterior serebral arterin A2 ve A3 segmentleri arasındaki sınır bu durumda kallozomajinal arterin çıkış noktası olarak alınabilir. Ancak bu arterin orijini önemli varyasyonlar gösterebilmektedir. Bu yüzden A2 ve A3 segmentleri arasındaki sınır anterior serebral arterin korpus kallozum genusunu geçmek üzere döndüğü nokta olarak alınmaktadır. Böylece A3 segmenti korpus kallozum genusu düzeyinde başlamakta, arter korpus kallozum gövdesine ulaştığında sonlanmaktadır. A4 segmenti, arter genunun süperioruna geçince başlar ve korpus kallozuma yüzeyi ya da singulat sulkus konveksitesi boyunca eşlik eder. Posterior perikallosal arterin orijini ile sonlanır.

A1 segmentinden orijin alan dallar lentikülostriyat arterler, Heubner'in rekürren arteri ve anterior komunikan arterdir. Lentikülostriyat arterlerin medial grubu anterior serebral arterin A1 segmentinden çıkar. Bu arterlerin büyük bir kısmı anterior serebral arterin orijinine yakın bir seviyeden ve üst yüzden çıkan, anterior perforan maddeye doğru ilerleyerek anterior bazal gangliyonları ve anterior komissürü besleyen santral ya da diensefalik kısa dallardır. Medial dallar lamina terminalisi delerek üçüncü ventrikülün lateral duvarının anterior kısmını, anterior hipotalamusu ve septum pellucidumunu besler. İnferiora doğru yönelen dallar optik siniri ve kiazmı kanlandırır.

Heubner'in rekürren arteri anterior serebral arterin A1 ya da A2 segmentinden, nadiren de anterior komunikan arterden köken alan, kaudat nükleusun başının bir kısmını, lentiform nükleusun anterior kesimini ve komşuluğundaki internal kapsülü besleyen uzun, santral bir arterdir. Genellikle A1 segmentinin üstünde ve paralelinde seyrederek. Eğer A1 segmentinden çıkıyorsa mediale, A2 segmentinden çıkıp geriye dönüyorsa laterale

yönlenir. İnternal serebral arter bifurkasyonunun lateralinde anterior perforan madde içine girer.

Anterior komunikan arter, anterior serebral arterin A1 segmentinden çıkan ve septum pellucidum, korpus kallozum ile lamina terminalise giden dallara paralel dallar veren kısa anastomotik bir arterdir. Posteriora yönelen dalları optik kiazmı ve hipotalamusu besler. Yetişkinlerin sadece %30-40'ında tek komunikan arter olduğu, bireylerin büyük kısmında iki ya da daha fazla komunikan arter olduğu sanılmaktadır. Ancak bu damarlar diyagnostik anjiyografi sırasında, küçük olmaları ve karşı taraftaki A1 segmentinden gelen akımın bu küçük kanallara kontrast madde dolumunu engellemesi yüzünden görülmeyebilirler.

Anterior serebral arterin A2 segmenti korpus kallozumun genusuna doğru süperiordan ilerler. Kallozomajinal arter bu segmentten çıkabilmekle beraber ana dalları orbitofrontal arter ve frontopolar arterdir. Orbitofrontal arter inferior interhemisferik fissür boyunca ilerler ve girus rektus, olfaktör bulbus ile frontal lobun inferomedialini besler. Frontopolar arter korpus kallozum genusunun biraz aşağısından çıkar ve frontal korteksi besler. Birden fazla damar olarak da çıkabilir.

Korpus kallozumun genusunun distalinde kalan anterior serebral arter segmenti perikallosal arter olarak adlandırılmaktadır. Bu segment A3 ve distalini içermektedir. Kallozomajinal arter tipik olarak korpus kallozumun genusu seviyesinde çıkar ve singulat sulkusta perikallosal artere paralel olarak seyreder. Çapı perikallosal arterin çapı ile ters orantılıdır ve genelde perikallosal arterden daha geniştir. Kallozomajinal arterin anterior internal frontal, orta internal frontal, posterior internal frontal ve parasentral arter olmak üzere dört grup dalı vardır. Bu dallardan oluşan sulkal damar ağı medial frontal lobun santral sulkusa kadar olan kısmını beslemektedir.

Perikallosal arter A4 segmenti, perikallosal sisterna içerisinde korpus kallozum gövdesi üzerinde posteriora doğru ilerler. Posterior serebral arterden çıkan posterior perikallosal arter ile anastomoz yaparak sonlanır. Anterior serebral arterin bu segmentinden korpus kallozumu delen ve forniks ile anterior komissürü besleyen kısa kallosal perforan arterler, ana trunkusa paralel seyredip komşu korteksi besleyen ve spleniumdaki anastomozlara katılan uzun kallosal arterler, komşu falksa uzanan dural dallar ve paryetal arterler çıkar. Paryetal arterler medial paryetal loba uzanan terminal kortikal dallardır.

Anterior serebral arter varyasyonları nadir değildir ve %20 oranında görülebildiği belirtilmiştir. Sık görülen varyasyonlar arasında anterior komunikan arterin yokluğu ya da hipoplazisi ve proksimal anterior serebral arter dallarında asimetri sayılabilir.

2.1.2.2 Orta Serebral Arter

Orta serebral arter internal serebral arterin lateral terminal dalı olarak çıkar. Horizontal ve lateral olarak limen insulae düzeyindeki primer bifurkasyon noktasına kadar ilerler. Buraya kadarki segment M1 olarak adlandırılmaktadır. Bifurkasyon ile oluşan alt ve üst trunkuslar yukarıya doğru döner, insular korteks lateralinde silviyan fissür içinde ilerler ve M2 segmentini oluştururlar. Silviyan fissür içinde ilerleyip temporal lob operkular yüzünün üstünde, frontal lob operkular yüzünün altında, fissürün horizontal kısmında laterale dönen segment ise M3 segmentini oluşturmaktadır. Silviyan fissürden çıkan dallar M4 segmenti olarak adlandırılmaktadır. Bu segmenti oluşturan arterler aşağıya veya yukarıya dönerek temporal ve frontal lobun korteksini beslerler.

Angular arter genellikle orta serebral arterin devamı olarak kabul edilmektedir. Çünkü silviyan fissürün posterior sınırından çıkan bu dal, lateral anjiyogramlarda orta serebral arter dallanmalarının ortasında görülür.

Orta serebral arterin primer bifurkasyonu varyasyonlar göstermektedir. Anatomik diseksiyonların büyük bir kısmında bifurkasyon ile karşılaşmakla birlikte varyant trifurkasyon ya da kuadrifikasyon da görülebilmektedir.

Orta serebral arterin dalları derin (perforan) ve yüzeysel (kortikal) olarak ayrılabilir. Derin dallar olan lentikülostriyat arterler M1 segmentinin üst yüzünden çıkarlar. Medial ve lateral lentikülostriyat olarak gruplandırılabilirler. Medial grup globus pallidus ve lentiform nukleusu besler. Lateral grup internal kapsülün süperior kısmını ve kaudat nukleusun baş ve gövde kesiminin üst kısmını kanlandırır. Yüzeysel dallar ise temporal loba, frontal loba, paryetal ve oksipital loblara giden kortikal dallardır. Anterior ve posterior serebral arterlerin dalları arasında ve orta serebral arterin distal dalları arasında kortikal arteriol-arteriol anastomozları bulunmaktadır.

2.1.3 Vertebrobaziler Sistem

Vertebrobaziler ya da posterior serebral dolaşım beynin posterior kesimini yani oksipital lobları, temporal ve parietal lobların bir kısmını; talamusu; serebral pedünkülleri; beyin sapını; serebellumu ve servikal spinal kordun üst kesimini besler. Kraniyal sinirleri kanlandırır, kafa tabanının ve üst spinal kordun dura ve ekstraserebral dokularının beslenmesine katkıda bulunur. Vertebral, baziler ve posterior serebral arterler ile dallarından oluşur. Karotid sisteme posterior komunikan arterler ile bağlanır.

2.1.3.1 Vertebral Arter

Subklavyen arterlerin ilk dallarıdır. Üst yüzden çıkıp vertikal ve posterior uzanımına C6 vertebraının transvers çıkıntısındaki foramenlere ulaşırlar. Çapları 3-4 mm'dir ve sol vertebral arter genelde daha geniştir. Üst servikal vertebraların transvers çıkıntısındaki foramenlerin oluşturduğu kanalda yukarıya doğru ilerlerler. C2'nin foramenini geçtikten sonra daha lateral yerleşimli olan C1 foramenine ulaşmak için horizontal planda posteriora yönelirler. Daha sonra mediale dönerek foramen magnuma ulaşırlar. Burada atlantookspital membranı ve durayı delerek kraniyal kaviteye girerler. Yukarıya ve mediale doğru ilerleyip medulla oblongatanın üst kenarının anteriorunda birleşirler ve baziler arteri oluştururarak sonlanırlar.

2.1.3.1.1 Ekstrakraniyal Dalları

Vertebral arter superior servikal gangliyonu, C1-6 sinir köklerini, sinir kılıflarını, vertebra kemik yapılarını ve paraspinal kasları besleyen dalları verir. Spinal radikülomedüller arterler alt servikal omurgada anterior ve posterolateral spinal arterlere katkıda bulunur. Anterior meningeal arter distal vertebral arterden çıkan küçük bir daldır ve anterior foramen magnum ve inferior klivusun duvarını besler.

2.1.3.1.2 İntrakraniyal Dalları

İntrakraniyal alanda vertebral arter durayı, üst servikal spinal kordu, medulla oblongatayı ve serebellumu besleyen dalları verir. Bunlar posterior meningeal arter, falks serebelli arteri, medial perforan arterler, anterior spinal arter, posterolateral spinal arter,

lateral spinal arter ve posterior inferior serebellar arterdir. Medial grup peforan arterler medulla oblongata ve piramisleri besler. Posterior inferior serebellar arter vertebral arter terminasyonunun yaklaşık 15 mm proksimalinden çıkar. Çapı değişkenlik gösterir ve ipsilateral anterior inferior serebellar arterin çapı ile ters orantılıdır. Klasik olarak posterior inferior serebellar arter beş segmentte incelenmektedir: Anterior medüller, lateral medüller, tonsillomedüller, telovelotonsiller ve kortikal. Posterior inferior serebellar arterden medulla oblongatanın lateral ve arka yüzüne giden perforan dallar; koroidal arterler; serebellar hemisferlerin posteroinferior yüzünü, vermisi, koroid pleksusu ve dördüncü ventrikülü besleyen terminal kortikal dallar; lateral spinal arter ve posterior meningeal arter gibi dallar çıkmaktadır.

2.1.3.2 Baziler Arter

Baziler arter pontomedüller bileşkenin hemen altında, VI. kraniyal sinirlerin çıkışları arasında oluşur ve ponsun anterior yüzü boyunca yukarıya doğru ilerleyip pontomezensefalik bileşkede sonlanır. Baziler bifurkasyonun seviyesi değişkenlik göstermektedir. Genellikle dorsum sellanın üst yüzeyine göre yaklaşık 1 cm'lik bir mesafe içerisinde yerleşir. Ancak bireylerin %30'unda bu mesafenin üstünde, %20'sinde altında yerleşir.

Baziler arterin dalları perforan arterler ve uzun sirküferensiyal arterler olarak ikiye ayrılabilir. Perforan arterler kortikospinal traktusları, pons ve orta beyin bazı derin nukleuslarını besler. Normal şartlarda anjiyografilerde nadiren görülürler ve orta hattı geçmezler. Uzun sirküferensiyal arterler ise üç çift arterden oluşmaktadır. Bunlar labirintin arter, anterior inferior serebellar arter ve süperior serebellar arterdir. Labirintin arter koklear ve vestibüler dallar verir. Anterior inferior serebellar arter baziler arterin alt üçte biri ile üst üçte ikisinin bileşkesi düzeyinden çıkar ve ponsun anterolateral yüzü boyunca laterale doğru flokülüse kadar uzanır. İnferior ve orta serebellar pedünkülü, flokülüsün alt yüzünü ve komşu serebellar hemisferleri besler. Serebellar hemisferlerin yüzeyinde posterior inferior serebellar arterin ve süperior serebellar arterin dalları ile anastomoz yapar. Süperior serebellar arter, baziler arter terminasyonunun 1-3 mm aşağısından çıkar. Ambiyen sistern içinde serebellar pedünküllerin komşuluğunda posterior serebral artere paralel şekilde seyrederek. Posterior serebral arterden medialde okülomotor sinir ile, lateralde troklear sinir ile ayrılır. Orta beyin posterolateralinde süperior vermiyan

arteri verir ve süperior serebellar hemisferlere kortikal dallar vererek sonlanır. Beslediği yapılar arasında süperior serebellar pedünkül, orta serebellar pedünkülün bir kısmı, dentat nükleus, dördüncü ventrikülün tavanı, serebellar hemisferlerin üst kesimleri sayılabilir.

2.1.3.2.1 Posterior Serebral Arter

Posterior serebral arterler baziler arterin terminal dallarıdır ve posteriorda Willis halkasını tamamlarlar. Üç segmentte incelenebilir. Bunlar; orijinden posterior komunikan artere kadar olan P1, serebral pedünkül etrafında ilerleyen P2 ve orta beynin arkasında kalkarin fissürün anterior sınırına kadar ilerleyen P3 segmentleridir. Ana trunkus posteriora doğru ilerlemeye devam eder, paryetooksipital ve oksipital dallara ayrılarak sonlanır. Kalkarin arter genellikle oksipital dallardan çıkar. P1 segmenti serebral pedünkülün ön komşuluğunda, III. ve IV. kraniyal sinirin süperiorunda ilerleyip III. kraniyal sinir düzeyinde posterior komunikan arter ile birleşir. Daha sonra P2 segmenti süperior serebellar artere paralel bir şekilde laterale ve posteriora doğru ilerler ve temporal lobun alt yüzüne ulaşır. P3 segmenti ambiyen sisternde ve daha sonra kuadrigeminal sisternin lateral kesiminde ilerlemeye devam eder. Posteriora doğru ilerledikçe posterior serebral arter korpus kallozum spleniumu altında orta hatta yaklaşır.

Bu kısa arteryel segmentten mezensefalon ile diensefalon yapılarını ve koroid pleksusu besleyen çok sayıda küçük arter çıkmaktadır. Bu arterler birden fazla segmentten orijin alabileceği gibi orijin aldıkları segmentler de varyasyon göstermektedir.

P1 segmentinden çıkan dallar posterior talamoperforan arterler ile uzun ve kısa sirkümfleks arterlerdir. Posterior talamoperforan arterler posterior serebral arterden çıkabileceği gibi terminal baziler arterden veya süperior serebellar arterden de köken alabilir. Posterior komunikan arterin dalı olan anterior talamoperforan arterler ile birlikte talamusun anterior ve posterior kesimini, optik kiazmın ve optik traktusun arka kesimini, internal kapsül arka bacağını, hipotalamusu, subtalamusu, substantia nigrayı, kırmızı nükleusu, okülomotor ve troklear sinir nükleusunu ve serebral pedünküllerin bir kısmını besler. Her iki talamusu besleyen azigos posterior talamoperforan trunkusa Percheron arteri adı verilmektedir. Sirkümfleks arterlerden serebral pedünküllere, tectuma, tegmentuma ve genikülat cisme giden dallar çıkmaktadır.

P2 segmentinden çıkan dallar ise talamogenikülat arterler, medial ve lateral posterior koroidal arterler, temporal dallar, meningeal dal, posterior perikallosal arterler, kalkarin arter ve paryetal-okspital arterdir. Talamogenikülat arterler medial ve lateral genikülat cisimleri, talamusun lateral ve inferior kesimlerini ve posterior internal kapsülü besler. Medial posterior koroidal arterlerden tektuma, pineal glanda, habenulaya, medial genikülat cisme ve posterior talamusa giden dallar çıkar. Lateral posterior koroidal arterden çıkan dallar serebral pedünkülleri, pineal glandı, korpus kallozum spleniumunu, posterior komissürü, kaudat nükleusun kuyruğunu, lateral genikülat cismi, talamusu ve koroid pleksusu besler. Posterior serebral arterden çıkan temporal lob dalları hipokampal arter; anterior, orta ve posterior temporal arterdir. Posterior perikallosal arterler perikallosal arterin terminal dalları ile anastomoz yaparak anterior serebral arter sulama alanı için kollateral dolaşım sağlarlar. Kalkarin arter görsel korteksi besleyen arterdir. Genelde posterior serebral arterden çıkmakla beraber paryetal-okspital arterden ya da posterior temporal arterden orijin alabilir. Paryetal oksipital arter posterior serebral arterin en büyük ve en süperior yerleşimli terminal dalıdır. Paryetookspital fissürde ilerler ve kortikal bir dal olarak kuneus, prekuneus ve süperior oksipital girusu besler.

2.2 İntrakraniyal Anevrizmalar

İntrakraniyal anevrizmalar hayatı tehdit edici potansiyelleri olan, tedavilerinde zorluklarla karşılaşılabilen vasküler lezyonlardır. Morfolojik ve patolojik olarak sakküler, fuziform ve dissekan gibi tipleri olan intrakraniyal anevrizmaların hemodinamik, travmatik, infeksiyöz ve tümörojenik sebepleri olabilir. Rüptüre intrakraniyal anevrizmaların büyük bir kısmı müdahale gerektirirken rüptüre olmamış intrakraniyal anevrizmaların yönetiminde hala tartışmalar mevcuttur.

Genel popülasyonda intrakraniyal anevrizmaların insidansının ve prevalansının tespiti; yüksek riskli gruplardaki kümeleşme, otopsi veya nörogörüntülemesi olmayan hastalar ve asemptomatik lezyonların varlığı sebebiyle çok zordur. Uluslar arası popülasyonun %6'sında intrakraniyal anevrizma olduğu düşünülmektedir. İntrakraniyal anevrizma gelişimi ve rüptürü ile ilişkili risk faktörleri arasında yüksek tansiyon, sigara ve genetik-etnik sebepler sayılabilir. Hiçbir risk faktörü olmayan kişilerde prevalansın yaklaşık %2 olduğu sanılmaktadır. En sık görülen risk faktörleri değiştirilebilir risk

faktörleri iken en güçlü risk faktörlerinin genetik ve ailesel yatkınlık olduğu düşünülmektedir.

Intrakraniyal anevrizmaların rüptür riski de tartışmalı bir konudur. Yıllık rüptür riskinin, lezyonların özelliklerine bağlı olarak %0,1-8 arasında olduğu bildirilmişse de bu görüşe karşı çıkan ve rüptür riskinin düşünülenenden daha az olduğunu ifade eden prospektif çalışmalar mevcuttur (Wiebers ve ark, 2003). Yıllık rüptür riskinin belirlenmesinde karşılaşılan zorluklar arasında prezentasyonu ne olursa olsun anevrizması olan tüm hastaların dahil edilmesi, lezyonların spesifik özelliklerinin dikkate alınarak uygun bir şekilde sınıflandırılması ve hastaların doğru bir şekilde risk sınıflandırılmasının yapılmasındaki zorluklar sayılabilir.

Anevrizma rüptürü sonrası subaraknoid kanama geçiren hastaların üçte biri fonksiyonel hayatlarını sürdürür, üçte biri bakıma muhtaç hale gelir, üçte biri ise hayatını kaybeder (Wiebers ve ark, 2003) (Woo ve ark, 2009). Yoğun bakımdaki ilerlemeler hayatta kalımı arttırmış olsa da morbidite oranları çok değişmemiştir. Anevrizma rüptürü sonrası en büyük risk tekrar rüptürdür. Anevrizma kontrol altına alındığında ise serebral vazospazm ve buna bağlı iskemik komplikasyonlar en önemli riskleri oluşturur. Bu yüzden erken müdahale ve rüptür sonrası yakın takip büyük önem taşımaktadır.

2.2.1 Patogenezi

Intrakraniyal arterlerde, ekstrakraniyal damarların aksine eksternal elastik lamina yoktur. Intrakraniyal anevrizmaların etiyolojisinde vasküler duvar defektleri, tortüyoze segmentler üzerindeki hemodinamik yük ve dallanma düzeylerinde tunika medianın devamsızlığı gibi bazı konjenital sebepler suçlanmıştır. Dejeneratif değişiklikler, hipertansiyon, ateroskleroz, bağ dokusu hastalıkları ve hemodinamik stres gibi sistemik sebeplerin de anevrizma patogeneziinde rolü olduğu düşünülmektedir.

Çeşitli genetik yatkınlıklar intrakraniyal anevrizma gelişimi ile ilişkilendirilmiştir. Anevrizmaların %10-12'sine bu durumların sebep olduğu sanılmaktadır. Otozomal dominant polistik böbrek hastalığı, Ehlers-Danlos sendromu, Loeys-Dietz sendromu, Marfan sendromu, tübero skleroz ve fibromusküler displazi intrakraniyal anevrizma gelişimi ile ilişkilendirilmiştir.

Her ne kadar çok sayıda faktör intrakraniyal anevrizma gelişimi ile ilişkili bulunsa da, anevrizma gelişiminde anatomik, çevresel ve genetik birden fazla faktörün beraber etki ettiği düşünülmektedir. Hastaların %30 kadarında birden fazla anevrizma vardır. Bununla beraber anevrizmaların büyük bir kısmının proksimal arteriyel ağacın dallanma noktalarında görülmesi hemodinamik faktörlerin önemli bir rolü olduğunu akla getirmektedir. Hemodinamik faktörlerin önemini düşündüren başka durumlar da mevcuttur. Örneğin yeni gelişen anevrizmalar daha çok komunikan arterlerde görülmektedir. Fatal rüptürlerin, karotid arterlerin oklüzyonunun ardından komunikan arterler aracılığıyla gelen kollateral akım sonrası gelişebildiği görülmüştür. Buna ek olarak yüksek akım ile ilişkili arteryovenöz malformasyon gibi durumlarda anevrizma riski genel popülasyona göre daha fazladır ve malformasyonun tedavi edilmesinden sonra bu anevrizmaların bazıları gerilemektedir.

Anevrizma gelişimi ile ilişkili diğer faktörler arasında travma, infeksiyon ve tümör embolisi sayılabilir. Travmatik anevrizmalar daha sıklıkla fuziform şekillidir ve kafa tabanına yakın yerleşirler. İnfeksiyöz anevrizmalar genellikle bakteriyel endokardite sekonder gelişir. Tümörojenik anevrizmaların ise arteriyel duvara tümör hücrelerinin ekilmesi ile geliştiği düşünülmektedir ve sıklıkla kardiyak miksomalar ile ilişkilidir.

2.2.2 Klinik

İntrakraniyal anevrizması olan hastalarda klinik bulgular bazı kategorilere ayrılabilir. Bu kategoriler arasında insidental (asemptomatik ya da anevrizma ile ilişkisi olmayan semptomlar), kraniyal sinir defisitleri ya da diğer nörolojik defisitler, sentinel bulgular ve rüptüre bağlı subaraknoid kanama ile ilişkili bulgular sayılabilir. Anevrizma rüptürü ile başvuran hastalarda en sık klinik semptom ve bulgular ani başlayan ve hastanın daha önce karşılaşmadığı bir şiddette olan baş ağrısı, ciddi bulantı ve kusma, bilinç değişiklikleri, ense sertliği ve bilinç kaybıdır. Birçok acil merkezinde bu şekilde gelen hastalar direkt olarak kontrastsız beyin tomografisi ile değerlendirilmektedir. Teknolojik gelişmeler sayesinde ilk iki gün içerisinde bilgisayarlı tomografinin subaraknoid kanamadaki sensitivite ve spesifisitesi %98'in üzerine çıkmıştır (Provenzale ve ark, 2009). Bilgisayarlı tomografide subaraknoid hemorajiyi skorlamak için Fisher ve arkadaşları (1980) tarafından bir skala önerilmiştir. Bu skalaya göre evre 1'de tomografiyle tespit edilebilecek kanama yoktur. Evre 2'de kalınlığı 1 mm'yi geçmeyen, ince, diffüz

subaraknoid hemoraji mevcuttur. Lokal pıhtıların ya da 1 mm'den daha kalın subaraknoid kanamanın görülmesi evre 3 olarak tanımlanmıştır. Evre 4'te ise intraserebral ya da intraventriküler kanama mevcuttur.

Anevrizma rüptürüne bağlı subaraknoid kanama tanısında lomber ponksiyon günümüzde nadiren yapılmaktadır. Lomber ponksiyon, kanama belirtilerinin en az üç gün önce gelişmiş olması ya da ciddi klinik kuşkuya rağmen tomografide kanamanın görülmemesi durumunda yapılabilmektedir.

Subaraknoid hemoraji gelişen hastaların %25'inde kanamadan birkaç hafta öncesinde de baş ağrısı gibi sentinel semptomlar görülmektedir. Bu baş ağrılarının küçük sızıntılara ya da anevrizmadaki ani genişlemelere bağlı olduğu düşünülmektedir.

Anevrizması olan hastalarda lokal kitle etkisi, artmış intrakraniyal basınç ve büyük anevrizmalardan kaynaklanabilen trombüslere bağlı olarak nörolojik defisitler görülebilmektedir. Sık görülen nörolojik bulgular arasında III. kraniyal sinir felci bulguları, görme kayıpları, trigeminal bulgular, VI. kraniyal sinir felci bulguları, nistagmus, vertigo, kusma ve bilinç değişiklikleri sayılabilir. Bu bulgular subaraknoid kanama olmadan anevrizmanın progresif olarak büyümesine bağlı olarak da gelişebilmektedir.

Subaraknoid kanama sonrası görülebilen değişik semptom ve bulgular, evreleme amacıyla bazı skalaların geliştirilmesine yol açmıştır. Bu sistemler hem çalışmalarda hem de klinik pratikte hastanın durumunun hızlı bir şekilde aktarılabilmesini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu skalalar, hastanın başvuru sırasındaki klinik durumunun değerlendirilmesinde kullanılanlar ve subaraknoid kanama sonrası sonuçların değerlendirilmesinde kullanılanlar olarak ikiye ayrılabilir.

Hastaların subaraknoid kanama sonrası hastaneye ilk başvuruları sırasındaki nörolojik durumlarının değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü bu değerlendirmedeki bulgular hastanın ilerleyen günlerdeki durumu ve prognozu ile korelasyon göstermektedir. Bu amaçla ilk olarak Botterell ve arkadaşları tarafından beş dereceli bir skala tanımlanmış (1956) daha sonra bu skala Hunt ve Hess tarafından adapte edilmiştir (1968). Beş evreli bu skalaya göre evre 1'deki hastalar asemptomatiktir veya minimal baş ağrısı ve hafif ense sertliği vardır. Evre 2'de orta-ağır şiddette baş ağrısı ve ense sertliği vardır. Kraniyal sinir felci dışında nörolojik defisit yoktur. Evre 3'te uykuya meyil-konfüzyon, minimal nörolojik defisit görülmektedir. Evre 4'te stupor, orta-ağır

hemiparezi, olası erken deserebrasyon rijiditesi ve vejetatif bozukluk mevcuttur. Evre 5'te derin koma, deserebrasyon rijiditesi görülmektedir.

Bu amaçla tanımlanmış çok sayıda skalanın yarattığı karışıklığı gidermek amacıyla Dünya Nörolojik Cerrahlar Federasyonu WFNS evreleme sistemini önermiştir (1988). Beş evreli bir skala olan WFNS'de rüptüre olmamış anevrizma evre 0 olarak belirtilmektedir. Hastanın bilinç durumunu değerlendirmek için Glasgow koma skorlaması kullanılmıştır. Evre 1'de koma skoru 15'tir, hastada hemiparezi ya da afazi yoktur. Evre 2 ve 3'te koma skoru 14-13'tür, ayırım ise hemiparezi veya afazi varlığı ile yapılır. Evre 2'de hemiparezi ya da afazi yokken evre 3'te vardır. Evre 4'te koma skoru 12-7 arasında değişir, hemiparezi ya da afazi eşlik edebilir ya da etmeyebilir. Evre 5'te ise koma skoru 6-3'tür, yine hemiparezi ya da afazi eşlik edebilir ya da etmeyebilir. WFNS sistemi kullanılması kolay bir sistemdir ve diğer skalalara göre gözlemciler-arası hata oranı daha düşüktür. En önemli avantajı ise Glasgow koma skorlaması ile kullanılmasıdır.

Subaraknoid kanama sonrası hastalardaki sonuçların değerlendirilmesi için ise Glasgow sonuç skalası olarak bilinen bir skorlama sistemi önerilmiştir (1975). Bu skalada sonuçlar beş kategoriye ayrılmıştır. Kategori 1 ölüm, kategori 2 vejetatif durum, kategori 3 ciddi disabilite, evre 4 orta düzeyde disabilite, kategori 5 ise iyileşme olarak belirtilmiştir. Yine bu amaçla önerilmiş ve Rankin skalası olarak bilinen bir başka sistem daha mevcuttur (Rankin, 1957). Stroklu hastaların değerlendirilmesinde kullanılan bu sistem daha sonra modifiye edilmiştir (Bamford ve ark, 1989). Modifiye Rankin skalası (mRS) altı evreli bir sistemdir. Evre 0'da hastada hiç semptom yoktur. Evre 1'de hastada semptom vardır ancak belirgin bir disabilite yoktur ve hasta günlük işlerini tek başına yapabilmektedir. Evre 2'te hafif disabilite vardır. Hasta daha önce yapabildiği bütün aktiviteleri yapamamaktadır ancak kendi işini görebilmektedir. Evre 3'te orta düzeyde disabilite vardır. Hasta günlük işlerini yerine getirebilmek için yardıma ihtiyaç duyar ancak yardımsız olarak yürüyebilir. Evre 4'te hastada orta-ciddi disabilite vardır. Hasta günlük ihtiyaçlarını yardım olmadan yerine getiremez ve yardım olmadan yürüyemez. Evre 5'te ciddi disabilite vardır. Hasta yataktır, kontinansını kaybetmiştir. Devamlı bakıma muhtaçtır. Ölüm ise Modifiye Rankin skalasında evre 6'ya karşılık gelmektedir.

2.2.3 Tedavi Modaliteleri

İntrakraniyal anevrizmaların endovasküler tedavisi parent arterin oklüde edildiği ve korunduğu yöntemler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Günümüzde parent arter oklüzyonu büyük oranda terk edilmiş olsa da anevrizma tedavisinde bir süre daha sınırlı rolü olacağı düşünülmektedir.

Parent arter oklüzyonu ile anevrizma tromboze olmakta, anevrizmanın büyümesinin ve rüptüre olmasının önüne geçilmektedir. Endovasküler oklüzyonun kullanılmasından önce kavernöz karotid arter anevrizmalarının tedavisinde ana karotid arterin cerrahi ligasyonu kullanılmıştır. Endovasküler oklüzyon, kollateral akımın daha iyi bir şekilde değerlendirilebilmesine de olanak verdiği için daha güvenlidir. Oklüzyon genellikle anevrizma boynu düzeyinde ya da boynun hemen proksimalinde yapılır. Yöntemin; anevrizmayı proksimalinde ve distalinde oklüzyon oluşturarak tuzaklamak, parent arterdeki akımı uzak embolizasyon ile ya da endovasküler ligasyon/cerrahi by-pass kombinasyonu ile ters çevirmek gibi varyasyonları vardır. Oklüzyon için balon, koil veya mesh kullanılabilir.

Günümüzde anevrizmaların endovasküler tedavisinde parent arterin korunduğu yöntemler çok daha sık kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında endosakküler koil embolizasyonu, balon yardımcı koilleme, endosakküler sıvı ajan kullanımı, stent yardımcı koilleme, boyun-köprü cihazlarının kullanımı, akım çevirici kullanımı gibi yöntemler sayılabilir.

2.2.3.1 Endosakküler Koil Embolizasyonu

Endosakküler koil embolizasyonu, Guglielmi (1991) tarafından kontrollü bir şekilde ayrılabilen koillerin tanıtılmasında sonra anevrizma tedavisinde cerrahi kliplemenin yerini büyük oranda almıştır. Temel yöntem, gelişmiş koillerin, balon yardımcı koillemenin ve intrakraniyal arterlerde kullanılabilecek kadar esnek stentlerin kullanılması ile geliştirilmiştir. Koil embolizasyonu rüptüre anevrizmalarda ilk tercih edilecek tedavi yöntemi olarak sayılmaktadır.

Uluslararası Subaraknoid Anevrizma Çalışması (ISAT) kapsamında 2143 hasta randomize olarak klipleme ya da koilleme ile tedavi edilmiş ve hastaların tedaviden bir yıl sonraki yardıma muhtaç olma ya da ölüm oranları değerlendirilmiştir (Molyneux ve ark,

2002). Bu çalışma ile koillemenin kliplemeye göre %6,9 oranında risk azalmasını sağladığı gösterildikten sonra birçok merkezde klipleme yerine koilleme tercih edilen yöntem haline gelmiştir.

Koil embolizasyonu hastanın yeterli monitörizasyonu ve immobilizasyonu için genel anestezi altında yapılır. Sistemik antikoagülasyondan sonra anevrizma kesesinin selektif kateterizasyonu bir ya da iki mikrokateter ile yapılır. Anevrizma kesesine, içine daha küçük koillerin yerleştirileceği büyük başlangıç koilleri yerleştirilir. Amaç anevrizma içine olabildiğince fazla metal yerleştirebilmektir. Embolizasyon sonrası hastalara ek heparin ya da antiplatelet ajan reçete edilebilir.

Koil embolizasyonu ile ilişkili komplikasyon oranı yaklaşık %10 olarak bildirilmektedir. En sık olanları yaklaşık %5 oranında görülen intraarteriyel tromboz ve yaklaşık %2 oranında karşılaşılan kanamadır. Bu komplikasyonları görülme sıklığı tedavinin rüptüre anevrizma için yapılması durumunda artar (Cognard ve ark, 2011).

Teknik geliştikçe komplikasyonlara bağlı morbidite oranı azalmaktadır. Rüptüre anevrizmalarının koil embolizasyon ile tedavi edildiği 5624 hastayı kapsayan bir çalışmada (Sakai ve ark, 2010) prosedüre bağlı morbidite %2,9; mortalite %0,8 olarak tespit edilmiştir. Morbiditenin %2'si, mortalitenin %0,3'ü iskemik sebeplere bağlandığı için işlem sırasında antikoagülasyon genellikle önerilmektedir. Arteriyel diseksiyon, giriş yeri hematomu gibi endovasküler navigasyona bağlı komplikasyonlar, anjiyografi sırasında kullanılan kontrast materyale karşı gelişen hipersensitivite reaksiyonları ve genel anesteziye bağlı komplikasyonlar da bazı diğer teknik komplikasyonlar arasında sayılabilir.

Tedavi sonuçları anatomik ve klinik olarak ikiye ayrılabilir. Endovasküler tedavinin morfolojik sonuçları, kesenin oklüde olma oranının değerlendirilmesine dayanır. Oklüzyon oranları subjektif olduğu için büyük değişkenlik göstermektedir. Oklüzyon oranlarının sayısal olarak değerlendirilebilmesi için yapılan çalışmalar, anevrizma kesesinin hacminin hesaplanmasındaki zorluklar sebebiyle tutarlı bulunmamıştır.

Her ne kadar işlem sırasında koiller en yoğun olacak şekilde kese içine yerleştiriliyor olsa da, koillerin anevrizmaya oranı genellikle %15-40'tır. Bu oran %25'in üzerine çıktığında rekürrens oranlarının azaldığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Slob ve ark, 2005). Bu durum akla yatkın olsa da, embolizasyondaki önemli unsur anevrizma boynundaki akımın obstrüksiyonu olduğundan sadece anevrizmadaki koil oranının hesaba

katılması yeterli olmayabilir. Koil dansitesinin tedavi başarısındaki değerin de incelendiği bir çalışmada, bu oranın rekürrens ile ilişkili olmadığı tespit edilmiştir (Piotin ve ark, 2007). Bu yüzden anatomik başarının değerlendirilmesinde literatürde subjektif yöntemler kullanılmıştır. Raymond ve arkadaşları 1997 yılında dört dereceli bir skala önermişlerdir (Raymond ve ark, 1997). Daha sonra bu dört dereceden biri, boyun kalıntısını ‘köpek kulağı’ olarak tanımlanan kalıntıdan ayırt etmenin güç olması sebebiyle çıkarılmıştır. Üç dereceli bu sistemde oklüzyon oranları tamamen oklüde (derece 1 ya da %100 oklüzyon), boyun kalıntısı (derece 2 ya da %90-95 oklüzyon), belirgin rezidüel dolma (grade 3 ya da <%90 oklüzyon) olarak derecelendirilebilir. Sadece koil ya da stent yardımcı koilleme ile tedavi edilmiş geniş boyunlu anevrizmaların değerlendirildiği bir metaanalizde tam ya da tama yakın oklüzyon oranları tedaviden hemen sonra %57,4; takipte ise %74,5 olarak bulunmuştur (Zhao ve ark, 2016).

Koillenmiş bir anevrizmada rekürrensin ya da rekanalizasyonun tanımı konusunda fikir birliği yoktur. Genellikle takip anjiyogramlarında, tedavi sonunda elde edilen anjiyogramlara göre patent kese boyutunda artış olması rekürrens olarak kabul edilmektedir. Farklı merkezlerin rekürrens oranları arasında büyük farklılıklar görülebilmektedir. Bunun metodolojik sebeplere bağlı olduğu düşünülebilir. Örneğin bazı merkezlerde kontrol anjiyogramları işlemiden sonra, hasta antikoagüle edilmiş iken alınmakta, bazı merkezlerde ise antikoagülasyon kesildikten sonra ertesi gün kontrol görüntüler elde edilmektedir. Ancak önemli olan takiplerde dolmada artış olup olmadığıdır. Koil embolizasyonu sonrası rekürrens oranı Pierot ve arkadaşları (2010) tarafından %26,5; Zhao ve arkadaşları (2016) tarafından ise %9,4 olarak bulunmuştur.

Tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde daha objektif bir yöntem yeniden tedavi oranlarının değerlendirilmesidir. Belirlenmiş kriterler olmasa da tekrar tedavi, rekürrens oranının yeni bir prosedürü gerektirdiğini ifade eder. ISAT endovasküler kohortunda hastaların %9’una tekrar tedavi uygulanmıştır (Campi ve ark, 2007). Stabil, küçük kalıntılar sıklıkla görülmektedir ve her zaman progresyon ya da rekürrensi düşündürmezler. Rekürrens riskini arttıran faktörler arasında anevrizma boyununun 4 mm’den fazla olması, büyük kese boyutları, büyük anevrizmalarda intrasakküler trombüs varlığı sayılabilir. Balon yardımcı koilleme, kaplanmış koiller, stentler ve kompleks koil tasarımları ise rekürrens riskini azaltmaktadır.

Subaraknoid kanama sonrası endosakküler koilleme ile tedavi edilen hastalarda klinik sonuçlar ISAT çalışması ile belirlenmiştir. Tedavinin birinci senesinde yardıma muhtaç olmadan hayatta kalma oranı endovasküler koilleme ile tedavi edilen hastalarda cerrahi kliplleme ile tedavi edilen hastalara göre daha fazla bulunmuş ve bu faydanın en az yedi yıl devam ettiği gösterilmiştir. Geç tekrar kanama riski düşük olmakla beraber endovasküler koillemede cerrahi klipllemeye göre daha sık görülmüştür (Molyneux ve ark, 2005).

2.2.3.2 Balon Yardımlı Koilleme

Yeniden modelleme yöntemi olarak da bilinen balon yardımcı koillemede işlem sırasında uygun boyutta bir balon anevrizma boynuna yerleştirilmektedir. Balon; koillerin anevrizma içinde kalmasını, boyun kısmındaki profillerini komprese ederek yeniden modellemeyi ve rüptür durumunda kan akımının engellenmesini sağlamaktadır (Moret ve ark, 1997). Balon yardımcı koillemenin popüleritesi giderek artmaktadır ve günümüzde bazı merkezlerde koilleme işlemlerinin büyük bir kısmında tercih edilmektedir.

Yöntem Moret ve arkadaşları tarafından tanımlanmasından sonra çok az değişmiştir. Anevrizma boynuna bir balon yerleştirilmekte ve her bir koilin anevrizmaya yerleştirilmesi sırasında balon şişirilmektedir. Daha sonra koilin pozisyonu izlenirken balon söndürülmekte, eğer koilin parent artere herniye olduğu görülürse koilin pozisyonu düzeltilmektedir. Gelişmiş tasarımlar ve koiller arasındaki etkileşimlerin daha iyi hale getirilmesi sayesinde bazı operatörler birkaç koili balonu söndürmeden yerleştirebilmektedir. Balonun şişirilmiş olduğu zamanın, hipoperfüzyon hasarından kaçınmak için dikkatli bir şekilde monitörize edilmesi gerekmektedir. Tekniğin bazı varyasyonları vardır. Yan duvar anevrizmaları için iki balon kullanılması, bifurkasyon anevrizmaları için hiper-uyumlu balonların kullanılması, balonun yerleştirilip sadece rüptür durumunda şişirilmesi bu varyasyonlar arasında sayılabilir. Hastalar işlem için antikoagüle edilmeli, balonun şişirilmesi sırasında kan basıncı dikkatli bir şekilde takip edilmelidir.

Balon yardımcı koillemenin, işlemin kompleksitesini arttırdığı için komplikasyon riskini arttırıp arttırmadığı konusunda tartışma mevcuttur. Komplikasyon riskinin arttığını gösteren çalışmalar (Sluzewski ve ark, 2006) bulunmakla birlikte çok merkezli

Çalışmalarda belirgin bir artış ortaya konamamıştır [Pierot ve ark, 2012(a)]. Tedavisi kolay olan birçok vakada balon yardımcı koilleme kullanılmadığı için randomize bir çalışma olmadan balon yardımcı koilleme ile bu tekniğin kullanılmadığı uygulamaları karşılaştırmak gttr. Rüptür durumunda hızlı bir şekilde balonun şişirilebiliyor olmasının, işlem sırasında rüptür gelişen hastalarda morbiditeyi azalttığı gösterilmiştir (Santillan ve ark, 2012).

Balon yardımcı koillemenin daha iyi anatomik oklüzyon sağladığı tutarlı olarak gösterilememiştir. Sharpiro ve arkadaşları balon yardımcı koilleme ile tedavi edilen hastalarda tedavi sonrası ve takip incelemelerde oklüzyon oranlarının standart koillemeye göre daha iyi olduğunu belirtmiş olsa da (2008) rüptüre olmamış anevrizmaların değerlendirildiği ATENA çalışmasında iki yöntemin başarısı benzer bulunmuştur (Pierot ve ark, 2009).

2.2.3.3 Endosakller Sıvı Ajanlar

Sıvı ajanların parent arteri korurken anevrizma kesesini oklude etmedeki potansiyelleri önce deneysel anevrizmalarda gösterilmiştir (Higgins ve ark, 1997). Etilen alkol kopolimerin ticari preparatının (Onyx, Micro Therapeutics, Inc., Irvine, CA, ABD) piyasaya sürülmesinden sonra klinik çalışmalar da yapılmıştır. Günümüzde sıvı ajan kullanımı daha çok rekürren ve yüksek riskli anevrizmalarda tercih edilmektedir.

İşlem sırasında anevrizma kateterize edilmekte, anevrizmanın boynuna bir balon yerleştirilmektedir. Böylece boyun obstrükte edilmekte ve endosakküler mikrokateterden enjekte edilen sıvının parent artere geçmesi engellenmektedir. Dimetil sülfoksit içinde çözünmüş yüksek konsantrasyonda Onyx, anevrizma boynu tıklalı iken yavaşça enjekte edilmektedir. Enjekte edilen miktar, balonun şişirilmiş olarak damar lümeninde tutulabilme süresine bağlıdır ve bu süre yaklaşık beş dakikadır. Enjeksiyon prosedürü anevrizma kesesinin oklude olması için gereken miktar enjekte edilene kadar tekrarlanır. İşlem sırasında kullanılan materyalin dimetil slfoksitte çözünmeye dirençli olması gerekmektedir.

Anevrizma tedavisinde Onyx kullanımının değerlendirildiği çok merkezli bir çalışma olan CAMEO çalışmasında raporlanan komplikasyonlar arasında kanama, tromboemboli ve sıvı ajanın parent artere kaçışı bulunmaktadır (Molyneux ve ark, 2004).

Bu çalışmada prosedür ile ilişkili morbidite oranı %12, mortalite oranı ise %4 olarak bulunmuştur. Bu çalışma, sıvı enjeksiyonu sırasında anevrizma kesesinin parent arter ile ilişkisinin tamamen kesilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Bu çalışmada anjiyografik oklüzyon oranlarının mükemmel olduğu, tedaviden hemen sonra anevrizmaların sadece %2'sinde tam olmayan oklüzyon görüldüğü belirtilmiştir. Bir yıl sonraki takipte anevrizmaların %79'u tam oklude olarak kalmış, %13'ünde %90'dan fazla oklüzyon görülmüş, %8'inde tam olmayan oklüzyon tespit edilmiştir. Daha yeni bir çalışmada ise tam ya da tama yakın oklüzyon oranı %93 olarak bulunmuştur (Simon ve ark, 2014). Yüz on üç hastanın dahil edildiği bu çalışmada altı ay sonraki takipte anevrizmaların %77'sinde tam oklüzyon, %15'inde tama yakın oklüzyon, %7'sinde yetersiz oklüzyon görülmüştür. Takipte hastaların %8'inde rekanalizasyon tespit edilmiş, %4,5'inde tedavi tekrarı gerekmiştir. Başlangıçtaki yoğun ilgiye rağmen intrakraniyal anevrizmaların endosakküler sıvı ajanlar ile tedavisi, muhtemelen görece daha yüksek komplikasyon oranları ve yeni tedavi yöntemlerinin rekabet gücü yüzünden yaygın olarak kullanılmamıştır.

2.2.3.4 Stent Yardımlı Koilleme

Intrakraniyal navigasyon için yeterli fleksibilitesi olan stentlerin doksanlarda tanıtılmasından sonra serebral arterler için stent kullanılmasının önü açılmış ve spesifik olarak intrakraniyal kullanım amacıyla stentler tasarlanmaya başlanmıştır. Stentler sayesinde parent arterdeki akım korunabilmekte, bunun yanı sıra geniş boyunlu, daha büyük fuziform anevrizmalarda koillerin anevrizma kesesinde kalması sağlanabilmektedir (Biondi ve ark, 2007). Böylece daha fazla sayıda anevrizma endovasküler yöntemler ile tedavi edilebilmektedir. Ayrıca serbest koillerin distal migrasyonu da engellenebilmektedir.

Günümüzde intrakraniyal navigasyon ve kullanım için çok çeşitli stentler bulunmaktadır. Stent yardımcı koillemede en önemli hususlar tromboz riski ve geç arter stenozudur. Trombozun engellenmesi antiplatelet tedavi gerektirmektedir. Başlangıçta koil ve stentlerin kombine kullanımı hastalara prosedür sırasında kullanılan heparine ek olarak stent içinde trombüs gelişimini önlemek amacıyla antiplateletlerin de verilmesini gerektirdiği için bu yöntem sadece rüptüre olmayan anevrizmaların tedavisi için kullanılmaktaydı.

Subaraknoid kanama sonrası hastaların hidrosefali sebebiyle acil cerrahiye ihtiyaç duymaları ihtimali olduğundan ve dual antiplatelet tedavisinin etkilerinin ortadan kaldırılmasının zor olmasından dolayı rüptüre olmuş intrakraniyal anevrizmalarda stent kullanımı risk dengesinin kurulmasını gerektirmektedir. Rüptüre olmayan anevrizmaların tedavisinde dual antiplatelet tedavisine, prosedürden birkaç gün önce başlanır. İşlem sırasında stent yerleştirildikten sonra anevrizma içine koillerin yerleştirilmesi için bir mikrokater, stentin örgüleri arasından keseye ilerletilebilir. Hapsetme tekniği olarak bilinen yöntemde ise önce mikrokater kese içine ilerletilmekte ardından stent parent arter lümenine yerleştirilmektedir. Bunun dışında stenti yerleştirmek amacıyla ilerletilen kateterin içinden anevrizma koillenebilmekte daha sonra stent yine bu kateter üzerinden koillenmiş anevrizma boynuna yerleştirilebilmektedir. Prosedür balon yardımcı koilleme ile kombine edilebilmekte, bifurkasyon anevrizmalarında anevrizma boynu için bir bariyer oluşturabilmek amacıyla iki stent kullanılabilir.

İşlemle ilişkili komplikasyonlar arasında stentin açılmaması, kinkleşmesi ve yerleştirildiği yerden migrasyonu sayılabilir. Shapiro ve arkadaşlarının yaptığı bir literatür taramasında (2012) stent yardımcı koilleme komplikasyonlarının %4'ünü stentin yerleştirilememesi, %5'ini ise malpozisyon ve stentin yer değiştirmesinin oluşturduğu görülmüştür. Bu çalışmada toplam komplikasyon oranı %19 olarak bulunmuş, işleme bağlı ölüm oranı ise %2,1 olarak tespit edilmiştir. En sık görülen komplikasyon tromboemboli iken (%10), en sık ikinci komplikasyon kanamadır (%2,2). Subaraknoid kanama sonrası stent yardımcı koilleme ile tedavinin değerlendirildiği 17 çalışmanın metaanalizinde (Bodily ve ark, 2011) işlemlerin büyük bir kısmında (%96) hem antikoagülan hem de antiplatelet ilaçların kullanıldığı tespit edilmiş, eksternal ventriküler drenajın gerek duyulduğu hastaların %10'unda da intrakraniyal kanama ile karşılaşılmıştır. Stent yardımcı koillemenin takip anjiyogramlarda karşılaşılan geç bir komplikasyonu stentte stenoza'dır. Bütün stent tiplerinde görülebilen bu komplikasyonun oranı Shapiro ve arkadaşları tarafından (2012) %3,5 olarak ifade edilmiştir.

Stent yardımcı koilleme sonrası tam oklüzyon oranları %59 (Fargen ve ark, 2012) ile %66 (Biondi ve ark, 2013) arasında değişen oranlarda raporlanmıştır. Tekrar tedavi oranları ise %8,3 (Fargen ve ark, 2012) ve %14 (Biondi ve ark, 2013) olarak bulunmuştur. King ve arkadaşları yaptıkları bir literatür incelemesinde (2015) tedaviden hemen sonraki

tam oklüzyon oranını %53; ortalama 14,1 aylık takiplerdeki tam oklüzyon oranını ise %69 olarak bulmuşlardır.

Stent yardımcı koillemede, tek başına coil embolizasyonuna göre komplikasyon oranları daha yüksektir. Stent yardımcı koillemenin değeri rekürrens oranlarını düşürmesiyle ilişkilidir. Ancak bu durum tekrar tedavi oranları göz önüne alındığında belirsiz hale gelmektedir. Uzun dönem faydaları düşük görünmektedir. Randomize çalışmaların olmaması ve stent yardımcı koillemenin tedavisi daha zor olan anevrizmalarda tercih ediliyor olmasından kaynaklanan biastan dolayı yöntemin sadece koilleme ile karşılaştırılmasında güçlükler mevcuttur.

2.2.3.5 Boyun-Köprü (Neck-Bridge) Cihazları

Boyun-köprü cihazları anevrizmanın boynunda olacak şekilde parent artere ya da anevrizma kesesi içine yerleştirilen implantlardır. Coil ile tedavi edilen geniş boyunlu anevrizmalarda koillerin stabilizasyonunu sağlamak, anevrizmanın coil ile doldurulmasına yardımcı olmak ve koillerin migrasyonunu engellemek gibi fonksiyonları vardır. Tasarım ve boynu kaplama oranları açısından farklılık gösterirler. Bu amaçla geliştirilmiş bir cihaz TriSpan (Target Therapeutics/Boston Scientific, Fremont, CA, ABD) olarak bilinmektedir ve kısmen platin ile kaplı, anevrizma kesesi içine yerleştirilebilen üç nitinol teli lupundan oluşmaktadır. İkinci bir mikrokater bu luplardan biri üzerinden ilerletilmekte ve bu kater vasıtasıyla koiller anevrizma kesesine yerleştirilmektedir. Koiller yerleştirilince cihazın lupları coil yumağı içine gömülü hale gelmekte ve elektroliz ile serbestleştirilmektedir. Bu cihaz 2003 yılında piyasadan çekilmiştir. Cihazın baziler arter ve internal karotid arter bifurkasyonlarındaki geniş boyunlu anevrizmaların tedavisinde kullanıldığı birkaç çalışma mevcuttur (Raymond ve ark, 2001). PulseRider (Pulsar Vascular, California, ABD) ve pCONus (Phenox GmbH, Bochum, Almanya) gibi benzer cihazlar için klinik denemelere başlanmıştır ancak anlamlı sonuçlar için yeterli büyüklükte çalışmalar henüz mevcut değildir.

2.2.3.6 Akım Çeviriciler

Kaplı stentlerin ekstrakraniyal dolaşımdaki anevrizmaları oklude etme potansiyeli göz önüne alınarak, anevrizma kesesine gelen kan akımını azaltıp spontan endosakküler

tromboz oluşumunu sağlamak amacıyla düşük poroziteli ve fleksible stentler geliştirilmiştir. Porozite, stentin geçirgen yüzey alanının bütün yüzey alanına oranı olarak tanımlanmaktadır. Tromboz oluşturmak için yeterli olan optimal porozitenin %70 olduğu tespit edilmiştir (Liou ve ark, 2007). Örgülü nitinol telden üretilen düşük poroziteli stentlerin etkinliğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu stentler genel olarak akım çevirici stent olarak adlandırılmaktadır ve özel olarak bu amaç için tasarlanmışlardır. Anevrizma kesesi içindeki akımı azaltmak için akım çevirici stentlerle elde edilen sonuca ulaşmak amacıyla iki konvansiyonel stent iç içe de yerleştirilebilmektedir. Akım çevirici stentler kompleks, geniş boyunlu sakküler ve fuziform anevrizmaların ya da koil embolizasyonu sonrası tekrarlayan anevrizmaların tedavisinde kullanılabilmektedir (Szikora ve ark, 2010).

Akım çevirici stent uygulaması stent yardımcı koilleme tekniğine benzemektedir. Temel farklılıklar işlem sırasında adjuvan koil kullanılıp kullanılmaması ve akım çevirici stentin örgülü yapısından kaynaklanan farklı etki mekanizmasıdır. Bu farklı etki mekanizması uygun çapta ve uzunlukta stentin kullanılmasını daha önemli hale getirmektedir. Ayrıca daha fazla miktarda metal kullanıldığı için etkili dual antiplatelet tedavisi gerekmektedir. Akım çevirici stent yerleştirilmesi sırasında, anevrizma rekürrensini ve geç kanama riskini önlemek için endosakküler koilleme de yapılabilir. İlk akım çevirici stentler yeni tasarımlara göre daha düşük radyal kuvvet oluşturabilmekteydi ve bu da stentlerin açılmasını engelleyebilmekteydi. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için stent lümenine bir balon yerleştirilip şişirilerek stentin açılması sağlanabilmektedir. Akım çevirici stentler parent arter lümeninde genişleyip açıldıkları zaman boyları kısalabilmektedir. Bu sebepten ve stentin anevrizma boynuna ilave olarak boynun her iki tarafında en az 0,5 cm'lik bir alanı da kapatması gerektiğinden akım çevirici stentin boyunun doğru bir şekilde seçilmesi büyük önem taşımaktadır. Bazı durumlarda, özellikle fuziform anevrizmalarda, uzun bir segmentin rekonstrüksiyonunda art arda birkaç adet akım çevirici stent kullanımı gerekebilmektedir.

İşlem ile ilişkili komplikasyonlar arasında tromboemboli, rüptür ve arteriyel oklüzyon sayılabilir. Özellikle akım çevirici stent ile ilişkili olan iki komplikasyon daha bulunmaktadır. Bunlar tedaviden sonraki ilk haftalarda görülebilen spontan anevrizmal kanama ve parenkimal kanamadır. Çok merkezli bir çalışmada akım çevirici stent uygulaması sonrasında ipsilateral strok oranı %5,6 olarak bulunmuştur (Becske ve ark, 2013). İşlemden birkaç hafta ya da ay sonra görülen geç hemoraji oranı retrospektif bir

çalışmada %1 oranında bulunmuştur (Kulcsar ve ark, 2012). Aynı çalışmada parenkimal kanama oranı ise %1,9 olarak tespit edilmiştir. Geç anevrizmal kanama ve parenkimal kanamanın nasıl oluştuğu bilinmemekle beraber dual antiplatelet tedavisinin bu komplikasyonların gelişiminde rolü olduğu düşünülmektedir.

Akım çevirici stentler endosakküller koilleme için uygun olmayan geniş boyunlu anevrizmaların tedavisinde kullanılmıştır. Bu stentlerin etkinliğinin değerlendirildiği ilk çalışmalarda iyi sonuçlar elde edilmiştir. Akım çevirici stent ile tedavi edilen dev anevrizmalarda %60'tan fazla tam oklüzyon oranları bulunmuştur. Bir metaanalizde ise prosedür ile ilişkili erken morbidite oranı %7,9; erken mortalite oranı %2,8; geç morbidite %2,6; geç mortalite %1,3 olarak bulunmuştur (Arrese ve ark, 2013). Ortalama 9 aylık bir takip süresi sonrasında oklüzyon oranı %76,2 olarak tespit edilmiştir. Üretici firmaların sponsorluğunda, çok büyük olmayan prospektif ve retrospektif çalışmalar mevcuttur. Ancak akım çevirici stentlerin tedavi etkinliğini tam olarak değerlendirebilecek randomize, kontrollü çalışmalar mevcut değildir. Bununla birlikte bu stentlerin kompleks ve çok geniş boyunlu anevrizmaların tedavisinde rolü olduğu düşünülmektedir. Ancak bu yöntemin ne kadar yaygınlaşacağını kestirebilmek henüz mümkün değildir.

2.2.3.7 Akım Engelleyiciler

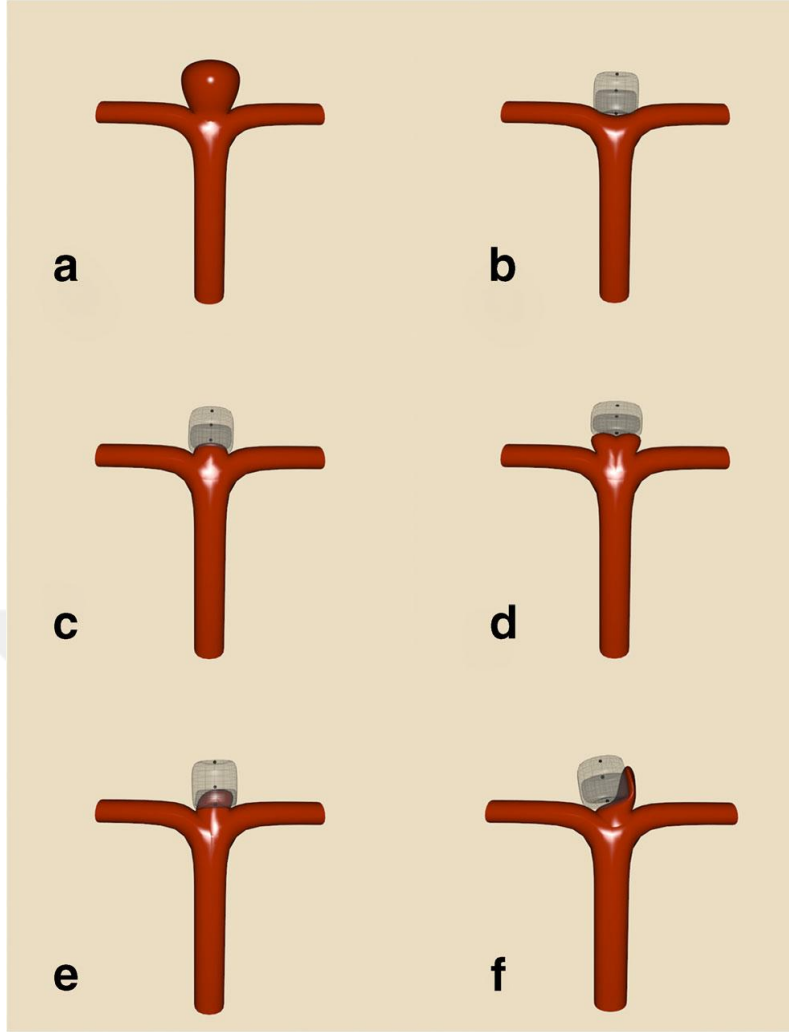
Anevrizma tedavisinde endosakküler koilleme prensibinin bir uzantısı da yine anevrizma kesesi içine, keseyi oklüde edecek tek bir cihazın yerleştirilmesidir. Bu konsept, akım engelleyiciler olarak bilinen yeni endosakküler cihazların geliştirilmesinde önayak olmuştur. Bu cihaz çalışmanın tartışma kısmında ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Eylül 2014 ve Eylül 2017 tarihleri arasında hastanemizin girişimsel radyoloji departmanında WEB ile tedavi edilen hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Bu hastaların tedavi sırasındaki ve takiplerdeki görüntülemeleri ile hasta dosyaları retrospektif olarak incelenmiştir. Hastaların tedavi kararı bir girişimsel radyolog ve bir beyin cerrahı tarafından ortaklaşa verilmiştir. Çalışmamız hastanemizin etik kurulu tarafından onaylanmıştır.

İşlemden önce hastaların klinik durumu modifiye Rankin skalasına göre değerlendirilmiştir. Hastalara işlemden birkaç gün öncesi antiplatelet medikasyon olarak 30 mg yükleme dozuyla prasugrel verilmiştir ve işleme kadar hastalar günde 10 mg prasugrel almaya devam etmiştir. Rüptüre anevrizma ile başvuran hastalarda ise prosedür öncesinde antiplatelet medikasyon uygulanmamıştır. 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 artere 6 F uzun bir sheath ile girilerek sheath alt servikal damarlar seviyesine ilerletilmiştir. Daha sonra bu sheath içinden 6 F bir kılavuz kateterle servikal internal karotid arter ya da vertebral artere ulaşılmıştır. Bu kılavuz kateter içinden uygun boyutaki VIA kateter (Sequent Medikal, California, ABD) ile anevrizmaya ulaşılmış ve WEB cihazı anevrizma içine getirilmiştir. Cihazın anevrizma içine yerleştirilmesi stent ya da koil yerleştirilmesine benzemektedir. Bir taraftan kateter yavaşça çekilirken diğer taraftan cihaz da yavaşça itilmektedir. Cihaz yerleştirilirken cihazın distal opak marker'ının anevrizmanın fundusuna gelmesi amaçlanmıştır. Proksimal marker ise boyun hizasına denk getirilmiştir. Eğer cihazın boyutunun ve oryantasyonunun uygun olduğuna karar verildiyse cihaz elektrotermal bir sistem ile serbestleştirilmiştir. Eğer cihazın boyutunun ve oryantasyonunun uygun olmadığı düşünülüyse cihaz resheath edilip tekrar yerleştirildikten sonra serbestleştirilmiştir. Hastalara işlemden sonra altı ay boyunca günde 10 mg prasugrel reçete edilmiştir.

Kontroller işlemden sonra birinci ay, altıncı ay, birinci yıl ve daha sonra yıllık olarak yapılmak üzere hastalar tekrar çağırılmıştır. Kontroller MR anjiyografi ya da dijital subtraksiyon anjiyografisi ile yapılmıştır. Görüntüler işlemi yapan girişimsel radyolog tarafından değerlendirilip oklüzyon oranı Caroff ve arkadaşlarının (2014) kullandığı oklüzyon skalasına göre derecelendirilmiştir (Şekil 7). Bu skalaya göre a tedavi öncesi durumu, b tam oklüzyonu, c cihazın proksimal resesinde opasifikasyonu, d boyun kalıntısını, e WEB'in içine rezidüel akımı ve f anevrizma kalıntısını ifade etmektedir. Hastaların takip için geldikleri en son başvuruda yapılan görüntülemedeki oklüzyon durumu değerlendirmeye alınmıştır. Son kontrol başvurusu sırasında hastanın klinik durumu yine modifiye Rankin skorlamasına göre değerlendirilmiştir.



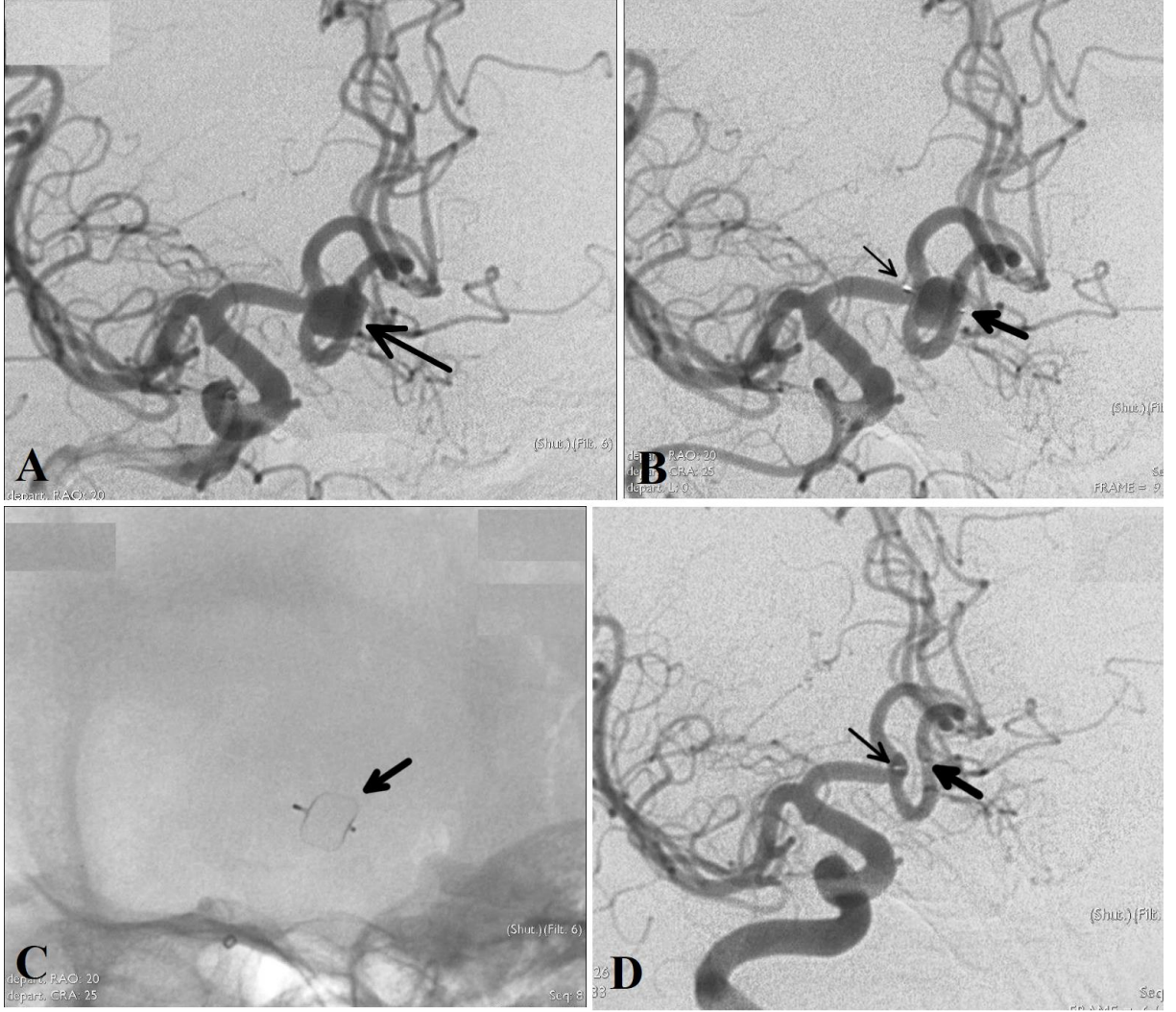
Şekil 7. Anjiyografik takip için çalışmamızda kullandığımız anatomik skala. (Caroff J, Mihalea C, Dargento F, et al. Woven Endobridge (WEB) Device for endovascular treatment of ruptured intracranial wide-neck aneurysms: a single-center experience. Neuroradiology 2014;56:755–61. Springer Nature'ın izniyle tekrar basılmıştır.)

4. BULGULAR

Eylül 2014 – Eylül 2017 tarihleri arasında hastanemize intrakraniyal anevrizma tedavisi için başvuran ve girişimsel radyoloji departmanında WEB ile tedavi edilen 35 hastaya ait 35 anevrizma tespit edildi. Hastalara ait demografik bilgiler Ek 1’de gösterilmektedir. Hastaların 20’si kadın, 15’i erkekti. Yaş ortalaması 55, yaş aralığı ise 32

– 76 olarak bulundu. Tüm hastalara tedavi öncesinde tanısal anjiyografi yapılmıştır. Tedavi edilen anevrizmaların ortalama çapı 6,4 mm; çap aralığı ise 3,5 – 12 mm idi. Boyun genişliği ortalama 4,1 mm; aralık 1,5 – 10 mm idi. Anevrizmaların 30'unun (%85) geniş boyunlu olduğu saptandı (boyun genişliği ≥ 4 mm). Anevrizmaların 24'ü (%68) orta serebral arter bifurkasyonu, 5'i (%14) baziler tepe, 4'ü (%12) anterior komunikan, biri (%3) internal karotid arter tepe, biri de (%3) orta serebral arter M1 segmenti yerleşimli idi. İşlem öncesinde modifiye Rankin skoru 16 hastada 0; 14 hastada 1; 1 hastada ise 2 idi. Rüptüre bağlı subaraknoid kanaması olan dört hastadan ikisinin Hunt-Hess grade'i 1; birinin 3; birinin ise 4 idi. Bu hastalar kanamadan sonra 1 – 2 gün içerisinde işleme alınmıştır. Geriye kalan 31 hastanın tedavisi elektif olarak yapılmıştır. Tüm hastalarda WEB cihazı başarılı bir şekilde anevrizma kesesi içine yerleştirilebilmiştir. Dolayısıyla çalışmamızdaki teknik başarı %100'dür. Yirmi dört hastaya ait takip görüntüleri mevcut idi. İşlem ile son takip başvurusu arasında geçen süre ortalama 10 ay, süre aralığı ise 1 – 33 aydı. Son takipteki görüntülemeler 6 hastada MRA ile, 18 hastada ise DSA ile yapıldı. Bu 24 hastanın 12'sinde tam oklüzyon, 10'unda sadece proksimal reses opasifikasyonu, birinde boyun kalıntısı, birinde ise anevrizma kalıntısı saptandı. Tam oklüzyon, proksimal reses opasifikasyonu ve boyun kalıntısı yeterli oklüzyon olarak kabul edildiği için 24 hastanın 23'ünde (%95) yeterli oklüzyonun sağlandığı tespit edildi (Şekil 8 ve 9). Anevrizma kalıntısı saptanan bir hasta (vaka 21) akım çevirici stent ile tedavi edildi. Bu hastada stentin yerleştirilmesinden 4 ay sonra çekilen MRA'da sadece boyun kalıntısı olduğu görüldü. Diğer hastalarda WEB dışında stent, koil gibi ek bir tedavi modalitesi kullanılmamıştır. Takiplerde klinik bilgi ise 27 hastada mevcut idi. Bu hastalardan 23'ünde rüptüre olmamış, 4'ünde rüptüre olmuş anevrizma vardı. Rüptüre olmamış anevrizmalı hastaların takiplerinde 11 hastada mRS 0, 11 hastada 1, bir hastada ise 2 idi. Rüptüre anevrizması olan hastalardan Hunt-Hess grade'i 1 olan bir hastada takip mRS 2; bir hastada ise 0 idi. Hunt-Hess grade'i 3 olan hastada takip mRS 4, Hunt-Hess grade'i 4 olan hastada ise 6 olarak tespit edildi. Çalışmamızda morbiditenin tanımı, WEBCAST çalışmasında olduğu gibi kabul edilmiştir [Pierot ve ark, 2016 (a)]. Bu çalışmaya göre morbidite; tedavi öncesi mRS ≤ 2 iken tedavi sonrası mRS'nin >2 olması ya da preoperatif mRS >2 iken tedavi sonrası mRS'de en az bir puanlık artış olması olarak tanımlanmıştır. Bu tanım göz önüne alındığında hastalarımızda morbidite tanımına uyacak mRS artışı saptanmadığından morbidite oranı %0'dır. Takipler sırasında bir hasta (vaka 26) hayatını

kaybetmiştir. Ancak ölüm sebebi ortaya konamayan hasta tedavi ile ilişkili morbidite grubuna alınmamıştır.



Şekil 8. Elli sekiz yaşında kadın hasta (Vaka 11). A. Anterior DSA'da anterior komunikan arter yerleşimli anevrizma görülüyor (ok). B. WEB cihazı anevrizma kesesi içine yerleştirildikten hemen sonra elde edilen görüntüde cihazın proksimal (ince ok) ve distal (kalın ok) opak marker'ları dikkati çekiyor. C. Subtrakte edilmemiş görüntüde cihazın sınırları ve marker'ları daha net görülüyor (ok). D. Sekiz ay sonra elde edilen kontrol DSA'da cihazın proksimal (ince ok) ve distal (kalın ok) opak marker'ları görülüyor. Anevrizmanın total oklüde olduğu, kese içine hiç doluşun olmadığı izleniyor.

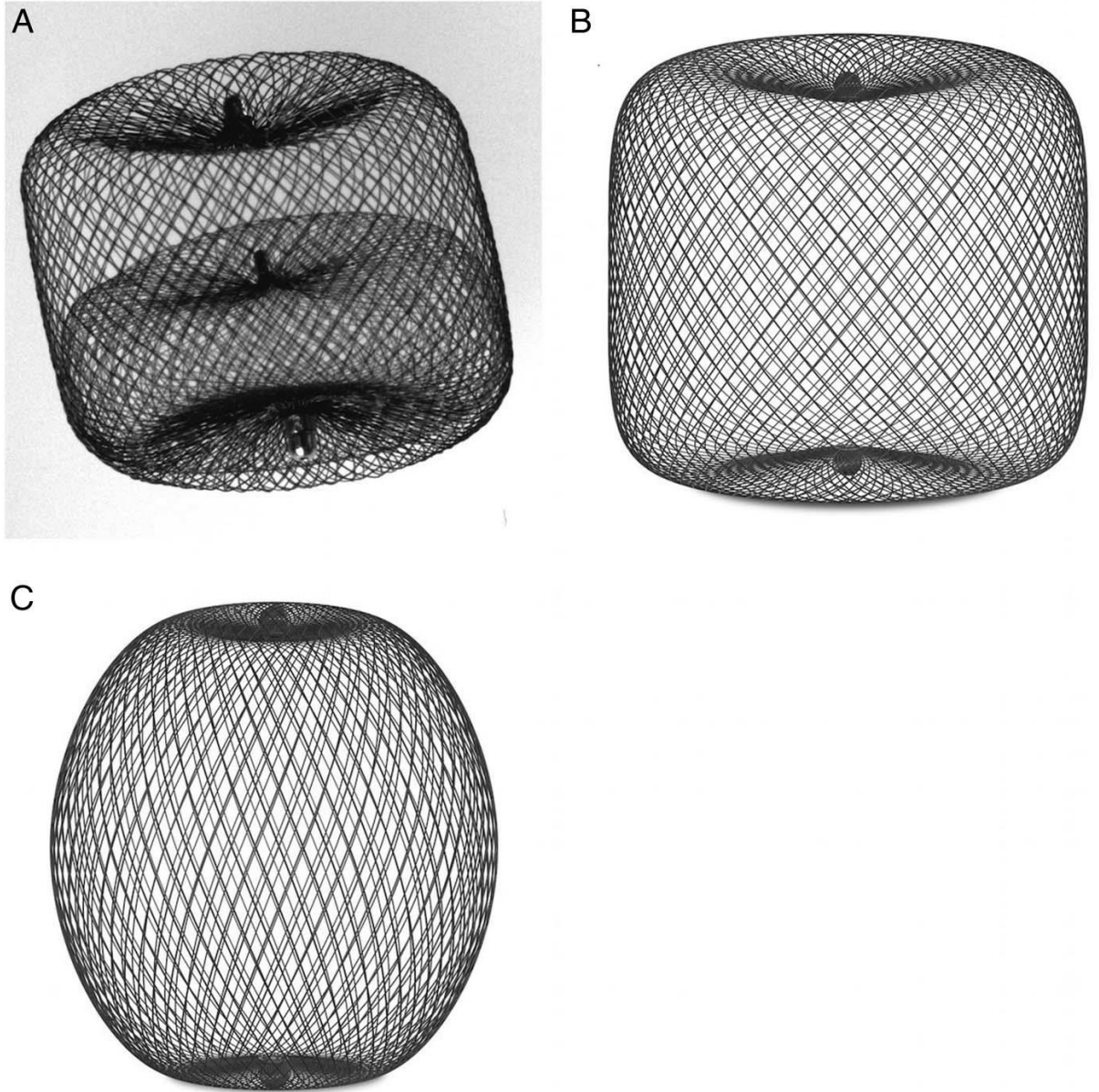


Şekil 9. Altmış beş yaşında kadın hasta (vaka 19). A. DSA'da baziler tepe yerleşimli anevrizma görülüyor (ok). B. WEB cihazının yerleştirilmesinden hemen sonra elde edilen görüntüde cihazın (ok) marker'ları görülebiliyor. C. Altı ay sonra elde edilen kontrol DSA'da anevrizmanın total oklüzyonu dikkati çekiyor (ok).

5. TARTIŞMA

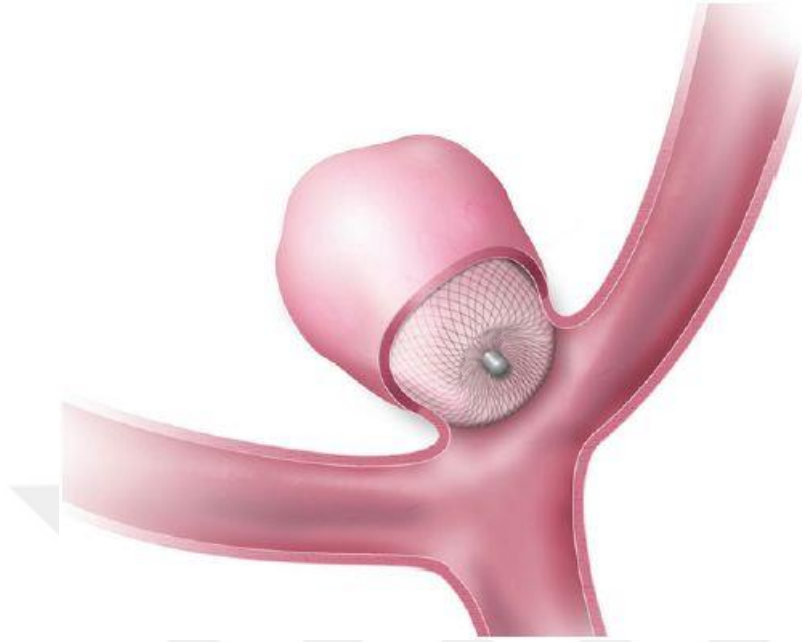
Son dekatlarda, rüptüre olmamış veya rüptüre olmuş intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde endovasküler yöntemler iyi sonuçların elde edildiği standart tedavi yöntemleri haline gelmiştir. Özellikle uluslararası subaraknoid anevrizma çalışması (Molyneux ve ark, 2002) ve CLARITY çalışmasından (Cognard ve ark, 2011) sonra endovasküler yöntemler intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde tercih edilen yöntemler olmuştur. Anevrizmaların endovasküler tedavisindeki yeni gelişmeler ise tedavi anlayışını değiştirmiştir. Akım çeviricilerin intrakraniyal anevrizma tedavisindeki başarısı tedavi stratejilerindeki ilgiyi anevrizmanın kubbesinden boynuna kaydırmıştır. Bununla beraber akım çevirici ile tedavi edilen hastalarda artmış tromboemboli riski sebebiyle uygulanan ikili antiplatelet tedavisi de akım çeviricilerin yaygın kullanımını sınırlandırmakta ve rüptüre olmuş anevrizmalarda kullanılmasını engellemektedir. İntrasakküler akım engelleyiciler akım çeviricilere benzer şekilde çalışan ancak anevrizma kesesi içine yerleştirilen cihazlardır. Bu cihazların kullanımı ile amaçlanan, anevrizma boynunu kapatarak anevrizma kesesi içine kan akımını engellemek ve trombüs oluşumunu sağlamaktır. Bu yüzden bu cihazlar intrasakküler akım engelleyiciler olarak da bilinmektedir. İntrasakküler akım engelleyiciler parent arter segmentinde endolüminal bir rekonstrüksiyona gerek kalmadan anevrizma boynunda akım çevrimini de sağlamaktadır.

Günümüzde intrasakküler akım engelleyici olarak kullanılan cihaz Sequent Medikal (California, ABD) tarafından üretilen ve Woven EndoBridge (WEB) olarak bilinen cihazdır. WEB sistemi kendi kendine genişleyebilen, örülmüş nitinol telinden imal edilmiş, proksimalinden ve distalinden basık, sferoid bir cihazdır. Cihazın çift tabaka (dual-layer, WEB-DL), tek tabaka (single-layer, WEB-SL) ve tek tabaka yuvarlak (single-layer sphere, WEB-SLS) olmak üzere üç tipi vardır (Şekil 10 ve 11).



Şekil 10. A. WEB-DL. B. WEB-SL. C. WEB-SLS. (Mine B, Goutte A, Brisbois D, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with the Woven EndoBridge device: mid

term and long term results. J Neurointerv Surg 2017 Feb 20. BMJ Publishing Group Ltd.'nin izniyle tekrar basılmıştır.)



Şekil 11. WEB cihazı bir bifurkasyon anevrizması içine yerleştirilmiş olarak görülüyor. (Pierot L, Klisch J, Cognard C, et al. Endovascular WEB Flow Disruption in Middle Cerebral Artery Aneurysms: Preliminary Feasibility, Clinical, and Anatomical Results in a Multicenter Study Neurosurgery 2013;73:27–34. Oxford Univesity Press'in izniyle yeniden basılmıştır.)

İlk olarak üretilen WEB tipi WEB-DL'dir ve 4 - 11 mm arasında değişen çaplarda ve 3 - 9 mm arasında değişen yüksekliklerde üretilmektedir. WEB-DL proksimal, orta ve distal olmak üzere üç radyoopak marker ile birbirine tutturulmuş iki adet nitinol meşten oluşmaktadır. İç ve dış meş, çapı 19 – 38 µm arasında değişen 108 ya da 144 nitinol telden oluşmaktadır. Sonuç olarak WEB-DL, intrasakküler akımı engelleyen toplamda 216 ya da 288 telden oluşmaktadır. Meşlerden küçük olanı büyük olanının içinde ve proksimaline oturmuş durumdadır. Marker'lardan ikisi iç ve dış meşin distal ucunda, orta hatta yerleşmiştir. Üçüncü marker ise cihazın trombüs oluşumunu engellemek üzere konkav bir şekilde tasarlanmış olan en proksimal kısmında yine orta hatta bulunmaktadır. WEB-SL daha sonra piyasaya sürülmüştür ve bu cihazda internal meş bulunmamaktadır. WEB-SL'de daha çok nitinol tel bulunmaktadır. Dört milimetre çapındaki WEB-SL 144 tel içerirken, 11 mm çapındaki WEB-SL cihazı 216 tele sahiptir. WEB ailesinin en son üyesi

ise WEB-SLS'dir. WEB-SL ve WEB-SLS en distal ve proksimal uçlarda, orta hatta yerleşmiş ikişer adet radyoopak marker içermektedir. WEB-SL ve WEB-SLS'nin floroskopi altında görünürlüğünü arttırmak amacıyla platin-nitinol kompozit tellerden üretilen WEB-SL EV ve WEB-SLS EV (Enhanced Visualization) ürünleri piyasaya sürülmüştür. WEB-SL cihazı 4 – 11 mm arasında değişen çaplarda ve 3 – 7 mm arasında değişen uzunluklarda üretilmektedir. WEB-SLS küre şekilli olarak 4 – 11 mm arasında değişen çaplarda ve 2,6 – 9,6 mm arasında değişen uzunluklarda üretilmektedir. Çapı 4 – 7 mm arasında değişen WEB cihazları 0,021 inç iç çaplı mikrokaterler vasıtasıyla, çapı 8 – 9 mm arasında değişen WEB cihazları 0,027 inç iç çaplı mikrokaterler vasıtasıyla ve çapı 10 – 11 mm arasında değişen WEB cihazları 0,033 inç iç çaplı mikrokaterler vasıtasıyla anevrizma içine yerleştirilebilmektedir. Sequent Medikal 2012 Aralık ayından itibaren WEB cihazlarının yerleştirilmesinde kullanılmak üzere VIA kateterlerini üretmektedir. Bu kateterler VIA 21 (0,021 inch), VIA 27 (0,027 inch) ve VIA 33 (0,033 inch) olarak bilinmektedir. Yakın zamanda VIA 17 (0,017 inch) de piyasaya sunulmuştur. WEB cihazı anevrizma kesesi içine yerleştirildikten sonra elle kontrol edilen elektrotermal bir sistem ile serbestleştirilmektedir. Serbestleştirilmeden önce ise istenildiği zaman geri alınabilmektedir. WEB cihazının CE sertifikası olduğu için cihaz Avrupa'da kullanılabilmekte ancak FDA onayı olmadığı Amerika'da kullanılmamaktadır.

WEB intrasakküler akım engelleyici cihaz, Ding ve arkadaşları tarafından (2011) in vivo bir anevrizma modelinde cihazın anevrizma oklüzyonundaki kısa ve uzun dönemdeki performansını değerlendirmek amacıyla Yeni Zelanda beyaz tavşanlarında elastaz kullanılarak oluşturulmuş 24 anevrizmada denenmiştir. Tedavi sonrası anevrizmalar 1, 3, 6 ve 12. aylarda takip edilmiştir. Cihazın yerleştirilmesinden 10 dakika sonraki oklüzyon oranı 4 dereceli bir sistem ile derecelendirilmiştir. Bu sistemde grade 1 akımın tamamen kesilmesi, grade 2 akımın tama yakın kesilmesi, grade 3 anevrizmaya akımın devamı ile birlikte staz, grade 4 ise anevrizmaya akımın engellenme olmaksızın devamı olarak belirlenmiştir. Kronik oklüzyon 3 dereceli bir sistem ile değerlendirilmiştir. Bu sistemde grade 1 tam oklüzyon, grade 2 tama yakın oklüzyon ve grade 3 tam olmayan oklüzyon olarak ifade edilmiştir. Tedaviden hemen sonra anevrizmaların %29'unda grade 1 oklüzyon, %54'ünde ise grade 2 oklüzyon görülmüştür. Takipte, anevrizmaların %33'ünde tam oklüzyon, %58'inde tama yakın oklüzyon, %8'inde ise tam olmayan oklüzyon tespit edilmiştir. Stabil anevrizma oklüzyonu anevrizmaların %29'unda, progresif oklüzyon %58'inde görülmüştür. Rekanalizasyon ise anevrizmaların %13'ünde tespit edilmiştir.

Çalışma, WEB cihazının kısa ve uzun dönemdeki anevrizma oklüzyon oranlarının umut verici olduğunu göstermiştir.

Ding ve arkadaşlarının çalışmasından sonra Klisch ve arkadaşları (2011) intrakraniyal anevrizması olan iki hastada WEB intrasakküler akım engelleyici cihazı kullanmışlardır. Bu çalışma WEB'in insanlarda kullanıldığı ilk çalışmadır. Bu hastalardan ilkinde cerrahi olarak kliplenmiş iki, takip edilen bir, akım çevirici ile tedavi edilmesi planlanan bir ve bir adet de baziler apeks yerleşimli olmak üzere beş adet anevrizma bulunmaktaydı. Klisch ve arkadaşları baziler apeks yerleşimli 4,6x5,5 mm boyutlarında olan ve boynu 2,1 mm genişliğindeki anevrizmanın tedavisinde 6x3 mm boyutlarında bir WEB-DL cihazı kullanmışlardır. Cihazın yerleştirilmesinden sonraki yarım saat içinde elde edilen seri anjiyogramlarda anevrizma içine gelen kan akımının önce anevrizmanın distalinde sonra da boynunda hızlı ve progresif bir şekilde azaldığını görmüşlerdir. Cihazın yerleştirilmesinden sonra sol posterior serebral arterin P1 segmentinde hafif bir darlık görülmüş ancak BT ve MR görüntülemelerinde parenkimal infarkta rastlanmamıştır. Tedaviden sekiz hafta sonra elde edilen kateter anjiyogram ve MR anjiyogramlarda anevrizmanın tam olarak oklüde olduğu, sol posterior serebral arterin P1 segmentindeki darlığın ise değişmediği görülmüştür. İkinci hastada ise ikisi 4 mm'den daha az olduğu için takip edilen üç adet anevrizma bulunmaktaydı. Klisch ve arkadaşları hastanın 7x4,6 mm boyutlarında olan, boynu ise 3,3 mm genişliğindeki orta serebral arter anevrizmasını WEB intrasakküler akım engelleyici cihaz ile tedavi etmişlerdir. Bu hasta için de 6x3 mm boyutlarında bir WEB cihazı kullanılmış, cihazın yerleştirilmesinden sonra ilk hastadakine benzer şekilde anevrizma içine gelen kan akımının hızlı ve progresif bir şekilde azaldığını görmüşlerdir. Hastada işlem sonrası herhangi bir komplikasyon gelişmemiş, sekiz hafta sonra elde edilen kateter anjiyogram ve MR anjiyogramlarda anevrizmanın yine tam olarak oklüde olduğu saptanmıştır. Bu çalışma ile Klisch ve arkadaşları WEB intrasakküler akım engelleyici cihazın rüptüre olmamış intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde kullanılabileceğini göstermişlerdir.

Bu çalışmadan sonra Pierot ve arkadaşları 2012 (b) yılında intrakraniyal anevrizma tedavisinde intrasakküler akım engelleyici kullanımı ile ilgili çok merkezli bir çalışmanın ön sonuçlarını yayınlamışlardır. Avrupa'daki üç merkezin katıldığı çalışmada 20 hastanın 21 anevrizması WEB cihazı kullanılarak tedavi edilmiştir. On altısının geniş boyunlu anevrizma olduğu bu anevrizmalardan 4'ü internal serebral arter, 8'i orta serebral arter, 5'i

anterior komunikan arter ve 4'ü baziler arter yerleşimli idi. Yirmi bir anevrizmanın 16'sı sadece WEB kullanılarak tedavi edilmişken kalan 5 anevrizmada koilleme ve/veya stent kullanılmıştır. Bir hastada tromboemboli gelişmiş, bir hastada ise cihazın yanlışlıkla serbestleştirilmesi yüzünden geri alınması gerekmiştir. Bu hastada herhangi bir yan etki görülmemiştir. Tam oklüzyonun ya da boyun kalıntısının yeterli oklüzyon olarak kabul edildiği bu çalışmada 2-8 aylık kısa süreli takipte anevrizmaların %80'inde yeterli oklüzyon tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada, koilleme ile tedavi edilen hastaların değerlendirildiği geniş seriler ile mukayese edilebilecek yan etki, morbidite ve mortalite oranları görülmüştür. Çalışmada tedavi ile ilişkili mortalite ile karşılaşılmazken bir hastada (%4,8) prosedür sonrası hemiparezi görülmüş ancak hastanın kliniği hızlı bir şekilde düzelmiştir.

Pierot ve arkadaşları daha sonra 2013 yılında 33 hastadaki orta serebral arter yerleşimli 34 anevrizmayı WEB ile tedavi etmiş ve ön sonuçlarını yayınlamışlardır. Beş Avrupa merkezinin dahil olduğu bu çalışmada tedavi edilen anevrizmaların %85,3'ü rüptüre olmamış anevrizmalardı. Anevrizmaların %85,3'ü 5 – 10 mm boyutlarında idi. Yüzde 88,2'sinde ise boyun 4 mm'den genişti. Geniş boyunlu ve elverişsiz morfolojili anevrizmaların dahil edildiği bu çalışmada sadece bir hastada uygun boyutta cihaz olmadığı için tedavi başarısız olmuştur. Otuz üç anevrizmanın 29'unda sadece WEB kullanılmıştır. Tedavinin mortalitesi %0, morbiditesi ise %3,1 olarak tespit edilmiştir. Kısa süreli takipte (2 – 12 ay) anevrizmaların %83,3'ünde yeterli oklüzyon (tam oklüzyon veya boyun kalıntısı) görülmüştür.

Lubicz ve arkadaşları 2014 yılında intrakraniyal anevizmaların WEB ile tedavisinden sonraki oklüzyon stabilitelerinin değerlendirildiği bir çalışma yayınlamışlardır. Avrupa'dan 12 nörogirişimsel merkezinin katıldığı çalışmada WEB-DL ile tedavi edilen 45 hastanın 45 anevrizmasının oklüzyon durumu retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Tedavi sonrası kısa ve orta dönemdeki oklüzyonun değerlendirildiği çalışmada oklüzyon oranı; tam oklüzyon, cihazın proksimal resesinin opasifikasyonu, boyun kalıntısı ve anevrizma kalıntısı olmak üzere dört dereceli bir sistem ile değerlendirilmiştir. Geniş boyunlu ve bifurkasyon yerleşimli bu 45 anevrizmanın 26'sı orta serebral arterde, 13'ü posterior sirkülasyonda, 5'i anterior komunikan arterde, biri ise internal karotid arter terminali yerleşimli idi. Anevrizmaların 42'si rüptüre olmamış anevrizmalar idi. Takiplerde hastaların %93,3'ünde, son kontrolde iyi klinik sonuç (mRS <

2) tespit edilmiştir. Tam oklüzyon, proksimal resesin opasifikasyonu veya boyun kalıntısı yeterli oklüzyon olarak kabul edilmiş ve kısa süreli takipte (median 6 ay) 37 hastanın 30'unda (%81,1) görülmüştür. Orta vadeli takipte ise (median 13 ay) 29 hastanın 26'sında (%89,7) yeterli oklüzyon saptanmıştır. İki hastada (%7,1) rekanalizasyon tespit edilmiştir. Böylece WEB'in geniş boyunlu anevrizmalarda stabil oklüzyon sağlayabileceği gösterilmiştir.

Intrakraniyal anevrizmaların intravasküler tedavisinde WEB kullanımı ile ilgili geniş çalışmalardan biri 2014 yılında Papagiannaki ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Fransa'daki 11 nörogirişimsel merkezin katıldığı çalışmaya 83 hastanın 85 anevrizması dahil edilmiştir. Yetmiş dokuz anevrizmada (%92,9) teknik başarı elde edilmiştir. Dokuz hastada (%10,8) prosedür sırasında ve hemen sonrasında komplikasyon ile karşılaşmıştır. Üç hastada (%3,9) kalıcı deformite gelişmiştir. Bir aylık morbidite %1,3; mortalite %0 olarak belirlenmiştir. Tedavi edilen 79 anevrizmanın 65'inde (%82,3) 3 – 24 ay sonra kontrol anjiyografik değerlendirme yapılmıştır. Kontrol anjiyogramlarda bu 65 anevrizmanın 37'sinde (%56,9) tam oklüzyon, 23'ünde boyun kalıntısı (%35,4), 5'inde (%7,7) anevrizma kalıntısı tespit edilmiştir.

WEB'in antiplatelet tedavi gerektirmeyebilmesi rüptüre olmuş anevrizmaların tedavisinde kullanımı için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Literatürde WEB'in rüptüre olmuş anevrizmalarda da uygun bir seçenek olabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Örneğin Caroff ve arkadaşları (2014) rüptüre olmuş geniş boyunlu anevrizması olan altı hastanın WEB ile tedavisi ile ilgili deneyimlerini rapor etmişlerdir. Üçünde orta serebral arter, üçünde anterior komunikan arter anevrizması olan bu altı hastada rüptürden 1 – 14 gün sonra WEB uygulanmıştır. Anevrizmaların ortalama boyun genişliğinin 4,5 mm olduğu bu çalışmada işlem sırasında iki hastada tromboembolik olay gelişmiş ve hastalar intraarteryel antiplatelet ile tedavi edilmiştir. Taburculuk sırasında modifiye Rankin skoru tüm hastalarda 0 olarak tespit edilmiştir. Üç ay sonraki anjiyografik takipte altı hastanın dördünde (%67) yeterli oklüzyon görülmüştür. Bu çalışma ile geniş boyunlu, rüptüre olmuş anevrizmaların akut dönemde endovasküler tedavisinde WEB'in kullanılabileceği gösterilmiştir.

Cihazın rüptüre olmuş anevrizmalarda kullanılabileceğini gösteren bir başka çalışma van Rooij ve arkadaşları tarafından 2016 yılında yayınlanmıştır. Bu çalışmada ortalama boyutu 4,9 mm olan ve 24'ü geniş boyunlu olan 32 rüptüre anevrizma WEB ile

tedavi edilmiştir. Anevrizmaların tümü yeterli derecede oklüde edilmiş, prosedür sırasında rüptür görülmemiş ve WEB ile ilişkili komplikasyon ile karşılaşılmamıştır. Ek stent ya da balon kullanılmamıştır. Üç hastada tromboembolik olayla karşılaşmış, bu hastaların birinde infarkt gelişmiş, iki hastada ise semptom görülmemiştir. Prosedür ile ilişkili komplikasyon oranı %3 olarak tespit edilmiştir. Hastaneye başvuru sırasında kliniği kötü olan yedi hasta subaraknoid kanama sekellerine bağlı olarak hayatını kaybetmiştir. İşlemden üç ay sonra anjiyografik kontrolü olan 18 hastadan 16'sında anevrizmalarda yeterli oklüzyonun devam ettiği görülmüştür. İki anevrizmada rekanalizasyon olmaksızın cihazda hafif kompresyon görülmüştür. Klinik takibi olan 25 hastanın 24'ünde modifiye Rankin skoru 1, 1'inde ise 4 olarak saptanmıştır. Takip sırasında, tedavi edilen anevrizmalarda yeniden kanama ile karşılaşılmamıştır.

Bu çalışmayı devam ettiren Rooij ve arkadaşları 2017 yılında, WEB ile tedavi ettikleri rüptüre anevrizması olan 100 hastanın sonuçlarını yayınlamışlardır. Tedavi 77 hastada subaraknoid kanamadan sonra 0 – 1 gün içinde, 16 hastada 2 – 4 gün içinde, 7 hastada >4 gün içinde yapılmıştır. İşlem sırasında balon ya da stent kullanılmamıştır. Altmış altısı geniş boyunlu olan bu anevrizmalardan birinde intraprocedürel perforasyon görülmüştür. Dokuz hastada tromboembolik olay gelişmiştir. Kanaması kötü gradeli olan bir hasta ölmüş, üç hastada ise nörolojik defisit kalmıştır. Tedavi ile ilişkili toplam morbidite-mortalite oranı %4 bulunmuştur. Yetmiş dört hastanın üç aylık anjiyografik takibi vardı. Hastaların 54'ünde (%73) tam oklüzyon, 17'sinde (%23) boyun kalıntısı görülmüştür. Üç hastada (%4) yeterli oklüzyon sağlanamamıştır. Yani üç aylık anjiyografik takibi olan hastaların %96'sında yeterli oklüzyon sağlanabilmiştir. Toplamda rekanalizasyon-tekrar tedavi oranı %6,8 olarak bulunmuştur. Takipte yeniden kanama saptanmamıştır. Böylece WEB'in rüptüre olmuş anevrizmalarda da güvenli ve etkin bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

Ancak literatürde WEB ile intrakraniyal anevrizma tedavisinde her zaman istenen sonuçların elde edilemeyeceğini gösteren bir çalışma da mevcuttur. Cognard ve arkadaşları 2015 yılında WEB ile tedavi ettiği geniş boyunlu, ikisi rüptüre toplamda 15 bifurkasyon anevrizmasının sonuçlarını yayınlamışlardır. On iki hastada WEB DL, 3 hastada ise WEB SL kullanmışlardır. Hastalar prosedürden sonra ilki 3 – 6. aylarda, ikincisi ise 18 – 20. aylarda olmak üzere iki kez DSA ve MRA ile değerlendirilmiştir. Prosedürden hemen sonra elde edilen görüntüler ile ilk takip incelemeleri karşılaştırıldığında 14 vakanın

10'unda (%71,5); birinci ve ikinci takip incelemeleri karşılaştırıldığında ise 7 vakanın 4'ünde (%57,2) kötüleşme olduğu görülmüştür. İlk takipte 14 vakanın 8'inde (%57,2); ikinci takipte ise 7 vakanın 3'ünde (%42,8) WEB cihazında kompresyon olduğu saptanmıştır. Son anjiyografi incelemesinde 14 vakanın sadece birinde (%7,2) tam oklüzyon, sekizinde (%57,2) boyun kalıntısı, beşinde (%35,7) anevrizma kalıntısı tespit edilmiştir. Cognard ve arkadaşları WEB cihazının kompresyonunun subtrakte edilmemiş, kemik süperpozisyonunun daha az olduğu anteroposterior, lateral ve bioblik projeksiyonlarda daha iyi değerlendirilebileceğini ve bu kompresyonun muhtemelen anevrizma rekanalizasyonu ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Her üç WEB cihazı tipinin de (double layer, single layer ve double layer sphere) kullanıldığı, 14'ü rüptüre ve 51'inin boynu 4 mm'den geniş olan toplamda 55 anevrizmanın tedavi edildiği bir çalışmada 6 hastada (%12) işlem sırasında komplikasyon ile karşılaşmıştır (Behme ve ark, 2015). Bu altı hastanın ikisinde tromboembolik olay, ikisinde trombüs oluşumu, birinde posterior serebral arterde yüksek dereceli stenoz, birinde ise anevrizma rüptürü görülmüştür. Ancak bu komplikasyonların hiçbirisi sekele sebep olmamıştır. Üç aylık takip görüntülemesi olan 44 anevrizmanın %66'sında tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada değerlendirilen bir başka husus da deneyimin anatomik sonuçlar üzerine etkisidir. Çalışmada iyi anatomik sonuç elde etme oranı çalışmanın başlangıcı olan 2012 yılında %40 iken 2014 yılında %75'e ulaşmıştır. Cihaz tiplerinin tedavi başarısı arasında ise anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Rüptüre olmuş anevrizmalarda WEB-SL kullanıldığında ise 6 vakanın 5'inde (%83) iyi sonuçlar elde edilmiştir. Anatomik lokalizasyona göre oklüzyon oranlarına bakıldığında anterior komunikan arter anevrizmalarının %38'inde, orta serebral arter ve baziler arter anevrizmalarının %71'inde iyi sonuçlar elde edildiği tespit edilmiş ancak bu oranlar arasında da anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Lubicz ve arkadaşları 2015 yılında yayınladığı çalışmadan sonra bu çalışmaya dahil olan hastalardan uzun süreyle takip edilenlerinin sonuçlarını 2016 yılında Pierot ve arkadaşları rapor etmiştir. İlk çalışmaya dahil edilen 45 hastanın 26'sına ait 26 anevrizma uzun süreyle takip edilmiştir (median 27,4 ay). Bu hastalardan sadece WEB ile tedavi edilen ve takip sırasında tekrar tedavi edilmeyen 19 hastanın; 9'u (%47,4) proksimal reses opasifikasyonu olmak üzere toplamda 13'ünde (%68,4) tam oklüzyon, 3'ünde (%15,8) boyun kalıntısı ve 3'ünde (%15,8) anevrizma kalıntısı görülmüştür. Yeterli oklüzyon (tam

oklüzyon, proksimal reses opasifikasyonu, boyun kalıntısı) hastaların %84,2'sinde görülmüştür. Orta ve uzun vadeli takipler arasında anevrizma oklüzyonu bütün vakalarda stabil kalmıştır. Bu çalışma WEB'in geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmalarında uzun süreli stabil oklüzyon sağlayabileceğini göstermiştir.

WEB'in güvenliğinin değerlendirildiği Birleşik Krallık kaynaklı bir çalışmada (Lawson ve ark, 2018) 112 prosedürün 104'ünde (%92,9) teknik başarı elde edilmiştir. En sık görülen yan etki tromboemboli olarak tespit edilmiştir ve hastaların %15,6'sında görülmüştür. Toplamda 11 hastada (%10,1) kalıcı sekel gelişmiştir. Taburculuktan önce ölüm oranı %0, üç aydan uzun süreli takiplerde %5 (100 hastanın 5'inde) bulunmuştur. Taburculuk sırasında morbidite (modifiye Rankin skorunun 2'den fazla olması) %1,8 (109 hastanın 2'sinde); üç aydan uzun süreli takiplerde ise %6 (100 hastanın 6'sında) tespit edilmiştir.

Clajus ve arkadaşlarının 2016 yılında yayınladığı çalışmada ise WEB ile tedavi edilen 108 hastanın sonuçları rapor edilmiştir. En geniş tek merkezli WEB çalışmalarından biri olan bu çalışmaya 42'si (%41,2) rüptüre olmak üzere toplamda 114 anevrizma dahil edilmiştir. Vakaların 110'unda (%96,5) cihaz başarılı bir şekilde yerleştirilmiştir. Vakaların %11,8'inde ek endovasküler tedavi yöntemi kullanılmıştır. Seksen altı hasta ortalama 13,4 ay olmak üzere klinik ve anjiyografik olarak takip edilmiştir. Hastaların 11'inde (%10) tromboemboli gelişmiştir. Bu çalışmada tromboembolik olayların WEB-DL cihazının kullanıldığı vakalarda WEB-SL kullanılan vakalara göre anlamlı olarak daha sık görüldüğü saptanmıştır. İki anevrizmada (%4,3) WEB tedavisinden sonra yeniden rüptür görülmüştür. Anjiyografik takipte 90 anevrizmanın 68'inde (%75,6) yeterli oklüzyon tespit edilmiştir. On beş hastada yeniden tedavi gerekmiştir. Takip edilen hastaların %5,3'ünde kalıcı morbidite gelişmiştir. Üç hastada bu morbidite WEB tedavisi ile ilişkisiz sebeplerden dolayı meydana gelmiştir. Takip edilen hastalarda %8,5 oranında mortalite ile karşılaşmıştır. Bu oranın da akut subaraknoid kanama ile gelen hastaların fazlalığı ile ilişkili olduğu düşünülmüştür.

Diğer geniş çalışmalardan biri de Popielski ve arkadaşlarının yaptığı (2017), iki merkezde WEB-SL ve WEB-SLS ile tedavi edilen 101 hastanın 102 anevrizmasının dahil edildiği çalışmadır. Otuz yedisinin (%36,3) rüptüre anevrizma olduğu bu vakaların 98'inde (%96,1) cihaz başarılı bir şekilde yerleştirilebilmiştir. Doksan sekiz vakanın 15'inde (%15,3) ek cihaz (stent/koil) kullanılmıştır. Prosedürel komplikasyon oranı %4,9

bulunmuştur. Dört hastada tromboembolik olay, bir hastada prosedür sırasında rüptür görülmüştür. Doksan sekiz hastanın 78'inde (%79,6) üç aylık; 49'unda (%50) 12 aylık takip incelemeleri mevcuttu. Üçüncü ayda 78 vakanın 63'ünde (%80,7); 12. ayda 49 vakanın 38'inde (%77,6) yeterli oklüzyon saptanmıştır. Toplamda 10 hastada yeniden tedavi gerekmiştir. Geç rüptür ile karşılaşılmamıştır. Morbidite %4, mortalite %1 olarak saptanmıştır.

2016 (a) yılında Pierot ve arkadaşları intrakraniyal anevrizmaların endovasküler tedavisinde WEB-DL kullanımının güvenliğinin ve etkinliğinin değerlendirildiği WEBCAST çalışmasını yayınlamışlardır. Avrupa'dan 10 nörogirişimsel merkezinin katıldığı çalışmaya 51 hastanın geniş boyunlu, bifurkasyon yerleşimli 51 anevrizması dahil edilmiştir. Hastaların birinci ve altıncı aydaki klinik durumları ve varsa karşılaşmış yan etkiler değerlendirilmiştir. Çalışmadan altı ay sonra DSA ile değerlendirilen hastalarda tam oklüzyon ya da stabil boyun kalıntısı olması, prosedür sonrasında anjiyografik görünümde kötüleşmenin olmaması ve tekrar tedaviye ihtiyacın olmaması durumunda tedavinin başarılı olduğu kabul edilmiştir. Elli bir hastanın 48'inde (%94,1) WEB ile tedavi uygulanabilmiştir. Kırk sekiz hastanın dördünde (%8,3) ek tedavi (koil/stent) uygulanmıştır. Üç hastada ise WEB uygulanamamıştır. Bu üç hastanın ikisinde WEB cihazı anevrizma içine yerleştirilmiş ancak bifurkasyona protrude olduğu için cihazın geri alınması gerekmiştir. Bir hastada ise anevrizma için uygun boyutta WEB cihazı bulunamamıştır. Elli bir hastanın dokuzunda (%17,6) tromboembolik olay ile karşılaşmıştır ve bir hastada (%2) kalıcı defisite yol açmıştır. İntraoperatif rüptür görülmemiştir. Birinci ayda morbidite (mRS > 2) %2 (başvuru sırasında rüptüre anevrizması olan bir hasta); mortalite %0 olarak tespit edilmiştir. Altıncı aydaki takip değerlendirmelerinde 41 hastanın 23'ünde (%56,1) komplet oklüzyon; 12'sinde (%29,3) boyun kalıntısı olmak üzere %85,4 oranında başarı elde edilmiştir. Kırk bir hastanın 6'sında (%14,6) anevrizma kalıntısı saptanmıştır. Sekiz hastada teknik problemler ile karşılaşmıştır. Bu sekiz hastanın üçünde WEB cihazının ayrılmasında uzama, beşinde ise cihazın protrüzyonu görülmüştür. Ancak bu problemler klinik bir semptomu açmamıştır. Bu çalışma ile intrakraniyal anevrizmaların WEB ile tedavisinin kısa dönemde güvenli olduğu ve altı aylık vadede iyi anatomik sonuçlar sağladığı gösterilmiştir.

Intrakraniyal anevrizmaların WEB-DL, WEB-SL ve WEB-SLS ile tedavisinin güvenliğini ve etkinliğini Pierot ve arkadaşları 2016 (b) yılında WEBCAST ile simültane

olarak başlatılan Fransa kaynaklı bir başka çalışmada daha değerlendirmişlerdir. Yedisi rüptüre, 51'i rüptüre olmamış, 5'i ise rekanalize olmuş ve 57'sinin (%90,5) boynu ≥ 4 mm olan 63 anevrizmanın dahil edildiği bu prospektif çalışmada sadece bir hastada cihaz mikrokater içinde sıkıştığı için WEB ile tedavi uygulanamamıştır. Dört hastada WEB'e ilave olarak koil, 3 hastada ise stent kullanılmıştır. Bir hastada intraoperatif rüptür ile karşılaşmış ancak rüptür klinik semptomu yol açmamıştır. Birinci aydaki morbidite %3,2; mortalite ise %0 olarak tespit edilmiştir. Birinci yılda tedaviden bağımsız morbidite %0; mortalite ise %3,4 olarak bulunmuştur. Birinci yılda 58 anevrizmanın 30'unda (%51,7) tam oklüzyon; 16'sında (%27,6) boyun kalıntısı ve 12'sinde (%20,7) anevrizma kalıntısı saptanmıştır. Bu çalışma ile WEB'in güvenli bir tedavi modalitesi olduğu ve bir yılda yüksek yeterli oklüzyon oranları (%79,3) sağladığı gösterilmiştir.

Pierot ve arkadaşları 2017 (a) yılında yine WEB'in etkinliğini ve güvenliğini değerlendiren WEBCAST 2 isimli çalışmayı yayınlamışlardır. Bu çalışmada anevrizmalar, tek tabakalı WEB cihazları olan WEB-SL ve WEB-SLS'nin, örgülerinde kompozit titin ve platinin kullanıldığı Enhanced Visualization (EV) tipleri ile tedavi edilmiştir. Geniş boyunlu, dördü rüptüre olmak üzere toplamda 55 anevrizmanın dahil edildiği çalışmada birinci ayda prosedüre bağlı morbidite %1,8; mortalite %0 olarak bulunmuştur. Birinci yıldaki morbidite oranı %3,9; mortalite oranı ise %2'dir. Birinci yılda 50 anevrizmanın 27'sinde (%54) tam oklüzyon; 13'ünde (%26) boyun kalıntısı; 10'unda (%20) anevrizma kalıntısı görülmüştür. Anevrizmaların %80'inde yeterli oklüzyon olduğu saptanmıştır. Böylece WEBCAST 2 çalışması, WEBCAST ve Fransız Gözlem çalışmalarının göstermiş olduğu, WEB'in intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde yüksek etkinlik ve güvenliğini doğrulamıştır. Ayrıca bu çalışma ile tek tabakalı ve daha az rijit oldukları için navigasyonları daha kolay olan ve yerleştirilmeleri için daha küçük mikrokaterler kullanılabilen WEB-SL ve WEB-SLS ile de WEB-DL'ye benzer anatomik sonuçların elde edilebileceği gösterilmiştir.

WEB'in güvenliğini değerlendiren bir başka çalışma da halen devam etmekte olan WEB-IT çalışmasıdır (Fiorella ve ark, 2017). Sonuçları FDA onayı için kullanılacak olan ve yirmi yedi merkezin katıldığı bu çalışmaya 9'unda rüptüre anevrizma olan 150 hasta dahil edilmiştir. Ortalama anevrizma boyutu 6,4 mm; ortalama boyun genişliği 4,8 mm idi. Vasküler tortüyoze olan, tedavi öncesi mRS ≥ 2 olan ya da subaraknoid kanaması olan hastalardan Hunt ve Hess skoru 2'nin üstünde olanlar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Hastaların %98,7'sinde WEB cihazı başarılı bir şekilde yerleştirilebilmiştir. Bir hastada tedaviden 22 gün sonra parenkimal kanama, yedi hastada minör iskemik inme, beş hastada geçici iskemik atak, iki hastada minör subaraknoid kanama görülmüştür. Bu çalışma ile WEB'in geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmalarının tedavisinde yüksek prosedürel güvenlik ve yüksek teknik başarısı olan bir tedavi modalitesi olduğu gösterilmiştir. WEBCAST, WEBCAST 2, Fransız Gözlemi ve WEB-IT çalışmaları beraber değerlendirildiğinde toplam geniş boyunlu bifurkasyon anevrizması olan ve WEB ile tedavi edilen toplam 317 hasta prospektif olarak değerlendirilmiş ve bu hastalarda %2 morbidite tespit edilmiştir. Tedavi ile ilişkili ölüm ile karşılaşılmamıştır.

Literatürde WEB'in güvenliğini ve etkinliğini değerlendiren sistematik gözden geçirmeler ve metaanalizler de bulunmaktadır. 2016 yılında Armoiry ve arkadaşları WEB ile tedavinin klinik sonuçlarını değerlendirdikleri ve 6 çalışmanın dahil edildiği bir sistematik değerlendirme yayınlamışlardır. Vakalarının %80'inden fazlasının geniş boyunlu anevrizmalardan oluştuğu bu çalışmalarda WEB'in başarılı bir şekilde uygulanabilme oranı %93 – 100'dür. Vakaların %8 – 15'inde WEB'e ilave tedavi modaliteleri kullanılmıştır (standart koilleme, balon yardımcı koilleme, stent yardımcı koilleme). Komplikasyon oranı %12 – 25 arasında değişen oranlarda rapor edilmiştir. Kalıcı morbidite (son takipte mRS >1 olması) %2,2 – 6,7; mortalite ise %0 – 17 olarak bulunmuştur. Orta vadede (3,3 – 27,4 ay) yeterli oklüzyon oranı (total oklüzyon veya boyun kalıntısı) %65 – 85,4 olarak tespit edilmiştir.

Asnafı ve arkadaşları 2016 yılında intrakraniyal anevrizmaların WEB ile tedavisinin etkinliğinin ve güvenliğinin değerlendirildiği sistematik bir inceleme ve metaanaliz yayınlamışlardır. Ocak 2010 ve Ekim 2015 tarihleri arasında yayınlamış 15 kontrolsüz çalışmanın dahil edildiği metaanalizde hastaların ve anevrizmalarının tedavi öncesi özellikleri tespit edilmiş, tedaviden hemen sonra ve orta vadedeki (>3 ay) anjiyografik sonuçlar, tekrar tedavi, intraoperatif rüptür, perioperatif morbidite ve mortalite, tromboembolik komplikasyonlar ve tedavi başarısızlığı gibi durumlar değerlendirilmiştir. Çalışmada tam oklüzyon ve boyun kalıntısı yeterli oklüzyon olarak kabul edilmiştir. Metaanalize dahil edilen 15 çalışmada toplam 565 hasta ve 127'si rüptüre olan 588 anevrizma bulunmaktaydı. Tedaviden hemen sonraki tam oklüzyon oranı %27, yeterli oklüzyon oranı ise %59 olarak bulunmuştur. Orta vadede (takip süresi ortancası 7 ay) izlenen tam oklüzyon oranı %39, yeterli oklüzyon oranı %85 olarak tespit edilmiştir.

Perioperatif morbidite oranı (mRS skoru>1) %4, mortalite oranı %1'dir. Tromboembolik komplikasyon oranı %8 olarak bulunmuştur. Rüptüre olmuş anevrizmalarda orta vadede izlenen oklüzyon oranı (%85) ile rüptüre olmamış anevrizmalarda orta vadede izlenen oklüzyon oranı (%84) arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Rüptüre anevrizmalı hastalarda, anevrizması rüptüre olmamış hastalardakine benzer perioperatif morbidite oranları görülmüştür. Bu   alışma ile, tedavi edilen anevrizmaların kompleksliği de göz önünde bulundurulduğunda WEB'in iyi bir güvenlik profili olduğu ve umut vaat eden oklüzyon oranları sağladığı gösterilmiştir.

Lv ve arkadaşları 2017 yılında, geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmalarının WEB ile tedavi edildiği 19 çalışmayı içeren bir sistematik gözden geçirme ve metaanaliz yayınlamışlardır. Toplamda 935 hasta içeren bu metaanalizde anevrizmaların %42,8'inin orta serebral arterde, %23'  n  n anterior komunikan arterde ve %20,8 oranında baziler bifurkasyonda olduğu görülmüştür. Teknik başarı %97, tromboembolik komplikasyon oranı %8 bulunmuştur. Tromboembolik olayların 2003'ten önceki vakalarda, 2003'ten sonraki vakalara göre daha fazla olduğu saptanmıştır (sırasıyla %10 ve %6). Orta serebral arter anevrizmalarında posterior sirkülasyon anevrizmalarına göre daha fazla tromboemboli olduğu belirlenmiştir. Toplamda kanama oranı %2 olarak saptanmıştır. Vakaların %11'inde ek yöntem kullanılmıştır (stent-koil). Yeterli oklüzyon hastaların %81'inde elde edilebilmiştir. Takiplerde morbidite %3, mortalite ise %2 olarak bulunmuştur. Rüptüre olmayan ve rüptüre anevrizmalar arasında sonuçlar açısından fark bulunmamıştır.

Daha önce de belirtildiği gibi WEB cihazı özellikle geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmaları için üretilmiş bir cihazdır. Ancak Pierot ve arkadaşları 2017 (b) yılında WEB'in bazı 'atipik' yerleşimli anevrizmalarda da kullanılabileceğini göstermiştir. İnternal karotid arter karotid-oftalmik yerleşimli 9, internal karotid arter posterior komunikan arter yerleşimli 4, perikallosal arter yerleşimli 5, baziler arterde P1 ve süperior serebellar arter arasında yerleşmiş 2 adet olmak üzere toplam 20 anevrizmanın WEB ile tedavi edildiği çalışmada tromboemboli ya da introperatif rüptür ile karşılaşılmamıştır. On yedi anevrizmaya ait takiplerde (ortalama 7,4 ay) anevrizmaların tamamında yeterli oklüzyon görülmüştür. Bir aylık takiplerde tedaviye bağlı morbidite ve mortalite saptanmamıştır.

Tau ve arkadaşları 2018 yılında Armoiry ve arkadaşlarının yayınladığı metaanalizi güncelleyerek Ekim 2015 ve Aralık 2017 tarihleri arasına yayınlanmış 12 çalışmayı içeren bir sistematik gözden geçirme ve metaanaliz yayınlamışlardır. Toplamda 940 hasta ve 962 anevrizma içeren bu metaanalizde anevrizmaların büyük bir kısmının (%75 – 100) geniş boyunlu olduğu, %37'sinin orta serebral arter, %24,6'sının anterior komunikan arter yerleşimli olduğu görülmüştür. Vakaların %97'sinde WEB başarılı bir şekilde yerleştirilebilmiştir. Hastaların %9'unda yeniden tedavi gerekli olmuştur. Periprosedürel komplikasyon oranı %14 olarak bulunmuştur. Bu komplikasyonların %70'nin tromboemboli, %10,8'inin kanama olduğu tespit edilmiştir. Takiplerde (median 7 ay) mortalite %5 olarak saptanmıştır. Son anjiyografik takipte (median 7 ay) yeterli oklüzyon oranı %81 olarak bulunmuştur. Tau ve arkadaşları WEB'in orta vadede yüksek yeterli oklüzyon oranları sağladığını ancak prosedür ile ilişkili komplikasyonların ve mortalite oranlarının ihmal edilemeyeceğini belirtmiştir.

Bizim çalışmamızda da literatüre benzer oranda teknik başarı elde edilmiştir (%100). Yeterli oklüzyon oranları ise daha iyi görünmektedir (%95). Bunun çalışmamızda sadece yeni nesil cihazlar olan WEB-SL ve WEB-SLS kullanmamıza ve hasta seçimimize bağlı olabileceğini düşünmekteyiz.

Rüptüre olmayan ya da rüptüre olmuş anevrizmaların yönetiminde koillemenin büyük bir rolü vardır. Ancak koillemenin iki önemli dezavantajından bahsedilebilir. Bunlardan birincisi koillemenin her intrakraniyal anevrizma için uygun olmamasıdır. Kompleks anatomili, fuziform, geniş boyunlu, büyük veya dev anevrizmalarda standart koilleme ile tedavi zor olabilir ya da mümkün olmayabilir. Koillemenin ikinci büyük dezavantajı ise yaklaşık %20'ye ulaşabilen rekanalizasyon oranlarıdır (Ferns ve ark, 2009). Koillemenin kullanılmaya ilk başlanmasından itibaren geniş boyunlu anevrizmalar tedavileri zor lezyonlar olmuşlardır. İntrasakküler akım engelleyicilerin geleneksel intasakküler koilleme ile karşılaştırıldığında bazı potansiyel avantajları olduğu dikkati çekmektedir. Öncelikle, WEB'in anevrizma boynunu daha homojen ve daha yoğun bir şekilde doldurması, neointimal-neoendotelyal değişiklikler için daha homojen ve daha iyi devamlılık gösteren bir iskelet oluşturmaktadır. Bu durum teorik olarak WEB intrasakküler akım engelleyici cihazın daha fazla tam oklüzyon sağlama ve daha düşük rekanalizasyon potansiyeli ile ilişkilidir. Örneğin Asnafi ve arkadaşlarının yayınladığı (2016) ve geniş boyunlu intrakraniyal anevrizmaların WEB ile tedavisinin etkinliğinin ve güvenliğinin

değerlendirildiği metaanalizde %80 oranında uzun vadeli oklüzyon oranı tespit edilmişken Zhao ve arkadaşlarının 2016 yılında yayınladığı, stent yardımcı koilleme ile tedavi edilen geniş boyunlu ve geniş boyunlu bifurkasyon anevrizması olan 2000'den fazla hastanın dahil edildiği metaanalizde uzun dönemdeki oklüzyon oranı %73 bulunmuştur.

Buna ilave olarak, intrakraniyal anevrizmalarda WEB kullanılması özellikle büyük anevrizmalarda kese içinde yapılan manipölasyonu azaltmaktadır. Koil embolizasyonu sırasında anevrizma kesesi içine çok sayıda koil yerleştirilmekte ve bazen mikrokater birçok kez manipüle edilmekte iken WEB ile tedavi sırasında anevrizma kesesi içine sadece bir cihaz yerleştirilmektedir. Anevrizma kesesinde daha az manipölasyon gereksinimi de prosedürün güvenliğini arttırmakta, süreyi ve radyasyon maruziyetini azaltmaktadır. Örneğin ilk WEB çalışmalarından biri olan Klisch ve arkadaşlarının çalışmasında (2011) anevrizmanın kateterizasyonu ile WEB'in anevrizma kesesi içine yerleştirilmesi arasında ilk hastada 3, ikinci hastada ise 13 dakika vardır. WEB-IT çalışmasında (Fiorella ve ark, 2017) ortalama WEB prosedür süresi $20,1 \pm 21,2$ dakika olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada prosedürel floroskopi süresi ise $30,2 \pm 15,7$ dakikadır. Vakaların üçte biri 20 dakikadan kısa sürede tamamlanmıştır. Bu kısa süre hastaya daha az kontrast madde verilmesine ve hastanın daha az radyasyona maruz kalmasına da imkan sağlamaktadır.

Özellikle geniş boyunlu anevrizmalarda endovasküler tedavide bazı zorluklar mevcuttur. Tedavi için anevrizma kesesi içine yerleştirilen koillerin parent artere ekstrüzyonunu engellemek amacıyla parent arter lümenine bir balon ya da stent yerleştirmek gerekebilmektedir. Ancak bu işlemi daha komplike hale getirmekte ve komplikasyon riskini arttırmaktadır. Bu yüzden WEB intrasakküler akım engelleyici cihaz geniş boyunlu anevrizmalarda uygun olabilecek bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmaktadır.

İntrasakküler akım çevirici cihaz anevrizma kesesi içine yerleştirildikten sonra anevrizma boynunda veya lümeninde rezidüel akımın olup olmadığı DSA veya BTA gibi X ışını temelli görüntüleme modaliteleri ile direkt ve doğru bir şekilde izlenebilmekte iken koillemelerde kullanılan platin koiller radyodens oldukları için rezidüel kontrast akımının değerlendirmesini güçleştirmektedir. İlk WEB cihazlarında marker'ların yeteri kadar radyopak olamaması süperpoze olan kemik yapılar arasında bazen zor ayırt edilebilmelerine sebep olmuş ancak bu sorun daha sonra üretilen cihazlarda giderilmiştir.

WEB'in önemli bir diğer avantajı da cihazın yerleştirilmesinden sonra anevrizma oklude edilemediyse ya da WEB anevrizmanın oklüzyonu için yeterli değilse ek koilleme ya da akım çevirici cihaz uygulaması gibi seçeneklere imkan vermesidir. Örneğin Lescher ve arkadaşları (2016) sağ vertebral arterin intrakraniyal segmentinde yerleşmiş, geniş boyunlu fuziform bir anevrizmanın tedavisinde anevrizmanın proksimal kesimine bir WEB koymuş daha sonra parent artere bir akım çevirici stent yerleştirmiştir. Anevrizmanın distal kesimi ise 'hapsedilen' bir mikrokateter üzerinden koille doldurulmuştur. Literatürde WEB ile anevrizma tedavisinde %10,5 – 23,8 arasında değişen oranlarda ek endovasküler tedavi yöntemi uygulanabildiği raporlanmıştır.

WEB ile endovasküler tedavinin güvenliği, rüptüre olmayan ya da rüptüre olmuş anevrizmaların koil ile tedavi edildiği geniş serilerde rapor edilen değerler ile benzerlik göstermektedir. Pierot ve arkadaşlarının 2016 tarihli WEBCAST çalışmasında karşılaşılan tromboemboli oranı (%17,7); ATENA (%7,3) ve CLARITY (%13,3) çalışmalarına göre hafif daha yüksektir. Ancak WEBCAST çalışmasındaki anevrizmaların %92,2'si geniş boyunlu iken ATENA çalışmasında bu oranın %30,9 olduğu ve tromboembolik olayların geniş boyunlu anevrizmalarda daha sık görüldüğü unutulmamalıdır. Ayrıca ATENA çalışmasında %2 oranında, CLARITY çalışmasında ise %3,7 oranında intraoperatif rüptür ile karşılaşmışken WEBCAST çalışmasında intraoperatif rüptür görülmemiştir. Birinci aydaki morbidite oranı da mukayese edilebilir düzeydedir (WEBCAST %2; ATENA %1,7; CLARITY: %3,7). Molyneux ve arkadaşlarının 2012 yılında 500 intrakraniyal anevrizma vakasının koil ile tedavi edildiği; tam anjiyografik oklüzyonun, stabil boyun kalıntısının ya da tedavi sonu anjiyograma göre takip incelemelerde iyileşmenin olmasının tedavi başarısı olarak kabul edildiği çalışmada başarı oranı %56,6 iken WEBCAST çalışmasında bu oran %85,4'tür. Anatomik sonuçların geniş boyunlu anevrizmalarda daha kötü olduğu göz önünde bulundurarak Pierot ve arkadaşları WEBCAST çalışmasının sonuçlarını MAPS çalışmasındaki (Hetts ve ark, 2014) geniş boyunlu, rüptüre olmamış anevrizma alt grubunun sonuçları ile karşılaştırmışlardır. MAPS çalışmasında tam oklüzyon koil grubunda %20,3; koil ve stent grubunda ise %45,7 olarak bulunmuştur. Yeterli oklüzyon ise koil grubunda %49,1; koil ve stent grubunda %78,6'dır. Bu mukayesede WEB'in standart koillemeye göre daha iyi tam ve yeterli oklüzyon oranları olduğu görülmektedir. Koil ve stentlemeye göre ise tam oklüzyon oranı WEB'de daha yüksek iken yeterli oklüzyon oranları benzerdir. Ancak farklı endovasküler tedavilerin etkinliklerini değerlendirebilmek için daha geniş ve mukayeseli çalışmalar gerekmektedir. Clajus ve

arkadaşları (2016) çalışmalarındaki rüptüre anevrizma grubunun kalıcı defisit (%10,3) ve ölüm (%17,9) oranlarının CLARITY çalışmasındaki sonuçlar (%23,3) ile mukayese edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Tau ve arkadaşlarının 2018 yılında yayınladığı rüptüre olmamış ve rüptüre olmuş anevrizmaların WEB ile tedavi edildiği 12 çalışmayı içeren metaanalizde prosedür ile ilişkili morbidite %1, mortalite oranı ise %5 olarak bulunmuştur. Yazarlar bu oranın Bartolini ve arkadaşlarının 2014 yılında yayınladığı ve geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmalarının kompleks stentleme ile tedavi edildiği çalışmadaki sonuçlara göre (prosedür ile ilişkili morbidite %1, mortalite %1) daha kötü olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda tedavi ile ilişkili morbidite veya mortalite saptanmamıştır. Literatürde rapor edilen en sık komplikasyon olan tromboemboli ile karşılaşmamamızın bazı sebepleri olabileceğini düşünmekteyiz. Bunların birincisi cihaz seçimi ile alakalıdır. Tromboemboliye daha çok sebep olduğu düşünülen ve piyasaya ilk sürülen WEB cihazı olan WEB-DL çalışmamızda kullanılmamıştır. Çalışmamızda hastalar sadece WEB-SL ve WEB-SLS ile tedavi edilmiştir. Ayrıca çalışmamızın başlangıcından itibaren cihazların anevrizma kesesine yerleştirilmesinde WEB için özel olarak üretilmiş olan VIA kateterleri kullanılmıştır. Çalışmamızda tromboemboli gelişmemesinin bir başka sebebinin ise uyguladığımız antikoagülasyon tedavisi olabileceğini düşünüyoruz. Her ne kadar biz de literatürde genellikle uygulandığı gibi bolus heparin uygulamasından sonraki heparinizasyonu hastaların aktive pıhtılaşma zamanı normalin 2 – 3 katı olacak şekilde devam ettirsek de bolus sırasında kullandığımız heparin miktarı literatürde belirtilen dozlardan farklılık göstermektedir. Literatürde genellikle bolus olarak 5000 IU verildiği belirtilmişken bizim çalışmamızda bu dozun 1,5 katı yani 7500 IU heparin kullanılmıştır. Bu doz tedavi ve takip ettiğimiz hastalarda kanamaya yol açmamıştır.

WEB intrasakküler mesh implant, endoluminal akım çeviriciler ile tedavi edilmesi uygun olmayan anevrizmalarda kullanılabilen, kese içine yerleştirilen ve boyunda akım çevirici gibi etki eden bir cihaz olarak da düşünülebilir. WEB intrasakküler akım çevirici, özellikle geniş boyunlu ve bifurkasyon yerleşimli anevrizmalar için üretilmiş bir cihazdır. Endoluminal akım çevirici cihazlar büyük, fuziform ve çok geniş boyunlu anevrizmalar için çok iyi bir seçenek olmakla beraber bifurkasyon yerleşimli anevrizmalarda kullanımları sınırlıdır. Intraluminal akım çeviricinin bifurkasyonun bir dalına yerleştirilmesi gerekmektedir. Anatomik duruma bağlı olarak intraluminal akım çevirici ile anevrizma boynu yeterli derecede kapatılamayabilir. Ayrıca diğer bifurkasyon dalı akım çevirici tarafından oklüde olabilir. Bu yüzden endoluminal akım çevirici cihazlar bölgesel

eloku an perforan arterler taşıyan vasküler segmentlerde de optimal olmayabilirler. WEB cihazı ise bu iki anevrizmada da uygun bir seçenektir. Diğer taraftan cihazın endoluminal bir uzantısı olmadığı için implantın tromboz oluşturma ihtimalinin de intrasakküler koil ile benzer olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden WEB ile tedavi edilen hastaların büyük bir kısmında uzun süreli dual anti-platelet tedavi gerekli olmayabilir. Ayrıca intrasakküler akım engelleyici cihaz işlem sırasında anevrizma oklüzyonu oluşturacak şekilde tasarlanmıştır. Endoluminal akım çeviricilerde ise oklüzyon günler veya haftalar içinde gerçekleşmektedir. İntrasakküler akım engelleyiciler antiplatelet tedavisi gerektirmeyebildikleri ve prosedür sırasında hızlı bir şekilde anevrizma oklüzyonu oluşturdıkları için rüptüre olmamış anevrizmaların yanı sıra rüptüre olmuş anevrizmaların da tedavisinde kullanılabilmektedir. Brinjikji ve arkadaşlarının 2013 yılında yayınladığı intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde akım çeviricilerin etkinliğinin değerlendirildiği, 1451 hastanın ve 1654 anevrizmanın dahil edildiği ve dahil edilen çalışmaların büyük bir kısmında takip süresinin bir yıldan az olduğu bir metaanalizde tam oklüzyon oranı %76 bulunmuştur ve bu sonuç Asnafi ve arkadaşlarının WEB tedavisini değerlendirdikleri metaanalizdeki sonuca benzerdir. Bu metaanalizde WEB'in güvenlik profilinin Kallmes ve arkadaşlarının 2015 yılında yayınladığı ve akım çevirici ile tedavi edilen 906 anevrizmanın dahil edildiği uluslararası çalışmanın sonuçları göz önüne alındığında intraluminal akım çeviriciler ile benzer olduğu da belirtilmiştir.

Balonla yeniden modelleme tekniği, yan duvar geometrili, rüptüre olmamış ya da rüptüre anevrizmaların tedavisinde güvenilir ve etkili bulunmuş olmakla beraber bu tekniğin bifurkasyon anevrizmalarında uygulanmasında zorluklar yaşanabilmektedir. Bu durumlarda genellikle en az bir bifurkasyon dalını korumak gerekmektedir. Bu tür vakalarda çift balon tekniği kullanılabilmektedir. Ancak bu tekniğin uygulanmasında da zorluklarla karşılaşılabilir. Genellikle küçük kalibrasyonlu olan bu damarların lümeninde aynı anda iki balonun şişirilmesinin ne gibi etkileri olacağı ile ilgili yeterli veri bulunmamaktadır. Bu yüzden bu tür anevrizmaların tedavisinde WEB kullanımı uygun bir seçenek olabilir.

WEB ile tedavi edilen hastaların takiplerinde yüksek oranda boyun kalıntısı ile karşılaşılabilir. Bu durumun kısmen cihazın şekli ile de ilişkili olduğu düşünülmektedir. WEB-DL'nin proksimal yüzeyi düz değil, anevrizma kesesine doğru konkav bir şekildedir. Eğer cihazın parent arter lümenine protrüzyonunu engellemek

amacıyla, resesin anevrizma içinde kalmasını sağlayacak boyutta bir cihaz seçilirse, anevrizma kesesine doğru konkav bir şekli olan bu reses, boyun kalıntısı gibi görünümüne sebep olacaktır. Lubicz ve arkadaşlarının (2014) çalışmasında sadece proksimal resesin opasifiye olduğu vakaların hepsinde bu opasifikasyonun takip incelemelerinde stabil olduğu görülmüştür ve bu yüzden tam anevrizma oklüzyonu olarak kabul edilebileceği ifade edilmiştir. Bu çalışmada ayrıca resesin boyun ya da anevrizma kalıntısından ayrımında, cihaza göre proksimalde ve santralde olmasından faydalanılabileceği de belirtilmiştir. WEB ile tedavi edilen anevrizmalarda oklüzyon oranlarının değerlendirilmesinde proksimal resesteki opasifikasyonun sebep olduğu kafa karışıklığını gidermek için WEB oklüzyon skalasını geliştirmişlerdir. Dört dereceli olan bu skalada A ve B tam oklüzyonu ifade etmektedir. A'da marker resesinde anjiyografik olarak görülebilir kontrast koleksiyonu yokken B'de vardır. C boyun kalıntısını ifade etmektedir ve anevrizma boyununda marker resesinin aşan bir kontrast opasifikasyonu görülmektedir. D ise kontrast opasifikasyonu boynu aşmakta ve fundusa doğru uzanmaktadır. D anevrizma kalıntısı olarak kabul edilmektedir.

WEB kullanımında uygun boyutta cihazın seçilmesi ve cihazın anevrizma içindeki pozisyonu büyük önem taşımaktadır. Ayrıca cihazın anevrizma duvarı ile yeterli temasını ve anevrizma boynu-parent arter arayüzünün tam olarak kapanmasını sağlayabilmede uygun boyut seçiminin önemi büyüktür. Mümkün olduğunda anevrizma boyutlarının ve boyun/tavan oranının daha doğru bir şekilde ölçülebilmesi için üç boyutlu anjiyografi ile değerlendirme önerilmektedir. Genel olarak sferik ya da eliptik, dar boyunlu anevrizmalarda WEB cihazı anevrizmanın en geniş iki boyutlu çapına uyacak ya da %10'dan fazla aşmayacak boyutlar seçilmelidir. Geniş boyunlu anevrizmalarda ise boyunun en geniş çapı, cihazın çapını geçmemelidir. Cihaz boyutunun seçilmesinde önerilen pratik bir uygulama anevrizmanın genişliğini ve yüksekliğini birkaç ölçüm ile değerlendirip bu ölçümlerin ortalamasını aldıktan sonra ortalama genişlikten 1 mm daha geniş, ortalama yükseklikten 1 mm daha kısa bir cihazın seçilmesidir (+1/-1 kuralı) (Pierot ve ark, 2013). Büyük anevrizmalarda anevrizma çapından 2 mm daha geniş olan cihazlar seçilebilir. Anevrizma çapının yanı sıra fundusun dikey olarak ölçülmesi de uygulamadan sonra cihazda görülebilecek uzamanın ve potansiyel herniasyon miktarının tahmin edilmesinde faydalıdır. Caroff ve arkadaşlarının (2014) rüptüre olmuş, geniş boyunlu anevrizmaların tedavisinde WEB kullandıkları çalışmada, uygun boyuttan daha büyük cihaz kullanılması

sonucunda cihazın parent artere protrüze olması tromboembolik komplikasyonlara yol açmıştır.

Cihazın yerleştirilmesi sırasında cihazın anevrizma boynu-parent arter arayüzündeki konfigürasyonu ve arayüzü kapatmadaki yeterliliği dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. Eğer cihaz tam olarak yerleştirilmeden önce uzun süreli olarak sabit bir şekilde tutulursa trombüs oluşumuna yol açabilmekte, bu da cihazın resheath edilmesini ve çıkarılmasını teknik olarak zor hatta tehlikeli bir duruma sokabilmektedir. Bu yüzden cihazın anevrizmayı uygun bir şekilde doldurup doldurmadığı yüksek çerçeve hızlı anjiyografi ile anevrizma boynu-parent arter arayüzü magnifiye edilerek değerlendirilmelidir.

WEB ile tedavi öncesinde, tedavi sırasında ve sonrasında uygulanan antiplatelet ve antikoagülasyon tedavileri farklılık gösterebilmektedir. Örneğin Behme ve arkadaşlarının çalışmasında (2015), rüptüre olmamış anevrizmaların tedavisinde hastalara tedavi öncesinde beş gün boyunca 100 mg asetilsalisilik asit, 75 mg klopidoğrel verilmiştir. Eğer hastaya ek olarak stent uygulanmayacaksa asetilsalisilik asite 6 hafta devam edilmiş, klopidoğrel cihaz yerleştirildikten sonra kesilmiştir. Eğer hastaya stent de yerleştirilmiş ise klopidoğrelle 6 hafta, asetilsalisilik asite 6 ay devam edilmiştir. İşlem sırasında hastalara 5000 IU heparin verilmiş, sistemik heparinizasyona 48 saat devam edilmiştir. Heparin tedavisi, aktive pıhtılaşma zamanı normalin 2 – 3 katı olacak şekilde düzenlenmiştir. Clajus ve arkadaşları ise (2016) çalışmalarının erken evrelerinde antiplatelet ya antikoagülan kullanmamıştır. Daha sonra ise geniş boyunlu, rüptüre olmamış anevrizması olan hastalarda tedavi öncesi yedi gün boyunca 100 mg aspirin ve 75 mg klopidoğrel vermişlerdir. Periprocedürel olarak ise 5000 IU heparin ve 500 mg aspirin kullanılmıştır. Tedavi sonrasında hastalar üç gün boyunca düşük molekül ağırlıklı heparin almışlardır. Ardından hastalar altı ay boyunca günde 100 mg aspirin, 75 mg klopidoğrel almaya devam etmişlerdir. Rüptüre anevrizması olan hastalarda ise antiplatelet ve antikoagülasyon tedavisi cihazın yerleştirilmesinden hemen sonra verilmiştir. Dolayısıyla literatürde WEB tedavisi öncesinde, sırasında ve sonrasında kullanılan antiplatelet ve antikoagülasyon tedavisinde belirgin bir heterojenite olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtildiği gibi WEB tedavisi antiplatelet tedavi kullanılmadan da yapılabilir. Cihazın bu özelliği rüptüre olmuş anevrizmaların tedavisinde büyük önem taşımaktadır. Ancak WEB tedavisinin en sık görülen komplikasyonlarından birinin tromboemboli olması elektif vakalarda standart

bir antikoagölasyon tedavisinin gerekli olabileceğini düşündürmektedir (Lawson ve ark, 2018). Clajus ve arkadaşlarının çalışmasında (2016) tromboembolik olayların WEB-DL cihazının kullanıldığı vakalarda, WEB-SL kullanılan vakalara göre anlamlı olarak daha sık görüldüğü saptanmıştır. WEB-DL cihazında anevrizma orifisinde iki katman olduğu için cihazın daha trombojenik olabileceği düşünülmektedir (Popielski ve ark, 2017). WEB cihazı ile ilişkili tromboembolilerin triaksiyal yaklaşımla ve cihazın yerleştirilmesi için daha distal erişimin gerekli olmasıyla da ilişkili olabileceği düşünülmüştür (Rooij ve ark, 2017).

Standart koilleme sırasında kullanılan mikrokateterlere göre daha büyük ve rijit bir mikrokateterin kullanılması tekniğin potansiyel bir limitasyonudur. Bu durum tortuyoze anatomi durumlarında, özellikle anterior komunikan arter anevrizmalarında, kateterin navigasyonunda zorluklara ve tedavi girişiminde başarısızlıklara sebep olabilmektedir. Özellikle WEB ile tedavinin ilk zamanlarında WEB-DL'nin yüksek profili sebebiyle daha kalın ve rijit kateterler gerektirmesi navigasyonu güçleştirmekteydi. Bu rijidite sebebiyle anevrizma aksisi ve parent arter arasındaki açının 45 dereceden fazla olduğu durumlarda WEB'in uygun bir seçenek olmadığı hatta kontrendike olduğu düşünülüyordu (Pierot ve ark, 2017). Ancak bu durum daha düşük profilli WEB-SL'nin ve WEB-SLS'nin üretilmesi ve VIA 27 ve VIA 21 gibi daha küçük çaplı kateterlerin piyasaya sürülmesi ile değişmiştir.

Anil ve arkadaşlarının 2016 yılındaki, WEB ile tedavi edilen kısmen tromboze anevrizması olan dört vakalık serisinde WEB'e ilave olarak ek modaliteler de (stent, coil) uygulanan hastalarda istenilen sonuçlar elde edilmiş olsa da sadece WEB ile tedavi edilen hastalarda fatal rüptürler ile karşılaşmıştır. Benzer şekilde Lawson ve arkadaşları (2017) WEB'in tromboze anevrizma tedavisinde tek modalite olarak kullanılmasını önermemektedir. Lümendeki trombüsün WEB'in hareket etmesine sebep olabileceğini ve bunun da daha az tatmin edici sonuçlara yol açabileceğini belirtmişlerdir.

6. SONUÇ

Çalışmamızın sonuçları literatürdeki benzer çalışmalarınkilerle karşılaştırıldığında; fizibilite oranının mukayese edilebilir olduğunu ancak orta vadedeki oklüzyon ve komplikasyon oranları açısından çalışmamızın daha iyi sonuçlar gösterdiğini

söyleyebiliriz. Literatürde komplikasyon oranı %8 – 25 olarak belirtilmiş ve bu komplikasyonların büyük kısmını tromboembolik olaylar oluşturmuştur. Çalışmamızda trombemboli ile karşılaşmamış olmamızın, işlem sırasında literatürde belirtilen dozlara göre daha fazla miktarda heparin kullanmamız ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca tromboemboli ile daha çok ilişkili olabileceği düşünülen WEB-DL cihazını çalışmamızda hiç kullanmamış olmamızın ve cihazların çalışmanın başlangıcından itibaren WEB için özel olarak üretilmiş VIA kateterleri kullanılarak yerleştirilmesinin de bu duruma katkısı olabileceği kanaatindeyiz. Morbidite ve mortalite oranlarının %0 olmasının uygun hasta seçiminde gösterdiğimiz titizlikle ilgili olabileceğini ancak sonuçların uzun vadeli olmayışının ve takip incelemelerinin tüm hastalarda mevcut olmayışının da bu sonuçlarla ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmamızın limitasyonları arasında hasta sayımızın az olması, çalışmamızın retrospektif olması sayılabilir. Ayrıca uzun vadeli takip bilgilerinin olmayışı ve takip incelemelerinin işlemi yapan girişimsel radyolog tarafından değerlendirilmesi de limitasyonlarımız arasındadır.

Sonuç olarak WEB'in özellikle geniş boyunlu bifurkasyon anevrizmaları için inovatif bir endovasküler tedavi yöntemi olduğunu söylemek mümkündür ancak literatürde bu yöntemin etkinliğini ve güvenliğini değerlendiren mevcut çalışmalar metodolojik olarak belirgin derecede heterojenite gösteren ve karşılaştırmalı olmayan çalışmalardır. Buna ilave olarak WEB'in görece yeni bir tedavi yöntemi olması sebebiyle uzun süreli takip verileri mevcut değildir. Buna rağmen intrakraniyal anevrizmaların WEB ile tedavisi etkin ve güvenli görünmektedir. Henüz literatürde WEB'in güvenlik ve etkinlik profili ile balon yardımcı ya da stent yardımcı koillemanın güvenlik ve etkinliğini karşılaştıran çalışma mevcut değildir. Ayrıca WEB ile tedavi edilen anevrizmaların seçimi de diğer tedavi modaliteleri ile mukayeseyi güçleştirmektedir. Bu yüzden prospektif, randomize ve kontrollü çalışmaların yapılması büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Kitaplar

- Byrne JV. Arterial Aneurysms. In: *Tutorials in Endovascular Neurosurgery and Interventional Neuroradiology*, 2nd Edition. Springer; 2017. p. 141-194.
- Eddleman CS, Getch CC, Bendok BR, Batjer HH. Intracranial Aneurysms. In: Ellenbogen R, Sekhar L, editors. *Principles of Neurological Surgery*, 3rd Edition. Philadelphia: Saunders; 2012. p. 209-228.
- Mancall EL, Brock DG. Vascular Supply of the Brain and Spinal Cord In: *Gray's Clinical Neuroanatomy: The Anatomic Basis for Clinical Neuroscience*. Philadelphia: Saunders; 2011. p. 93-108.
- Nadgir R, Yousem D. Cranial Anatomy. In: *Neuroradiology: The Requisites*, 4th Edition Philadelphia, Elsevier; 2017. p. 1-39.

Makaleler

- Anil G, Goddard AJ, Ross SM, et al. WEB in partially thrombosed intracranial aneurysms: a word of caution. *AJNR Am J Neuroradiol* 2016;37:892–896.
- Armoiry X, Turjman F, Hartmann DJ, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with the WEB device: a systematic review of clinical outcomes. *AJNR Am J Neuroradiol* 2016;37:868–872.
- Arrese I, Sarabia R, Pintado R, Delgado-Rodriguez M. Flow-diverter devices for intracranial aneurysms: systematic review and meta-analysis. *Neurosurgery*. 2013;73(2):193–200.
- Asnafi S, Rouchaud A, Pierot L, et al. Efficacy and safety of the Woven EndoBridge (WEB) device for the treatment of intracranial aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *AJNR Am J Neuroradiol* 2016;37:2287–92.
- Bamford JM, Sandercock PA, Warlow CP, Slattery J. Interobserver agreement for the assessment of handicap in stroke patients. *Stroke*. 1989;20(6):828.
- Bartolini B, Blanc R, Pistocchi S, Redjem H, Piotin M. "Y" and "X" stent-assisted coiling of complex and wide-neck intracranial bifurcation aneurysms, *AJNR Am. J. Neuroradiol*. 2014;35:2153–2158.
- Becske T, Kallmes DF, Saatci I, McDougall CG, Szikora I, Lanzino G, et al. Pipeline for uncoilable or failed aneurysms: results from a multicenter clinical trial. *Radiology*. 2013.
- Behme D, Berlis A, Weber W. Woven EndoBridge intrasaccular flow disrupter for the treatment of ruptured and unruptured wide-neck cerebral aneurysms: report of 55 cases. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015;36:1501–06.
- Biondi A, Janardhan V, Katz JM, Salvaggio K, Rina HA, Gobin YP. Neuroform stent-assisted coil embolization of wide-neck intracranial aneurysms: strategies in stent deployment and midterm follow-up. *Neurosurgery*. 2007;61(3):460–8.

- Biondi A, Piotin M, Mounayer C, Lobotesis K, Bonafé A, Costalat V. Safety and efficacy of neuroform for treatment of intracranial aneurysms: a prospective, consecutive, French multicentric study. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2013;34(6):1203–8.
- Bodily KD, Cloft HJ, Lanzino G, Fiorella DJ, White PM, Kallmes DF. Stent-assisted coiling in acutely ruptured intracranial aneurysms: a qualitative, systematic review of the literature. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2011;32(7):1232–6.
- Botterell EH, Lougheed WM, Scott JW, Vandewater SL. Hypothermia, and interruption of carotid, or carotid and vertebral circulation, in the surgical management of intracranial aneurysms. *J Neurosurg*. 1956;13(1):1–42.
- Brinjikji W, Murad MH, Lanzino G, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with flow diverters: a meta-analysis. *Stroke* 2013;44:442–47.
- Campi A, Ramzi N, Molyneux AJ, Summers PE, Kerr RSC, Sneade M, et al. Retreatment of ruptured cerebral aneurysms in patients randomized by coiling or clipping in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT). *Stroke*. 2007;38(5):1538–44.
- Caroff J, Mihalea C, Dargento F, et al. Woven Endobridge (WEB) Device for endovascular treatment of ruptured intracranial wide-neck aneurysms: a single-center experience. *Neuroradiology* 2014;56:755–61.
- Clajus C, Strasilla C, Fiebig T, et al. Initial and mid-term results from 108 consecutive patients with cerebral aneurysms treated with the WEB device. *J Neurointerv Surg* 2017;9:411–17.
- Cognard C, Pierot L, Anxionnat R, Ricolfi F. Results of embolization used as the first treatment choice in a consecutive non selected population of ruptured aneurysms. Clinical results of the clarity GDC study. *Neurosurgery*. 2011;69(4):837–42.
- Cognard C, Januel AC. Remnants and recurrences after the use of the WEB intrasaccular device in large-neck bifurcation aneurysms. *Neurosurgery* 2015;76:522–530.
- Ding YH, Lewis DA, Kadirvel R, Dai D, Kallmes DF. The Woven EndoBridge: a new aneurysm occlusion device. *Am J Neuroradiol* 2011;32:607–11.
- Fargen KM, Hoh BL, Welch BG, Pride GL, Lanzino G, Boulos AS, et al. Long-term results of Enterprise sent-assisted coiling of cerebral aneurysms. *Neurosurgery*. 2012;71:239–42.
- Ferns SP, Sprengers ME, von Rooij WJ, et al. Coiling of intracranial aneurysms: a systematic review on initial occlusion and reopening and retreatment rates. *Stroke* 2009;40:e523– e29
- Fiorella D, Molyneux A, Coon A, Szikora I, Saatci I, Baltacioglu F, et al. Demographic, procedural and 30-day safety results from the WEB Intrasaccular Therapy Study (WEB-IT) [e-pub ahead of print]. *J Neurointerv Surg*. 2017, <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2016-012841>.

- Fisher CM, Kistler JP, Davis JM. Relation of cerebral vasospasm to subarachnoid hemorrhage visualized by computerized tomographic scanning. *Neurosurgery* 1980;6:1–9.
- Guglielmi G, Viñuela F, Sepetka I, Macellari V. Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 1: electrochemical basis, technique, and experimental results. *J Neurosurg.* 1991;75(1):1–7.
- Hetts SW, Turk A, English JD, Dowd CF, Mocco J, Prestigiacomo C, et al: Stent-assisted coiling versus coiling alone in unruptured intracranial aneurysms in the Matrix and Platinum Science trial: safety, efficacy, and mid-term outcomes. *AJNR Am J Neuroradiol* 2014;35:698–705.
- Higgins JNP, Byrne JV, Krulle TM, Fleet GWJ. Capping the coil. *Neuroradiology.* 1997;39:146.
- Hunt WE, Hess RM. Surgical risk as related to time of intervention in the repair of intracranial aneurysms. *J Neurosurg.* 1968;28(1):14–20.
- Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage: a practical scale. *Lancet.* 1975;305(7905):480–4.
- Kallmes DF, Hanel R, Lopes D, et al. International retrospective study of the Pipeline embolization device: a multicenter aneurysm treatment study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015;36:108–115.
- King B, Vaziri S, Singla A, Fargen KM, Mocco J. Clinical and angiographic outcomes after stentassisted coiling of cerebral aneurysms with enterprise and neuroform stents: a comparative analysis of the literature. *J Neurointerventional Surg.* 2015;7(12):905–9.
- Klisch J, Sychra V, Strasilla C, et al. The Woven EndoBridge cerebral aneurysm embolization device (WEB II): initial clinical experience. *Neuroradiology* 2011;53:599-607.
- Kulcsar Z, Szikora I. The ESMINT Retrospective Analysis of Delayed Aneurysm Ruptures after flow diversion (RADAR) study. *EJMINT.* 2012.
- Lawson A, Goddard T, Ross S, Tyagi A, Deniz K, Patankar T. Endovascular treatment of cerebral aneurysms using the Woven EndoBridge technique in a single center: preliminary results. *J Neurosurg* 2017;126:17–28
- Lawson A, Molyneux A, Sellar R, Lamin S, Thomas A, Gholkar A, et al. Safety results from the treatment of 109 cerebral aneurysms using the Woven EndoBridge technique: preliminary results in the United Kingdom. *J Neurosurg.* 2018;128:144–153.
- Lescher S, du Mesnil de Rochemont R, Berkefeld J. Woven Endobridge (WEB) device for endovascular treatment of complex unruptured aneurysms: a single center experience. *Neuroradiology* 2016;58:383–90.
- Liou T-M, Li Y-C, Juan W-C. Numerical and experimental studies on pulsatile flow in aneurysms arising laterally from a curved parent vessel at various angles. *J Biomech.* 2007;40(6):1268–75.

- Lubicz B, Klisch J, Gauvrit JY, et al. WEB-DL endovascular treatment of wide-neck bifurcation aneurysms: short- and midterm results in a European study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2014;35:432–38.
- Lv X, Zhang Y, Jiang W. Systematic Review of Woven EndoBridge for Wide-Necked Bifurcation Aneurysms: Complications, Adequate Occlusion Rate, Morbidity, and Mortality *World Neurosurgery* 2017;110:20-25.
- Mine B, Goutte A, Brisbois D, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with the Woven EndoBridge device: mid term and long term results. *J Neurointerv Surg* 2017 Feb 20. [Epub ahead of print] doi:10.1136/neurintsurg-2016-012964
- Molyneux A, Kerr R, Stratton I, Sandercock P, Clarke M, Shrimpton J, et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. *Lancet*. 2002;360(9342):1267–74.
- Molyneux AJ, Cekirge S, Saatci I, Gál G. Cerebral Aneurysm Multicenter European Onyx (CAMEO) trial: results of a prospective observational study in 20 European centers. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2004;25(1):39–51.
- Molyneux AJ, Kerr RSC, Yu L-M, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, et al. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *Lancet*. 2005;366(9488):809–817.
- Molyneux AJ, Clarke A, Sneade M, Mehta Z, Coley S, Roy D, et al: Cerecyte Coil Trial: angiographic outcomes of a prospective randomized trial comparing endovascular coiling of cerebral aneurysms with either cerecyte or bare platinum coils. *Stroke* 2012;43:2544–2550.
- Moret J, Cognard C, Weill A, Castaings L, Rey A. The “remodelling technique” in the treatment of wide neck intracranial aneurysms. Angiographic results and clinical follow-up in 56 cases. *Interv Neuroradiol*. 1997;3(1):21–35.
- Papagiannaki C, Spelle L, Januel AC, et al. WEB intrasaccular flow disruptor—prospective, multicenter experience in 83 patients with 85 aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2014;35:2106–2111.
- Pierot L, Spelle L, Leclerc X, Cognard C, Bonafé A, Moret J. Endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms: comparison of safety of remodeling technique and standard treatment with coils. *Radiology*. 2009;251(3):846–55.
- Pierot L, Spelle L, Vitry F. Immediate anatomic results after the endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms: analysis of the ATENA series. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2010;31(1):140–144.
- Pierot L, Cognard C, Ricolfi F, Anxionnat R, on behalf of CLARITY group. Mid-term anatomical results after endovascular treatment of ruptured intracranial aneurysms with GDC and Matrix coils: analysis of the CLARITY series. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012(a);33:469–473.

- Pierot L, Liebig T, Sychra V, Kadziolka K, Dorn F, Strasilla C, et al: Intrasaccular flow-disruption treatment of intracranial aneurysms: preliminary results of a multicenter clinical study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012(b);33:1232–1238.
- Pierot L, Klisch J, Cognard C, et al. Endovascular WEB Flow Disruption in Middle Cerebral Artery Aneurysms: Preliminary Feasibility, Clinical, and Anatomical Results in a Multicenter Study *Neurosurgery* 2013;73:27–34.
- Pierot L, Klisch J, Liebig T, et al . WEB-DL endovascular treatment of wide-neck bifurcation aneurysms: long-term results in a European series. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015;36:2314–2319.
- Pierot L, Costalat V, Moret J, et al . Safety and efficacy of aneurysm treatment with WEB: results of the WEBCAST study. *J Neurosurg* 2016(a);124:1250–1256.
- Pierot L, Moret J, Turjman F, et al. WEB treatment of intracranial aneurysms: clinical and anatomic results in the French observatory. *AJNR Am J Neuroradiol* 2016(b);37:655–669.
- Pierot L, Gubucz I, Buhk JH, et al. Safety and efficacy of aneurysm treatment with the WEB: results of the WEBCAST 2 study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2017(a);38:1151–1155.
- Pierot L, Biondi A, Narata AP, et al. Should indications for WEB aneurysm treatment be enlarged? Report of a series of 20 patients with aneurysms in “atypical” locations for WEB treatment. *J Neuroradiol* 2017 (b) Mar 2. [Epub ahead of print] doi:10.1016/j.neurad.2016.12.011.
- Piotin M, Spelle L, Mounayer C, Salles-Rezende MT, Giansante-Abud D, Vanzin-Santos R, et al. Intracranial aneurysms: treatment with bare platinum coils—aneurysm packing, complex coils, and angiographic recurrence. *Radiology*. 2007;243(2):500–8.
- Popielski J, Berlis A, Weber W, Fischer S. Two-center experience in the endovascular treatment of ruptured and unruptured intracranial aneurysms using the WEB device: a retrospective analysis *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2017;39:111-117.
- Provenzale J, Hacein-Bey L. CT evaluation of subarachnoid hemorrhage: a practical review for the radiologist interpreting emergency room studies. *Emergency Radiology*. 2009;16(6):441–451.
- Rankin J. Cerebral vascular accidents in patients over the age of 60. II Prognosis. *Scott Med J.* 1957;2(5):200–15.
- Raymond J, Roy D. Safety and efficacy of endovascular treatment of acutely ruptured aneurysms. *Neurosurgery*. 1997;41(6):1235–45; discussion 1245–6.
- Raymond J, Guilbert F, Roy D. Neck-bridge device for endovascular treatment of wide-neck bifurcation aneurysms: initial experience 1. *Radiology*. 2001;221(2):318–26.
- Report of world federation of neurological surgeons committee on a universal subarachnoid hemorrhage grading scale. *J Neurosurg.* 1988;68(6):985–6.
- Sakai N, Taki W, Yoshimura S, Hyogo T, Ezura M, Matsumoto Y, et al. Retrospective survey of endovascular treatment for ruptured intracranial aneurysm in Japan:

- Retrospective Endovascular Subarachnoid Aneurysm Treatment (RESAT) study. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2010;50(11):961–5.
- Santillan A, Gobin YP, Greenberg ED, Leng LZ, Riina HA, Stieg PE, et al. Intraprocedural aneurysmal rupture during coil embolization of brain aneurysms: role of balloon-assisted coiling. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012;33:2017–21.
- Shapiro M, Babb J, Becske T, Nelson PK. Safety and efficacy of adjunctive balloon remodeling during endovascular treatment of intracranial aneurysms: a literature review. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008;29:1777–81.
- Shapiro M, Becske T, Sahlein D, Babb J, Nelson PK. Stent-supported aneurysm coiling: a literature survey of treatment and follow-up. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2012;33:159–63.
- Simon S, Archer K, Mericle R. Multicenter registry of liquid embolic treatment of cerebral aneurysms. *World Neurosurg*. 2014;82(6):e731–8.
- Slob MJ, Sluzewski M, van Rooij WJ. The relation between packing and reopening in coiled intracranial aneurysms: a prospective study. *Neuroradiology*. 2005;47(12):942–5.
- Sluzewski M, van Rooij WJ, Beute GN, Nijssen PC. Balloon-assisted coil embolization of intracranial aneurysms: incidence, complications, and angiography results. *J Neurosurg*. 2006;105:396–9.
- Szikora I, Berentei Z, Kulcsar Z, Marosfoi M, Vajda ZS, Lee W, et al. Treatment of intracranial aneurysms by functional reconstruction of the parent artery: the Budapest experience with the pipeline embolization device. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2010;31(6):1139–47.
- Tau N, Sadeh-Gonik U, Aulagner G, et al. The Woven EndoBridge (WEB) for endovascular therapy of intracranial aneurysms: Update of a systematic review with meta-analysis. *Clin Neurol Neurosurg*. 2018;166:110–115. doi: 10.1016/j.clineuro.2018.01.025.
- Van Rooij W, Peluso JP, Bechan RS, et al. WEB treatment of ruptured intracranial aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 2016;37:1679–1683.
- Van Rooij SBT, van Rooij WJ, Peluso JP, et al. WEB treatment of ruptured intracranial aneurysms: a single-center cohort of 100 patients. *AJNR Am J Neuroradiol* 2017 Sep 7. [Epub ahead of print] doi:10.3174/ajnr.A5371
- Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J, Meissner I, Brown RD, Piepgras DG, et al. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet*. 2003;362(9378):103–10.
- Woo D, Khoury J, Haverbusch MM, Sekar P, Flaherty ML, Kleindorfer DO, et al. Smoking and family history and risk of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurology*. 2009;72:69–72.
- Zhao B, Yin R, Lanzino G, Kallmes DF, Cloft HJ, Brinjikji W: Endovascular coiling of wide-neck and wide-neck bifurcation aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *AJNR Am J Neuroradiol* 2016;37:1700–1705.

EKLER

Ek 1. Hastaların demografik özellikleri, anevrizma karakteristikleri, klinik ve anatomik sonuçları

Hasta no	Yaş	Cinsiyet	İşlem öncesi mRS (puan)/Hunt Hess (grade)	SAK	Yerleşim	Boyut (mm)	Boyun (mm)	Takipte mRS	Takip modalitesi	Takip süresi (ay)	Oklüzyon oranı
1	64	K	0	Yok	Anterior komunikan	4,7x6,5	4,2	0	DSA	33	B
2	56	K	0	Yok	Anterior komunikan	7,8x10	5,8	0	DSA	32	C
3	46	E	0	Yok	MCA bifurkasyon	7,8x8,5	6,2	0	DSA	27	C
4	67	K	1	Yok	MCA bifurkasyon	3,4x3,5	3,1	1	DSA	27	C
5	41	E	1	Yok	Baziler tepe	4,5x5,1	3,2	1	DSA	9	C
6	51	E	Grade 1	Var	Baziler tepe	6,1x5,2	3,5	2			
7	37	E	0	Yok	MCA bifurkasyon	8,1x9,5	5,5				
8	50	E	1	Yok	MCA bifurkasyon	8,1x7	7,7	1	MRA	12	C
9	32	K	0	Yok	MCA bifurkasyon	4,9x5,6	4,3	0	DSA	15	C
10	47	E	0	Yok	MCA bifurkasyon	4,7x6,6	4	0	DSA	11	C
11	58	K	0	Yok	Anterior komunikan	6x5,5	5,8	0	DSA	8	B
12	51	K	Grade 3	Var	Baziler tepe	3,3x4	3,2	4			
13	56	K	1	Yok	MCA bifurkasyonu	6,7x6,5	4	1	DSA	8	D
14	61	K	1	Yok	MCA M1	3,8x3,6	2,4	1	DSA	8	B
15	47	K	Grade 1	Var	MCA bifurkasyon	3,8x4,5	2,5	0	DSA	5	B
16	66	K	1	Yok	MCA bifurkasyon	9,5x8	6	1	DSA	7	C

Hasta no	Yaş	Cinsiyet	İşlem öncesi mRS (puan)/Hunt Hess (grade)	SAK	Yerleşim	Boyut (mm)	Boyun (mm)	Takipte mRS	Takip modalitesi	Takip süresi (ay)	Oklüzyon oranı
17	63	E	0	Yok	MCA bifurkasyon	3,6x3,6	3				
18	63	E	0	Yok	MCA bifurkasyon	9,3x10,9	5	0	DSA	5	C
19	65	K	1	Yok	Baziler tepe	3,2x3,5	1,5	1	DSA	6	B
20	58	E	0	Yok	Anterior komunikan	4,2x3,8	3,6	0	DSA	8	B
21	53	K	2	Yok	MCA bifurkasyon	9,5x11	5	2	DSA	4	F
22	40	E	1	Yok	MCA bifurkasyon	7,7x5,5	4,5	1	DSA	5	B
23	48	K	0	Yok	MCA bifurkasyon	5x4	2,2	0	MRA	3	B
24	76	K	1	Yok	MCA bifurkasyon	5,5x4,5	4,5	1	DSA	5	B
25	63	E	1	Yok	Anterior komunikan	11x12	10	1	MRA	2	B
26	62	K	Grade 4	Var	ICA tepe	7,8x7,2	4,1	6			
27	57	E	1	Yok	MCA bifurkasyon	9,2x9	5,4	1	MRA	1	B
28	55	E	0	Yok	MCA bifurkasyon	5,6x5,7	3,8	0	MRA	1	B
29	61	K	0	Yok	MCA bifurkasyon	5,1x6,9	3,2	0	MRA	0	C
30	44	E	0	Yok	Baziler tepe	3,2x3,5	2,3				
31	71	K	1	Yok	MCA bifurkasyon	4,5x2,5	4				
32	68	K	0	Yok	MCA bifurkasyon	4x4,5	2,5				
33	52	K	0	Yok	MCA bifurkasyon	5,1x3,5	3,6				
34	52	E	1	Yok	MCA bifurkasyon	4,5x4,5	2,6				
35	43	K	1	Yok	MCA bifurkasyon	5,5x6	3,5				

