



Derleme

Geliş Tarihi: 27.03.2022
Kabul Tarihi: 19.04.2022

Endovasküler-Hibrit Vasküler Cerrahi

Endovascular-Hybrid Vascular Surgery

Samet DİNÇ¹, Adem KURTULUŞ¹, Muhammed Erkan EMRAHOĞLU², Emre ÇAVUŞ², Mehmet Ziya ÇETİNER³, Mehmet Erhan TÜRKOĞLU²¹Afyonkarahisar Devlet Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, Afyonkarahisar, Türkiye²Sağlık Bilimleri Üniversitesi Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, Ankara, Türkiye³Bursa Şehir Hastanesi, Nöroşirürji Kliniği, Bursa, Türkiye

Yazışma adresi: Samet DİNÇ ✉ dincsamet89@hotmail.com

ÖZ

Intrakranial vasküler hastalıklarının ve lezyonlarının tanı ve tedavisinde kullanılan serebral "Digital Substraction Angiography" ve endovasküler tedavi tekniklerinin son yıllardaki teknolojik gelişmeler ile birlikte kullanımı yaygınlaşmış ve çok önemli aşamalar kaydetmiştir. Serebral anjiyografi ile nörovasküler patolojilerin tanımlanması (anevrizma, arteriovenöz malformasyon, stenoz, arteriovenöz fistül), özellikle anevrizma cerrahisinde intraoperatif değerlendirme, nörogirişimsel işlemlerin planlanması ya da tedavi sonrası takiplerin değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Günümüzde çoğu intrakranial anevrizmada endovasküler tedavi teknikleri birincil seçenek olarak kabul edilmiştir. Endovasküler teknikler ile mikrocerrahi ve stereotaksik radyocerrahi tekniklerin kombinasyonundan oluşan hibrit vasküler yaklaşımlar son yıllarda oldukça kabul görmüştür. Bu yaklaşımlar; intrakranial anevrizma, arteriovenöz malformasyon, arteriovenöz fistül tedavilerinin yanı sıra özellikle vaskülaritesi yüksek olan tümörlerin cerrahisinde de yaygın şekilde kullanılmaktadır. Günümüzde bu alanlarda gelişmiş merkezlerde hem endovasküler tekniklerin hem de mikrocerrahi tekniklerin aynı anda uygulanabildiği hibrit ameliyathaneler de kullanıma girmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Hibrit, Endovasküler, Serebral anjiyografi, Embolizasyon

ABSTRACT

Cerebral "Digital Substraction Angiography" is used in the diagnosis and treatment of intracranial vascular diseases and lesions. The use of endovascular treatment techniques has become widespread in recent years with the technological developments and has made very important progress. Neurovascular pathologies (aneurysm, arteriovenous malformation, stenosis, arteriovenous fistula) are defined by cerebral angiography. Especially in aneurysm surgery, intraoperative evaluation, planning of neurointerventional procedures, or post-treatment follow-up can be evaluated. Today, endovascular treatment techniques have been accepted as the primary option for most intracranial aneurysms. Hybrid vascular approaches, which combine endovascular techniques with microsurgery and stereotaxic radiosurgical techniques, have gained widespread acceptance in recent years. These approaches are used in the treatment of intracranial aneurysm, arteriovenous malformation, and arteriovenous fistula. It is also widely used in the surgery of tumors with high vascularity. Today, hybrid operating rooms, where both endovascular techniques and microsurgical techniques can be applied simultaneously, have also been put into use in advanced centers in these areas.

KEYWORDS: Hybrid, Endovascular, Cerebral angiography, EmbolizationSamet DİNÇ  : 0000-0002-8090-3335
Adem KURTULUŞ  : 0000-0002-8084-1015
Muhammed Erkan EMRAHOĞLU  : 0000-0002-0939-3117Emre ÇAVUŞ  : 0000-0002-4061-0343
Mehmet Ziya ÇETİNER  : 0000-0003-4448-4759
Mehmet Erhan TÜRKOĞLU  : 0000-0001-7044-617X

■ GİRİŞ

S antral sinir sisteminin (SSS) çeşitli vasküler hastalıklarının ve lezyonlarının tanı ve tedavisinde kullanılan serebral "Digital Substraction Angiography (DSA)" ve endovasküler tedavi tekniklerinin son yıllardaki teknolojik gelişmeler ile birlikte kullanımı yaygınlaşmış ve çok önemli aşamalar kaydetmiştir. Endovasküler tedavi teknikleri, başlangıçta çeşitli nedenlerle açık cerrahinin yapılamadığı hastalarda tercih edilmekte iken; günümüzde birçok serebral vasküler hastalığın tedavisinde tek başına birincil seçenek olarak ya da açık cerrahi teknikler ile kombine olarak kullanılabilir. (15).

■ TARİHÇE

İlk serebral anjiyografi 1927 yılında Portekizli bilim insanı Egas Moniz tarafından Lizbon'da yapılmıştır (25). Yıllar içerisinde teknik daha da geliştirilmiş ve daha güvenli hâle getirilmiştir. Serebral anjiyografi 1950 ve 1960'lı yıllarda servikal karotid artere direkt perkütan yolla ulaşılarak yapılmıştır. 1960'lı yılların sonlarında ve 1970'li yıllarda ise femoral arter yolu ile girişim tercih edilmeye başlanmış ve yaygınlaşmıştır (18). Bu gelişmelerden sonra serebral anjiyografinin popüleritesi artmış ve serebral vasküler yapıların değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul görmüştür. 1980'li yıllarda kullanıma giren DSA; görüntüleme alanının çevresindeki yumuşak dokuları ve kemik yapıların dijital ortamda silinmesine olanak sağlayarak, kontrast madde verilen vasküler yapıları daha net değerlendirme imkânı sunmuştur. Ayrıca elde edilen görüntülerin üç boyutlu rekonstrüksiyon yapılmasına olanak vererek; patoloji hakkında daha ayrıntılı bilgi elde etmemizi sağlamıştır.

Serbinenko tarafından 1970'li yıllarda ayrılabilir lateks balonlar kullanılarak ilk kez serebral anevrizmanın endovasküler tedavisi yapılmıştır (19). Guglielmi ise 1990 yılında ayrılabilir koilleri intrakranyal anevrizma tedavisinde kullanmaya başlamıştır ve 1995 yılında ise "Unites States Food and Drug Administration (FDA)" onayı alınmıştır (16,17). Akım yönlendirici stentlere ise FDA tarafından 2011 yılında onay verilmiştir (1).

■ TANI

Tanısız serebral anjiyografi; nörovasküler patolojilerin tanımlanması (anevrizma, arteriovenöz malformasyon, stenoz, arteri-

ovenöz fistül), özellikle anevrizma cerrahisinde intraoperatif değerlendirme, nörogirişimsel işlemlerin planlanması ya da tedavi sonrası takiplerin değerlendirilmesi için kullanılabilir. (22). Ayrıca intrakranyal anevrizmaların tanısı için altın standarttır. Serebral DSA güvenli koşullarda uygulanan bir işlem olsa da hâlen nörolojik komplikasyon oranı %2-3'tür (15).

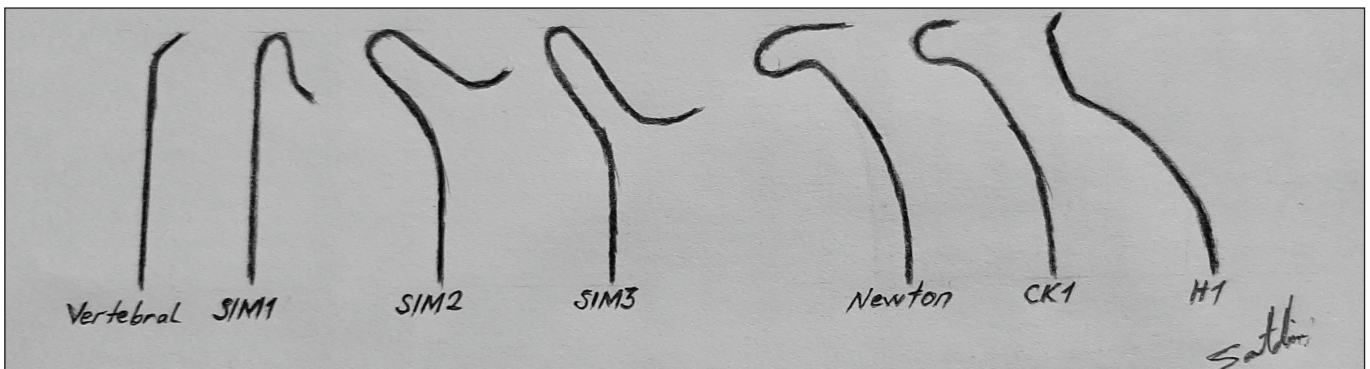
İşlem öncesinde mutlaka hastanın nörolojik muayenesine bakılmalı; ayrıca kontrast madde alerjisi sorgulanmalı, böbrek fonksiyon testleri ve koagülasyon değerleri kontrol edilmeli ve işlemden 6 saat önce oral alımı kesilmelidir. İşlemin uzun süreceği öngörülüyorsa idrar sondası mutlaka yerleştirilmelidir.

Non-iyonik kontrast maddeler, iyonik olanlara göre daha güvenli ve daha az alerjendirler. Bu sebeple düşük osmolaliteye sahip, non-iyonik bir kontrast madde olan iohexsol, serebral anjiyografide en çok kullanılan maddedir. Tanısız DSA'da 300 mg/ml, nörogirişimsel tedavi işlemlerinde ise 240 mg/ml dozunda kullanılmalıdır (22).

Serebral anjiyografide en sık transfemoral yol tercih edilmekte olup sheat kullanımı çok önemlidir. DSA işleminde kullanılan çeşitli kateterler mevcut olup; bu kateterler genellikle hidrofilik teller üzerinden ilerletilmektedir. Tellerin kullanım amacı, kateterlerin damar duvarına sürtünerek diseksiyona yol açmasını engellemektir.

Genellikle vertebral kateter kullanılmakla beraber; hastanın ve vasküler yapıların durumuna göre Simmons-1, Simmons-2, Simmons-3, CK-1, H1 (Headhunter) veya Newton kateterleri de kullanılabilir. (Şekil 1).

Tanısız DSA işleminde dikkat edilmesi gereken noktalardan birisi de tromboembolik olaylardan kaçınmak için gerekli tedbirlerin alınmasıdır. Bunun için basınçlı manşon ile heparinize edilmiş serum fizyolojik ile sheat üzerinden sürekli yıkama yapılmalıdır. Kullanılan kateter ve tel gibi malzemeler ise; işlem içerisinde kullanılmadığı zamanlarda heparinize edilmiş serum fizyolojik içerisinde bekletilmelidir ve yıkanmalıdır. Ayrıca serum fizyolojik ile karıştırılmış non-iyonik kontrast maddenin enjektörle kateterden verilmesi ve görüntü alınması esnasında; enjektörde hava kabarcığı, kan pıhtısı olmamasına dikkat edilmelidir. İşlem esnasında kullanılan tüm malzemeler ve eldivenler üzerinde kan bulaşısı sonrasında oluşan pıhtıların kalmasına da özen gösterilmeli ve bu materyaller sık sık temizlenmelidir.



Şekil 1: Kullanılan kateter çeşitlerinin şematik çizimleri.

Serebral anjiyografide standart modalite olarak biplanar anjiyografi kullanılmaktadır. İşlem esnasında çeşitli projeksiyonlarda görüntü almak gerekmektedir. Standart posteroanterior (PA) projeksiyon, düz PA görüntüsü, Caldwell projeksiyonu, Towne's görüntüsü, Water's görüntüsü, sub-mentoverteks görüntüsü ve Houghton projeksiyonu kullanılarak istenilen vasküler yapıların optimum şekilde görüntüleri elde edilmeye çalışılır. Vasküler patoloji tespit edildikten sonra; görüntülerin 3 boyutlu rekonstrüksiyonu yapılarak daha detaylı değerlendirilir ve uygulanacak tedavi yöntemine karar verilir (endovasküler-cerrahi-kombine yaklaşım).

Diagnostik DSA işlemi bazı komplikasyonlar da olabilmektedir. Nörolojik olarak; en sık katetere bağlı oluşan tromboembolik veya hava embolisi sebebiyle meydana gelen serebral iskemik hadiselerdir (29,38,43). Vasküler yapılarıdaki plakların parçalanması ve damar diseksiyonu, geçici görme kaybı veya amnezi diğer nörolojik komplikasyonlar olarak sıralanabilir. Kasık bölgesinde ya da retroperitonda hematoma oluşması, girişim yapılan damar duvarında psödoanevrizma gelişmesi, pulmoner emboli, nefropati, alerjik reaksiyonlar ve alt ekstremitelerde tromboembolik hadiselerin oluşması da diğer komplikasyonlardır (23).

■ TEDAVİ

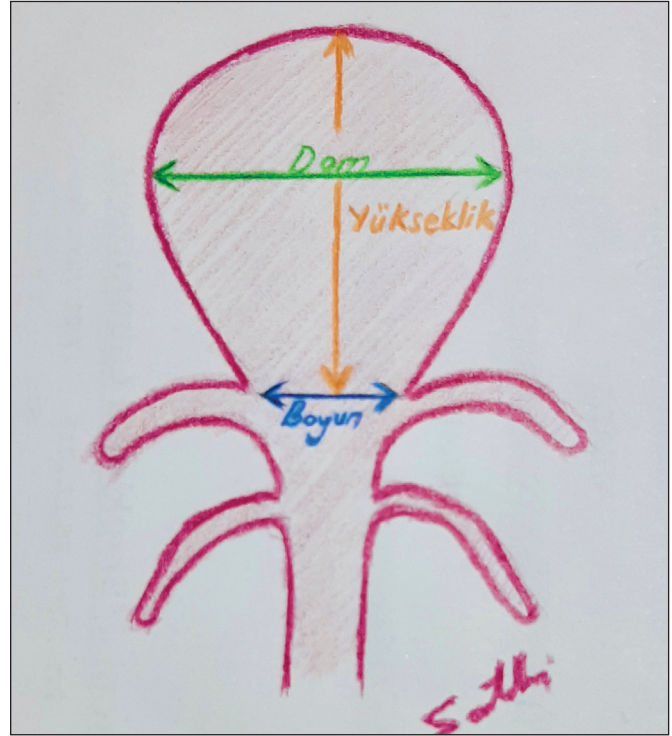
The International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) ve Barrow Ruptured Aneurysm Trial (BRAT) çalışmalarının sonuçlarına bakılarak; çoğu intrakranyal anevrizmada endovasküler tedavi teknikleri birincil seçenek olarak kabul edilmiştir (28,30). Fakat her anevrizma, hasta ve cerrah kendine özgüdür. Örnek verecek olursak stent destekli koil kullanılarak tedavi edilebilecek bir anevrizma; rüptüre anevrizma olması durumunda kullanılması gereken antiplatelet ajanların olası komplikasyonları nedeni ile zorluk teşkil edebilmektedir. Ayrıca rüptüre anevrizmaların dolaşımdan hızlıca çıkarılması gerektiğinden akım yönlendirici stent gibi teknikler daha az ilgi çekicidir. İntrakranyal anevrizmaların tedavisi için tekniğe karar verirken; dom-boyun oranı, yükseklik-boyun oranı, dom boyutu ve boyun genişliği olmak üzere dört ana parametre üzerinde durulmaktadır (11) (Şekil 2).

Dom-boyun oranı: ≥ 2 olması primer koilleme için uygunken; $\geq 1,6$ olması bazen primer koilleme için genellikle ise balon destekli koil embolizasyon (BDKE) veya stent destekli koil embolizasyon (SDKE) için uygundur. $<1,2$ olması ise standart endovasküler teknikleri daha zor hâle getirmektedir. Bu durumlarda akım yönlendirici stentler ya da cerrahi kipleme düşünülmelidir.

Yükseklik-boyun oranı: $\geq 1,6$ olması primer koilleme için uygundur. Ancak $<1,6$ olduğunda ise BDKE, SDKE veya akım yönlendirici teknikler düşünülmelidir.

Boyun genişliği: ≤ 4 mm olması, anevrizma domu çok küçük olmadığı takdirde genellikle primer koilleme için uygun olmaktadır. >4 mm ise primer koilleme daha zor olmaktadır ve BDKE, SDKE ya da akım yönlendirici stent gibi diğer teknikler ön planda düşünülmelidir.

Dom boyutu: <3 mm dom boyutu standart endovasküler teknikler için zorlayıcıdır. Akım yönlendirici stentler düşünüle-



Şekil 2: Anevrizmanın geometrik parametreleri.

bilmekle beraber bu boyuttaki anevrizmalar çoğunlukla önemli bir kanama riski oluşturmadığından genelde takip edilmektedir. Rüptür durumlarında ise küçük anevrizmalar için ön planda cerrahi kipleme tercih edilmektedir.

Koil ile anevrizma tedavisi

Koil; anevrizmanın içini doldurmada kullanılan, floroskopide görülebilen inert metaller olduğu için genellikle platin/tungsten alaşımından yapılmış bir çeşit teldir (11). Koillerin çapı 0,25-0,45 mm (0,010-0,018 inç) ve uzunlukları ise 1-40 cm arasında değişebilmektedir. Çıplak, platinium kaplı, ko-polimer ile kaplı ya da hidrojel ile kaplı koil çeşitleri mevcuttur. Ayrıca anevrizma içerisinde koilleri aldığı şekle göre tek boyutlu helikal, iki boyutlu helikal, üç boyutlu ve kompleks yapıda olan koil çeşitleri de bulunmaktadır. Koillerdeki tel yapısının sertliğine göre de standart, yumuşak ve çok yumuşak olarak tipleri mevcuttur (42). Koili taşıyan mikrokateterin anevrizma içine yerleştirilmesinden sonra koil bu kateter içinden anevrizma içerisine doldurulmaktadır. Kullanılan koillerin itilebilir ve ayrılabilir olmak üzere iki çeşidi mevcuttur. İtilebilir koiller itici tel ya da sıvıyla ilerletilirken ayrılabilir koiller ise elektrolizis ve mekanik olarak ayrılabilir. İntrakranyal anevrizmalarda ayrılabilir koiller tercih edilmektedir (42).

Bir anevrizmayı koillerken "çerçevele, doldur, bitir" kavramından söz edilir (13). Özellikle büyük anevrizmalarda; ilk yerleştirilen koil ile yapılan anevrizma içerisinde çerçeve ve çatı oluşturulması, işlemin başarılı olmasında çok önemlidir. Üç boyutlu ve kompleks koiller bu çerçeve oluşumu için tercih edilirler. Bu koiller doldurma ve bitirme koilleri için sferik bir temel oluşturması için tasarlanmışlardır (13). Doldurulacak olan ilk koilin çapının anevrizmanın çapı ile aynı olması tercih edilirken;

devamında kullanılan koillerin çap ve uzunlukları tedricen azaltılır ve anevrizmanın boyun ve domunda akımın olmadığı görülene kadar doldurulmaya devam edilir (42). Genellikle en yumuşak ve en ince olan bitirme koilleri; anevrizmanın tamamen yok edilmesi için yerleştirilir (13).

Koiller anevrizma içinde oluşan trombüsün matür sellüler skar dokusuna dönüşmesini hızlandırıp, anevrizma boyununun neoendotelizasyonunu gerçekleştirerek etki eder. Genel olarak anevrizma içindeki akımın kesilmesini sağlayan coil miktarı anevrizma hacminin %35-38'idir (42). Ayrıca birden fazla anevrizması olan hastalarda mikrocerrahi teknikler ile kombine edilerek hibrit yaklaşımlar da uygulanabilmektedir. Buna örnek olarak Şekil 3'te bir olgu sunulmuştur.

Balon Destekli Coil Embolizasyon (BDKE): Balon destekli coil embolizasyon tekniği ilk olarak Moret tarafından tanımlanmıştır. Tipik olarak dom-boyun oranı <2, yükseklik boyun oranı <1,6 veya anevrizma boynu >4 mm olan geniş boyunlu anevrizmalar için tercih edilmektedir. Bu teknikte anevrizma boyununun önündeki ana damara ayrılmaz bir balon yerleştirilir ve 50:50 oranında kontrast:salin ile bu damar şişirilir. %100 kontrast madde ile şişirilmesi balonun indirilmesini zorlaştırabilir. Bu balon çoklu coil yerleştirmelerinde şişik kalabilir, koillerin yerleştirilmeleri arasında söndürülebilir ya da bitirme koilleri esnasında şişirilebilir. Bu teknik ile ana damar içerisine coil herniasyonunun önüne geçilir. Ayrıca intraoperatif rüptür olması durumunda akımı kesebilir. Bu nedenle endovasküler anevrizma tedavisinin "geçici klibi" olarak kabul görür (13).

Aynı zamanda, kanamış anevrizmaların acil şartlarda yapılan tedavisinde; stentlerde kullanılan anti-agregan ajanlara BDKE'de gerek yoktur (7,36,42).

HyperForm ve HyperGlide olmak üzere düşük basınçlı balonlar kullanılmaktadır. HyperForm daha sferik bir şekle sahipken; HyperGlide dikdörtgen şeklinde bir tasarıma sahiptir. Anevrizma boyununun ve ana damarın anatomik yapısına göre uygun balon çeşidi seçilmelidir.

Clinical and Anatomic Results in the Treatment of Ruptured Intracranial Aneurysms (CLARITY) ve The Aneurysms Treated by Endovascular Approach (ATENA) çalışmalarında; sırasıyla rüptüre olmamış ve rüptüre olmuş anevrizmaların BDKE ve primer coil tekniklerinin karşılaştırmaları yapılmıştır (33,35).

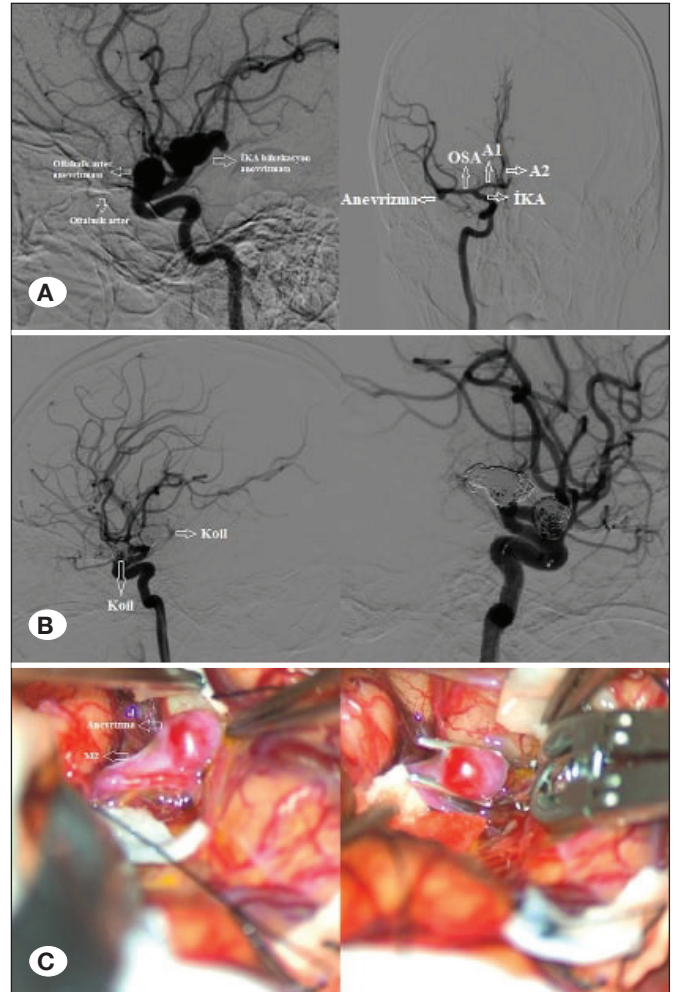
CLARITY çalışmasında intraoperatif rüptür oranı her iki grupta da %4,4 oranı ile aynı olduğu görülmüştür. Genel komplikasyon oranı ise; BDKE'de %16,9 ve coil için %17,4 olarak bulunmuştur.

ATENA çalışmasında ise; intraoperatif rüptür oranı BDKE'de %3,2 ve coil grubunda ise %2,2 olarak görülmüştür. Kalıcı nörodefisit ve mortalite oranı, BDKE'de %1,4 ve coil grubunda %0,6 oranında görülürken; genel komplikasyon oranı ise sırasıyla %11,7 ve %10,8 olarak bulunmuştur.

Stent Destekli Coil Embolizasyon (SDKE): Bu teknik genellikle daha geniş boyunlu rüptüre olmamış kompleks anevrizmalar için tercih edilmektedir. Tedavi işlemi öncesinde ikili antiplatelet ajanlar kullanılarak premedikasyon yapılmasını gerektirmektedir. İşlemin en az 3 gün öncesinde klopidogrel 75

mg/gün ve aspirin 100 mg/gün dozunda başlanmalıdır. Coil yerleştirme esnasında acil stent gereksinimi hâlinde ise 450 mg klopidogrel, nazogastrik sonda yoluyla hastaya verilir (4,5,21,32). Endotelizasyon sürecinde; stent içinde tromboz ya da stenoza önlemek için işlem sonrasında bu ilaçlara 3-6 ay devam edilmelidir.

SDKE tekniğinde; stent anevrizma boynuna yerleştirildikten sonra mikrokater stent aralıklarından geçirilerek anevrizma içerisine yerleştirilir ve "transstent" şeklinde koilleme işlemi gerçekleştirilir. Ayrıca; mikrokater anevrizma içine yerleştirildikten sonra stent yerleştirilir ve böylece mikrokater, damarın iç duvarı ve stentin dış duvarı arasında sabitlenerek "jailing" şeklinde koilleme gerçekleştirilir. Koilleme işlemi takiben mikrokater stent ve ana damar arasından çıkarılır. Kullanılan bu "jailing" tekniği; mikrokaterin stent açılmasını engellemesi, mikrokaterin stent tarafından yerleşiminin bozulması, koilin



Şekil 3: Subaraknoid kanama ile gelen 30 yaş erkek hasta. **A)** Tanısal DSA'da sağ İKA enjeksiyonunda sağ OSA bifurkasyon anevrizması, sol İKA enjeksiyonunda ise oftalmik arter ve İKA bifurkasyon anevrizmaları görülmektedir. **B)** Sol oftalmik arter ve İKA bifurkasyon anevrizmalarının coil embolizasyon sonrasında kontrol DSA görüntüleri. **C)** Sağ OSA bifurkasyon anevrizması kliplenmesi, intraoperatif mikroskop görüntüleri. (OSA: orta serebral arter, İKA: internal karotid arter).

damar intiması ve stent arasına dolanması sonucu oluşan koil malformasyonları gibi çeşitli riskler taşımaktadır (12). Ayrıca geniş boyunlu anevrizmalarda stent çeşitliliğinin artması ile koil embolizasyona mekanik destek sağlamak için “Y stentleme” tekniği de başarıyla uygulanmaktadır. Şekil 4’te SDKE ile tedavi edilen bir anevrizma olgusu görülmektedir.

Özellikle kanamış anevrizmalarda; eksternal ventriküler drenaj yerleştirilmesi veya gelişebilecek hidrosefali gibi kanama komplikasyonları için acil cerrahi gereksinimi durumunda kullanılan antiagregan ajanlar serebral kanama riskini artırmaktadır. Bu ajanların kesilmesi durumunda ise stent trombozu riski karşımıza çıkmaktadır (4). Bu nedenlerle geniş boyunlu anevrizmaların tedavisi planlanırken; rüptür durumu, ana arterin anatomik yapısı, anevrizmanın yerleşimi ile olası komplikasyonlar göz önünde bulundurulmalıdır. Uygun anevrizmanın SDKE tekniği ile tedavisi sonrasında; tromboemboli %10, intraserebral kanama %2, stent stenozu %3-10, anevrizmanın rekanalize olması %17-20 oranında görülmektedir (24,27,36). Bu teknik için sıklıkla Neuroform (Stryker) ve Enterprise (Codman) stentleri tercih edilmektedir. Bu iki stent arasında komplikasyon ve etkinlik açısından belirgin bir fark görülmemiştir (21,26).

Akım yönlendirici stent (AYS) ile anevrizma tedavisi

Pipeline embolizasyon cihazı (PEC); petroz segment ile süperior hipofizeal segmentler arasında internal karotid arterdeki (İKA) büyük veya dev geniş boyunlu anevrizmaların tedavisinde tercih edilen akım yönlendirici bir cihazdır. 2011 yılında FDA onayı almıştır (20). PEC; örgülü yapısı nedeni ile yerleştirildikten sonra genişleme kabiliyetine sahiptir. Bu sebeple, geleneksel stentlere göre anevrizma domundan daha fazla kan akımının uzaklaşmasına olanak sağlayarak trombozu uyarır. PEC’i yerleştirmek için mikrokater ve mikrotel, anevrizma boyununun en az 20 mm distaline kadar ilerletilmelidir. Ardından tel çıkarılarak, iletim teli mikrokaterin distal ucu ile aynı hizaya gelene kadar ilerletilir. PEC’nin distal ucunun anevrizmayı en az 2-3 mm geçmesi gerekmektedir. Başarılı bir yerleştirme sonrasında; eş zamanlı olarak mikrokater geriye doğru çekilirken, bir itme/çekme tekniği kullanılarak PEC anevrizma boyuna yerleştirilir. Gereği halinde, aynı ya da daha geniş çaplı başka bir cihaz kullanılarak birden fazla PEC iç içe geçirilerek yerleştirilebilir.

Pipeline embolizasyon cihazının aralıklarının küçük çaplı olması nedeni ile mikrokater ya da tellerin geçişini engellemektedir. Bu nedenle eş zamanlı koil embolizasyon gerekiyor ise “jailing” tekniği kullanılmalıdır.

Genel olarak akım yönlendirici cihazlar için bazı özellikli durumlar vardır. Bu cihazlar kullanıldığı hastalarda postoperatif stenoz riski vardır ve ikili antiplatelet tedaviye ihtiyaç duyarlar. AYS uygulanmasından en az 3 gün öncesinde aspirin 100 mg/gün ve klopidogrel 75 mg/gün dozunda başlanmalıdır.

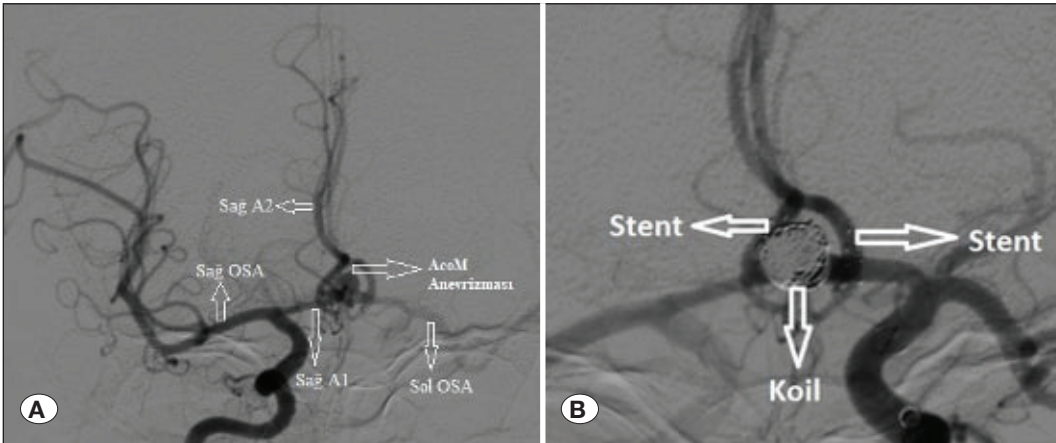
Pipeline embolizasyon cihazının uygulanması esnasında bir dalın potansiyel kapanma riski vardır. Örnek olarak baziler tepe anevrizmasının PEC kullanılarak stentlenmesi sırasında bir posterior serebral arter (PSA) orjininin kapanması verilebilir. Bu nedenle bu cihazın bifurkasyon anevrizmalarında kullanımı sınırlıdır. Akım yönlendirici olmayan cihazların aksine PEC’in artan metal kapsamı, kaplı damar içindeki akımı azaltabilir ve buna bağlı hemodinamik ve trombotik komplikasyonlara neden olabilir. Aynı zamanda PEC’in tasarımı implantasyon sonrasında kısılmaya veya yer değiştirmeye neden olabilir (14).

WEB (Woven EndoBridge) (İntraanevrizmal Akım Bozucu Stent) ile anevrizma tedavisi

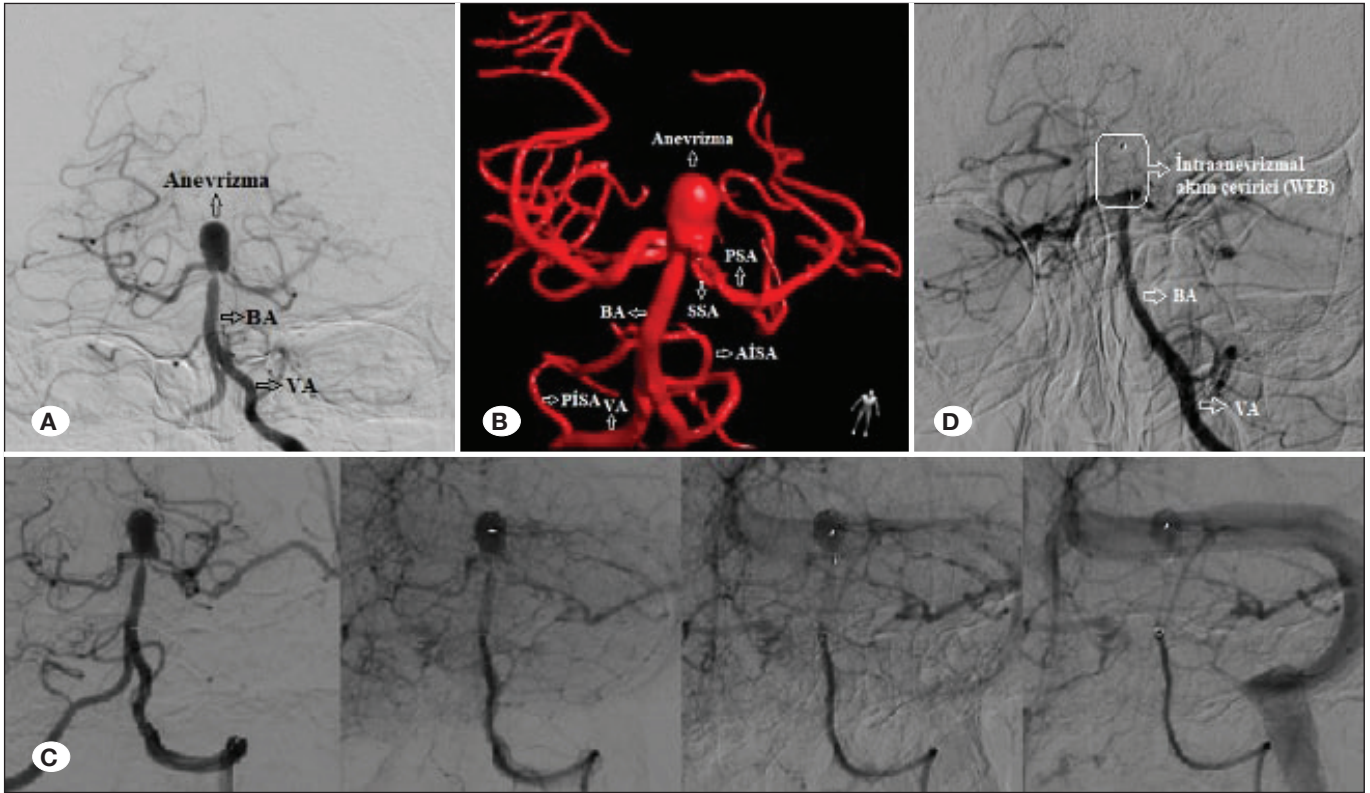
Klasik yöntemde olan damar duvarına yerleştirilen stent yerine, anevrizma içine yerleştirilen stent benzeri bir cihazdır. Bir başka deyişle bifurkasyon ve yan duvar anevrizmalarının periprocedüral stazı için kullanılan intrasakküler rekonstrüktif cihazlardır. Cihaz mikrokater aracılığı ile standart nörogirişimsel teknikler kullanılarak doğrudan anevrizma içine yerleştirilir. Literatürde uzun dönem sonuçları henüz yeterli miktarda değildir ancak klinik sonuçları olumlu görünmektedir (32,34). Şekil 5’de WEB ile tedavi edilmiş bir olgu görülmektedir.

pCONus

Bifurkasyon anevrizma implantıdır. Geniş boyunlu intrakranial bifurkasyon anevrizmalarını tedavi etmek için tasarlanmıştır. Geri alınabilen ve ayrılabilen stent benzeri yapısı olan intraluminal bir cihazdır. pCONus $\geq 2,5$ mm ve ≤ 4 mm çapındaki vasküler yapılar yerleştirilebilir. 5-15 mm arasında kaplama çapları mevcut olup 15-20 mm çalışma uzunluğuna sahiptir. Standart nörogirişimsel teknikler kullanılarak 0,021 inç mikrokater aracılığı ile yerleştirilir (14).



Şekil 4: Subaraknoid kanama ile gelen 49 yaş kadın hastanın bilateral beslenen anterior komünikan arter anevrizması. **A)** İşlem öncesi DSA görüntüleri. **B)** Sağ A2’den sol A1 proksimaline ve sol A2’den sol A1 proksimaline açılan Y stent mekanik desteği ile koilize edilmiş anevrizmanın DSA görüntüsü izlenmektedir. (OSA: orta serebral arter, AcoM: anterior komünikan arter).



Şekil 5: 57 yaş kadın hastada insidental saptanan geniş boyunlu baziller arter anevrizması. **A)** İşlem öncesi tanıtıcı DSA. **B)** İşlem öncesi DSA görüntülerinin 3D rekonstrükte edilmiş görüntüleri. **C)** Intraanevrizmal akım bozucu stent (WEB) yerleştirilmesi, venöz faza ilerlerken anevrizmada stagnasyon görülmektedir. **D)** İşlem sonrasında 2. ay kontrol DSA görüntüleri, yerleştirilen WEB'in potent olduğu ve anevrizmada tama yakın embolizasyon olduğu izlenmektedir. (BA: baziler arter, VA: vertebral arter, SSA: süperior serebellar arter, PSA: posterior serebral arter, AISA: anterior inferior serebellar arter, PISA: posterior inferior serebellar arter).

Pulserider

Anevrizma boyun rekonstrüksiyon cihazıdır. Yapısı Y-stent yapısına benzerdir. Baziler tepede veya karotis terminali ve komşuluğundaki geniş boyunlu intrakranyal bifurkasyon anevrizmalarının embolik koillenmesi için kullanılır. Geri alınabilen ve ayrılabilen yapısı vardır. Y şekli olması ve açık hücreli çerçeve yapısından dolayı uygun anevrizma boyun desteği sağlarken ana damar bifurkasyonundan hemodinamik akışa izin verir ve lümen açıklığını korur (14).

Arteriovenöz Malformasyon Tedavisi

Arteriovenöz malformasyonların (AVM) tedavisi arteriovenöz şantların tamamının oblitere edilmesi amaçlanarak yapılmalıdır. Kısmi obliterasyon uzun dönem kanama riskini azaltmaktadır. Bu amaçla 3 çeşit tedavi modeli gelişmiştir.

- 1) Mikrocerrahi rezeksiyon
- 2) Stereotaksik radyocerrahi
- 3) Endovasküler embolizasyon

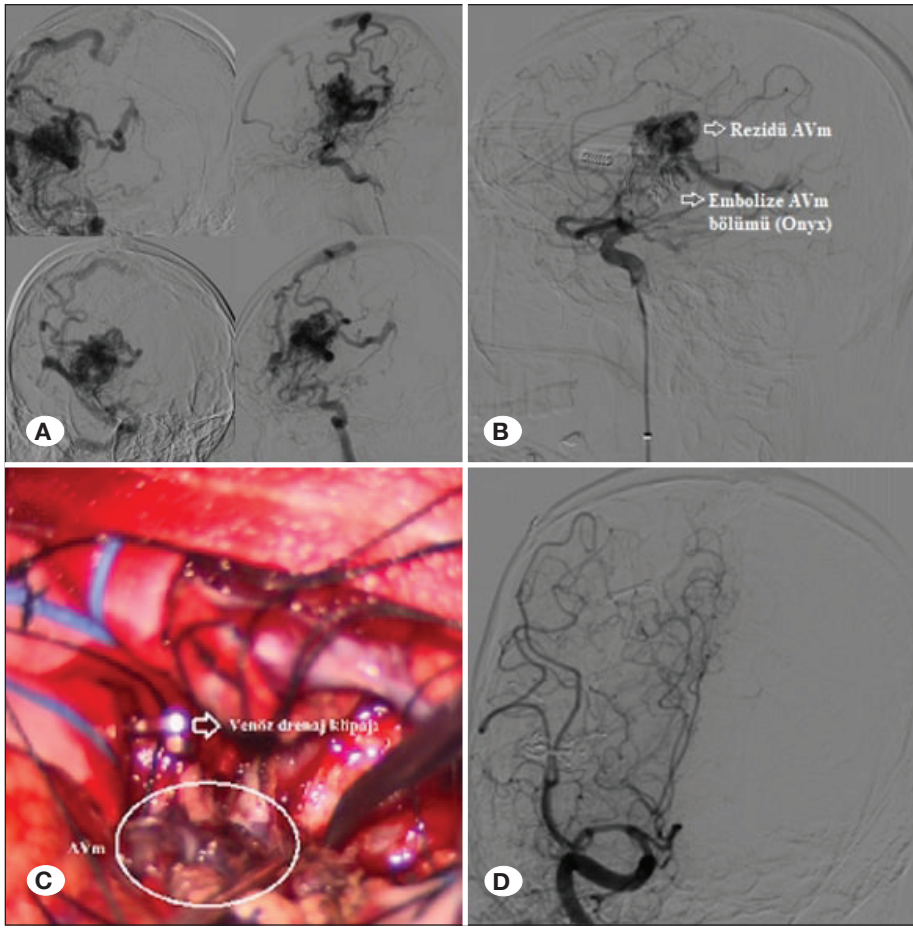
Mikrocerrahi rezeksiyon sıklıkla birinci sırada tercih edilir ve genellikle preoperatif embolizasyon ile kombine edilir. Mikrocerrahi rezeksiyon için uygun olmayan vakalarda stereotaksik radyocerrahi yapılabilir. Bu durumda da öncesinde endovasküler embolizasyon yapılabilir. Son zamanlarda uygun vakalar-

da endovasküler embolizasyon küratif olsa da hâlen genellikle mikrocerrahi rezeksiyon ve stereotaksik radyocerrahi için destekleyici tedavi olarak kullanılır (6,9,41).

Arteriovenöz malformasyonun kesin tedavisinden önce rüptüre olmuş intranidal ya da akışla ilgili anevrizmaları oklüde etmek için embolizasyon sıklıkla kullanılır. Ayrıca embolizasyon; potansiyel olarak lokal venöz venlerin neden olduğu semptomları azaltmak için akışın azaltıldığı palyatif bir tedavi olarak da kullanılmaktadır. Bazen tek başına embolizasyon iyileştirici bir tedavi olarak yapılabilir. Bazı tek merkezli çalışmalar tek başına embolizasyon için yüksek obliterasyon oranı belirtse de çok merkezli çalışmalarda hastaların sadece %23,5'i tam oklüzyona ulaşmış, %4,3 mortalite ve %5,1 morbidite oranı bildirilmiştir (41). Genel olarak küçük bir nidusa ve daha az miktarda besleyiciye sahip AVM'ler küratif embolizasyon için adaydır. Dolayısıyla mikrocerrahi teknikler ve stereotaksik cerrahi ile kombine edilen endovasküler tedavi teknikleri, günümüzde çoğu AVM'nin tedavisinde ön planda düşünülmektedir. Şekil 6'da endovasküler teknikler ile desteklenen mikrocerrahi olarak eksizye edilen bir olgu gösterilmektedir.

Arteriovenöz Fistül Tedavisi

Intrakranyal arteriovenöz fistüller (AVF) arasında en sık görülen dural arteriovenöz fistüllerdir. Nadir görülürler. Genişlemiş



Şekil 6: Subaraknoid kanama ile başvuran 33 yaş erkek hasta. **A)** Sağ orta serebral arter M2 segmentinden beslenen, hem yüzeysel hem derin venöz drenajı olan 3,5x2,5 cm nidusu olan Spetzler-Martin Evre 4 AVM'ye ait DSA görüntüleri. **B)** Parsiyel embolizasyon sonrası DSA görüntüsü. AVM'nin embolize edilen kısmında embolizan ajana ait dansiteler ve rezidü AVM'ye ait kontrast dolumu izlenmektedir. **C)** AVM rezeksiyonuna ait intraoperatif mikroskop görüntüleri. **D)** Parsiyel AVM embolizasyonu ve cerrahi eksizyon sonrası kontrol DSA görüntüleri. AVM'ye ait dolum izlenmemekle birlikte, distal akımların korunduğu izlenmektedir. (AVM: arteriovenöz malformasyon).

arterioller nidusu olmayan vene doğrudan bağlanırlar. Direkt olarak bağlantı olduğu için yüksek basınçlı ve yüksek akımlıdır. Genellikle dura materin zarları arasında yerleşmişlerdir ve dural venöz sinüs çevresinde bulunurlar (2). En sık transvers ve sigmoid sinüs komşuluğunda yer alırlar. Sınıflandırma ve tedavi yönetimi kortikal drenaj venlerinin varlığına bağlıdır. Çünkü bu durumda kanama ve venöz konjesyon gibi nörolojik defisite sebebiyet veren tablolar ortaya çıkabilir. Tolere edilebilir semptomları ve kötü drenaj paterni olan AVF'ler konservatif olarak yönetilebilir ancak çok semptom veren, nörolojik defisit ile prezantasyon gösteren ve agresif drenaj paterni olanlara müdahale edilmelidir (3). AVF'lerin güncel tedavisinde mikrocerrahi rezeksiyon, endovasküler tedavi (EVT) ve stereotaksik radyocerrahi yer alır. Kompleks AVF'ler genellikle tek tedavi seçeneğine tam anlamı ile uygun değildir. Bu nedenle mikrocerrahi, endovasküler tedavi (EVT) ve radyocerrahiyi de içeren multidisipliner yaklaşımlar gerekebilmektedir. Transarteriyel embolizasyon (TAE) ve transvenöz embolizasyon (TVE) dahil olmak üzere endovasküler tedavi modaliteleri; AVF'ler için özellikle son yıllarda ilk tedavi seçeneği olarak kabul edilmektedir (8).

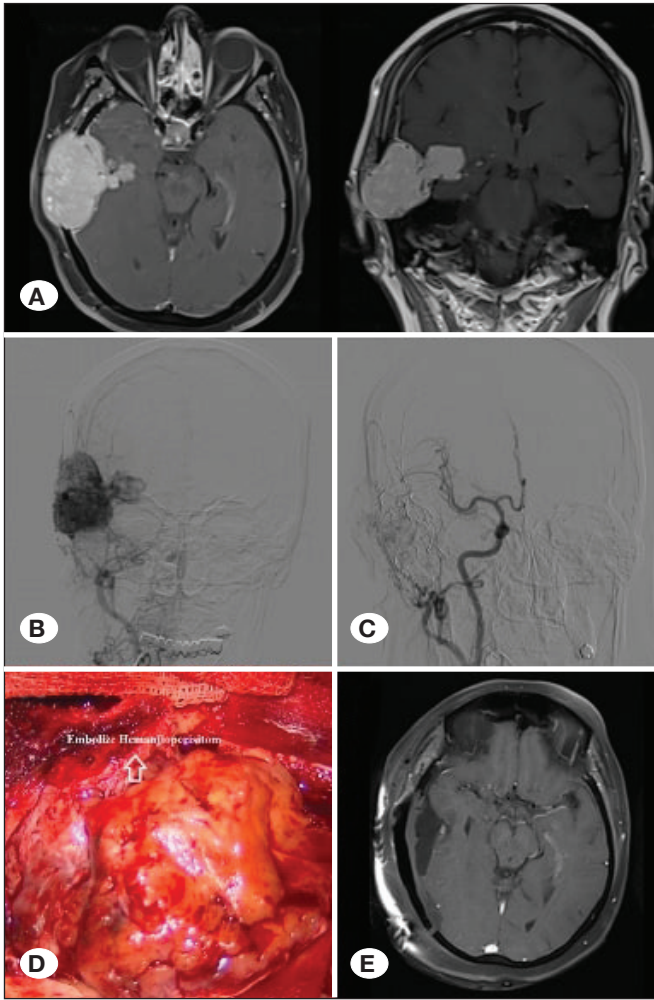
Endovasküler Destekli Kitle Tedavisi

İntrakranyal kitlelerde preoperatif embolizasyon operasyon süresini ve kan kaybını azaltarak intraoperatif komplikasyonları azaltır. Embolizasyon lezyonun vaskülaritesini azalttığı için

nekroza yol açar ve bu durum tümörün yumuşamasına yol açarak eksizyonunu kolaylaştırır. Oka ve ark.nın yaptığı çalışmada 6 cm'den küçük kafa tabanı meningiomlarında preoperatif embolizasyon yapıldığında; kan kaybında önemli bir miktar azalma olduğunu göstermişlerdir. Ancak 6 cm ve üzeri boyuttaki tümörlerde preoperatif embolizasyon yapılan ve yapılmayan hastalar arasında kan kaybı açısından bir fark olmadığı belirtilmiştir. Bu durumu, büyük kitlelerin embolizasyonu mümkün olmayan kollateral damarlara sahip olmasına bağlamışlardır (31). Quinones-Hinojosa ve ark.nın yaptığı çalışmada ise 5 cm'den büyük meningiomlarda embolizasyon yapılması durumunda kitlenin gross-total çıkartılmasının daha kolay olduğu gösterilmiştir (37).

Embolizasyonun radyografik ve klinik etkileri kullanılan embolizasyon malzemeye bağlı değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle operasyonla ilgili embolizasyon zamanlaması önemlidir. Embolizasyondan sonra tümörün çok erken rezeksiyonu tümör nekrozunun ortaya çıkması için yeterli zamana izin vermeyerek embolizasyonun faydalarını sönmüleyebilir. Bu nedenle embolizasyon sonrası ilk 24 saat içinde rezeksiyonun yapılması önerilmemektedir (10).

Embolizasyon intrakranyal hemanjioperisitomlar için de yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer tümörlere göre daha vasküler yapıda olan hemanjioperisitomlar için kanama miktarını ve komplikasyon oranını düşürdüğüne dair literatürde



Şekil 7: 61 yaş kadın hastada sağ temporal yerleşimli hemanjioperisitom. **A)** Preoperatif kontrastlı T1 sekans aksiyal ve koronal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kesitlerinde sağ temporal yerleşimli intradural ve ekstradural komponenti olan, homojen kontrastlanan kitle lezyonu. **B)** Selektif sağ eksternal karotid arter (EKA) enjeksiyonu ile alınan DSA görüntüsünde, EKA distal dallarından beslenen hipervasküler kitle lezyonu izlenmektedir. **C)** Embolizasyon sonrası selektif sağ EKA enjeksiyonu sonrası alınan DSA görüntüsünde kitlenin tama yakın embolize olduğu izlenmektedir. EKA enjeksiyonunda anterograd internal karotid arter (İKA) dolumu eşlik etmektedir. **D)** Kitlenin intraoperatif mikroskop görüntüsü. **E)** Postoperatif kontrastlı T1 sekans aksiyel MRG kesitinde cerrahi rezeksiyon loju izlenmektedir.

birçok çalışma bulunmaktadır (39,40). Şekil 7’de endovasküler tekniklere ile kombine edilerek eksize edilen bir kitle olgusu gösterilmiştir.

■ SONUÇ

Endovasküler tedavinin nörovasküler hastalıklarda primer tedavi yöntemi olarak kullanımının yanında mikrocerrahi ve stereotaksik radyocerrahi ile kombine edilmesi günümüzde daha popüler hâle gelmiştir. Uzun dönem sonuçlarının ortaya çıkması ve artan deneyim ile anevrizma tedavisinin yanında

AVM gibi diğer vasküler hastalıklarda da kullanımı artmıştır. Aynı zamanda meningiom, hemanjioperistom gibi vaskülaritesiz fazla tümörlerde preoperatif dönemde embolizasyon yapılarak güncel tedavideki yerini almıştır. Ülkemizde de endovasküler tedavi merkezlerinin sayısı her geçen gün artmakta ve güncel tedavi hizmeti verilebilmektedir.

Hibrit bir ameliyathanede gerçekleştirilen kombine endovasküler ve cerrahi yaklaşımlar karmaşık nörovasküler hastalıklar için yeni stratejiler geliştirmektedir. Hibrit yaklaşım tek başına cerrahi ya da tek başına endovasküler tedaviye kıyasla daha korumalı ve güvenli bir yöntemdir. Hibrit cerrahi, uygulanan merkezlerde deneyimin artması ve yeni gelişen yaklaşımlar ile nörovasküler hastalıkların tedavisi için gelecek adına umut vermektedir.

■ KAYNAKLAR

1. Adeeb N, Griessenauer CJ, Foreman PM, Moore JM, Motiel-Langroudi R, Chua MH, Gupta R, Patel AS, Harrigan MR, Alturki AY, Ogilvy CS, Thomas AJ: Comparison of stent-assisted coil embolization and the pipeline embolization device for endovascular treatment of ophthalmic segment aneurysms: A multicenter cohort study. *World Neurosurg* 105:206-212, 2017
2. Akdağ R, Okay HÖ: İnfratentoriyal arteriovenöz fistüllerde endovasküler tedavi. *Türk Nöroşir Derg* 29:69-75, 2019
3. Bhatia KD, Lee H, Kortman H, Klostranec J, Guest W, Walchli T, Radovanovic I, Krings T, Pereira VM: Endovascular management of intracranial dural AVFs: Principles. *AJNR Am J Neuroradiol* 43:160-166, 2022
4. Cai K, Ji Q, Cao M, Shen L, Xu T, Zhang Y: Association of different stenting procedures with symptomatic thromboembolic complications in stent-assisted coiling of ruptured wide-necked intracranial aneurysms. *World Neurosurg* 104:824-830, 2017
5. Cai K, Zhang Y, Shen L, Ni Y, Ji Q: Comparison of stent-assisted coiling and balloon-assisted coiling in the treatment of ruptured wide-necked intracranial aneurysms in the acute period. *World Neurosurg* 96:316-321, 2016
6. Catapano JS, Frisoli FA, Nguyen CL, Wilkinson DA, Majmundar N, Cole TS, Baranoski JF, Whiting AC, Kim H, Ducruet AF, Albuquerque FC, Cooke DL, Spetzler RF, Lawton MT: Spetzler-martin grade III arteriovenous malformations: A multicenter propensity-adjusted analysis of the effects of preoperative embolization. *Neurosurgery* 88:996-1002, 2021
7. Consoli A, Vignoli C, Renieri L, Rosi A, Chiarotti I, Nappini S, Limbucci N, Mangiafico S: Assisted coiling of saccular wide-necked unruptured intracranial aneurysms: Stent versus balloon. *J Neurointerv Surg* 8:52-57, 2016
8. Dinç S, Şahin ÖS, Gel G, Türkoğlu ME: Anterior kranyal fossa dural arteriovenöz fistüllerde endovasküler tedavi. *Türk Nöroşir Derg* 31(2):236-241, 2021
9. Donzelli GF, Nelson J, McCoy D, McCulloch CE, Hetts SW, Amans MR, Dowd CF, Halbach VV, Higashida RT, Lawton MT, Kim H, Cooke DL: The effect of preoperative embolization and flow dynamics on resection of brain arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 132:1836-1844, 2019
10. Duffis EJ, Gandhi CD, Prestigiacomo CJ, Abruzzo T, Albuquerque F, Bulsara KR, Derdeyn CP, Fraser JF, Hirsch JA, Hussain MS, Do HM, Jayaraman MV, Meyers PM, Narayanan

- S, Society for Neurointerventional S: Head, neck, and brain tumor embolization guidelines. *J Neurointerv Surg* 4:251-255, 2012
11. Ellenbogen RG, Sekhar LN, Kitchen N: Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms. *Principles of Neurological Surgery*. Philadelphia, PA: Elsevier, 2018:355-356
 12. Ellenbogen RG, Sekhar LN, Kitchen N: Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms. *Principles of Neurological Surgery*. Philadelphia, PA: Elsevier, 2018:359
 13. Ellenbogen RG, Sekhar LN, Kitchen N: Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms. *Principles of Neurological Surgery*. Philadelphia, PA: Elsevier, 2018:357
 14. Ellenbogen RG, Sekhar LN, Kitchen N: Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms. *Principles of Neurological Surgery*. Philadelphia, PA: Elsevier, 2018:363-364
 15. Eren F, Ekmekçi AH, Karabağlı H, Öztürk Ş: Dijital substraksiyon anjiyografi sonrası subaraknoid kanamayı taklit eden baş ağrısı: Bir olgu sunumu. *Turk J Neurol* 24:59-62, 2018
 16. Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 2: Preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 75:8-14, 1991
 17. Guglielmi G, Vinuela F, Sepetka I, Macellari V: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 1: Electrochemical basis, technique, and experimental results. *J Neurosurg* 75:1-7, 1991
 18. Hinck VC, Judkins MP, Paxton HD: Simplified selective femorocerebral angiography. *Radiology* 89:1048-1052, 1967
 19. Hopkins LN: Balloon catheterization. *J Neurosurg* 107:684, 2007
 20. Jiang B, Paff M, Colby GP, Coon AL, Lin LM: Cerebral aneurysm treatment: Modern neurovascular techniques. *Stroke Vasc Neurol* 1:93-100, 2016
 21. Kadkhodayan Y, Rhodes N, Blackburn S, Derdeyn CP, Cross DT 3rd, Moran CJ: Comparison of enterprise with neuroform stent-assisted coiling of intracranial aneurysms. *AJR Am J Roentgenol* 200:872-878, 2013
 22. Korucu M, Ozdemir M: Diagnostik serebral anjiyografi. *TNDer Nörovasküler Cerrahi Öğretim ve Eğitim Grubu Bülteni* 26-31, 2016
 23. Kurokawa Y, Abiko S, Okamura T, Ikeyama Y, Yokoyama T, Watanabe K, Takahashi Y: Pulmonary embolism after cerebral angiography--three case reports. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 35:305-309, 1995
 24. Lee SJ, Cho YD, Kang HS, Kim JE, Han MH: Coil embolization using the self-expandable closed-cell stent for intracranial saccular aneurysm: A single-center experience of 289 consecutive aneurysms. *Clin Radiol* 68:256-263, 2013
 25. Ligon BL: Biography: History of developments in imaging techniques: Egas Moniz and angiography. *Semin Pediatr Infect Dis* 14:173-181, 2003
 26. Linzey JR, Griauzde J, Guan Z, Bentley N, Gemmete JJ, Chaudhary N, Thompson BG, Pandey AS: Stent-assisted coiling of cerebrovascular aneurysms: Experience at a large tertiary care center with a focus on predictors of recurrence. *J Neurointerv Surg* 9:1081-1085, 2017
 27. Ma J, You Z, Peach T, Byrne J, Rizkallah RR: A new flow diverter stent for direct treatment of intracranial aneurysm. *J Biomech* 48:4206-4213, 2015
 28. McDougall CG, Spetzler RF, Zabramski JM, Partovi S, Hills NK, Nakaji P, Albuquerque FC: The barrow ruptured aneurysm trial. *J Neurosurg* 116:135-144, 2012
 29. Mentzel HJ, Blume J, Malich A, Fitzek C, Reichenbach JR, Kaiser WA: Cortical blindness after contrast-enhanced CT: Complication in a patient with diabetes insipidus. *AJNR Am J Neuroradiol* 24:1114-1116, 2003
 30. Molyneux AJ, Kerr RS, Yu LM, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, Sandercock P, International Subarachnoid Aneurysm Trial Collaborative G: 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* 366:809-817, 2005
 31. Oka H, Kurata A, Kawano N, Saegusa H, Kobayashi I, Ohmomo T, Miyasaki Y, Fujii K: Preoperative superselective embolization of skull-base meningiomas: Indications and limitations. *J Neurooncol* 40:67-71, 1998
 32. Papagiannaki C, Spelle L, Januel AC, Benaissa A, Gauvrit JY, Costalat V, Desal H, Turjman F, Velasco S, Barreau X, Courtheoux P, Cognard C, Herbreteau D, Moret J, Pierot L: WEB intrasaccular flow disruptor-prospective, multicenter experience in 83 patients with 85 aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 35:2106-2111, 2014
 33. Pierot L, Cognard C, Ricolfi F, Anxionnat R, Investigators C: Immediate anatomic results after the endovascular treatment of ruptured intracranial aneurysms: analysis in the CLARITY series. *AJNR Am J Neuroradiol* 31:907-911, 2010
 34. Pierot L, Liebig T, Sychra V, Kadziolka K, Dorn F, Strasilla C, Kabbasch C, Klisch J: Intrasaccular flow-disruption treatment of intracranial aneurysms: Preliminary results of a multicenter clinical study. *AJNR Am J Neuroradiol* 33:1232-1238, 2012
 35. Pierot L, Spelle L, Vitry F, Investigators A: Immediate clinical outcome of patients harboring unruptured intracranial aneurysms treated by endovascular approach: Results of the ATENA study. *Stroke* 39:2497-2504, 2008
 36. Pierot L, Wakhloo AK: Endovascular treatment of intracranial aneurysms: Current status. *Stroke* 44:2046-2054, 2013
 37. Quinones-Hinojosa A, Kaprelian T, Chaichana KL, Sanai N, Parsa AT, Berger MS, McDermott MW: Pre-operative factors affecting resectability of giant intracranial meningiomas. *Can J Neurol Sci* 36:623-630, 2009
 38. Saigal G, Bhatia R, Bhatia S, Wakhloo AK: MR findings of cortical blindness following cerebral angiography: Is this entity related to posterior reversible leukoencephalopathy? *AJNR Am J Neuroradiol* 25:252-256, 2004
 39. Seong Eom K, Won Kim D, Sung Choi S, Ha Choi K, Young Kim T: Preoperative embolization of a cerebellar haemangioblastoma using Onyx: Case report and literature review. *Neurol Neurochir Pol* 45:292-296, 2011
 40. Standard SC, Ahuja A, Livingston K, Guterman LR, Hopkins LN: Endovascular embolization and surgical excision for the treatment of cerebellar and brain stem hemangioblastomas. *Surg Neurol* 41:405-410, 1994
 41. Sugiyama T, Grasso G, Torregrossa F, Fujimura M: Current concepts and perspectives on brain arteriovenous malformations: A review of pathogenesis and multidisciplinary treatment. *World Neurosurg* 159:314-326, 2022
 42. Ulutabanca H, Kurtsoy A: Serebral anevrizmalarda endovasküler tedavi: Akım yönlendirici stent ve koil kullanımı. *Türk Nöroşir Derg* 28:16-21, 2018
 43. Yıldız A, Yencilek E, Apaydin FD, Duce MN, Ozer C, Atalay A: Transient partial amnesia complicating cardiac and peripheral arteriography with nonionic contrast medium. *Eur Radiol* 13 Suppl 4:L113-115, 2003