

Primer Koil Embolizasyonu Uygun Olmayan veya Başarısız Olan İntrakraniyal Anevrizmalarda Kullanılan Endovasküler Tedavi Yöntemlerinin Kısa ve Orta Dönem Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Evaluation of Short and Mid-term Outcomes of Endovascular Treatment Methods Used in Intracranial Aneurysms Inappropriate for or Unsuccessfully Treated by Primary Coil Embolization

 Mustafa Özdemir¹  Ümit Belet²

¹Radyoloji, Kayseri Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kayseri, Türkiye

²Radyoloji, İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İzmir, Türkiye

Öz

Amaç: Bu çalışmada amaç, koil ile embolizasyona uygun olmayan veya koil ile embolizasyonu başarısız olan, geniş boyunlu sakküler, dissekan, fusiform anevrizmaların stent ve akım çevirici cihaz eşliğinde tedavilerinin ve takip sonuçlarının değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntemler: Toplam 54 hastaya ait 60 anevrizma, 24'ü stent ve 32'si akım çevirici eşliğinde tedavi edildi. İki anevrizma intraanevrizmal akım çevirici cihaz (WEB) ile, bir anevrizma da balon eşliğinde sıvı embolizasyon ajanı (onyx) kullanılarak tedavi edildi. Hastaların kısa ve orta dönem takip sonuçları değerlendirildi.

Bulgular: Stent eşliğinde tedavi edilmiş 24 anevrizmadan 13'ünün 6. ay, 11'inin ise 12. ay kontrolü elde edilmiştir. Buna göre; 6. ay kontrolünde tam oklüzyon oranının %77, 12. ay kontrolünde tam oklüzyon oranının %91.9 olduğu saptanmıştır. Bir hastada 12. ay kontrolünden sonra tekrar primer koil embolizasyonu yapılmış ve anevrizma tama yakın kapatılmıştır. Akım çevirici cihaz yardımıyla tedavi edilmiş 32 anevrizmadan 22'sinin 6. ay, 16'sinin ise 12. ay kontrol görüntüleri mevcuttur. Bu çerçevede; 6. ay kontrolünde tam oklüzyon oranı %68, 12. ay kontrolünde tam oklüzyon oranı %87 olarak raporlanmıştır. Sıvı embolizasyon ajanı ve Web kullanılarak tedavi edilen 3 hasta kontrole gelmediğinden takipleri yapılamamıştır.

Sonuç: Primer koil embolizasyonuna uygun olmayan anevrizmaların tedavisinde stent ve akım çevirici cihazlar kullanılarak daha az mortalite ve morbidite ile başarı sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: İntrakraniyal anevrizma, intrakraniyal embolizm, endovasküler prosedürler

ABSTRACT

Aim: In this study, follow up and outcomes of wide neck saccular, dissecting and fusiform aneurysms that were not eligible for primary coil embolization or were unsuccessfully treated by primary coil embolization and treated with stent or flow diverter were evaluated.

Material and Methods: A total of 60 aneurysms in 54 patients were included in the study. Of 24 aneurysms were treated by stent-assisted coil embolization, 32 with flow diversion, 2 with intraaneurysmal flow diversion (WEB), 1 with balloon assisted liquid embolization (onyx).

Results: Of 29 aneurysms treated with stent, 13 had 6th month and 11 had 12th month follow-up postoperatively. Total occlusion rate was 77% at 6th month follow up and 91.9% at 12th month. Reembolization was performed for one patient after 12th month follow-up and the aneurysm was completely occluded. Of 32 aneurysms treated with flow diverter, 22 had 6th month 16 had 12th month follow-up postoperatively. Total occlusion rate was 68% at 6th month follow up and 87% at 12th month. Follow-up outcomes of 3 patients treated with liquid embolic agent and Web were not available since they didn't come for follow-up.

Conclusion: In patients who are not eligible for primary coil embolization, stents and flow diverters can be used as alternative treatment with high success rate and lower mortality and morbidity.

Keywords: ntracranial aneurysms, intracranial embolism, endovascular procedures

Geliş tarihi/Received: 06.06.2020

Kabul tarihi/Accepted: 31.10.2020

İletişim:

Mustafa Özdemir, Radyoloji, Kayseri Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kayseri, Türkiye.

e-mail: drmsfrd@gmail.com

Tel: +90 5077039040

JAMER 2020;5(3):13-18

GİRİŞ

Anevrizma, damar duvarının geri dönüşümsüz olarak fokal genişlemesidir. İntrakranial anevrizmalar (İA) sık görülen lezyonlardır ve toplumun yaklaşık %5'lik kesimini etkilemektedir. Anevrizmaların çoğu asemptomatiktir. Ancak rüptüre olmaları durumunda yüksek mortalite ve morbiditeye sahip subaraknoid kanamaya (SAK) sebep olurlar (1). İA tedavisinde amaç normal vasküler anatomiye bozmadan anevrizmanın spontan rüptür olasılığını ortadan kaldırmaktır. Tedavi seçenekleri açık mikrocerrahi ve endovasküler tedavi (EVT) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Endovasküler tedavi yöntemleri, anevrizmanın tipine, yerleşim yerine, büyüklüğüne ve anevrizma boynunun genişliğine göre değişim göstermektedir. En sık kullanılan yaklaşım olan primer koil embolizasyonu yöntemi birçok anevrizmada başarıyla uygulanmakta ve oklüzyonu sağlamaktadır (2). Ancak geniş boyunlu, fuziform ya da dissekan anevrizmaların tedavisinde tek başına koil embolizasyonu oklüzyonu sağlamada yetersiz olduğundan teknolojik gelişmeler ışığında yeni yöntemler geliştirilmiştir. Balon yardımcı koil embolizasyonu; stent, sıvı embolizan ajan (onyx) ve akım çevirici cihaz aracılığıyla uygun vakalarda başarıyla uygulanmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada primer koil embolizasyonu veya balon yardımcı koil embolizasyonu yöntemi ile tedavi edilemeyen İA tedavisinde kullanılabilecek yöntemler, bu yöntemlerin güvenilirliğinin ve etkinliğinin kısa ve orta dönem sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Çalışma verisi Ocak 2011- Ocak 2015 tarihleri arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Girişimsel Radyoloji Ünitesinde serebral anevrizma endovasküler tedavisi uygulanmış 54 hastada 60 anevrizmayı kapsamaktadır. Anevrizmaların stent ya da akım çevirici cihazlar eşliğinde tedavilerinin kısa ve uzun dönem sonuçlarının retrospektif olarak incelendiği bir çalışmadır.

Hastaların tedavi sonrası klinik takipleri; mevcut hastane kayıtları, epikriz, anamnez ve muayene bilgileri ile beraber değerlendirildi. Hastaların takiplerinde ilk üç ay içerisinde gerek duyulması halinde BT Anjiyografi (BTA), MR Anjiyografi (MRA) işlemi ve tedavi sonrası rutin 6. ve 12. ay Dijital Subtraksiyon Anjiyografileri (DSA) ile birlikte, daha ileri dönemlerde elde olunabilen BTA, MRA ve DSA'ları değerlendirildi. Bu bilgilerle işlem sonrası komplikasyonlar ve kullanılan yöntemlerin etkinliği incelendi.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan gerekli onay alındı (Tarih: 25.12.2015, Karar No: 2015/474) ve çalışma boyunca İnsan Hakları Helsinki Deklarasyonu'na bağlı kalındı.

İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel analiz, SPSS 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak ifade edilmiştir. Sürekli değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediğinin tespiti için Shapiro-Wilks testi ve histogram analizleri yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistik olarak ortalama±standart sapma ve ortanca (min-maks.) kullanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmamızda yaşları 27-78 arasında değişen, 13 (%21.7) erkek, 41 (%68.3) kadın, toplam 54 hasta mevcuttur. Toplam dört hastada iki anevrizma, bir hastada üç anevrizma mevcuttu. Tespit edilen 60 intrakranial anevrizmanın 55 (%91.7)'i sakküler, dört (%6.7) tanesi dissekan ve bir (%1.7) tanesi ise fuziform vasıftaydı. Tüm anevrizmalar stentleme ya da akım çevirici cihaz kullanılarak tedavi edildi.

Stent ya da akım çevirici cihaz kullanılarak tedavisi planlanan hastalara işlemden en az üç gün önce 300-600 mg klopidogrel yükleme dozu, işleme kadar da 75 mg/gün klopidogrel idame dozu verildi. Her hastaya kontrendike bir durum yoksa işlemden en az üç gün öncesinden başlanarak, 300 mg/gün asetilsalisilik asit verildi ve tedavi sonrası ömür boyu devam etmeleri önerildi. Tüm hastaların antiplatelet ajanlara hassasiyetleri tam kan empedans platelet agregasyon ve hızlı platelet fonksiyon deneyi ile belirlenmiştir.

Toplam 54 hastanın 29'unda (%53.7) rüptüre olmuş, 25'inde (%46.3) rüptüre olmamış anevrizma mevcuttu. Anevrizmaların büyüklüklerine göre dağılımı Tablo 1'de, lokalizasyonlarına göre dağılımı Tablo 2'de verilmiştir. Dört anevrizma dissekan vasıfta olduğundan boyutlandırılmadı. Anevrizmaların ortalama boyutu 8.45x7.25 mm olarak ölçüldü.

Tablo 1: Anevrizma boyutları

Anevrizma Boyutu	Sayısı	Yüzdesi
Küçük (<10 mm)	38	%67.8
Büyük (10-25 mm)	16	%28.5
Dev (>25 mm)	2	%3.5

Tablo 2: Anevrizmaların lokalizasyonlarına göre dağılımı

Anevrizma Lokalizasyonu	Sayısı	Yüzdesi
İnternal karotid arter	24	%40
Orta serebral arter	6	%10
Anterior komünikan arter	5	%8.3
Posterior komünikan arter	14	%23.3
Baziller arter	6	%10
Posterior komünikan arter	3	%5
Vertebral arter	2	%3.3

Anevrizmalardan 24'ü akım çevirici cihazlarla, altısı akım çevirici cihaz eşliğinde koil ile, ikisi ise stent sonrasında akım çevirici cihaz kullanılarak tedavi edildi. İki hastada da birbirine komşu iki anevrizma ortak bir akım çevirici cihaz ile tedavi edildi. Diğer anevrizmaların 20'si stent eşliğinde koil ile, ikisi Y-stent yöntemi ile, ikisi teleskopik stent kullanarak tedavi edilmiştir. İki anevrizma tedavisinde intraanevrizmal akım çevirici cihaz (WEB) ve bir anevrizma tedavisinde de balon eşliğinde onyx kullanıldı. Bir hastada akım çevirici cihazla tüm teknikler denenmesine rağmen anevrizma boyuna uygun pozisyonda yerleştirilemediğinden hasta cerrahiye yönlendirildi (Tablo 3).

Tablo 3: Anevrizmaların Tedavi Yöntemlerinin Dağılımı

Tedavi Şekli	Anevrizma Sayısı	Anevrizma Yüzdesi
Y-stent	2	%3.3
Teleskopik stent	2	%3.3
Stent+koil	20	%33.3
Akım çevirici	20	%33.3
Teleskopik akım çevirici	4	%6.7
Stent sonrasında akım çevirici	2	%3.3
Akım çevirici+koil	6	%10
WEB	2	%3.3
Balon+onyx	1	%1.7
Başarısız işlem	1	%1.7
Toplam	60	%100

WEB: intraanevrizmal akım çevirici cihaz

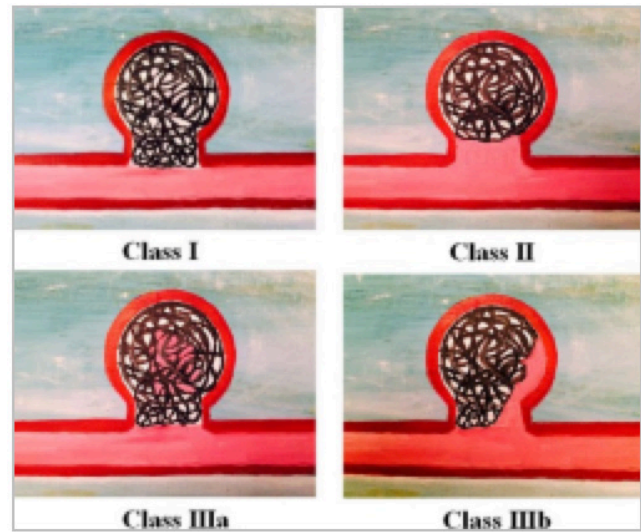
Dört (%7.4) hastada 3. ay kontrol görüntüleme yapıldı. Üçü DSA ile, biri de BTA ile görüntülenmiştir. Hastaların birinde görme bozukluğu gelişmesi üzerine kontrol amaçlı, bir diğerinde de önceki seansta açılan stent sonrası anevrizmaya yerleştirilecek uygun boyut ve sayıda koil olmadığından koilizasyon işlemi yapmak için 3. ay kontrol DSA yapıldı. İki hastada ise herhangi klinik bulgu olmamasına rağmen, konsey kararı üzerine uygulandı.

Toplam 60 anevrizmanın 36'sının (%61) 31'ine DSA, beşinde BTA-MRA yöntemi ile 6. ay kontrolü mevcuttur. Toplam 34 (%57) anevrizmanın ise 24'ü DSA, 10'u BTA-MRA ile olmak üzere 12. ay kontrolü mevcuttur. Sekiz (%13.3) vakanın da 18 ay ve sonrasında kontrolleri elde olunmuştur. Bu hastaların ikisi DSA, altısı BTA-MRA yöntemleri ile görüntülenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4: Tedavi edilmiş anevrizmaların 6 ve 12 aylık takip sayıları

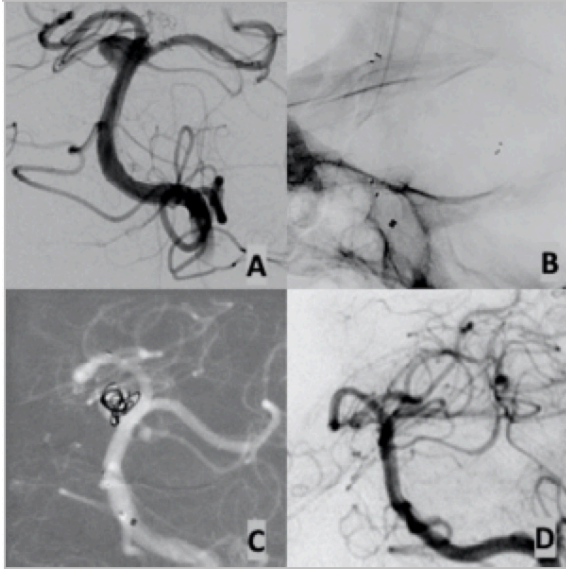
Tedavi yöntemi	6. ay kontrol görüntüleme		12. ay kontrol görüntüleme		18. ay ve sonrası kontrol görüntüleme	
	DSA	BTA MRA	DSA	BTA MRA	DSA	BTA MRA
Stent eşliğinde tedavi (n=24)	11	2	11	3	1	-
Akım çevirici cihaz eşliğinde tedavi (n=30)	20	3	13	7	1	6

Kontrol görüntülemelerde tedavi edilmiş anevrizmalardaki rekürrens ve dolumu değerlendirmede Mascitelli ve ark. oluşturduğu Modifiye Raymond-Roy Sınıflaması (MRRS) kullanılmıştır (Şekil 1) (3).

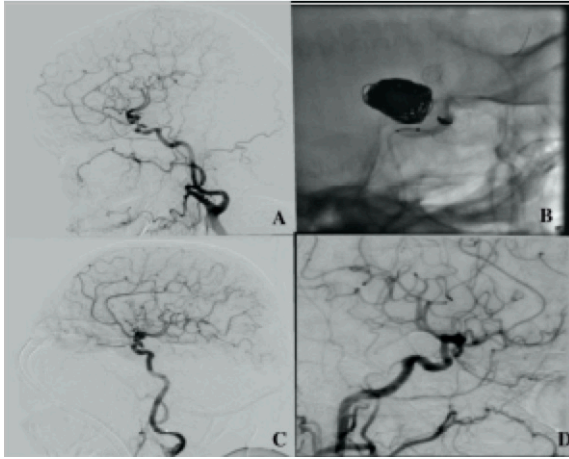


Şekil 1. Modifiye Raymond-Roy Sınıflaması

Stent yardımıyla tedavi edilen ve altı aylık takipleri olan 13 hastanın, 11'inde (%84,6) anevrizma total oklüde olup, dolun izlenmemiştir (Class I). Bir hastada anevrizma kesesine dolun izlendiğinden ikinci kez koil embolizasyonu yapıldı ve tam oklüzyon sağlandı (Resim1). Bir hastada ise dissekan vertebral arter anevrizmasına stent açılarak müdahale edilmişti. Ayrıca 6. ay kontrol DSA görüntülerinde dissekan anevrizma içerisine hafif dolun dikkati çekti (Class IIIa). Klopidoğrel kesilerek takibine karar verildi. Dahası 12. ay kontrol görüntülerinde anevrizmanın total oklüde olduğu izlendi.



Resim 1. DSA'da baziller tepe yerleşimli 7x6 mm boyutlarında geniş boyunlu anevrizma saptandı (A). Y şeklinde Stent+koil tedavisi uygulandı (B ve C). 6. ay DSA görüntülerinde anevrizma total oklüde olup, her iki stent açık izlendi (D).



Resim 2. SAK nedeniyle balon yardımıyla koil embolizasyon yapılmış hastada kontrol DSA'da anevrizma boynunda dolmuş olduğu saptandı (A). Anevrizma boynunu kapsayacak şekilde akım çevirici cihaz yerleştirildi (B ve C). 6 ay sonraki kontrol DSA'da anevrizma boynunda dolmuş izlenmemektedir.

Akım çevirici cihaz eşliğinde tedavi edilen ve 6 aylık takip görüntüleri olan 23 hastanın 16 (%69,5)'sında anevrizma total oklüde olup, dolmuş izlenmedi (Class I). Bir (%4,5) hastada anevrizma boynunda dolmuş (Class II) mevcuttu. Anti-agregan tedavi kesilerek takibine karar verildi. Hastanın 18. ay kontrolünde anevrizmanın tam oklüde olduğu görüldü. Üç (%13) hastada anevrizma içerisine minimal dolmuş (Class IIIa) olduğu dikkati çekti. Klopidoğrel kesilmesi sonrası kontrollerde iki anevrizma tam oklüdeydi, bir anevrizmanın da Class II ye gerilediği, üç (%13) hastada ise anevrizma boynundan içerisine doğru akım (Class IIIb) olduğu saptandı. Bir hastaya ikinci akım çevirici cihaz yerleştirildi ve altı ay sonraki kontrollerinde boynunda minimal dolmuş mevcuttu. Diğer hastada ikinci akım çevirici cihaz yerleştirildi ve stagnasyon sağlandı (Resim 2). Üçüncü hastaya ikinci akım çevirici cihaz açılması planlandı, ancak teknik problemler nedeniyle cihaz açılmadı. Önceki akım çevirici cihazın damar duvarına daha iyi oturduğu ve stagnasyonun arttığı izlenmesi üzerine işlem sonlandırıldı.

Hastalardan 18 ay ve sonrasında kontrol görüntülemesi olan sekiz hastanın yedisinde (%87.5) anevrizma total tıkalı, birinde (%12.5) ise anevrizma içine minimal dolmuş (Class IIIa) mevcuttu. İntraanevrizmal akım çevirici cihaz ve sıvı embolizasyon ajanı kullanılarak tedavi edilen üç anevrizmanın hepsinde işlem sonrası total oklüzyon mevcuttu. Ancak hastalar kontrole gelmediğinden takip sonuçları elde olunamadı. Tedavi edilen 54 vakanın 47'sinde (%87.3) herhangi bir problemle karşılaşmadı. İki (%3.3) hastada stent yardımıyla koil embolizasyon işlemi yapılırken koil anevrizma kesesini delip subaraknoid boşluğa geçti ve hastada buna sekonder kanama gelişti. Hastalara hızlıca balon eşliğinde koil embolizasyonu yapılarak kanama durduruldu. İşlem esnasında beş (%8.3) hastada trombüs oluştuğu izlendi, bir (%1.6) hastada ise diseksiyon gelişti. Trombüs saptanan hastalara uygun süre ve dozda intraarteryel tirofiban ajanı verilerek ve balon ile anjiyoplasti yapılarak damar açıklığı sağlandı. Dört (%5) hastada enfarkt izlendi ve bu hastaların ikisi geniş MCA enfarktına sekonder eksitus oldu (Tablo 5).

Tablo 5: Tedavi komplikasyonları

Komplikasyonlar	Sıklığı	Yüzdesi
Komplikasyonsuz işlem	47	%78.3
Kanama	2	%3.3
Trombüs	6	%8.3
Diseksiyon	1	%1.6
Enfarkt	4	%6.6
Eksitus	2	%3.3
Vertebral arter	2	%3.3

TARTIŞMA

Çalışmamızda primer koil embolizasyonunun başarısız ya da yetersiz olduğu serebral anevrizma tedavisinde kullanılan endovasküler tedavi yöntemlerinin kısa ve orta dönem etkinliği değerlendirilmiştir. Hasta grubumuzun başarı ve komplikasyon oranları literatür ile karşılaştırılmıştır.

Guglielmi ve arkadaşları tarafından 1992 yılında kullanılmaya başlanan koil embolizasyonu, hem rüptüre olmuş hem de rüptüre olmamış anevrizmaların endovasküler yolla tedavisinde ilk seçenek olarak kabul görmektedir (4). Ancak özellikle geniş boyunlu sakküler, dev, dissekan ve fuziform anevrizmalarda standart koil embolizasyonu tedavi için çoğu zaman yeterli olmamaktadır. Raymond ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada koil embolizasyonu ile tedavi edilen 353 anevrizmanın 12. ay kontrol anjiyografilerinde tam oklüzyon oranını %38.3 olarak saptamışlardır (5). Corns ve arkadaşlarını yapmış olduğu bir diğer çalışmada ise koil embolizasyon sonrası altı aylık takipleri bulunan 239 anevrizmanın 158 (%66)'inde total oklüzyon olduğu saptanmıştır (6). Primer koil embolizasyonu sonrası yüksek rekürrens oranı ve bazı anevrizma tiplerinin primer koil embolizasyonuna uygun olmaması nedeniyle alternatif tedavi yöntemlerine yönelik araştırmalar yapılmıştır.

Çekirge ve arkadaşlarının 864 hasta üzerinde yapmış olduğu çalışmada balon modelleme sonrası primer koil embolizasyonu yönteminde tam oklüzyon oranı %82 olarak raporlanmıştır (7). Fargen ve arkadaşları, 2011 tarihli çalışmalarında stent eşliğinde embolizasyon tedavisi uygulanmış 229 hastada orta dönem takip sonuçlarını incelemişlerdir. Hastaların %81'inde %90'ın üzerinde oklüzyon saptanmıştır. Toplam 19 hasta (%8.3) ikinci bir tedaviye ihtiyaç duymuştur. Stent içi stenoz oranı %3.4 ve stente bağlı tromboembolik olay geçirme oranı da %4.4'dür (8). Çalışmamızda ise stent yardımıyla tedavi edilmiş anevrizmalarda tam oklüzyon oranının %84.6 olduğu görüldü.

Yavuz ve ark. yapmış olduğu çalışmada 25 anevrizmanın

akım çevirici cihaz ile tedavisi sonrası uzun dönem (12-18 ay) anjiyografik kontrolde total oklüzyon oranı %84 olarak saptanmıştır (9). Chalouhi ve arkadaşlarının yaptığı, akım çevirici cihaz kullanılan 100 hastadan oluşan çalışmada altı aylık takiplerdeki anevrizmaların %72'sinde %100 oklüzyon, %13'ünde %90'ın üzerinde oklüzyon elde olunmuştur. Bunlarda %15'inde yetersiz oklüzyon izlenmiş olup, %8'inde ise ikinci bir tedaviye ihtiyaç duyulmuştur (10). Çalışmamızda ise takip görüntüleri mevcut akım çevirici kullanılan hastalar arasında 6. ay kontrolünde tam oklüzyon oranı %68, 12. ayda ise %87 olarak raporlanmıştır. Erken dönem takiplerinde tam oklüzyon oranlarının düşük olması stent içi trombozu önlemek amacıyla yapılan anti-platelet tedaviye bağlanmıştır (11). Ajanın kesilmesi sonrası oklüzyonun büyük oranda sağlandığı görülmüştür.

Pierot ve arkadaşlarının 34 anevrizma üzerinde yapmış olduğu çalışmada intraanevrizmal akım çevirici cihaz kullanılarak tedavi edilen anevrizmaların %83.3'ünde anlamlı oklüzyon (Raymond-Roy Class I-II) elde edilmiştir (12). Çalışmamızda iki anevrizma WEB kullanılarak tedavi edildi. Bir hasta sorunsuz ve işlem sonrası tam oklüde olarak taburcu edildi. Diğer vakada işlem sonrası tromboembolik komplikasyon gelişti. Tirofiban infüzyonu ve balon anjioplasti ile müdahale edildi. Hasta minimal sekel bulgularla yoğun bakıma devredildi. Her iki hastanın da uzun dönem takip sonuçları bulunmamaktadır.

Hasta sayısının az olması ve tüm hastalara uzun dönem takip yapılamamış olması çalışmamızın kısıtlayıcı yönleridir.

SONUÇ

Primer olarak koil embolizasyonu ya da balon yardımcı koil embolizasyonu yapılamayan anevrizmalarda stent eşliğinde koilleme ve akım çevirici cihaz ile endovasküler tedavi başarıyla kullanılabilir. Stent ve akım çevirici ile tedavi edilen hastalarda uzun dönem oklüzyon oranları yüksektir. Komplikasyon oranlarının düşüklüğü ve hastanede kalış sürelerinin kısa olması işlemin diğer avantajları olarak ön plana çıkmaktadır.

Çıkar çatışması: Yazarlar tarafından çıkar çatışması olmadığı bildirilmiştir.

Finansal destek: Yazarlar tarafından finansal destek olmadığı bildirilmiştir.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik komite onayı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmıştır.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- M.Ö, Ü.B.; Veri Toplama- M.Ö, Ü.B.; Veri Analizi/Yorumlama- M.Ö, Ü.B.; Yazı Taslağı- M.Ö, Ü.B.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- M.Ö,

Ü.B.; Son Onay ve Sorumluluk- M.Ö, Ü.B.; Malzeme ve Teknik Destek- M.Ö, Ü.B.; Süpervizyon- M.Ö, Ü.B.

KAYNAKÇA

1. Dammann P, Schoenberg T, Müller O, Özkan N, Schlamann M, Wankel, et al. Outcome for unruptured middle cerebral artery aneurysm treatment: surgical and endovascular approach in a single center. *Neurosurgical Review*. 2014;37:643-51.
2. Molyneux A, International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) Collaborative Group. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. *The Lancet*. 2002;360:1267-74.
3. Mascitelli JR, Moyle H, Oermann EK, Polykarpou MF, Patel AA, Doshi AH, et al. An update to the Raymond–Roy Occlusion Classification of intracranial aneurysms treated with coil embolization. *Journal of Neurointerventional Surgery*. 2015;7:496-502.
4. Guglielmi G, Viñuela F, Dion J, Duckwiler G. Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach: part 2: preliminary clinical experience. *Journal of Neurosurgery*. 1991;75:8-14.
5. Raymond J, Guilbert F, Weill A, Georganos SA, Juravsky L, Lambert A, et al. Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils. *Stroke*. 2003;34:1398-403.
6. Corns R, Zebian B, Tait MJ, Walsh D, Hampton T, Deasy N, et al. Prevalence of recurrence and retreatment of ruptured intracranial aneurysms treated with endovascular coil occlusion. *British Journal of Neurosurgery*. 2013;27:30-3.
7. Cekirge HS, Yavuz K, Geyik S, Saatci I. HyperForm balloon remodeling in the endovascular treatment of anterior cerebral, middle cerebral, and anterior communicating artery aneurysms: clinical and angiographic follow-up results in 800 consecutive patients: Clinical article. *Journal of Neurosurgery*. 2011;114:944-53.
8. Fargen KM, Hoh BL, Welch BG, Pride GL, Lanzino G, Boulos AS, et al. Long-term results of enterprise stent-assisted coiling of cerebral aneurysms. *Neurosurgery*. 2012;71:239-44.
9. Yavuz K, Geyik S, Saatci I, Cekirge HS. Endovascular treatment of middle cerebral artery aneurysms with flow modification with the use of the pipeline embolization device. *American Journal of Neuroradiology*. 2014;35:529-35.
10. Chalouhi N, Zanaty M, Whiting A, Yang S, Tjoumakaris S, Hasan D, et al. Safety and efficacy of the Pipeline Embolization Device in 100 small intracranial aneurysms. *Journal of Neurosurgery*. 2015;22:1498-502.
11. Lylyk P, Miranda C, Ceratto R, Ferrario A, Scrivano E, Luna HR, et al. Curative endovascular reconstruction of cerebral aneurysms with the pipeline embolization device: the Buenos Aires experience. *Neurosurgery*. 2009;64:632-43.
12. Pierot L, Klisch J, Cognard C, Szikora I, Mine B, Kadziolka K, et al. Endovascular WEB flow disruption in middle cerebral artery aneurysms: preliminary feasibility, clinical, and anatomical results in a multicenter study. *Neurosurgery*. 2013;73:27-35.