

Endovasküler Aort Tamirinde Chimney, Periskop ve Sandviç Teknikleri

Chimney, Periscope and Sandwich Techniques in Endovascular Aortic Repair: Review

Murat CANYİĞİT,^a
Mete HİDİROĞLU,^b
Aslıhan KÜÇÜKER,^b
Gökçe ANNAÇ^a

^aRadyoloji Kliniği,
^bKalp ve Damar Cerrahisi Kliniği,
Ankara Atatürk Eğitim ve
Araştırma Hastanesi, Ankara

Geliş Tarihi/Received: 08.10.2013
Kabul Tarihi/Accepted: 11.01.2014

Yazışma Adresi/Correspondence:
Murat CANYİĞİT
Ankara Atatürk Eğitim ve
Araştırma Hastanesi,
Radyoloji Kliniği, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
mcanyigit@yahoo.com

ÖZET Visseral ve suprapaortik ana yan dalların içerisinde bulunduğu ya da aortik stent-greft için proksimal ve distalde yeterli tutunma bölgesi olmayan sorunlu aort patolojilerine yönelik yapılan endovasküler tedaviler arasında son dekatta uygulanmaya başlanan ve kullanımı giderek artan chimney, periskop ve sandviç teknikleri, cerrahiye ve fenestre/dallı endogreftlere karşı başarılı alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu tekniklerin en büyük avantajı cerrahiye uygun olmayan acil hasta grubunda da uygulanabilir olmalarıdır. Kullanılan bu tekniklerin orta dönem sonuçları umut verici olup bu konuda daha ileri çalışmaların yapılması gereklidir. Bu makalenin amacı, az sayıda tecrübeli merkezde uygulanan bu ileri endovasküler teknikleri literatür eşliğinde gözden geçirmektir.

Anahtar Kelimeler: Aort anevrizması; endovasküler tamir; chimney; periskop; sandviç

ABSTRACT Among endovascular treatments intended to problematic aortic pathologies like aneurysms including visceral or supra-aortic branches or with a lacking safe proximal or distal landing zone, techniques like chimney, periscope and sandwich techniques have been increasingly used as alternatives to surgery and fenestrated/branched endografts in the last decade. The greatest advantage of these techniques is their applicability in emergency patients who are not eligible for surgery. Mid-term results of these techniques are encouraging with a certain need for further studies. The aim of this report is to review these advanced endovascular techniques that are performed in a few experienced centers, in the light of the literature data.

Key Words: Aortic aneurysm; endovascular repair; chimney; periscope; sandwich

Damar Cer Derg 2014;23(1):40-6

Endovasküler aort tamirinde stent-greftin aortaya düzgün bir şekilde yerleşebilmesi için aortadan çıkan ana yan dalların bulunmadığı güvenli bir segment olması gerekmektedir. Bu mesafe infrarenal abdominal aort anevrizmalarında (AAA), stent-greftin markasına göre 10 mm ya da 15 mm iken, inen torasik aort anevrizmalarında sol subklavyen arterin distalinde ve çölyak arterin proksimalinde en az 20 mm uzunluğunda güvenli bir tutunma bölgesi olmalıdır. Bunun yanında, infrarenal AAA için boyun açısının 60 derecenin altında olması, boyun kesiminde çevresel kalsifikasyon ve trombüs olmaması stent-greftin aortaya oturması için önemlidir.¹

Aortik stent-greft için proksimal ve distalde yeterli tutunma bölgesi olmayan sorunlu aort anevrizmalarında endovasküler aort tamiri (EVAT) tek-

nik olarak tehlikeli ve zahmetli olmaktadır. Günümüzde, stent-greft teknolojisindeki gelişmeler ile birlikte (daha düşük kalınlıkta taşıyıcı sistemi, daha esnek endogreft ve suprarenal fiksasyon yapılabilmesi), 10 mm altında boyun uzunluğu ve 60 derecenin üzerinde boyun açısına sahip infrarenal anevrizmalar da tedavi edilebilmektedir.¹ Buna rağmen, visseral ve arkus aorta dallarının anevrizma içerisinden çıktığı durumlarda standart EVAT işlemi yetersiz kalmaktadır. Cerrahi ile birlikte endovasküler stent-greftin birlikte uygulandığı hibrid işlemler,²⁻⁴ fenestre ya da dallı endogreftler⁵ veya chimney, periskop ya da sandviç tekniklerinin uygulandığı kompleks endovasküler uygulamalar⁶⁻²¹ ve son zamanlarda geliştirilen kaplı olmayan çok katmanlı stentler,^{22,23} bu anevrizmaların tedavisindeki seçenekler arasındadır.

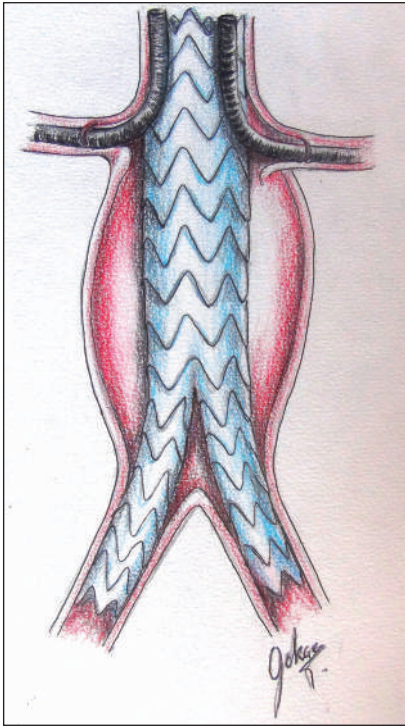
İlk olarak 1999 yılında tanımlanan ve açık aort cerrahisine oranla daha az invaziv olan hibrid işlem sayesinde, aortik yan dalların içerisinden çıktığı anevrizmalar da endovasküler tedavi sınırına girmiştir.¹² Hibrid işlem, aortanın tüm hattı boyunca cerrahi olarak değiştirilmesi yerine, ana yan dalların sağlam aorta veya iliyak arterler üzerine ekstra-anatomik olarak cerrahi greftler ile taşınması ya da supra-aortik damarlar arasına ekstra-anatomik cerrahi greft yerleştirilmesi sonrası endovasküler yolla aortik stent-greftin anevrizmatik segmente yerleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Böylece visseral ve supraaortik damarların beslediği organlar ekstra-anatomik bypas sayesinde beslenmeye devam ederken, aort anevrizması güvenli bir şekilde endogreft ile vasküler sistemden uzaklaştırılmış olmaktadır. Hibrid tedavideki cerrahi ve endovasküler işlemlerin aynı seansta mı yoksa farklı seanslarda mı uygulanması gerekliliği üzerinde görüş birliği bulunmamaktadır. Hibrid işlemler standart açık cerrahiye göre daha az invaziv olmasına rağmen, bazı çalışmalarda mortalite oranları standart açık cerrahiye oranla daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni olarak, hibrid tedavi yapılan hastaların standart açık cerrahi için uygun olmayan yüksek riskli hastalardan seçilmiş olması gösterilmektedir.^{3,4}

Infrarenal boyun uzunluğu 10 mm'den kısa olan hastalarda teknolojik gelişmelerle birlikte standart stent-greftler kullanılabilesine rağmen

(uzun dönemde yüksek proksimal endoleak riski mevcut), fenestre greftler daha uzun yerleşme alanı sunması açısından standart stent-greftlere üstünlük sağlamaktadır. Hibrid tedavi ile aynı yıl içerisinde kullanıma giren fenestre greftlerin aorta içerisine uygun şekilde yerleşebilmesi için infrarenal boyun açısının 45 derecenin altında olması gerekmektedir. Bunun yanında, planlama aşamasında stent-greft üzerine pencerelerin açılabilmesi için belli kurallar bulunmaktadır ve bu kuralların dışındaki anatomilerde fenestre greft kullanılamamaktadır. Bu kurallardan biri olan renovisseral arterlerin anevrizma içerisinden çıkması durumunda ise, yan dallı endogreftler kullanılabilmektedir. Her iki greftin kullanımı özel bir eğitim ve yüksek endovasküler tecrübe gerektirmektedir. Ayrıca hastaya özel olarak üretilen bu greftlerin hazır hale gelmesi için yaklaşık 2 ay gibi bir süreye ihtiyaç vardır. Bu da fenestre ve yan dallı greftlerin özellikle akut rüptüre hastalarda olmak üzere kullanımını sınırlayan diğer etkindir.⁵

İlk olarak 2003 yılında Greenberg ve ark. tarafından kısa infrarenal boyunu olan hastalarda renal arterlerin ostiumlarının birkaç milimetre üzerinde sonlanacak şekilde yerleştirilen renal stentlerin aortik stent-greftin proksimal kesimini aorta lümenine doğru itmesi hedeflenerek, renal perfüzyonun devamlılığı sağlanmıştır.⁶ Bu teknik sayesinde stent-greftin oturduğu boyun mesafesi birkaç milimetre daha proksimale doğru uzatılmıştır. Günümüzde "chimney" (baca) tekniği olarak adlandırılan bu işlem başlangıçta sadece renal arterlerin perfüzyonunun devamı için uygulanırken, daha sonraları diğer visseral ve supraaortik arterlerin perfüzyonu için de kullanılmaya başlanmıştır.⁷⁻⁹

Literatürde "şnorkel" olarak da adlandırılan chimney tekniğinde amaç, kaplı veya çıplak metal stentin endogreftin dışında kranial yönde paralel seyretmesi, yani endogreft ile aorta arasında kalacak şekilde yerleştirilmesidir (Şekil 1, 2). Endogreftte paralel olarak yerleştirilen stentin yönü kaudale doğru ise teknik "reversed chimney" ya da "periskop" olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2). Bunun dışında, eğer yerleştirilen stent aorta ile endogreft arasında değil de iki endogreft arasında ise

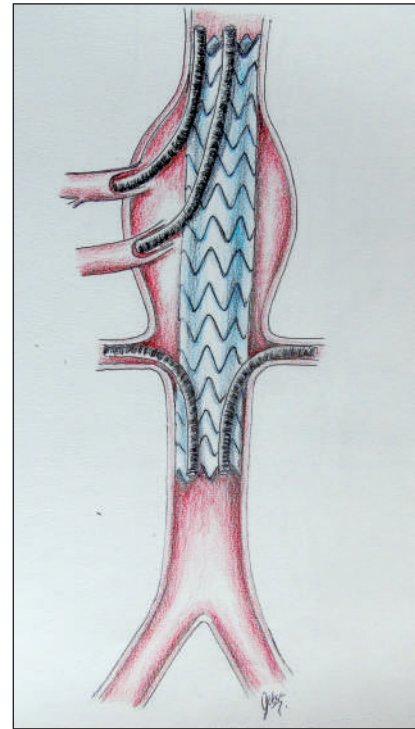


ŞEKİL 1: Renal arterlerin hemen inferiorundan başlayan abdominal aort anevrizmasının tedavisi için uygulanan chimney tekniği. Renal arterlerden süperiora doğru uzanan chimney greftlerin endogreft ile aorta arasında seyir gösterdiği ve chimney greftlerin proksimalde endogreft ile aynı seviyede sonlandığı görülmektedir.

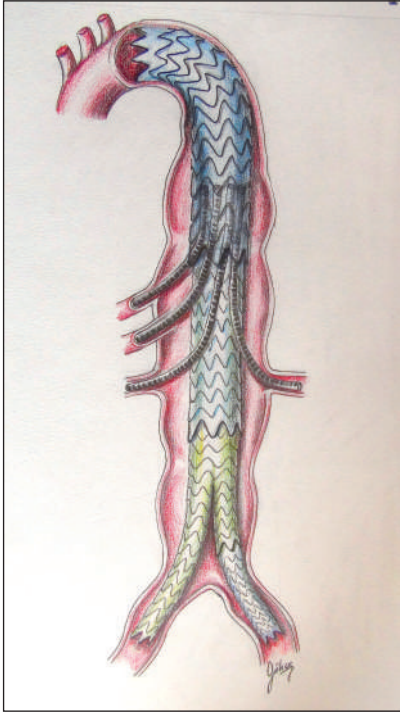
bu tekniğin adı “sandviç” olmaktadır (Şekil 3). Tüm bu tanımlanan ileri endovasküler teknikler sayesinde, cerrahiye ihtiyaç kalmadan anevrizmaya çok yakın orjin alan ya da anevrizma içerisinden çıkan ana yan dal arterlerinin kanlanması devamı sağlanmış olmaktadır.¹⁰⁻¹² Tanımlanan bu tekniklerin fenestre ve dallı endogreftlere göre en büyük avantajı, visseral arterlerin içerisinden çıktığı acil rüptüre aort anevrizmalı hastaların tedavisinde de başarılı bir şekilde kullanılabilmesidir.¹³⁻¹⁵

Aortik stent-greft femoral arterden ilerletilirken, chimney greftlerin yerleştirilmesi için brakial ya da aksiller arterler kullanılmaktadır. Eğer tek üst ekstremiteden birden fazla chimney stentin aynı anda gönderilmesi planlanıyorsa, giriş arteri olarak subklavyen arter tercih edilmektedir. Subklavyen arterde yerleştirilen sheath genişliği 18 Fr ya da 20 Fr olacağından, subklavyen arterin çapının uygun olup olmadığı işlem öncesi mutlaka değerlendirilmelidir. Eğer periskop greft kullanılması planlanıyorsa giriş arteri karşı femoral arterdir. Visseral ya da supraa-

ortik damarların kanülasyonu sonrası öncelikli olarak Rosen (Cook Inc., Bloomington, IN, ABD) ya da Amplatzer (Boston Scientific, Global Park, Heredia, Kosta Rika) kılavuz teller tercih edilmektedir. Chimney ya da periskop tekniğinde öncelikle aortik stent-greft serbestleştirilir, ardından aortik balonun stent-greft içerisinde şişirilmesi ile eş zamanlı olarak chimney ve periskop stentler açılır. Daha sonra aortik balon stent-greft içerisindeyken chimney ve periskop stentler içerisine balonlar ilerletilerek eş zamanlı olarak tüm balonlar şişirilir ve stentlerin yeterli genişliğe ulaşması sağlanır. Sandviç tekniğindeki tek fark çölyak arterin süperior kesimine önce bir aortik stent-greft yerleştirilmesidir. Daha sonraki aşamalar chimney ve periskop tekniği ile benzerdir. Sağlıklı bir tutunma için, stentlerin visseral ve supraaortik damarlar içerisine yaklaşık 2 cm uzanması yeterlidir. Barsak iskemisi açısından süperior mezenterik arterden çıkan yan dalların kesinlikle korun-



ŞEKİL 2: Renal arterlerin hemen süperiorunda yer alan ve superior mezenterik arter ile çölyak arterin içerisinden köken aldığı torakoabdominal aort anevrizmasının tedavisi için uygulanan chimney ve periskop teknikleri. Süperior mezenterik arter ve çölyak arterden süperiora doğru uzanan chimney greftler ile renal arterlerden inferiora doğru uzanım gösteren periskop greftlerin endogreft ile aorta arasında seyir gösterdiği görülmektedir. Chimney greftler endogreftin proksimal ucu ile aynı seviyede, periskop greftler endogreftin distal ucu ile aynı seviyede sonlanmaktadır.



ŞEKİL 3: İnen torasik aorta orta kesimden başlayıp terminal aortaya kadar uzanım gösteren torakoabdominal aort anevrizmasının tedavisi için uygun sandviç tekniği. Çölyak arter, süperior mezenterik arter ve renal arterlerden süperiora doğru uzanan sandviç greftler izlenmektedir. Sandviç greftler sol subklavyen arterin hemen distalinden itibaren yerleştirilen tübüler endogreft ile bunun içerisine yerleştirilen ikinci tübüler endogreft arasında yer almaktadır ve proksimal uçları ikinci endogreftin proksimali ile aynı seviyede sonlanmaktadır. Ayrıca ikinci tübüler endogreftin distaline aorta-biliac endogreft yerleştirildiği görülmektedir.

ması gerekirken, çölyak arterden çıkan sol gastrik arter gibi dalların korunması zorunlu değildir.⁶⁻¹⁵

Chimney tekniğinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, chimney greftin yerleştirileceği hedef damar ile bu hedef damara en yakın aortadan çıkan ana yan dal arasında en azından 10 mm ile 15 mm arasında bir mesafenin olması gerektiği söylenmesine rağmen, bu konuda kesin bir görüş birliği yoktur. Örneğin; chimney greftlerin her iki renal artere yerleştirilmesi planlanıyorsa, süperior mezenterik arter ile en yakın renal arter arasında 10 mm ile 15 mm arasında bir mesafe olmalıdır. Mesafe daha kısa olursa proksimal tip-1 endoleak olasılığının arttığı belirtilmektedir. Literatürde balon ile açılabilen ve kendiliğinden açılabilen stentler arasında patensi, endoleak, mortalite ve renal disfonksiyon açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmamasına rağmen, chimney greft olarak

özellikle renal arterler için balon ile açılabilen kaplı stentler öncelikle tercih edilmektedir. Bunun nedeni olarak da bu stentlerin daha az recoil (ilk haline dönme) olması, yerleştirildikten sonra sert bir şekilde olduğu yerde kalabilmesi ve kısa bir oturma mesafesinde doğru bir şekilde yerleşebilme yeteneği gösterilmektedir. Kendiliğinden açılan kaplı stent tercih edilecek ise, bazı yazarlar bu stentlerde oluşabilecek kırılmayı önlemek için içerisinde ikinci bir çıplak stent yerleştirmeyi önermektedirler (Şekil 4).¹¹ Eğer torakoabdominal aort



ŞEKİL 4: Sol renal arterin anevrizma içerisinden çıktığı jukstarenal abdominal aort anevrizması olan hastada, sol renal arterin çıktığı seviyeden geçen aksiyel planda preoperatif bilgisayarlı tomografik anjiyografi (A) ve postoperatif 3-boyutlu tomografi (B) görüntüleri. Preoperatif dönemde aksiyel planda elde edilmiş tomografi kesitinde sol renal arterin (ok) anevrizma içerisinden köken aldığı görülmektedir. Postoperatif dönemde elde edilmiş 3-boyutlu görüntüde bilateral renal arterlere yerleştirilmiş chimney greftlerin endogreftin kaplı kesimi ile aynı seviyede, süperior mezenterik arterin hemen distalinde sonlandığı görülmektedir.

anevrizma tedavisi için sandviç tekniğinin kullanılması düşünülüyorsa, kendiliğinden açılan kaplı stentler ilk tercih sırasına yükselmektedir. Bunun nedeni, olası tip-1 endoleak'ın en aza indirilebilmesi için iki stent-greft arasında önerilen üst üste binme mesafesinin en az 5 cm olmasındandır. Bu kadar uzun mesafede yerleştirilebilecek balon ile açılabilen kaplı stentler piyasada halihazırda mevcut değildir. Sandviç tekniğinde distaldeki aortik stent-greftin proksimaldekine göre daha geniş olması gerekmektedir ve önerilen büyültme miktarı %30'dur (Şekil 5A-C).^{3,12}

Chimney greftler için uzun dönem açık kalım oranları hakkında bilgi bulunmamasına rağmen, kısa dönem açık kalım sonuçları %93 ile %100 arasında değişmektedir.¹¹ Geriye dönük literatür taraması yapılan bir derleme çalışmada, pararenal aortik patolojiler nedeniyle chimney ve fenestre greft uygulanmış hasta grupları karşılıklı olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada chimney greft yapılan toplam 123 hasta ve fenestre greft yapılan toplam 631 hasta değerlendirmeye alınmıştır. Bu çalışmaya göre chimney greft uygulanan hastalarda ilk 30 günlük mortalite oranları %0,58 iken fenestre grubunda %1,17; tip-1 endoleak oranları chimney grubunda %1,93 iken fenestre grubunda

%2,06, erken postoperatif dönemde renal kötüleşme oranları chimney grubunda %12,43 iken fenestre grubunda %9,67 ve kalıcı diyaliz ihtiyacı olan hasta oranları chimney grubunda %0,57 iken fenestre grubunda %1,33 olarak saptanmıştır. Bu derleme çalışmasında her iki grup arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamış, chimney greft tekniğinin güvenli ve fenestre greftlere iyi bir alternatif olduğu vurgulanmıştır.¹⁶ Bunun dışında yakın zamanda basılan bir çalışmada, pararenal aortik patolojiler için chimney ve periskop greft uygulanmış hastaların 24 aylık radyolojik takip sonuçları yayınlanmıştır. Erken ve orta dönem mortalitenin sıfır, teknik başarının %100 olduğu bu çalışmada, 73 paralel greftin sadece 2'sinde (%2,7) tıkanma gözlenmiştir. Tıkalı renal greftlerin bir tanesi için ileorenal bypas yapılırken, diğer greft içerisine girilip trombolitik tedavi uygulanmıştır. Ayrıca bir hastada chimney greftteki %80 darlığa yönelik ikinci bir balon anjiyoplasti işlemi uygulanmıştır.¹⁷

Toraksik EVAT uygulanan hastaların %40'ından fazlasında patoloji subklavyen arterin yakınından başlamaktadır.¹⁸ Bu hasta grubunda aortik stent-greft ya subklavyen arterin başlangıç noktasından itibaren ya da subklavyen arteri de kapsayacak şekilde sol ana karotid arterin başlangıç



ŞEKİL 5: Renal arterlerin hemen superiorunda yer alan ve superior mezenterik arter ile çölyak arterin içerisinden köken aldığı torakoabdominal aort anevrizmasına sahip bir hastanın tedavi öncesi (A) ve tedavi sonrası (B ve C) 3-boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntüleri. Çölyak arter ve superior mezenterik arter için uygulanmış sandviç greftler (oklar) ile renal arterler için uygulanmış periskop greftler (ok başları) izlenmektedir.

noktasından itibaren yerleştirilmektedir. Torasik EVAT uygulanması sırasında sol subklavyen arteri kapatılan hastaların %6'sında kol iskemisi, %4'ünde spinal kord iskemisi, %2'sinde vertebrobaziler iskemi, %5'inde anterior serebral dolaşımda inme ve %6'sında ölüm riski bulunmaktadır. Bu riskleri en aza indirmek için endovasküler tedavi öncesi mutlaka vertebrobaziler sistemin değerlendirilmesi ve ihtiyaç halinde ya da rutinde sol subklaviyan arter transpozisyonu veya karotiko-subklavyen bypass gibi cerrahi prosedürlerle, önce sol subklavyen arter revaskülarizasyonu yapılması gerekmektedir. Buna rağmen özellikle acil hastalarda ekstra-anatomik bypass için yeterli vakit olmabilmektedir.¹⁹ Son zamanlarda ekstra-anatomik bypass cerrahisine alternatif olarak seçilmiş hasta grubunda çıkan aorta, arkus aorta ve proksimal inen torasik aort patolojilerinde supraaortik dalların korunması için chimney, periskop ve sandviç greftler kullanılmaya başlanmıştır. Bu greftlerin yerleştirilmesi için giriş arteri olarak aksiller ya da subklavyen arterler, karotid arterler ve femoral arterler kullanılmaktadır.^{12,19,20} Torasik stent greftin ilerletilmesi için ise öncelikle femoral arterler tercih edilmesine rağmen, çok daha nadir olarak transapikal yaklaşım da, daha çok asendan aort anevrizmalarının tedavisinde kullanılmaktadır.²¹ Transapikal yaklaşım, transfemoral yaklaşıma göre oldukça invaziv bir işlem olup stent-greftin ilerletilmesi için en son seçilecek yol olmalıdır. Supraaortik damarlara yönelik uygulanan bu işlemlerde unutulmaması gereken bir diğer konu, serebral kan akışının mümkün olduğunca kısa bir süre için kesilmesi gerekliliğidir. Serebral iskemiyeye yol açmak için serebral dolaşımı sağlayan arterlere yerleştirilen stentlerin hızlı bir şekilde açılması sağlanmalıdır. Bu nedenle işlem öncesi planlama çok iyi yapılmalıdır ve bu işlemleri yapacak ekipte yüksek endovasküler ve cerrahi tecrübeye sahip yeterli kadar doktor bulunmalıdır.

Visseral arterleri içeren torakoabdominal aort anevrizma tedavisinde son yıllarda yeni kullanıma giren akım, yönlendirme özelliğine sahip kendilinden genişleyebilen kaplı olmayan çok katmanlı stentlerin (multilayer stent) başarısı hakkındaki bilgilerimiz olgu sunumu düzeyindedir ve henüz

yeterli değildir.²² Tipik olarak anevrizma içerisindeki akım türbülant bir akımdır ve anevrizma duvarı üzerinde bir strese neden olmaktadır. Çok katmanlı stentin anevrizma içerisine yerleştirilmesi sonrası stentin üzerindeki porların çok küçük (0,1 mm) olmasına bağlı olarak bu türbülant akımın laminar akım haline geldiği ve anevrizma üzerindeki duvar basıncını azalttığı belirtilmektedir. Çok katmanlı stent zaman içerisinde stent dışında kalan anevrizma kesesinin tromboze olmasını sağlarken anevrizma içerisinden çıkan yan dalların açık kalmasına olanak sağlamaktadır.²³ Bu stentin dezavantajları; tekrar pozisyon vermeye izin vermeyen bırakım sisteminin olması, aletin esnekliğinin yetersiz olması, geniş çaplı sheathlere ihtiyaç duyması, stentin bırakılması sırasında ileriye doğru zıplama yapması ve kontrolsüz kısalması olarak belirtilmektedir.²² Bunun ötesinde çok katmanlı stentlerin yan dalların ağzını kapattığı unutulmalıdır. Bu da hastanın kalan hayatında ortaya çıkabilecek gastrointestinal kanama, karaciğerde yaygın tümör, renal psödoanevrizma gibi patolojilerde girişimsel tedavi uygulama şansını ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca bu stentler anevrizmanın zaman içerisinde trombozuna neden olduklarından acil hastalarda kullanılamazlar.

Sonuç olarak, aortik stent-greft için proksimal ve distalde yeterli tutunma bölgesi olmayan sorunlu aort patolojilerine yönelik yapılan chimney, periskop ve sandviç greft uygulamaları cerrahiye ve fenestre/dallı endogreftlere alternatif başarılı, riskli ve zahmetli ileri endovasküler tekniklerdir. Bu tekniklerin en büyük avantajı cerrahiye uygun olmayan acil hasta grubunda da uygulanabilir olmasıdır. Bununla birlikte bu karmaşık endovasküler teknikler, yüksek endovasküler tecrübe gerektirmesi nedeniyle her EVAT yapılan birimde gerçekleştirilememektedir. Uzun dönem sonuçları olmamasına rağmen orta dönem sonuçları umut verici olup, bu konuda daha ileri çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması veya finansal destek bildirmemiştir.

KAYNAKLAR

1. Arko FR 3rd, Murphy EH, Boyes C, Nussbaum T, Lalka SG, Holleman J, et al. Current status of endovascular aneurysm repair: 20 years of learning. *Semin Vasc Surg* 2012;25(3):131-5.
2. Quinones-Baldrich WJ, Panetta TF, Vescera CI, Kashyap VS. Repair of type IV thoracoabdominal aneurysm with a combined endovascular and surgical approach. *J Vasc Surg* 1999;30(3):555-60.
3. Lobato AC, Camacho-Lobato L. A new technique to enhance endovascular thoracoabdominal aortic aneurysm therapy--the sandwich procedure. *Semin Vasc Surg* 2012;25(3):153-60.
4. Markatis F, Petrosyan A, Abdulamit T, Bergeron P. Hybrid repair with antegrade visceral artery debranching: the preferred treatment option for thoracoabdominal aneurysms in high-risk patients. *J Endovasc Ther* 2012;19(3):356-62.
5. Scurr JR, McWilliams RG. Fenestrated aortic stent grafts. *Semin Intervent Radiol* 2007;24(2):211-20.
6. Greenberg RK, Clair D, Srivastava S, Bhandari G, Turc A, Hampton J, et al. Should patients with challenging anatomy be offered endovascular aneurysm repair? *J Vasc Surg* 2003;38(5):990-6.
7. Allaqaband S, Jan MF, Bajwa T. "The chimney graft"-a simple technique for endovascular repair of complex juxtarenal abdominal aortic aneurysms in no-option patients. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;75(7):1111-5.
8. Ohrlander T, Sonesson B, Ivancev K, Resch T, Dias N, Malina M. The chimney graft: a technique for preserving or rescuing aortic branch vessels in stent-graft sealing zones. *J Endovasc Ther* 2008;15(4):427-32.
9. Donas KP, Torsello G, Austermann M, Schwindt A, Troisi N, Pitoulis GA. Use of abdominal chimney grafts is feasible and safe: short-term results. *J Endovasc Ther* 2010;17(5):589-93.
10. Cariat M, Mingazzini P, Dallatana R, Rossi UG, Settembrini A, Santuari D. Endovascular treatment of a symptomatic thoracoabdominal aortic aneurysm by chimney and periscope techniques for total visceral and renal artery revascularization. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2014;37(1):251-6.
11. Shuja F, Kwolek CJ. Treating the paravisceral aorta with parallel endografts (chimneys and snorkels). *Semin Vasc Surg* 2012;25(4):200-2.
12. Lobato AC, Camacho-Lobato L. Endovascular treatment of complex aortic aneurysms using the sandwich technique. *J Endovasc Ther* 2012;19(6):691-706.
13. Siani A, Accrocca F, Gabrielli R, Marcucci G. Is the chimney graft technique a safe and feasible approach to treat urgent aneurysm and pseudoaneurysm of the abdominal aorta? An analysis of our experience and technical considerations. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013;16(5):692-4.
14. Kolvenbach RR, Yoshida R, Pinter L, Zhu Y, Lin F. Urgent endovascular treatment of thoraco-abdominal aneurysms using a sandwich technique and chimney grafts--a technical description. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2011;41(1):54-60.
15. Papazoglou KO, Karkos CD, Giagtzidis IT, Kalogirou TE, Eliescu A. Spontaneous rupture of the visceral abdominal aorta: endovascular management using the periscope graft technique. *J Endovasc Ther* 2012;19(4):558-62.
16. Donas KP, Torsello G, Bisdas T, Osada N, Schönefeld E, Pitoulis GA. Early outcomes for fenestrated and chimney endografts in the treatment of pararenal aortic pathologies are not significantly different: a systematic review with pooled data analysis. *J Endovasc Ther* 2012;19(6):723-8.
17. Donas KP, Pecoraro F, Bisdas T, Lachat M, Torsello G, Rancic Z, et al. CT angiography at 24 months demonstrates durability of EVAR with the use of chimney grafts for pararenal aortic pathologies. *J Endovasc Ther* 2013;20(1):1-6.
18. Feezor RJ, Martin TD, Hess PJ, Klodell CT, Beaver TM, Huber TS, et al. Risk factors for perioperative stroke during thoracic endovascular aortic repairs (TEVAR). *J Endovasc Ther* 2007;14(4):568-73.
19. Lee KN, Lee HC, Park JS, Kim BW, Cha KS, Kim SP, et al. The modified chimney technique with a thoracic aortic stent graft to preserve the blood flow of the left common carotid artery for treating descending thoracic aortic aneurysm and dissection. *Korean Circ J* 2012;42(5):360-5.
20. Shu C, Luo MY, Li QM, Li M, Wang T, He H. Early results of left carotid chimney technique in endovascular repair of acute non-a-non-B aortic dissections. *J Endovasc Ther* 2011;18(4):477-84.
21. Krankenberg H, Bader R, Sixt S, Tübler T, Schwencke C, Kivelitz D, et al. Endovascular repair of ascending aortic aneurysm by transapical approach and periscope technique. *J Endovasc Ther* 2013;20(1):13-7.
22. Natrella M, Castagnola M, Navaretta F, Cristofori M, Fanelli G, Meloni T, et al. Treatment of juxtarenal aortic aneurysm with the Multilayer stent. *J Endovasc Ther* 2012;19(1):121-4.
23. Numan F, Gulsen F, Arbatli H, Cantasdemir M, Solak S. New horizons in the endovascular treatment of aortic aneurysm. *Turkish J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;19 Suppl 2: 27-32.