

## Karotis artere stent yerleştirme: Tek merkez deneyimi ve klinik sonuçları

### *Carotid artery stenting: Single center experience and clinical consequences*

Nihat Polat<sup>1</sup>, Mehmet Ali Elbey<sup>1</sup>, Eşref Akıl<sup>2</sup>, Habib Çil<sup>1</sup>, Necdet Özyadoğdu<sup>1</sup>, Mehmet Ata Akıl<sup>1</sup>, Murat Çaylı<sup>1</sup>

#### ÖZET

**Amaç:** Bu çalışmada kliniğimize başvuran, karotis arter hastalığı tanısı almış ve karotis arter stentleme (KAS) ile revaskülarize edilen hastaların özelliklerini ve orta vadeli klinik sonuçlarını sunmayı amaçladık.

**Yöntemler:** Tek merkezli, geriye dönük Mayıs 2012- Mayıs 2014 tarihleri arasında karotis artere müdahale gerekliliği olan ve KAS işlemi kabul eden hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastanın klinik özellikleri ve işlem ile ilgili verileri hasta dosyaları taranarak elde edildi. Daha sonra taburculuk sonrası hastanın yaşayıp yaşamadığı ve işlem sonrası yeni inme geçirip geçirmediği hastane kayıtlarından ve/veya telefon ile öğrenildi.

**Bulgular:** Dahil edilme kriterlerini sağlayan 26 hasta çalışmaya alındı. Hastaların %69'u bayan olup, yaş ortalaması 66±9 yıl saptandı. Hastaların %73'ü semptomatik olup, %73'ünde hipertansiyon, %27'sinde diabetes mellitus, %39'unda hiperlipidemi, % 69'unda koroner arter hastalığı ve %31'inde aktif sigara içiciliği mevcuttu. Bütün hastalarda self ekspandable stent ve distal emboli koruyucu cihaz kullanıldı. İşlem ile ilişkili olarak 18 hastaya sol, 6 hastaya sağ ve 2 hastaya ayrı seanslarda iki taraflı olmak üzere 26 hastaya toplamda 28 başarılı KAS işlemi yapıldı. Sadece 1 hastaya rezidü darlık nedeniyle ikinci stent yerleştirme ihtiyacı oldu. İşlemle ilişkili sadece 1 hastada 24 saate tamamen düzelen hava embolisine bağlı güç kaybı oldu. Hastalar tekrarlayan inme ve ölüm açısından 11,5±8 (en az 2-en çok 27, median 10) ay takip edildi. Takip süresince hiçbir hastada tekrarlayan inme ve trans iskemik atak saptanmadı. Sadece 1 hastada 8 ay sonra ölüm gözlemlendi.

**Sonuç:** Deneyimli merkezlerde KAS başarılı bir şekilde uygulanmakta olup komplikasyon riski oldukça düşüktür. KAS'ın orta vadeli klinik sonuçları oldukça yüz güldürücüdür.

**Anahtar kelimeler:** İnme, karotis arter darlığı, karotis arter stentleme, klinik sonuç

#### ABSTRACT

**Objective:** In this study, we aimed to present the characteristics and short-term clinical outcomes of the patients admitted to our clinic with a diagnosis of carotid artery disease and revascularized by carotid artery stenting (CAS).

**Methods:** The study was retrospective and a single-centered study. Between May 2012 and May 2014 the patients with an indication for carotid artery intervention and accepted CAS procedure were included in the study. Clinical characteristics and procedural data of the patients were obtained by scanning patient files. After discharge, hospital records were scanned and patients were called to learn whether or not patients were alive and that they have suffered a recent stroke.

**Results:** We included 26 patients that meet the inclusion criteria in the study. 69% of patients were female with a mean age of 66 ± 9 years. 73% of patients were symptomatic, 73% had hypertension, 27% had diabetes mellitus, 39% had hyperlipidemia, 69% had coronary artery disease and 31% were active smoker. In all patients, self-expandable stents and distal embolic protection devices were used. 18 left, six right, and two bilateral (in separate sessions) carotid arteries were stented with a total of 26 patients and 28 successful CAS. Due to residual stenosis a second stent was implanted only in one patient. One patient experienced a partial muscle weakening in upper extremity due to an air embolism, which recovered spontaneously in 24 hours. Patients were followed for 11.5 ± 8 (minimum 2-maximum 27, median 10) months. During follow-up, no patients had recurrent stroke and transischemic attack. One patient died after eight months of CAS.

**Conclusion:** CAS is being successfully applied with a very low risk of complications in experienced centers. Short-term clinical results of CAS are quite satisfactory.

**Key words:** stroke, carotid artery stenosis, carotid artery stenting, clinical outcomes

<sup>1</sup> Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye

<sup>2</sup> Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye

**Yazışma Adresi /Correspondence:** Nihat Polat,

Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye Email: mrpolatn@gmail.com

Geliş Tarihi / Received: 02.09.2014, Kabul Tarihi / Accepted: 16.10.2014

Copyright © Dicle Tıp Dergisi 2014, Her hakkı saklıdır / All rights reserved

## GİRİŞ

İnme ölüm nedenleri arasında dördüncü sırada olup uzun süreli sakatlayıcı nedenlerin en önemli sebebidir [1]. İskemik inmelerin yaklaşık %25'nin nedeni karotis arter darlığıdır[2]. Daha önce medikal tedavi ile birlikte karotis arter endarterektomi (KAE) asıl tedavi seçeneği iken günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte karotis arter stentleme (KAS) gittikçe artan sıklıkta kullanılmaya başlanmıştır[3]. Hatta distal emboli koruyucu cihaz kullanılarak yapılan güncel çalışmalarda KAS tedavisinin KAE kadar tekrarlayan iskemik inmede koruduğu ve komplikasyon oranının benzer hatta daha düşük olduğu saptanmış [4,5]. Ülkemizde de bu gelişmelere paralel olarak KAS tedavisi yapan çeşitli merkezler mevcuttur[6,7]. Biz bu çalışmamızda kliniğimizde başvuran ve revaskülarizasyon kararı alınan karotis arter hastalığı tanısı almış hastalarda distal emboli cihazları kullanılarak stent uygulamasının orta dönem klinik sonuçlarını sunmaya çalıştık.

## YÖNTEMLER

Haziran 2012-Haziran 2014 tarihleri arasında 26 hasta dahil edildi. Semptomatik (son 6 içinde iskemik inme veya geçici iskemik atak geçirme[GİA]) ve anjiyografik olarak karotis arterde >%50 darlık veya asemptomatik ve karotis arterde >%60 darlık saptanan hastalar çalışmaya dahil edildi. Bütün hastalar girişim hakkında ayrıntılı bilgilendirildi ve hastalardan yazılı onam alındı.

Görüntülemelerde total darlık saptanan hastalar çalışmaya alınmadı. Bununla birlikte intrakranial lezyonları olanlar, ikili antitrombotik tedavi alması kullanması için kontrendikasyonu olanlar ve tedavi seçeneği olarak KAE tedavisini tercih edenler çalışmadan dışlandı.

Bu hastaların yaş, cinsiyet, hipertansiyon, diyabet, hiperlipidemi ve sigara içiciliği gibi klinik özellikleri hasta dosyalarından ve hastane kayıtlarından elde edildi. Hipertansiyon sistolik kan basıncının 140 mmHg veya üzerinde; diyastolik kan basıncının 90 mmHg veya üzerinde ya da hastaların antihipertansif tedavi alıyor olması olarak tanımlandı. Diyabetes mellitus açlık kan şekerinin 126 mg/dl veya üzerinde olması veya hastanın oral antidiyabetik veya insülin tedavisi alıyor olması, hiperlipidemi total kolesterol değerinin 200mg/dl olması

veya lipit düşürücü tedavi alıyor olması, semptomatik karotis arter darlığı hastanın işlem öncesi son 6 ayda içinde kalıcı veya GİA geçirmiş olması olarak tanımlandı. GİA 24 saate sekelsiz düzelen inme olarak değerlendirildi.

## Çalışma protokolü

Çalışmaya dahil edilen bütün hastalara elektrokradyogram, akciğer grafisi, rutin laboratuvar değerleri, 2D transtorasik ekokardiyografi rutin olarak uygulandı. Çalışmaya dahil edilen bütün hastalardan karotis arter darlık derecesinin belirlenmesi amacıyla karotis anjiyografik inceleme öncesi karotis arter doppler ultrasonografi uygulandı (Daha önce yapılmış olup başvuranlarda tekrarlanmadı). Çalışmaya dahil edilen hastalara bağımsız bir nöroloji doktoru tarafından işlem öncesi ve sonrası 24 içinde tam nörolojik muayene yapıldı. Hastalara işlemden önce kranial BT (Bilgisayarlı tomografi) veya Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) uygulandı, karotis arter stentleme işlemi yapıldıktan sonra herhangi bir nörolojik değişiklik tarif eden hastalara bu işlemler tekrarlandı. Bütün hastalara işlem öncesi 300 mg ASA ve 600 mg klopidogrel yüklemesi yapıldı ve 6 ay ikili antiplatelet tedavi verildi, sonrasında ise 100 mg ASA ile tedaviye devam edildi. Çalışmaya dahil edilen hastalara hastane kayıtlarından ve/veya telefon ile ulaşılarak taburculuk sonrası tekrarlayan GİA ve/veya inme geçirip geçirmediği araştırıldı. GİA ve inme daha önceki klinik yatışları sırasındaki şikayetleri üzerinden tanımlandıkları gibi değerlendirildi. Ayrıca hastanın yaşayıp yaşamadığı benzer şekilde öğrenildi.

## Anjiyografik işlemler

Hastalar işlem için gerekli ön hazırlıklar yapıldı. Sağ femoral artere 7 veya 8F vasküler kılıf yerleştirildi. İşlem süresince kalp hızı ve tansiyon monitorizasyonu yapıldı. Unfraksiyone heparin iv. yoldan 70 U/kg bolus yapıldı. Karotis arterlerin her birine selektif olarak görüntülenebilmesi için sağ Judkins koroner kateteri ve/veya 5F Simmon kateteri kullanıldı. Road-map eşliğinde 0.038 hidrofilik tel eksternal karotis artere yönlendirildi. Hidrofilik tel üzerinden tanısal kateter eksternal karotis artere ilerletildi ve hidrofilik tel 0.035 ilave destekli sert tel ile değiştirildi. Sert tel yerinde bırakılarak tanısal kateter çıkarıldı. Sonrasında sert tel üzerinden

8F geniş lümenli kateter (Boston Scientific, USA) ana karotis artere yerleştirildi ve sert tel çıkarıldı.

İşlemden önce kranial damarlar anteriör ve lateral pozlarla değerlendirildi ve venöz faz görüntüldü. İşlem yapılacak hastaların hepsine balon ve stentleme işlemleri öncesinde uygun hazırlıklar sonrasında emboli korunması açısından distal emboli koruma cihazları lezyon distaline yerleştirildi. (Angioguard Inc, Plymouth, Minn; Emboshield, Abbott Chicago). Distal emboli koruma cihazının teli üzerinden , uygun damar yapısına uygun self-expandable stent (Wallstent, Boston Scientific Corp.; Xact, Abott Vascular; RX Acculink Guidant Corporation, Precise, J&J Cordis) yerleştirildi. Çok ciddi darlık olanlarda veya kompleks lezyonlar gibi stentin rahat ilerleyemeyebileceği düşünüldüğü hastalarda predilatasyon yapıldı. Sonrasında kontrast enjeksiyonu ile doğru stent yerleşimi değerlendirildi. Daha sonra rezidü darlık tespit edilmesi durumunda uygun ölçülerde balonlar ile postdilatasyon uygulandı. Hastalara hipotansiyon ve bradikardi gelişebilme ihtimali açısından balon şişme ve/veya stent yerleştirme öncesi 1 mg atropin iv. uygulandı. İşlem sonunda tekrar AP ve lateral kranial görüntüleme yapılarak işleme son verildi.

### İstatiksel incelemeler

Verilerin analizi SPSS 15 paket programı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılımına uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak belirlendi. Normal dağılım gösteren sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma, normal dağılım göstermeyenler ortanca ( en küçük ve en büyük değer ) şeklinde belirtildi. Kategorik veriler yüzde olarak ifade edildi. Kontrol grubu olmadığı için karşılaştırılmalı analizler yapılmadı.

### BULGULAR

Çalışmaya yaş ortalaması  $66\pm 9$  yıl ve %69'u bayan olan 26 hasta dahil edildi. Hastaların %73'ünde hipertansiyon, %27'sinde diabetes mellitus, %39'unda hiperlipidemi, %69'unda koroner arter hastalığı ve %31'inde aktif sigara içiciliği saptandı. İşlem öncesi hastaların %73'ünde (19 hastada) son 6 ay içinde geçirilmiş iskemik inme veya transiskemik atak hikayesi mevcuttu. Hastaların klinik ve laboratuvar verileri Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Hastaların klinik özellikleri ve laboratuvar verileri

Parametre	Ortalama $\pm$ SD Median (min-maks)
Yaş, yıl	66 $\pm$ 9
Kadın cinsiyet, n (%)	18 (69)
Koroner kalp hastalığı, n (%)	18 (69)
Hipertansiyon, n (%)	19 (73)
Diabetes mellitus, n (%)	7 (27)
Hiperlipidemi, n (%)	10 (39)
Sigara içiciliği, n (%)	8 (31)
İşlem öncesi semptom varlığı*, n (%)	19 (73)
Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, %	60 (40-65)
Kreatinin, mg/dl	1,0 $\pm$ 0,26
Hemoglobin, g/dl	12,9 $\pm$ 1,6
<b>Taburculuk tedavisi</b>	
Aspirin, n (%)	26 (100)
Klopidogrel, n (%)	26 (100)
Statin, n (%)	24 (92)
Beta bloker, n (%)	21 (81)
ADEI/ARB, n (%)	18 (69)

\*; Hastanın işlem öncesi son 6 ayda inme geçirmiş olması, ADEI/ARB; Anjiotensin dönüştürücü enzim inhibitörü/ Anjiotensin reseptör bloker, SD: Standart deviasyon

Bütün hastalarda self ekspandable stent ve distal emboli koruyucu cihaz kullanıldı. İşlem ile ilişkili olarak 18 hastaya sol, 6 hastaya sağ ve 2 hastaya ayrı seanslarda iki taraflı olmak üzere 26 hastaya toplamda 28 başarılı karotis stentleme işlemi yapıldı. Sadece 1 hastaya rezidü darlık nedeniyle ikinci stent yerleştirme ihtiyacı oldu. Stentleme işlemi ile ilgili veriler Tablo 2 görülmektedir. İşlem ile ilişkili olarak sadece 1 hastada hava embolisi buna bağlı 24 saat sonra tamamen düzelen geçici güç kaybı oldu. İşlem esnasında ve sonrasında tromboemboli olmadı. Ayrıca hastalarda işlem ilişkili kanama komplikasyonu, inotropik destek gerektirecek hipotansiyon gözlenmedi ve bütün hastalar sağ taburcu edildi. Hastalar tekrarlayan inme ve ölüm açısından  $11,5 \pm 8$  (en az 2-en çok 27, median 10) ay takip edildi. Takip süresince hiçbir hastada tekrarlayan inme ve trans iskemik atak saptanmadı. Sadece 1 hastada 8 ay sonra ölüm gözlemlendi. Ölen bu hastada aynı zamanda eşlik eden koroner arter hastalığı

mevcuttu ve hasta hastaneye arrest olarak ulaştırılmış olduğu için ölüm nedeni konusunda kesin bilgi olmamakla birlikte ön planda kalp kaynaklı ölüm olarak değerlendirildi.

**Tablo 2.** Karotis arter stentleme işlemi ile ilgili özellikler

	Median (min-maks) Sayı (%)
Darlık derecesi, %	80 (50-99)
Karotis arter (Sağ/Sol)*, n (%)	20/8 (77/23)
Predilatasyon, n (%)	7 (27)
Postdilatasyon, n (%)	16 (61)
Stent uzunluğu, mm	40 (20-40)
Stent proksimal çapı, mm	8 (6-10)
Stent distal çap, mm	6.5 (6-8)
Stent türü, (self/balon ekspandable)	28/0 (100/0)
Distal emboli koruma cihazı kullanma	28/0 (100/0)

\*iki hastaya ayrı seanlarda iki karotis artere stent yerleştirildi.

## TARTIŞMA

Bu çalışmada karotis arter darlığı tedavisinde KAS tedavi seçeneğinin başarısının yüksek, komplikasyon riskinin düşük ve klinik sonuçlarının iyi olduğunu tespit ettik.

Karotis arter darlığının en sık sebebi aterosklerotik darlıktır. Karotis arterde meydana gelen bu darlık sonucunda oluşan çeşitli kranial tromboemboli sonucunda mortalite ve uzun süreli hatta kalıcı sakatlıklar meydana gelmektedir [8,9]. Bu nedenden dolayı çeşitli tedavi seçenekleri geliştirilmiştir. Tedavi seçeneklerinin başında günümüzde de hala en sık tercih edilen cerrahi olarak yapılan KAE yöntemidir [10]. Fakat karotis arter darlığı olan hastalar genelde yaşlı ve eşlik eden komorbid nedenler özellikle hipertansiyon, koroner kalp hastalığı çok sık olduğu için cerrahi ile ilgili komplikasyon riski yüksektir. Çalışmamızda da hastaların yaş ortalaması 66 yıl olup hastaların yaklaşık %70'inde koroner kalp hastalığı ve hipertansiyon; her üç hastanın birinde diabetes mellitus vardı. Hastaların çoğu (%73) işlem öncesi inme veya GİA atak geçirmişti. Eşlik eden komorbid hastalıklar ve ileri yaş nedeniyle alternatif tedavi seçenekleri geli-

tilirmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 1980 yılında ilk karotis arter balon anjiyoplasti yapılmış [11]. Daha sonra sadece cerrahi açıdan yüksek riskli hastalarda KAS tedavisi tercih ediliyordu. KAS ile KAE tedavisini karşılaştıran ve KAS aleyhine olumsuz sonuçlanan bazı çalışmalara rağmen [12-14] daha sonra medikal tedavide, cihaz teknolojisinde ve girişimsel kardiyolojideki gelişmelere paralel olarak yapılan çalışmalarda KAS tedavisinde mortalite ve tekrarlayan iskemik inme riskinde belirgin gerileme (%7'lerden %2'lere) olduğu görülmüştür [15-18]. Bu cihazların kullanımı ile birlikte yapılan yakın zamanlı kapsamlı çalışmalarda KAS tedavisi uygulanan hastalarda klinik sonuçların KAE ile benzer olduğu tespit edilmiş [4,5]. Bu nedenle günlük uygulamada karotis arter darlığında KAS uygulaması gittikçe artmaktadır [10]. Bütün bunların sonucunda özellikle yüksek riskli hastalarda KAS tedavisinin KAE alternatif tedavi olduğu çeşitli kılavuzlarda belirtilmiştir [19,20]. Kliniğimizde de bu gelişmelere paralel olarak 2012 yılından itibaren yüksek başarı oranı ile KAS ile tedavi uygulanmaya başlandı. Bu çalışmada görüldüğü gibi klinik sonuçlarının da iyi olduğunu söyleyebiliriz. Ülkemizde KAS işlemini yapan merkezlerin klinik sonuçlarının çalışmamıza benzer olduğu ve komplikasyon oranının düşük olduğunu söyleyebiliriz [6,7].

Karotis arter stentleme ile ilişkili önemli komplikasyonlar işlem sırası ve sonrasında olabilen kranial tromboemboli olayıdır. Proksimal emboli koruyucu cihazlar ile bu risk oldukça düşmüştür [21,22]. Bunun yanında giriş yeri ile ilişkili komplikasyonlar, kanama, miyokard enfarktüsü ve ölüm diğer önemli komplikasyonlardır. Bizim hastalarımızın sadece bir hastada işlem sırasında hava embolisi oldu. Bu hasta da olan güç kaybı 24 saat sonra tamamen düzeldi. Eş zamanlı koroner arter hastalığı olanlarda öncelikle koroner artere girişim yapıldı ve takiben KAS işlemi yapıldı. Bu yaklaşım şeklinin işlem ile ilişkili miyokard enfarktüsü riskini azalttığını düşünüyoruz. Hasta grubumuzda çoğu hasta semptomatik ve anjiyografik görüntü olarak dissekte tromboze darlık veya tromboze darlık yani işlemle ilişkili tromboemboli riskini artıran lezyonlar olmasına rağmen hiçbir hastada tromboemboli olmadı. Bu durum distal emboli koruyucu cihaz kullanımının yararını göstermesi bakımından önemlidir. Çünkü kliniğimizde de KAS işlemi yaptığımız bütün

hastalarda distal emboli koruyucu cihaz rutin olarak kullanıldığı için tromboemboli olmadığını düşünüyoruz. Ayrıca işlemi yapan operatörün tecrübesinin de çok önemli olduğunu düşünmekteyiz ve kılavuzlarda da işlemi yapacak kişinin tecrübeli olması gerektiği özellikle vurgulanmıştır [19,20].

### Çalışma kısıtlılıkları

Bu çalışmanın tek merkezli, retrospektif çalışma olması ve hasta sayısının belirgin olarak az olması önemli kısıtlılık olduğunu belirtmek gerekir. Ayrıca KAS ile KEA ile ilgili karşılaştırmalı veri olmaması diğer önemli kısıtlılıktır.

Sonuç olarak KAS merkezimizde başarılı olarak uygulanmaktadır. Distal emboli koruma cihazların kullanımı ile birlikte KAS gerçekleştirildiğinde komplikasyon riski oldukça düşüktür. İşlemin orta vadeli klinik sonuçları yüz güldürücüdür.

### KAYNAKLAR

1. Miniño AM, Murphy SL, Xu J, Kochanek KD. Deaths: final data for 2008. *Natl Vital Stat Rep* 2011;59:1-126
2. Roger VL, Go AS, Lloyd-Jones DM, et al. American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics—2012 update: A report from the American Heart Association. *Circulation* 2012;125:2-220.
3. Dumont TM, Rughani AI. National trends in carotid artery revascularization surgery. *J Neurosurg* 2012;116:1251-1257.
4. Brott TG, Hobson RW, Howard G, et al. Stenting vs endarterectomy for treatment of carotid-artery stenosis. *N Engl J Med* 2010;363:11-23.
5. Gurm HS, Yadav JS, Fayad P, et al. Long-term results of carotid stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Engl J Med* 2008;358:1572-1579.
6. Aykan AÇ, Gül İ, Gökdeniz T, et al. Semptomu olan yüksek riskli hastalarda karotis arter stentleme: Tek merkez deneyimi. *Koşuyolu Heart J* 2014;17:91-94.
7. Ertem AG, Akdemir R, Kılıç H, Yeter E. Karotis artere stent yerleştirmenin orta dönem klinik sonuçları: Tek merkez çalışması. *Sakarya Med J* 2013;3:65-71.
8. Public Health Agency of Canada. Tracking Heart Disease and Stroke in Canada. *Stroke Highlights* 2011. Available at: <http://www.phac-aspc.gc.ca/cd-mc/cvd-mcv/sh-fs-2011/index-eng.php>. Accessed October 27, 2013.
9. Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, et al. Heart disease and stroke statistics 2013 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2013;127:e6-245.
10. Kim LK, Yang DC, Swaminathan RV, et al. Comparison of Trends and Outcomes of Carotid Artery Stenting and Endarterectomy in the United States, 2001 to 2010. *Circ Cardiovasc Interv* 2014 August.
11. Kerber CW, Cromwell LD, Loehden OL. Catheter dilatation of proximal carotid stenosis during distal bifurcation endarterectomy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1980;1:348-349.
12. Naylor AR, Bolia A, Abbott RJ, et al. Randomized study of carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy: a stopped trial. *J Vasc Surg*. 1998;28:326-334.
13. Jordan WD Jr, Schroeder PT, Fisher WS, McDowell HA. A comparison of angioplasty with stenting versus endarterectomy for the treatment of carotid artery stenosis. *Ann Vasc Surg* 1997;11:2-8.
14. Ringleb PA, Allenberg J, Bruckmann H, et al. 30 day results from the SPACE trial of stent-protected angioplasty versus carotid endarterectomy in symptomatic patients: a randomized non-inferiority trial. *Lancet* 2006;368:1239-1247.
15. Gray WA, Hopkins LN, Yadav S, et al. Protected carotid stenting in high-surgical-risk patients: the ARCHeR results. *J Vasc Surg* 2006;44:258-268.
16. White CJ, Iyer SS, Hopkins LN, Katzen BT, Russell ME. Carotid stenting with distal protection in high surgical risk patients: the BEACH Trial 30 day results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006;67:503-512.
17. Matsumura JS, Gray W, Chaturvedi S, et al. Results of carotid artery stenting with distal embolic protection with improved systems: Protected Carotid Artery Stenting in Patients at High Risk for Carotid Endarterectomy (PROTECT) trial. *J Vasc Surg* 2012;55:968-976.
18. Ansel GM, Hopkins LN, Jaff MR, et al. Safety and effectiveness of the INVATEC MO.MA proximal cerebral protection device during carotid artery stenting: results from the ARMOUR pivotal trial. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;76:1-8.
19. Canadian Stroke Network/Heart and Stroke Foundation of Canada. Canadian Stroke Best Practices and Standards Working Group. Canadian Best Practice Recommendations for Stroke Care. Fourth Edition. September 2012. Available at: [http://www.strokebestpractices.ca/wp-content/uploads/2012/10/20120BPR\\_Ch2\\_Prevention\\_Final-Version\\_20Sept-2012F-12.pdf](http://www.strokebestpractices.ca/wp-content/uploads/2012/10/20120BPR_Ch2_Prevention_Final-Version_20Sept-2012F-12.pdf). Accessed October 27, 2013.
20. Furie KL, Kasner SE, Adams RJ, et al. Guidelines for the prevention of stroke in patients with stroke or transient ischemic attack: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2011;42:227-276.
21. Saw J. Review Carotid Artery Stenting for Stroke Prevention. *Can J Cardiol* 2014;30:22-34.
22. Zahn R, Mark B, Niedermaier N, et al. Embolic protection devices for carotid artery stenting: better results than stenting without protection? *Eur Heart J* 2004;25:1550-1558.