



ARAŞTIRMA / RESEARCH

Akut inme hastalarında Sofia katater ile direkt aspirasyon yönteminin sonuçları

Outcomes of direct aspiration method with Sofia catheter in acute stroke patients

Yılmaz Önal¹, Murat Velioglu¹, Uğur Demir¹, Volga Ulaş Ercan¹, Ezgi Yakupoğlu², Hakkı Muammer Karakaş¹

¹Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Departmanı, ²Nöroloji Departmanı, İstanbul, Turkey

Cukurova Medical Journal 2020;45(2):455-460

Abstract

Purpose: The aim of this study was to demonstrate the efficacy and safety of direct aspiration method (ADAPT) with 6F Sofia catheter in patients with acute ischemic stroke.

Materials and Methods: Between March 2017 and July 2019, 117 patients who applied for acute stroke and had anterior system large vessel occlusion underwent ADAPT with Sofia catheter were included in our study. Tandem occlusions and posterior system occlusions were not included in the study. Successful recanalization rates, post-operative bleeding complications and 90th day mRS scores of the patients were evaluated.

Results: Occlusion was in the middle cerebral artery (MCA) in 86 (73.5%) of the patients, and internal carotid artery (ICA) bifurcation in 31 (16.5%). Patency rates were evaluated according to Thrombolysis Cerebral Infarction (Tici) score. Successful recanalization (Tici \geq 2b) was found as 83.7%, and 90th day good clinical outcome (mRS 0-2) was 43.5%. Symptomatic bleeding was observed in 7.69% of the patients. Successful patency was 59.3% in 32 patients who could not be successfully recanalized with ADAPT and additionally used stent retriever. Mortality was observed in 15.3% of the patients.

Conclusion: Sofia can be used effectively and safely in the endovascular treatment of acute stroke with its ability to progress up to the level of occlusion in many patients, with its cost-effectiveness and high successful patency rates with ADAPT.

Keywords: Acute stroke, thrombectomy, Sofia

Öz

Amaç: Bu çalışmada akut iskemik inme hastalarında 6F Sofia katater ile direkt aspirasyon yönteminin (ADAPT) etkinliği ve güvenilirliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza Mart 2017-Temmuz 2019 tarihleri arasında, akut inme nedeniyle başvuran ve ön sistem büyük damar oklüzyonu saptanarak Sofia katater ile ADAPT uygulanan 117 hasta dahildir. Tandem oklüzyonlar ve arka sistem inmeler çalışmaya dahil edilmedi. İşlem sonrası başarılı açıklık oranları, post-operatif kanama komplikasyonları ve hastaların 90. gün modified Rankin Scale (mRS) skorları değerlendirildi.

Bulgular: Hastaların 86'sında (%73.5) oklüzyon orta serebral arterde (MCA), 31'inde (%16.5) internal karotis arter (ICA) tepe kısmındaydı. Açıklık oranları Thrombolysis in Cerebral Infarction (Tici) skorlamasına göre değerlendirildi. Başarılı rekanalizasyon (Tici \geq 2b) %83.7, 90. gün iyi klinik sonuç (mRS 0-2) %43.5 olarak bulundu. Semptomatik kanama ise hastaların %7.69'unda görüldü. ADAPT ile başarılı açıklık sağlanamayan ve ek olarak stent retriever kullanılan 32 hastada başarılı açıklık %59.3 idi. %15.3 hastada mortalite izlendi.

Sonuç: Sofia, hastaların birçoğunda oklüzyon seviyesine kadar ilerleyebilmesi, kost-efektif olması ve ADAPT ile yüksek başarılı açıklık oranları sağlanması ile endovasküler inme tedavisinde etkili ve güvenli bir şekilde kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Akut inme, trombektomi, Sofia

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Yılmaz Önal, Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Departmanı, İstanbul, Turkey E-mail: dronalylmz@gmail.com
Geliş tarihi/Received: 13.02.2020 Kabul tarihi/Accepted: 09.03.2020 Çevrimiçi yayın/Published online: 17.05.2020

GİRİŞ

İnme, iskemi veya kanama sonucu beyin bir bölgesinin geçici veya kalıcı tutulumundan kaynaklanan klinik bulgular bütünüdür. Nörolojik anlamda ciddiyetinin skor olarak belirlenmesinde National Institutes of Health Stroke Scale (Nihs skoru) kullanılır. İnme vakalarının %87'si iskemik karakterdedir¹ ve ciddiyetinin belirlenmesinde National Institutes of Health Stroke Scale (Nihs skoru) kullanılır. Akut iskemik inme için endovasküler trombektomi yıllar içerisinde önemli ölçüde gelişme göstermiştir ve 2015 yılında beş klinik çalışmanın²⁻⁶ yayınlanmasından sonra, trombektomi işlemi ön sistemde proksimal büyük damar okluzyonu olan hastalar için standart tedavi yöntemi olarak kabul edilmiştir⁷.

Proksimal büyük damar okluzyonu, tüm iskemik inme olgularının %29-46'sını oluşturur⁸. Dolayısıyla iskemik inme ile prezente olan, zaman dilimi uygun olan hastaların büyük çoğunluğunda endovasküler tedavi uygulanabilir. Hastanın hızlı tanı alıp, doğru bir merkeze yönlendirilmesi zamanla yarışılan bir durum olan inmenin tedavisinde kritik öneme sahiptir. Ayrıca tedavi sırasında da mümkün olduğunca hızlı rekanalizasyon sağlanması iyi klinik sonuç elde edilebilmesi açısından önemlidir^{9,10}.

Teknolojideki ilerlemeler sayesinde trombektomi işlemi için birçok teknik uygulanabilir hale gelmiştir. Proksimal balonlu guiding katater ve stent retriever yöntemi dışında, geniş iç lümeni ile aspirasyon gücü artmış, bununla birlikte okluzyon seviyesine dek ilerletilebilen kataterlerin varlığı ile ADAPT yöntemi de birçok merkez tarafından uygulanmaktadır. Aspirasyon yöntemi uygulanabilirlik bakımından teknik olarak daha kolay olması, yapılan bazı çalışmalarda rekanalizasyon oranının daha yüksek olması bakımından giderek artan şekilde kabul görmektedir¹¹. Sofia (Soft torqueable catheter Optimized For Intracranial Access, Microvention, Tustin, California, USA) plus 6F (131cm) ve 5F (125cm) kataterlerin ADAPT yönteminde güvenilirliği ve etkinliği ile ilgili birçok çalışma vardır^{12,13}.

Bu çalışmamızda Sofia 6F 115 cm'nin, diğer boyuttaki Sofia kataterlere göre daha kost-efektif olması yanında, okluzyon seviyesine dek ilerletilebilme başarısını ve kataterin akut inme hastalarının ADAPT yöntemi ile endovasküler tedavisinde başarısını ortaya koymayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Hastanemiz 7/24 esasına dayalı Sağlık Bakanlığı onaylı inme merkezi olarak hizmet vermektedir. Çalışmaya Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Mart 2017-Temmuz 2019 tarihleri arasında akut iskemik inme nedeniyle trombektomi uygulanmış, ADAPT yöntemi ile tedavi edilen 117 hasta dahil edilmiştir. Çalışmamız için hastanemiz bilimsel komite onayı alınmış olup, işlem öncesi tüm hasta yakınlarından aydınlatılmış onam alınmıştır.

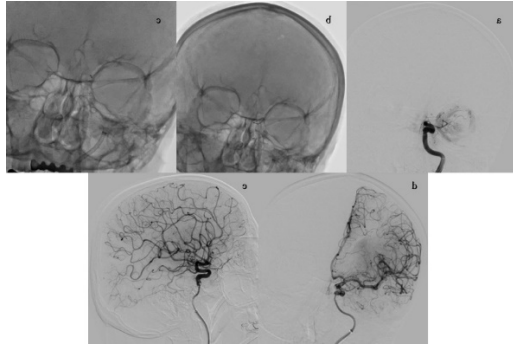
Hastanemizde inme için endovasküler tedaviye, Bilgisayarlı tomografide (BT) kanama saptanmayan, BT anjiyografide ön sistem büyük damar okluzyonu bulunan, görüntüleme yerleşmiş enfarktı bulunmayan ve National Institutes of Health Stroke Scale (NIHS skoru) ≥ 6 olan hastalar kabul edilmektedir. Ayrıca zaman dilimi uygun olan ve kontraendikasyonu bulunmayan hastalara nöroloji tarafından doku plazminojen aktivatörü (tPA) uygulanmaktadır. İşlem sonrası hastanemize başvuran hastalar nöroloji kritik yoğun bakım servisinde takip edilmiş olup, dış merkezden refere edilen hastalar ise tedavi sonrası tarafımıza refere eden nöroloji kliniğine yönlendirilmiştir. Tüm hastalara, nörolojik durumda bozulma olması durumunda daha erken dönemde olmak üzere, 24. saatte kontrol BT çekilmiştir.

Çalışmamıza belirtilen kriterlere uygun olarak endovasküler tedavi uygulanmış ve tedavi yöntemi olarak Sofia katater ile ADAPT tekniği kullanılmış hastalar dahil edilmiştir. Hastaların pre-op görüntü ve post-op açıklık oranlarının değerlendirilmesi operatörler tarafından yapılmıştır. 90. gün mRS skoru için ulaşılabilen hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Endovasküler tedavi

İşlemlerin tamamı lokal anestezi altında Canon Infinix-i core+ (INFX-8000V/G5) monoplan cihazda gerçekleştirildi. Akses olarak anatomik zorluklar nedeniyle sadece 3 hastada brakial arter tercih edilmiş olup diğer hastalarda femoral arter kullanılmıştır. ADAPT yönteminde uygulayıcı bağımsız olarak standardımız triaxial sistemdi. 6F Neuronmax uzun sheath mümkünse ICA subpetröz segmentte konumlandırıldı. Ardından Sofia 6F 115cm katater mikrokatater-mikrotel yardımıyla, mikrokatater ve mikrotel okluzyonu geçmeyecek şekilde, okluzyon seviyesine dek ilerletildi. Okluzyon seviyesine yaklaşıncaya, aspirasyon pompası Sofia

katatere bağlandı ve ardından katater bir miktar daha ilerletilip, okluzyon seviyesi ile bağlantı sağlandı. Bu sırada aspirasyon devam ederken, mikrokatater-mikrotel Sofia'nın içerisinden çıkarılarak daha geniş iç lümen ile daha efektif aspirasyon yapılması sağlandı. Aspirasyon pompası ile akımın kesilmesi sonrası 2 dakika kadar daha aspirasyona devam edildi ve ardından Sofia yavaşça proksimale doğru alındı. Akımın tekrar başlaması halinde Sofia ICA kavernoöz segmentte tutularak kontrol görüntü alındı (Şekil 1).



Şekil 1: 76 yaşında sağ ICA tepe okluzyonu (a) bulunan hasta nihs skoru 13 olarak işleme alındı. Neuronmax uzun sheath subpetröz segmentte konumandırdıktan sonra Sofia 6F katater, mikrokatater-mikrotel yardımıyla okluzyon seviyesine çıkarıldı (b). Sofia okluzyon düzeyine çıkarıldıktan sonra (c) mikrokatater-mikrotel geri alınarak aspirasyona başlandı. Alınan anteroposterior kontrol görüntüde tam açıklığın sağlandığı izleniyor (d,e). İşlemden sonraki gün hastanın nihs skoru 2 olarak kaydedildi.

Akımın başlamaması durumunda ise Neuronmax'dan da 50ml'lik enjektör ile aspirasyon altında, Sofia Neuronmax'dan çıkarıldı. Açıklık sağlanan durumlarda işlem sonlandırıldı. Açıklık sağlanamaması halinde ise operatör bağımlı olmakla birlikte 2 ya da 3 kez daha ADAPT denendi. Tekrar başarısızlık durumunda ise ek olarak stent retriever kullanıldı. Sofia içerisinden bu defa mikrokatater-mikrotel ile okluzyon geçildi. Mikrokataterden alınan selektif görüntüde okluzyonun distalinde olduğu gösterildikten sonra, mikrokatater içerisinden uygun stent retriever açıldı. Ardından Sofia tekrar aspirasyon pompasına bağlandı ve stent retriever yavaş bir şekilde Sofia içine geri alınmaya başlandı. Bu sırada Sofia'dan gelen akımın durması halinde ise Sofia da dahil olmak üzere tüm sistem dışarı alındı. Kontrol görüntüde açıklık sağlanamaması durumunda işleme son verildi ya da açıklık sağlanamaması halinde operatör bağımlı olarak birkaç kez daha aynı işlem tekrarlanarak sonlandırıldı.

İstatistiksel analiz

Kantitatif veriler için tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart sapma olarak verilirken, nitel veriler için frekans ve yüzde kullanıldı. İstatistiksel analizler SPSS yazılımı (versiyon 20.0; SPSS Inc, Chicago, IL) kullanılarak yapıldı. TPA'nın başarılı açıklığa tüm örneklemede etkisi ve ADAPT yönteminde başarısız olup, ek olarak stent retriever kullandığımız örneklemedeki etkisi ve istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının ortaya konması için Chi-Square testi kullanılmıştır.

Tablo 1. Hastaların demografik, klinik ve anjiyografik özellikleri

Değişken	
Yaş (yıl)	ort 65.7 (min-max: 23-90)
Cinsiyet (Kadın)	%55.5
Komorbid faktörler	
HT	%72.6
DM	%26.4
AF	%20.5
Nihs skoru	16.1±5
Okluzyon lokalizasyonu	
ICA tepe	%70.9
MCA	
iv-tPA	%32.4
Tici ≥ 2b	%83.7
Semptomatik kanama	%7.69
90. gün mRS ≤ 2	%43.5

BULGULAR

Tablo 1'de hastaların demografik verileri, klinik durumları ve anjiyografik görüntüleri özetlenmiştir. Çalışmaya ADAPT yöntemiyle trombektomi uygulanan 117 hasta dahil edildi (%55.5 kadın, ortalama yaş 65.7 yıl; dağılım 23-90 yıl). Hastaların %32.4'ünde iv-tPA uygulanmış olup, başlangıç nihs skorları 16.1±5 idi. 83 hastada (%70.9) okluzyon orta serebral arterde (MCA), 34'ünde ise (%29) ICA tepe kısmındaydı. Çalışmaya dahil edilen hastaların hepsinde trombektomide ilk olarak Sofia 6F 115cm ile ADAPT yöntemi denendi. 32 hastada, operatör bağımlı olmak üzere, ADAPT yönteminin birkaç kez başarısız olması sonrası ek olarak stent retriever kullanıldı. Bu hastaların da %59'unda başarılı açıklık sağlandı.

Tüm hasta grubunda başarılı açıklık oranı ise %83.7, 90.gün iyi klinik sonuç (mRS 0-2) %43.5 idi. Başarılı klinik sonuç elde edemediğimiz 66 hastanın 21'i iv-tPA almışken, 45'i almamıştı. Bu bakımdan, başarılı klinik sonuç elde edemediğimiz hastalarda iv-tPA

etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0.862$). Ek olarak stentretreiver kullanılan 32 hastanın 10'u iv-tPA almıştı. TPA alan bu grubun, tPA almayan ve stentretreiver kullanılan gruba göre mRS skoru istatistiksel olarak anlamlı derece daha iyi bulundu ($p<0.05$) (Tablo 2).

Tablo 2. Ek stentretreiver kullanılan hastalarda iv-tPA'nın uygulamasının klinik sonuca etkisi

Sonuç	tPA(+) (n=10)	tPA(-) (n=22)	p
mRS (0-2)	10	9	<0.05*

* Ki kare test

Hastaların 9'unda (%7.69) semptomatik intrakranial kanama izlendi. Hiçbir hastada brakial ya da femoral alanda giriş yeri komplikasyonu görülmedi. İşlemler sonrası hastaların %15.3'ünde mortalite izlendi.

TARTIŞMA

Semptom başladıktan sonra 4.5 saat içinde uygulanan iv t-PA, akut iskemik inme hastalarda kanıtlanmış etkinliği olan tek reperfüzyon tedavisidir¹⁴. Bununla birlikte, dar terapötik zaman penceresi, son cerrahi zamanı, pıhtılaşma bozuklukları ve geçirilmiş intrakranial kanama varlığı bu tedavinin iyi bilinen sınırlamalarıdır. Ayrıca, ön sistemde büyük damar tıkanıklığı olan hastaların % 60-80'i, iv t-PA tedavisine rağmen inme başladıktan sonraki ilk 90 gün içinde ölümler veya bağımlı hale gelir⁴. 2015'de yayınlanan 5 randomize çalışmanın hasta düzeyinde birleştirilen meta-analizinde, en iyi medikal tedaviye eklenen modern endovasküler trombektominin, ön dolaşım büyük damar tıkanıklığına bağlı akut iskemik inme hastalarında tek başına en iyi medikal tedaviye kıyasla mRS skoru oranını iki kattan fazla arttırdığı gösterilmiştir¹⁵. Dolayısıyla akut iskemik inmenin endovasküler tedavisinde yapılan araştırmalar daha çok revaskülarizasyona kadar geçen süreyi azaltmaya, hasta seçimi için görüntüleme yöntemlerini optimize etmeye ve yeni trombektomi cihazlarının üretimine doğru kaymıştır.

Yapılan randomize çalışmalarda trombektomide ağırlıklı olarak stentretreiver kullanıldığından, ilk yöntem olarak aspirasyon trombektomi tekniklerinin güvenilirliği ve etkinliği ile ilgili sorular devam etmektedir. Trombüs ile direkt kontakt sağlanıp, geniş iç çaplarıyla güçlü bir şekilde aspirasyona izin veren bu kataterler, başarısız olunması durumunda, aynı zamanda mikrokater içerisinden stentretreiver

açılmasına da olanak sağlamaktadır. Yapılan çalışmalarda iki tekniğin birbirine bariz üstünlüğü gösterilememiştir. Bununla birlikte, hızlı ve potansiyel olarak daha düşük maliyetle revaskülarizasyonu kolaylaştırdığı için ADAPT tekniği artan bir şekilde kabul görmektedir¹⁶.

Hu ve arkadaşları¹⁷ etkili ADAPT'in gereksinimlerini değerlendirdiği in vivo bir çalışmada, başarıya katkıda bulunan birkaç parametre olduğunu bildirmiştir. İyi bir aspirasyon gücü dışında, kateter uç kısmının da güçlü olması gerektiğini, bu güçten kasıtın kateter içerisine alınan trombüsü geri bırakmamaya yarayan statik bir güç olduğunu belirtmişlerdir. Ve bu statik gücün de daha geniş iç çapa sahip olan kataterlerde olduğu sonucuna varmışlardır. Sofia 0.70 inç çapa sahip olmasıyla, en büyük iç çapa sahip aspirasyon katateri konumundadır.

Aspirasyon için kullanılacak kataterlerde geniş iç lümen dışında önemli bir diğer özellik, iyi navigasyona sahip olması gerekliliğidir. Heit ve arkadaşlarının¹⁸ Sofia'nın navigasyon yeteneğini, mikrokater-mikrotel olmadan, "Sofia Non-wire Advancement technIKE (SNAKE)" adını verdikleri teknikte gösterdikleri çalışmada primer Sofia kataterin ICA kavernoöz segmente kadar rahatlıkla çıktığını, hatta 1 hastada direkt M1'deki okluzyon düzeyine dek ilerletilebildiğini ortaya koymuşlardır. Biz çalışmamızda okluzyon düzeyine Sofia'yı çıkarırken hep mikrokater-mikrotel yardımı kullandık.

ADAPT ile Sofia plus 125 ve 131 cm'nin kullanıldığı bazı çalışmalarda^{19,20} distal embolileri önlemek için distal aspirasyonun yanı sıra proksimalden de ek olarak aspirasyon için balonlu guiding katater (BGK) kullanılmış. Biz çalışmamızda BGK yerine Neuronmax uzun sheath kullandık. Çünkü BGK ve Sofia 115cm katater birlikte kullanıldığında, BGK'nın distale ilerletilebilmesi her hastada değişebileceğinden, bazı hastalarda Sofia katateri 115cm uzunluğa sahip olması nedeniyle trombüs düzeyine ulaştırmak mümkün olmayacaktı. Ancak çalışmamızdaki açıklık oranları ve 90.gün klinik sonuçlar literatürde kullanılan Sofia plus kataterler (125cm, 131cm) ve balonlu guiding ile yapılan ADAPT çalışmalarına benzerdi. Dolayısıyla aspirasyon trombektomi yönteminde Sofia 115cm'nin de aspirasyon trombektomi yönteminde, kost-efektif olması avantajı yanında, güvenli ve etkili bir şekilde kullanılabileceğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda ADAPT ile başarılı açıklık sağlanamayan 32 hastada ek olarak stentretreiver

kullanıldı ve 19 hastada başarılı açıklık ve iyi klinik sonuç sağlandı. Bu 19 hastanın 10'u iv-tPA almıştı. TPA almayan 22 hastada ise iyi klinik sonuç hastaların sadece 9'unda sağlanabildi. Bu bakımdan ek stent retriever kullanılan hastalarda iv-tPA'nın iyi klinik sonuca olumlu anlamda etki ettiği söylenebilir ancak daha büyük hasta gruplarıyla yapılacak çalışmalar daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlayacaktır.

Çalışmamızdaki ana limitasyon ADAPT yönteminde aspirasyon katateri olarak hep aynı katateri kullanmamızdır. Çalışmamızın retrospektif natürde olması, sadece tek merkezin hastalarını içermesi ve anjiyografik görüntülerin hep aynı kişiler tarafından yorumlanması diğer limitasyonlar olarak sayılabilir.

Aspirasyon trombektomi yöntemi, hızlı açıklık oranı sağlama ve nispeten daha kolay uygulanan teknik olması nedeniyle akut iskemik inme vakalarında gittikçe artan sıklıkta kullanılmaktadır. Aspirasyon cihazlarındaki iyileşme ADAPT ile daha iyi anjiyografik ve klinik sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

Yazar Katkıları: Çalışma konsepti/Tasarımı: YÖ, MV; Veri toplama: YÖ, VUE, EY; Veri analizi ve yorumlama: YÖ, MV, UD; Yazı taslağı: YÖ, UD; İçeriğin eleştirel incelenmesi: MV, HMK; Son onay ve sorumluluk: YÖ, MV, DU, VUE, EY, HMK; Teknik ve malzeme desteği: -; Süpervizyon: YÖ, MV, HMK; Fon sağlama (mevcut ise): yok.
Etik Onay: Çalışma protokolü Fatih Sultan Mehmet Eğitim ve Araştırma Hastanesi Bilimsel Kurulu tarafından 03.02.2020 tarihli toplantıda 17073117-050.06 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

Author Contributions: Concept/Design : YÖ, MV; Data acquisition: YÖ, VUE, EY; Data analysis and interpretation: YÖ, MV, UD; Drafting manuscript: YÖ, UD; Critical revision of manuscript: MV, HMK; Final approval and accountability: YÖ, MV, DU, VUE, EY, HMK; Technical or material support: -; Supervision: YÖ, MV, HMK; Securing funding (if available): n/a.

Ethical approval: The study protocol was approved by the Scientific Board of Fatih Sultan Mehmet education and Research Hospital in the meeting dated 03.02.2020 with the decision no 17073117-050.06.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Disclosure: Authors declared no financial support

KAYNAKLAR

- Smith WS, Lev MH, English JD, Camargo EC, Chou M, Johnston SC et al. Significance of large vessel intracranial occlusion causing acute ischemic stroke and TIA. *Stroke* 2009;40:3834-40.
- Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, Van Den Berg LA, Lingsma HF, Yoo AJ et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:11-20.
- Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, Dewey HM, Churilov L, Yassi N et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med*. 2015;372:1009-18.
- Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, Eesa M, Rempel JL, Thornton J et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:1019-30.
- Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, de Miquel MA, Molina CA, Rovira A et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:2296-306.
- Saver JL, Goyal M, Bonafe A, Diener HC, Levy EI, Pereira VM et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:2285-95.
- Powers WJ, Derdeyn CP, Biller J, Coffey CS, Hoh BL, Jauch EC et al. 2015 American Heart Association/American Stroke Association focused update of the 2013 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke regarding endovascular treatment: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015;46:3020-35.
- Hansen CK, Christensen A, Ovesen C, Havsteen I, Christensen H. Stroke severity and incidence of acute large vessel occlusions in patients with hyper-acute cerebral ischemia: results from a prospective cohort study based on CT-angiography (CTA). *Int J Stroke*. 2015;10:336-42.
- Psychogios MN, Behme D, Schregel K, Tsogkas I, Maier IL, Leyhe JR et al. One-stop management of acute stroke patients: minimizing door-to-reperfusion times. *Stroke*. 2017;48:3152-55.
- Eesa M, Burns PA, Almekhlafi MA, Menon BK, Wong JH, Mitha A et al. Mechanical thrombectomy with the Solitaire stent: is there a learning curve in achieving rapid recanalization times? *J Neurointerv Surg*. 2014;6:649-51.
- Lapergue B, Blanc R, Guedin P, Decroix JP, Labreuche J, Preda C et al. A direct aspiration, first pass technique (ADAPT) versus stent retrievers for acute stroke therapy: an observational comparative study. *Am J Neuroradiol*. 2016;37:1860-65.
- Shallwani H, Shakir HJ, Rangel-Castilla L, Davies JM, Sonig A, Sattur MG et al. Safety and efficacy of the Sofia (6F) PLUS distal access reperfusion catheter in the endovascular treatment of acute ischemic stroke. *Neurosurgery* 2018;82:312-21.
- Wessell AP, Cannarsa G, Carvalho H, Kole MJ, Sharma P, Le EJ et al. Thrombectomy for acute ischemic stroke with the new Sofia 6-French PLUS distal access reperfusion catheter: A single-center experience. *Neuroradiol J*. 2020;33:17-23.
- Emberson J, Lees KR, Lyden P, Blackwell L, Albers G, Bluhmki E et al. Effect of treatment delay, age, and stroke severity on the effects of intravenous thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke:

- a meta-analysis of individual patient data from randomised trials. *The Lancet*. 2014;384:1929-35.
15. Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, Dippel DW, Mitchell PJ, Demchuk AM et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *The Lancet*. 2016;387:1723-31.
 16. Turk AS, Turner R, Spiotta A, Vargas J, Holmstedt C, Ozark S et al. Comparison of endovascular treatment approaches for acute ischemic stroke: cost effectiveness, technical success, and clinical outcomes. *J Neurointerv Surg*. 2015;7:666-70.
 17. Hu YC, Stiefel MF. Force and aspiration analysis of the ADAPT technique in acute ischemic stroke treatment. *J Neurointerv Surg*. 2016;8:244-6.
 18. Heit JJ, Wong JH, Mofaff AM, Telischak NA, Dodd RL, Marks MP, et al. Sofia intermediate catheter and the SNAKE technique: safety and efficacy of the Sofia catheter without guidewire or microcatheter construct. *J Neurointerv Surg*. 2018;10:401-06.
 19. Stampfl S, Kabbasch C, Müller M, Mpotsaris A, Brockmann M, Liebig T et al. Initial experience with a new distal intermediate and aspiration catheter in the treatment of acute ischemic stroke: clinical safety and efficacy. *J Neurointerv Surg*. 2016;8:714-18.
 20. Kabbasch C, Möhlenbruch M, Stampfl S, Mpotsaris A, Behme D, Liebig T. First-line lesional aspiration in acute stroke thrombectomy using a novel intermediate catheter: initial experiences with the SOFIA. *Interv Neuroradiol*. 2016;22:333-39.