



Endovasküler Cerrahinin Tarihsel Sürecinde Nöroşirürjiyenlerin Dünü, Bugünü ve Yarını

Past, Present and Future of Neurosurgeons in the Historical Process of Endovascular Surgery

Mustafa ARICI, Serkan CİVLAN, Fatih YAKAR

Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, Denizli, Türkiye

Yazışma adresi: Fatih YAKAR ✉ yakarneurosurgery@gmail.com

ÖZ

1900'lü yıllardan başlangıcından itibaren tıp literatürüne eklenen endovasküler girişimler bugün nöroloji, nöroşirürji ve radyoloji uzmanlarınca uygulanmaktadır. Tarihsel süreçte bu tedaviler ağırlıklı olarak radyoloji uzmanlarınca gerçekleştirilmiştir. Her cerrahi alanda minimal invaziv girişimlerin ön plana çıktığı günümüzde, endovasküler tedaviler vasküler cerrahinin minimal invaziv kolunu oluşturmaktadır. Cerrahi olarak ulaşılamayacak anevrizmalarda, karotikokavernöz/arteriyovenöz fistüllerde ve arteriyovenöz malformasyonlar gibi üst düzey uzmanlık gerektiren olgularda endovasküler girişimler bir çığır açmıştır. Birçok nöroşirürji uzmanı da klinik fellowship programları ile günlük rutin uygulamalarına endovasküler tedavileri eklemektedir. Bu alandaki gelişmeler çığ gibi artmaktadır ve artık tedaviler ülkemizde de birçok nöroşirürji uzmanı tarafından uygulanmaktadır. Bu derlemede, endovasküler girişimlerin tarihsel gelişim sürecinin ve bu süreçte nöroşirürjiyenlerin katkısının ortaya konulması hedeflenmiştir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Endovasküler, Anevrizma, Hibrit, Robotik Sistemler, Nöroşirürji

ABSTRACT

Endovascular interventions, which have been added to the medical literature from the beginning of the 1900s, are currently used by neurology, neurosurgery and radiology specialists. In the historical process, these treatments were mainly carried out by radiologists. Today, where minimally invasive interventions come to the fore in every surgical field, endovascular treatments constitute the minimally invasive branch of vascular surgery. Endovascular interventions have made a breakthrough in surgically inaccessible aneurysms, carotidocavernous/arteriovenous fistulas, and cases requiring a high level of expertise such as arteriovenous malformations. Many neurosurgeons also add endovascular treatments to their daily routines with clinical fellowship programs. The developments in this field are increasing like an avalanche, and many neurosurgeons now apply the treatments in our country. In this review, it is aimed to reveal the historical development process of endovascular interventions and the contribution of neurosurgeons to this process.

KEYWORDS: Endovascular, Aneurysm, Hybrid, Robotic Systems, Neurosurgery

TARİHSEL GELİŞMELER

Bugün tüm dünyada kullanılan perkütanöz arteriyel girişim Sven Ivar Seldinger (24) tarafından tarif edilmiştir. İlk kalp kateterizasyonu Werner Forssmann tarafından 1929 yılında kendi kalbinde yapılmıştır. Beyindeki ilk tanısal dijital substraksiyon anjiyografi (DSA)'nin ise Stig Radner tarafından yapıldığı kabul edilmektedir (12,23).

Endovasküler tedaviler, ilk kez bir genel cerrah olan James Dawbarn tarafından 1904 yılında baş ve boyun tümörleri ile ilgili sunumu ile ortaya çıkmıştır (8). Doğrudan eksternal karotid arter (EKA) girişimi ile tümörlere balmumu ve diğer organik ürünlerden oluşan bir karışım enjekte etmiştir. Fakat sonraki dönemlerde çalışmaları ile ilgili makaleler ortaya çıkmamıştır. Bir sonraki gelişme ise 1930 yılında Barney Brooks tarafından

travmatik karotikokavernöz fistüllerin (KKF) kas dokusu kullanılarak embolize edilmesidir (20).

Tedavi edilen ilk beyin lezyonu ise bir arteriyovenöz malformasyondur (AVM) ve Alfred J. Luessenhop ve William T. Spence tarafından 1960 yılında gerçekleştirilmiştir (21). İnternal karotid arter (İKA) ekspozite edildikten sonra elleriyle yaptıkları küçük metakrilat kürelerini polimeriz plastiğe sarmışlar ve İKA'ya vermişlerdir. Kan akımı ile nidusa bu materyallerin ulaşmasını sağlamışlardır. Son aşamada ise İKA'yı bağlamışlardır. Bu tedavi sonrası bu hasta 20 yıl asemptomatik bir dönem yaşamıştır (18).

1960'lı yıllarda John F. Alksne ve Aaron G. Fingerhut tarafından intrakraniyal anevrizmalar tedavi edilmiştir (2). Anevrizma domuna miknatis yerleştirerek demir tozlarını anevrizma içine toplamışlardır. Bu yöntemi kimi zaman endovasküler yolla kimi zamanda miknatisin ortasından ilerlettikleri bir enjektör yardımıyla yapmışlardır. Bir nöroradyolog olan Charles Kerber (18) bu yöntemle bir paraoftalmik anevrizması olan hastaya tedavi etmiş ve 20 yıl sonra yaptığı kontrol DSA'da anevrizmanın hâlen total oklüde olduğunu saptamıştır. Ancak bu yöntem, demir tozlarının distal damarlara embolizasyonu ve malzeme yetersizliği gibi sebeplerle fikir sahipleri tarafından da terkedilmiştir.

1960'lı yıllarda DSA çoğunlukla radyologlar tarafından birkaç merkezde yapılan bir yöntem iken bu süreçte nöroşirürjiyenler tanısız çalışmalarını doğrudan İKA enjeksiyonu ile gerçekleştirdiler ve sadece vertebral arterlerden (VA) beslenen lezyonlarda kateter anjiyografiyi kullandılar (18). Yine bu yıllarda tanısız kateterlerin sert olmasından ötürü servikal ikinci vertebra üzerindeki alanlarda bu mikrokaterler diseksiyona ve takiben enfarkta yol açmıştır. Bu sebeple balonlu kateterler ortaya çıkmıştır (18,22). 1971 yılında F. A. Serbinenko tarafından mikrokater kullanılarak ilk kez intrakraniyal embolizasyon yapılmıştır (25).

İlerleyen yıllarda ayrılabilir balonlar kullanılarak KKF'ler tedavi edilmeye başlanmıştır (3,10,19,25). Tedavisi mikrocerrahi olarak saatler süren KKF, bu yöntemle birkaç saat içinde tedavi edilebilir hâle gelmiş ve 1930 yılında Barney Brooks tarafından kas dokusu ile yapılan tedavi işlevsel bir yöntemle ulaştırılmıştır.

1986 yılına gelindiğinde Boston Scientific (Target, Fremont, CA) tarafından tanıtılan mikrokater ve mikrotel sistemi fayda, etkinlik ve güvenlik açısından intrakraniyal damarları görüntülemeye bir devrim yaratmıştır. Mikrokater ve mikrotel sistemlerindeki hızlı gelişmenin benzeri embolizan materyallerde görülemez (18).

1991 yılında Guido Guglielmi ve Ivan Sepetka tarafından tanıtılan ayrılabilir koil sistemleri anevrizma tedavisini sonsuza kadar değiştirecek bir gelişme olmuştur (13,14).

■ ENDOVASKÜLER TEDAVİLERİN BUGÜNÜ

Hali hazırda uygulanan endovasküler girişimler: tanısız DSA, anevrizma embolizasyonu, akım yönlendirici stent uygulamaları, KKF tedavisi, AVM embolizasyonu, Galen veni malformasyonu embolizasyonu, dural arteriyovenöz fistüllerin (dAVF) embolizasyonu, spinal vasküler malformasyonların tanı

tedavisi, venöz sinüslere stent yerleştirilmesi, serebral arteriosklerotik stenoz tedavisi, intraarteriyel tromboliz, mekanik trombektomi, tümör embolizasyonu, intraarteriyel kemoterapi ve subdural hematolarda orta meningeal arter embolizasyonudur. Bu tedaviler nöroloji, radyoloji, kardiyoloji ve nöroşirürji uzmanlarınca uygulanabilmektedir.

Endovasküler tedavilerin çeşitlenmesi ve bu alandaki baş döndürücü gelişmeler günümüz nöroşirürji uzmanlarının bu alanda da eğitim almasını zorunlu hâle getirmiştir. Committee for Advanced Subspecialty Training (CAST) tarafından nöroşirürji/nöroloji/radyoloji doktorlarının bireysel olarak nöroendovasküler tedavi sertifikasyonu için yapmaları gereken en az sayıda tedaviye yönelik kriterler oluşturulmuştur (9). Buna göre sertifikasyon için: 5 spinal anjiyografi, 40 anevrizma tedavisi (en az 10 tanesi subaraknoid kanamalı olmalı, tedavi içeriği ise koil embolizasyon, akım yönlendiriciler, web embolizasyon ve damar sakrifikasyonu / bağlanması), 20 AVM/AVF/tümör embolizasyonu, 10 infüzyon (vazospazm için ya da tümör kemoterapisi), 10 diğer ekstrakraniyal embolizasyonlar, 30 arteriyel trombektomi (stentli ya da stentsiz), 25 anjiyoplasti (intrakraniyal / ekstrakraniyal, stentli ya da stentsiz) olmak üzere en az 135 tedavi yapmış olmak gerekmektedir.

Ülkemizde ise ne nöroşirürji uzmanlık eğitiminde ne de endovasküler tedavi uygulayacak hekimlerin sertifikasyonunda kriterler bulunmamaktadır. Hali hazırda herhangi bir sertifikaya ihtiyaç duyulmadan nöroşirürji / nöroloji / radyoloji doktorları tarafından bu uygulamalar yapılabilmektedir. Bu konuda Sağlık Bakanlığı tarafından kriterleri belirlenmiş tek alan akut inme hastalara verilecek sağlık hizmetleri hakkındaki yönerge (15). Bu yönergenin sekizinci maddesine göre inme merkezi olmak için başvuran kurumlardaki nöroloji / radyoloji / nöroşirürji / kardiyoloji hekimlerinin en az 100 intrakraniyal nörovasküler girişim yapmış olması şartı mevcuttur. İntrakraniyal girişimlerden en az 10 tanesi mekanik trombektomi / tromboaspirasyon olmalıdır. Nörogirişim yapacak uzman tabiplerin en az 20 baş-boyun bölgesi ekstrakraniyal girişim (karotis stent) yapmış olması şartı aranmaktadır. Türkiye'de hali hazırda inme / karotis stent yerleştirme tedavileri genellikle radyoloji ve nöroloji uzmanlarınca yapılmaktadır. Ancak Pamukkale Üniversitesi gibi bazı kurumlarımızda inme merkezi sertifikasyonu nöroşirürji klinikleri tarafından sağlanmıştır ve uygulamalar nöroşirürjiyenler tarafından yapılmaktadır.

Tarihsel süreçte doğrudan İKA enjeksiyonları ile yapılan görüntülemeler bugün biz nöroşirürjiyenler tarafından neredeyse tamamen terkedilmiştir. Sadece anatomik olarak zorunluluk olan vakalarda bu yöntem tercih edilmektedir (17). Tanısız DSA işlemleri artık nöroşirürjinin günlük pratiğine eklenmiştir. İnme dışındaki tüm intrakraniyal girişimsel tedavilerde günümüz Türk nöroşirürji uzmanlarının katkıları giderek artmaktadır. Belirli bir sertifikasyon programı olmamasından ötürü nöroşirürji uzmanları genellikle Çin, Güney Kore ya da Japonya gibi uzakdoğu ülkelerindeki uluslararası yeterliliğe sahip kiniklerde eğitim almaktadırlar. Endovasküler tedavilerin başlıca nöroşirürjiyenler tarafından uygulandığı kliniklerimiz Ankara Şehir Hastanesi, Ankara Dışkapı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi ve Pamukkale Üniversitesi'dir.

■ ENDOVASKÜLER TEDAVİLERİN GELECEĞİNDE NÖROŞÜRJİYENLER

Nöroşürjiyenlerin endovasküler tedavi alanına girişi ile ortaya hibrit cerrah kavramı çıkmıştır (19). Bu kavram cerrahın endovasküler girişimler ve nöroşürjikal cerrahileri aynı anda yapabilmesini ifade etmektedir. Diyora ve ark. (11) hibrit cerrah olarak karotis stent ve endarterektomi tecrübelerini paylaşmışlar ve başarı oranlarının Carotid Revascularization Endarterectomy versus Stent Trial (CREST) (4) gibi büyük çalışmalarla benzer olduğunu göstermişlerdir. Hibrit cerrahinin faydalarını aktaran Japonya yayınları da bulunmaktadır (16).

Rutin kullanıma henüz girmemiş olsa da endovasküler tedavilerde robotik sistemleri kullanmaya başlayan klinikler de mevcuttur (1, 5-7). Bu yayınlarda tanısız DSA, karotis stent yerleştirme ve koil embolizasyon gibi tedavilerde robot desteği kullanılmış olup güvenilir ve etkin olduğu ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak, yüz yılı aşkın bir geçmişi olan endovasküler tedavilerin etkinliği birçok alanda kanıtlanmıştır. Türk nöroşürjiyenler bu tedavilerin nöroşürjinin esas alanlarından biri olduğunu göz ardı etmemeli ve hem mikrocerrahi hem endovasküler tedaviler üzerine eğitimlerini birlikte tamamlamalıdır.

■ KAYNAKLAR

1. Abbas R, Al Saiegh F, El Naamani K, Chen CJ, Velagapudi L, Sioutas GS, Weinberg JH, Tjoumakaris S, Gooch MR, Herial NA, Rosenwasser RH, Jabbour P: Robot-assisted carotid artery stenting: Outcomes, safety, and operational learning curve: *Neurosurg Focus* 52(1):E17, 2022
2. Alksne JF, Fingerhut AG: Magnetically controlled metallic thrombosis of intracranial aneurysms: A preliminary report. *Bull Los Angeles Neurol Soc* 30:153-155, 1965
3. Berenstein A, Kricheff II: Catheter and material selection for transarterial embolization: Technical considerations. *Radiology* 132:619-630, 1979
4. Brott TG, Howard G, Roubin GS, Meschia JF, Mackey A, Brooks W, Moore WS, Hill MD, Mantese VA, Clark WM, Timaran CH, Heck D, Leimgruber PP, Sheffet AJ, Howard VJ, Chaturvedi S, Lal BK, Voeks JH, Hobson RW 2nd; CREST Investigators: Long-term results of stenting versus endarterectomy for carotid-artery stenosis. *N Engl J Med* 374(11):1021-1031, 2016
5. Cancelliere NM, Lynch J, Nicholson P, Dobrocky T, Swaminathan SK, Hendriks EJ, Krings T, Radovanovic I, Drake KE, Turner R, Sungur JM, Pereira VM: Robotic-assisted intracranial aneurysm treatment: 1 year follow-up imaging and clinical outcomes: *J Neurointerv Surg*, 2021 (Online ahead of print)
6. Costa M, Tataryn Z, Alobaid A, Pierre C, Basamh M, Somji M, Loh Y, Patel A, Monteith S: Robotically-assisted neuro-endovascular procedures: Single-center experience and a review of the literature. *Interv Neuroradiol*, 2022 (Online ahead of print)
7. Cruddas L, Martin G, Riga C: Robotic endovascular surgery: Current and future practice. *Semin Vasc Surg* 34(4):233-240, 2021
8. Dawbarn R: The starvation plan for malignancy in the external carotid area. *JAMA* 43:792-795, 1904
9. Day AL, Siddiqui AH, Meyers PM, Jovin TG, Derdeyn CP, Hoh BL, Riina H, Linfante I, Zaidat O, Turk A, Howington JU, Mocco J, Ringer AJ, Veznedaroglu E, Khalessi AA, Levy EI, Woo H, Harbaugh R, Giannotta S: Training standards in neuroendovascular surgery: Program accreditation and practitioner certification. *Stroke* 48(8):2318-2325, 2017
10. Debrun G, Lacour P, Caron JP, Hurth M, Comoy J, Keravel Y: Inflatable and released balloon technique experimentation in dog-Application in man. *Neuroradiology* 9:267-271, 1975
11. Diyora B, Chheda RM, Dhall G, Gupta P, Dewani K, Mulla M, Gaud D: Carotid endarterectomy and carotid artery stenting for symptomatic carotid stenosis: An experience of a hybrid neurosurgeon in a developing nation. *Neurol India* 70(1):94-101, 2022
12. Forssmann W: Experiments on myself: Memoirs of a Surgeon in Germany. New York, St. Martin's Press, 1974
13. Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 2: Preliminary clinical experience. *J Neurosurg* 75:8-14, 1991
14. Guglielmi G, Vinuela F, Sepetka I, Macellari V: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 1: Electrochemical basis, technique, and experimental results. *J Neurosurg* 75:1-7, 1991
15. <https://shgm.saglik.gov.tr/TR,56553/akut-inmeli-hastalara-verilecek-saglik-hizmetleri-hakinda-yonerge.html>. Accessed October 7, 2020
16. Kaku Y, Yamada T, Yasuda S, Kanou K, Oka N, Kokuzawa J: The hybrid neurosurgeon: The japanese experience. *Acta Neurochir Suppl* 132:145-149, 2022
17. Karas PJ, Srinivasan VM, Burkhardt JK, Kan P; ENRG Endovascular Group: Direct carotid puncture for emergent thrombectomy: 2-dimensional operative video. *Oper Neurosurg (Hagerstown)* 20(2):E126-E127, 2021
18. Kerber C: History of endovascular neurosurgery: A personal view. *Neurosurgery* 59(5 Suppl 3):S22-9; discussion S3-13, 2006
19. Lacour P, Debrun G: Endovascular technic of inflatable and releasable ballooning [in French]. *Ann Radiol (Paris)* 18:313-315, 1975
20. Lang ER, Bucy PC: Treatment of carotid-cavernous fistula by muscle embolization alone. The brooks method. *J Neurosurg* 22:387-392, 1965
21. Luessenhop AJ, Spence WT: Artificial embolization of cerebral arteries. Report of use in a case of arteriovenous malformation. *JAMA* 172:1153-1155, 1960
22. Pevsner PH: Micro-balloon catheter for superselective angiography and therapeutic occlusion: *AJR Am J Roentgenol* 128:225-230, 1977
23. Radner S: Intracranial angiography via the vertebral artery. Preliminary report on a new technique. *Acta Radiologica* 28:838-842, 1947
24. Seldinger SI: Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: A new technique. *Acta Radiol* 39:368-376, 1953
25. Serbinenko FA: Catheterization and occlusion of major cerebral vessels and prospects for the development of vascular neurosurgery [in Russian]. *Vopr Neirokhir* 35:17-27, 1971