

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Beyin Anevrizmalarının Cerrahi Tedavisinde İndosiyenin Yeşili Videoanjiyografi Kullanımı

Barış KÜÇÜKYÜRÜK, Ahmet Faruk ÖZDEMİR, Kelvin NEMAYİRE, Saffet TÜZGEN, Ali Metin KAFADAR, Mehmet Yaşar KAYNAR, Ziya AKAR, Galip Zihni SANUS

İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul.

ÖZET

Bu çalışmada, beyin anevrizması nedeniyle cerrahi tedavi uygulanan bir hasta grubunda İndosiyenin Yeşili Videoanjiyografi (ICG-VA) yönteminin sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu intraoperatif değerlendirme yönteminin güvenilirliğini saptamak için, ICG-VA bulguları postoperative anjiyografi ile karşılaştırılmıştır ve bu yöntemin faydaları ve kısıtlılıkları tartışılmıştır. Bu çalışmaya, 75 anevrizma saptanan altmış bir ardışık hasta dahil edilmiştir. Anevrizmanın kliplenmesini takiben; anevrizmayı, ana arterleri ve perforan arterleri gözlemlemek için intravenöz yoldan ICG uygulandı. Ameliyat sonrasında tüm hastalara taburculuk öncesi anjiyografi yapıldı. Anevrizmaların %86,6'sında, ICG-VA tatmin edici kliplene sağlandığını gösterdi ve ICG-VA bulguları postoperatif anjiyografi ile uyumluydu. Anevrizmaların %6,6'sında, anormal ICG-VA bulguları saptandı ve kliplerin değiştirilmesi veya düzeltilmesi gerekli oldu. Anevrizmaların bir diğeri % 6,6'sında ise, ICG-VA herhangi bir patolojik bulgu göstermezken postoperatif anjiyografide anormal bulgular saptandı. ICG-VA ameliyat esnasında kan akımının değerlendirilmesinde altın standart yöntem olan intraoperatif anjiyografinin yerini almamakla birlikte, beyin anevrizmalarının cerrahi tedavisinde hasta güvenliğine büyük katkıda bulunmaktadır. ICG-VA, iyi görüntü kalitesiyle cerrahi alanın gerçek zamanlı değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. İşlemi gerçekleştirmek ve değerlendirmek kolaydır. Bu teknik, anevrizma cerrahisinin standart bir uygulaması olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Anevrizma. Anjiyografi. Kliplene. İndosiyenin yeşili videoanjiyografi. Mikrocerrahi.

Intraoperative Indocyanine Green Videoangiography in Intracerebral Aneurysm Surgery

ABSTRACT

This study evaluates results of Indocyanine Green Videoangiography (ICG-VA) in a patient group with intracerebral aneurysms. To assess reliability of this technique, ICG-VA findings were compared with postoperative cerebral angiography. Furthermore, benefits and limitations of this intraoperative evaluation method were discussed. This study includes 75 aneurysms in 61 consecutive patients. Following clip ligation of the aneurysm, ICG was administered intravenously to observe the aneurysm, parent arteries, and perforating arteries. All patients underwent postoperative angiography before discharge. In 86.6% of aneurysms, ICG-VA confirmed satisfactory clip application and was concordant with postoperative angiography. In 6.6% of aneurysms, ICG-VA showed pathological findings intraoperatively leading to readjustment of clips immediately. In another 6.6% of aneurysms, ICG-VA did not reveal any pathological findings intraoperatively while postoperative angiography was not normal in these cases. ICG-VA cannot replace the intraoperative angiography yet as the gold standard method of intraoperative blood assessment. However, this technique adds greatly to the safety of the surgical treatment of intracranial aneurysms. ICG-VA promoted real time assessment of the surgical field with good image quality. It is easy to perform and evaluate the procedure. This technique has the potential to be considered as a standard step of this surgical intervention.

Key Words: Aneurysm. Angiography. Clip ligation. Indocyanine green videoangiography. Microsurgery.

Geliş Tarihi: 08.Şubat.2021

Kabul Tarihi: 08.Nisan.2021

Dr. Barış KÜÇÜKYÜRÜK
İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa,
Cerrahpaşa Tıp Fakültesi,
Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı,
Tel: 0533 7496232
E-posta: baris.kucukyuruk@iuc.edu.tr

Yazarların ORCID ID Bilgisi:

Barış KÜÇÜKYÜRÜK: 0000-0003-3922-2009
Ahmet Faruk ÖZDEMİR: 0000-0002-7919-1609
Kelvin NEMAYİRE: 0000-0002-4810-9959
Saffet TÜZGEN: 0000-0002-0490-1506
Ali Metin KAFADAR: 0000-0002-3312-3192
Mehmet Yaşar KAYNAR: 0000-0001-7327-836X
Ziya AKAR: 0000-0003-4706-8881
Galip Zihni SANUS: 0000-0003-4706-8881

Beyin anevrizmalarının cerrahi tedavisinde iskemik komplikasyonların ve klip düzeltme amacıyla tekrarlayan ameliyatların engellenmesi amacıyla, ana arterlerin ve perforan arterlerin açıklığının korunması ve anevrizmanın tam olarak kapandığının doğrulanması önem taşımaktadır¹⁻⁴. Bu komplikasyonların önlenmesi amacıyla mikroskoptan direkt bakı ile doğrulama tek başına güvenilir olmayabilir. Bu amaca yönelik olarak, intraoperatif anjiyografi (İA) popülerlik kazanmış ve kan akımının ameliyat esnasında değerlendirilmesinde altın standart yöntem olarak kabul edilmiştir^{5,6}. Ancak İA'nın ameliyathane iş akışını yavaşlatması, ek ekipman ve personel ihtiyacı olması ve küçük perforan arterler ile ilgili sınırlı bilgi sağlaması gibi bazı dezavantajları vardır^{7,8}. Bu zorlukların üstesinden gelebilmek amacıyla, indosiyanın yeşili (ICG) videoanjiyografinin (VA) kullanımı, beyin-damar hastalıklarının cerrahi tedavisinde vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir^{9,10}.

Bu çalışmanın amacı, ardışık bir anevrizma serisindeki ICG-VA bulgularımızı sunmak, bu tekniğin avantaj ve kısıtlılıklarını tartışmak ve ICG-VA'nın güvenilirliğini değerlendirmek için intraoperatif bulguları postoperatif serebral anjiyografi ile karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Hasta Grubu

Bu çalışmaya Mayıs 2017 ile Aralık 2018 tarihleri arasında beyin anevrizması nedeniyle cerrahi tedavi uygulanan ve toplamda 75 anevrizma tespit edilmiş 61 ardışık hasta dahil edildi. Yirmi hasta kanamış anevrizma ile başvurdu. On hastada 2 anevrizma ve iki hastada 3 anevrizma tespit edilmek üzere, toplam 12 hastada çoklu anevrizma mevcuttu. Karşı hemisferdeki anevrizması ayrı seansta tedavi edilen iki hasta dışındaki çoklu anevrizmaların tümü, tek kraniyotomi ile aynı seansta kliplendi.

Hasta grubu, yaşları 26 ile 82 (ort 52.9) arasında değişen 38 kadın ve 23 erkek hastadan oluşmaktadır. Hasta grubunun demografik özellikleri Tablo I'de özetlenmiştir.

Tüm olgularda, anevrizma ve diğer damar yapıları ameliyat öncesinde anjiyografi ile değerlendirildi.

İndosiyanın Yeşili Videoanjiyografi

ICG, 700-780 nm dalga boyu aralığında eksitasyon ve 820-900 nm dalga boyu aralığında bir emisyon gösteren bir floresans maddedir. Tüm ameliyatlar, ICG'nin floresan sinyalinin görüntüleme imkanına sahip Infrared 800 floresans modülü ile donatılmış Zeiss Pentero 800 (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Almanya) nöroşirürji ameliyat mikroskobu ile gerçekleştirildi.

Tablo I. Hasta grubunun demografik bilgileri

Toplam hasta sayısı	61
Cinsiyet: kadın/erkek	38/23
Yaş: alt-üst (ortalama)	26 - 82 (52,9)
Toplam anevrizma sayısı	75
• Orta serebral arter bifurkasyonu	28
• Orta serebral arter M1 segmenti	7
• Orta serebral arter M2 segmenti	2
• Anterior kominikan arter	19
• Anterior serebral arter A1 segmenti	1
• Anterior serebral arter A3 segmenti	1
• İnternal karotid arter bifurkasyonu	4
• Posterior kominikan arter	10
• Anterior koroidal arter	3
Anevrizma dağılımı	
• Bir anevrizma	45 hasta
• İki anevrizma	10 hasta
• Üç anevrizma	2 hasta
Kanama durumu	
• Kanamış	20 hasta
• Kanamamış	41 hasta

Tüm vakalarda, anevrizmanın kliplenmesini takiben, kan akımı mikroskoptan direk bakı ile ve mikrodoppler ultrasonografi ile doğrulanmıştır. Ardından, 5 ml salin solüsyonunda çözündürülmüş 25 mg standart dozda ICG, intravenöz olarak uygulandı. Mikroskop Infrared 800 modülüne geçilerek büyütme ve odak mesafesi, sırasıyla x5 ve 350 mm olarak ayarlandı. Bu aşamada birincil cerrah mikroskoptan bakmaya devam ederken, ICG'nin emisyon ve eksitasyonunu mümkün kılan parlak beyaz ışık altında, cerrahi alandaki ilgilenilen yapıları işaret eder. Eş zamanlı olarak, ikinci cerrah ise, video kayıt ekranında ICG'nin normal damarlardan yayılan beyaz sinyalinin ve kapatılmış anevrizmanın ise karanlık kalışını takip eder ve doğrular. Sorgulanan tüm yapılar ICG'nin ilk geçiş aşamasında gösterildikten sonra, cerrahi ekip birlikte ICG-VA kaydını değerlendirirerek tedavinin başarısına karar verir.

Ameliyat Sonrası Anjiyografi

Anevrizmanın kapatılmasını ve normal kan akımının devamlılığını değerlendirmek için, tüm hastalara ameliyat sonrası 1-5. günde 3D rekonstrüksiyonlu anjiyografi yapıldı.

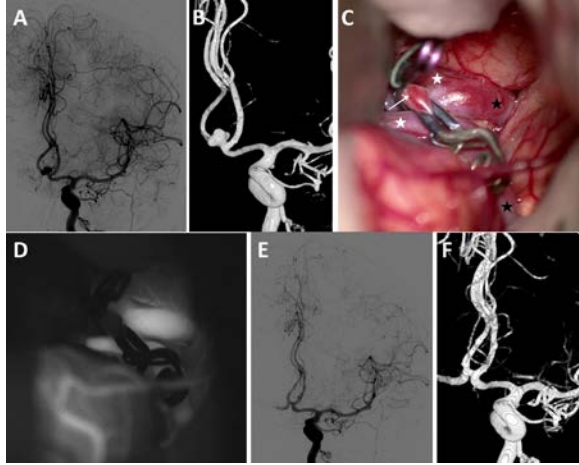
Etik Onam

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa Etik Kurulu tarafından incelenmiş ve onaylanmıştır.

Anevrizma Cerrahisinde ICG Videoanjiyografi Kullanımı

Bulgular

Anevrizmaların %86.6'sında (n = 65), ICG-VA tatmin edici kliplleme sağlandığını ameliyat esnasında doğruladı. Bu olguların ICG bulguları, anevrizmaların tam olarak kapandığını ve normal kan akımının korunduğunu ispatlayan ameliyat sonrası anjiyografi ile uyumluydu. (Şekil 1)

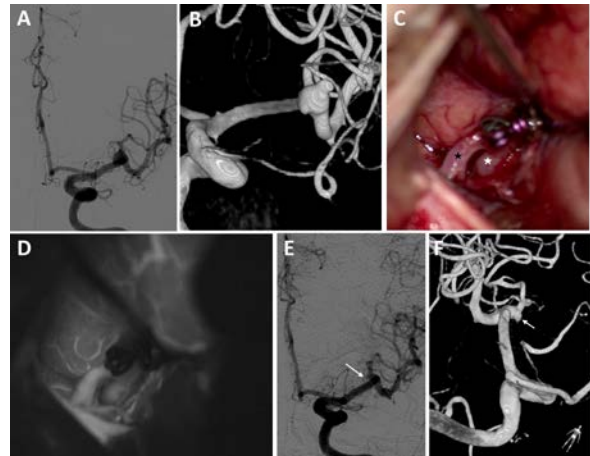


Şekil 1:

57 yaşındaki bir kadın hastada saptanan kanamamış anterior kominikan arter (AKomA) anevrizması. A. Anjiyografide sol internal karotid arter enjeksiyonu ile superior yönelimli AKomA anevrizması görülmektedir. B. 3 boyutlu anjiyografide anevrizmanın daha yakın görünümü. C. Ameliyat görüntüsü. Sağ taraflı fronto-temporal kraniyotomi ve Sylvian fissürün açılması ile bilateral anterior serebral arterlerin A1 (siyah yıldız) ve A2 (beyaz yıldız) segmentleri ortaya koyulmuştur. Anevrizma (beyaz ok) iki adet Yaşargil mini-klip ile kliplenmiştir. D. ICG-VA'da A1 ve A2 segmentlerinde korunmuş kan akımı ve anevrizmanın tam olarak kapandığı görülmektedir. E ve F. Ameliyat sonrası anjiyografi ve 3 boyutlu görüntüde anevrizmanın dolum göstermediği ve normal kan akımının korunduğu görülmektedir.

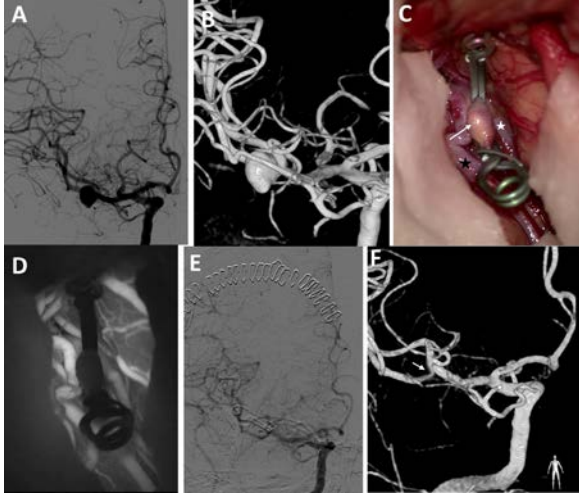
Anevrizmaların %6.6'sında (n = 5), ICG-VA ile anormal bulgular saptandı. Bu olguların ikisinde, ilk kliplleme sonrasında anevrizma kesesinde devam eden dolum görüldü. Ek klipler ile anevrizmalar tam olarak kapatıldı ve ikinci defa ICG-VA yapılarak tam kliplleme doğrulandı. ICG-VA, diğer iki vakada ana arterde ciddi daralma ve bir vakada da perforan arter tıkanıklığını ortaya çıkardı. Bu olgularda ilk klipler çıkarılarak kan akımının dönüşü sağlandı ve her üç olguda da anevrizmanın boynunda kalıntı dolum bırakılarak yeniden kliplleme yapıldı. Ameliyat sonrası anjiyografide, her üç vakada da beklenen kalıntı dolumlar görüldü; ancak hiçbirinde arteriyel dolumda kısıtlılık ve iskemik klinik bulgu ortaya çıkmadı.

Anevrizmaların %6.6'sının ameliyat sonrası anjiyografisinde (n = 5), dört vakada anevrizma boynunda beklenmedik kalıntı dolum ve bir vakada ana arter darlığı saptandı. Bu olgularda ICG-VA ameliyat esnasında uyarıcı olmadı. Kalıntı dolum saptanan 2 olguda anterior kominikan arter anevrizması, 1 olguda orta serebral arter bifurkasyon anevrizması (Şekil 2) ve 1 olguda posterior kominikan arter anevrizması mevcuttu. Bu olgulardaki kalıntı dolumlar, anevrizma boyununun cerrahi görüş alanının uzak tarafında, ana arter ya da anevrizma kliplerinin altına gizlenmiş şekilde yer alıyorlardı. Ana arter darlığı saptanan olguda, ICG-VA anevrizma çevresi damarlarda yeterli akım saptamıştı; ancak ameliyat sonrası anjiyografide bir ana arterin çıkışında daralma saptandı. (Şekil 3) Distal dolumun yeterli olması nedeniyle, kliplerin düzeltilmesi için ikinci cerrahi girişim uygulanmadı; ancak bir ay sonra bu hastada geçici iskemik atak gelişti.



Şekil 2:

72 yaşındaki bir erkek hastada saptanan sol taraflı kanamamış orta serebral arter (OSA) anevrizması. A. Anjiyografide sol internal karotid arter enjeksiyonu ile OSA bifurkasyonu yerleşimli anevrizma görülmektedir. B. 3 boyutlu anjiyografide anevrizmanın düzensiz boyun yapısı gösterdiği ve anevrizma tepesinde bir bebek anevrizma mevcut olduğu görülmektedir. C. Ameliyat görüntüsü. Sol taraflı frontotemporal kraniyotomi ve Sylvian fissürün açılmasını takiben, Sylvian fissür içinde yüksek yerleşim gösteren ve frontal operkulum ve insula arasında bulunan anevrizma iki adet Yaşargil mini-klip ile kliplenmiştir. Beyaz yıldız: orta serebral arterin M1 segmenti.; Siyah yıldız: orta serebral arterin temporal M2 segmenti. D. ICG-VA'da orta serebral arterin M1 ve temporal M2 segmentlerindeki kan akımının devamlılığı görülmektedir; ancak beyin dokusu tarafından örtülen superior M2 segmenti ve anevrizmanın bu damar ardında kalan boyun kısmı yeterli düzeyde görüntülenememiştir. E ve F. Ameliyat sonrası anjiyografi ve 3 boyutlu görüntüde, superior M2 segmenti düzeyinde kalıntı anevrizma dolumunu (beyaz ok) göstermektedir.



Şekil 3:

61 yaşındaki bir kadın hastada saptanan sağ taraflı kanamamış orta serebral arter (OSA) anevrizması. A. Anjiyografide sağ internal karotid arter enjeksiyonu ile OSA bifurkasyonu yerleşimli anevrizma görülmektedir. B. 3 boyutlu anjiyografide anevrizmanın daha yakın görünümü. C. Ameliyat görüntüsü. Sağ taraflı pterional kraniyotomi ve Sylvian fissürün açılması ile, orta serebral arterin superior (siyah yıldız) ve inferior (beyaz yıldız) M2 segment dalları ve anevrizma (beyaz ok) ortaya koyulmuştur. Anevrizma iki adet Yaşargil standart-klip ile kliplenmiştir. D. ICG-VA'de her iki M2 segment dallarındaki kan akımının korunduğu ve anevrizmanın tam olarak kapandığı görülmektedir. E ve F. Ameliyat sonrası anjiyografi ve 3 boyutlu görüntüde, inferior M2 segment çıkışında darlık (beyaz ok) görülmektedir.

Bu çalışmadaki hastaların hiçbirinde ICG kullanımına bağlı komplikasyon gelişmedi.

Tartışma ve Sonuç

Endovasküler teknikler, beyin anevrizmalarının tedavisinde önemli değişikliklere yol açmıştır. Yine de, mikrocerrahi kliplleme, kanamış ve kanamamış anevrizmaların tedavisinde hala önemli bir yer tutmaktadır. Bir anevrizmanın mikrocerrahi kliplleme ile tedavisi, anevrizma çevresindeki ana arter ve perforan arterlerin kan akımını tehlikeye atmadan anevrizmanın tamamen kapatılmasını amaçlar. Kısmi anevrizma kapanması anevrizmanın yeniden büyümesine ve nihayetinde muhtemel kanamaya yol açabilir. Beklenmedik ana arter ve perforan arter tıkanıklıkları ise, önemli düzeyde sakatlıklara neden olabilecek iskemik komplikasyonlara neden olabilir. Literatürde bu tür komplikasyonlar %2 ile 19 arasında değişen oranlarda bildirilmiştir¹⁰⁻¹³. Bu beklenmedik bulgular, klip revizyonu için ikinci ameliyatı gerektirebilir; ancak iskemik sonuçları tersine çevirmek için geç kalınmış olabilir.

Daha iyi cerrahi tedavinin sonuçları elde etmek amacıyla, ameliyat esnasında kan akımının değerlendirilmesi için mikroskopik ve endoskopik direk bakı, mikrodoppler ultrasonografi, intraoperatif elektrofizyolojik nöromonitorizasyon ve İA gibi çeşitli yöntemler önerilmiştir^{5,6,14-17}. Bu yöntemler arasında İA altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir^{1,3,5,6,9,11,15}. Beyin kan dolaşımı hakkında anlık doğru bilgi sağlayan İA'nın, olguların %7-34'ünde kliplerin düzeltilmesine neden olduğu ve bu sayede, birçok hastayı önemli düzeyde sakatlayıcı sonuçlardan ve tekrarlayan cerrahi girişimlerden koruduğu bildirilmiştir^{13,15}. Öte yandan, İA, ek personel ve ekipman gerektirmesi ve zaman alıcı olması itibarıyla iş akışını engelleyici olabilir. Bu zorlukların bir kısmının üstesinden gelmek için, Raabe ve ark 2003 yılında ICG-VA'yı kullanıma sunmuştur¹⁰.

ICG, hepatic ve retina patolojilerinin tedavisinde uzun süredir kullanılan yakın-kızılötesi bir floresan maddedir. Damar içine enjeksiyonunu takiben plazma proteinlerine bağlanır ve uygun eksitasyon ve emisyon dalga boylarında (sırasıyla 700–780 nm and 820–900 nm) damar duvarlarından geçen bir ışımaya yapar^{4,10}. Bu dalga boylarını görüntüleyebilen kameraların ameliyat mikroskoplarına entegre edilmesi ile kullanıma giren ICG-VA; hızlı, güvenilir ve İA ile karşılaştırılabilir sonuçlar sağlamaktadır.

ICG-VA'nın birkaç ayırt edici özelliği vardır. Bunlardan en önde geleni, ICG-VA'nın cerrahi sahada ortaya koyulmuş anevrizma ve damar yapılarının neredeyse gerçek zamanlı olarak görüntülenmesini sağlayabilmesidir. ICG-VA'nın belki de en önemli üstünlüğü, küçük çaplı perforan arterlerin görüntüsünün elde edilebilmesidir³. İA'ya göre bir diğer üstünlüğü ise ek personel veya uzun işlem süresi gerektirmemesidir; tüm VA işlemi 2 dakika içinde tamamlanabilmektedir. VA'ya özgü bu avantajların bir kısmı, bir diğer VA yöntemi olan Fluorescein Sodyum VA'da mevcuttur; ancak ICG-VA bir ameliyatta sorunsuzca tekrarlanabilirken, Fluorescein Sodyum VA'nın üst üste kullanılması zorluklar içermektedir³.

Bu avantajlar klinik açıdan değerlendirildiğinde; ICG-VA kullanılmış anevrizma serileri bu yöntemin kullanılmadığı serilerle karşılaştırıldığında, ICG-VA'nın çok daha güvenli mikrocerrahi kliplleme imkanı sağladığı belirlenmiştir¹⁸. Bu bağlamda, Sharma ve ark, ICG-VA kullandıkları bir anevrizma serisinde ameliyat esnasında olguların %8'inde kliplerin düzeltilmesinin gerektiğini bildirmiştir¹³. Benzer şekilde, Raabe ve ark'ın serisinde bu oran %9 olarak bildirilmiştir¹⁰. Bu sonuçlarla uyumlu bir şekilde, bizim serimizde ICG-VA sonrası ameliyat sırasında kliplerin düzeltilme oranı %6,6 olarak saptanmıştır.

Diğer taraftan, ICG-VA'nın bazı dezavantajları da bulunmaktadır. ICG-VA'nın altın standart yöntem olan anjiyografi ile karşılaştırıldığı çalışmalarda, her iki yöntem arasında %79-97,5 arasında değişen uyum

Anevrizma Cerrahisinde ICG Videoanjiyografi Kullanımı

bildirilmiştir^{10-13,15,19,20}. Bu oran bizim de %93,4 olarak saptandı. Buna göre, ICG-VA'nın tüm olgularda doğru bilgi sağlayamadığı yorumu yapılabilir. Bu bağlamda, Dashti ve ark, anevrizma serilerindeki ICG-VA bulgularını postoperatif anjiyografi ile karşılaştırdıklarında %6 kalıntı anevrizma dolumu ve %6 beklenmedik damar darlığı saptandığını bildirmişlerdir¹. Bu durum birkaç şekilde açıklanabilir. ICG-VA, mikroskobun görüş alanıyla sınırlı bir görüntü sunmaktadır; mikroskobun görüntüsü dışında kalan alanların veya başka bir yapı tarafından gizlenen bir yapının değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır¹³. Buna göre; ICG-VA'nın, özellikle derin yerleşimli anevrizmalarda daha az faydalı olduğu bildirilmiştir; diğer taraftan anevrizma boyutu ya da kanama durumu ICG-VA'nın başarısı için bir faktör olarak öne çıkmamaktadır². Ayrıca, kalsifiye ve tromboze anevrizmalarda, anevrizma boynundaki kalıntılarının tespit edilmesi güç olabilir; çünkü ICG ışınması bu olgularda rastlanılan kalın anevrizma duvarından ancak kısıtlı miktarda yayılabilmektedir.

Çalışmamız, ICG-VA'nın ameliyat esnasında beyin kan akımının ve anevrizmanın kapatılmasının değerlendirilmesinde çok yararlı bir yöntem olduğu sonucuna varmıştır. ICG-VA, altın standart yöntem olarak IA'nın yerini tutmamaktadır; ancak ICG-VA'nın beyin-damar hastalıklarının cerrahi tedavisinde vazgeçilmez bir araç olduğu kanısındayız. Ancak, derin yerleşimli lezyonlarda bu teknik yetersiz kalabilmektedir. Bu gibi durumlarda, ICG-VA'nın etkinliğinin diğer intraoperatif değerlendirme modaliteleri ile desteklenmesi gerekebilir.

Etik Kurul Onay Bilgisi:

Onaylayan Kurul: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa – Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu.

Onay Tarihi: 04.08.2020

Karar No: A-17

Araştırmacı Katkı Beyanı:

Fikir ve tasarım: B.K.; Veri toplama ve işleme: A.F.Ö., K.N.; Analiz ve verilerin yorumlanması: B.K., S.T., A.K., M.Y.K., Z.A., G.Z.S.; Makalenin önemli bölümlerinin yazılması: B.K., A.F.Ö.

Destek ve Teşekkür Beyanı:

Destek ve teşekkür beyanımız bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı:

Makale yazarlarının çıkar çatışması beyanı yoktur.

Kaynaklar

1. Dashti R, Laakso A, Niemela M, Porras M, Hernesniemi J. Microscope-integrated near-infrared indocyanine green videoangiography during surgery of intracranial aneurysms: the Helsinki experience. *Surg Neurol*. 2009;71(5): 543-550.
2. Dashti R, Laakso A, Niemela M, Porras M, Hernesniemi J. Microscope integrated indocyanine green video-angiography in cerebrovascular surgery. *Acta Neurochir Suppl*. 2011;109: 247-250.
3. Kucukyuruk B, Korkmaz TS, Nemayire K, et al. Intraoperative Fluorescein Sodium Videoangiography in Intracranial Aneurysm Surgery. *World Neurosurg*. 2021;147:e444-e452
4. Riva M, Amin-Hanjani S, Giussani C, De Witte O, Bruneau M. Indocyanine Green Videoangiography in Aneurysm Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurosurgery*. 2018;83(2): 166-180.
5. Derdeyn CP, Moran CJ, Cross DT, 3rd, Sherburn EW, Dacey RG, Jr. Intracranial aneurysm: anatomic factors that predict the usefulness of intraoperative angiography. *Radiology*. 1997;205(2): 335-339.
6. Tang G, Cawley CM, Dion JE, Barrow DL. Intraoperative angiography during aneurysm surgery: a prospective evaluation of efficacy. *J Neurosurg*. 2002;96(6): 993-999.
7. Hashimoto K, Kinouchi H, Yoshioka H, et al. Efficacy of Endoscopic Fluorescein Video Angiography in Aneurysm Surgery-Novel and Innovative Assessment of Vascular Blood Flow in the Dead Angles of the Microscope. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2017;13(4): 471-481.
8. Lane B, Bohnstedt BN, Cohen-Gadol AA. A prospective comparative study of microscope-integrated intraoperative fluorescein and indocyanine videoangiography for clip ligation of complex cerebral aneurysms. *J Neurosurg*. 2015;122(3): 618-626.
9. de Oliveira JG, Beck J, Seifert V, Teixeira MJ, Raabe A. Assessment of flow in perforating arteries during intracranial aneurysm surgery using intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography. *Neurosurgery*. 2007;61(3 Suppl): 63-72.
10. Raabe A, Beck J, Gerlach R, Zimmermann M, Seifert V. Near-infrared indocyanine green video angiography: a new method for intraoperative assessment of vascular flow. *Neurosurgery*. 2003;52(1): 132-139.
11. Doss VT, Goyal N, Humphries W, Hoit D, Arthur A, Eljovich L. Comparison of Intraoperative Indocyanine Green Angiography and Digital Subtraction Angiography for Clipping of Intracranial Aneurysms. *Interv Neurol*. 2015;3(3-4): 129-134.
12. Fischer G, Stadie A, Oertel JM. Near-infrared indocyanine green videoangiography versus microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery. *Acta Neurochir (Wien)*. 2010;152(9): 1519-1525.
13. Sharma M, Ambekar S, Ahmed O, et al. The utility and limitations of intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography in aneurysm surgery. *World Neurosurg*. 2014;82(5): e607-613.
14. Akdemir H, Oktem IS, Tucer B, Menku A, Basaslan K, Gunaldi O. Intraoperative microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery. *Minim Invasive Neurosurg*. 2006;49(5): 312-316.
15. Gruber A, Dorfer C, Standhardt H, Bavinski G, Knosp E. Prospective comparison of intraoperative vascular monitoring technologies during cerebral aneurysm surgery. *Neurosurgery*. 2011;68(3): 657-673.
16. Nickele C, Nguyen V, Fisher W, et al. A Pilot Comparison of Multispectral Fluorescence to Indocyanine Green Videoangiography and Other Modalities for Intraoperative Assessment in Vascular Neurosurgery. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2019;17(1): 103-109.
17. Suzuki K, Kodama N, Sasaki T, et al. Intraoperative monitoring of blood flow insufficiency in the anterior choroidal artery during aneurysm surgery. *J Neurosurg*. 2003;98(3): 507-514
18. Tajsic T, Cullen J, Guilfoyle M, et al. Indocyanine green fluorescence video angiography reduces vascular injury-related morbidity during micro-neurosurgical clipping of ruptured

- cerebral aneurysms: a retrospective observational study. *Acta Neurochir (Wien)*. 2019;161(11): 2397-2401.
19. Ozgiray E, Akture E, Patel N, et al. How reliable and accurate is indocyanine green video angiography in the evaluation of aneurysm obliteration? *Clin Neurol Neurosurg*. 2013;115(7): 870-878.
20. Washington CW, Zipfel GJ, Chicoine MR, et al. Comparing indocyanine green videoangiography to the gold standard of intraoperative digital subtraction angiography used in aneurysm surgery. *J Neurosurg*. 2013;118(2): 420-427.