

DERLEME

REVIEW

Vitrektomi Cihazlarında Trokarlar, Problar ve Görev Döngüleri

Trocars, Probes and Duty Cycles in Vitrectomy Devices

¹ Fatih HOROZOĞLU / ORCID No: 0000-0002-1442-6032² Hidayet ŞENER / ORCID No: 0000-0001-5836-0170¹ Prof. Dr. Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye² Dr. Öğrt. Üyesi. Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye**Geliş Tarihi/Received:** 13/06/2023 **Kabul Tarihi/Accepted:** 31/08/2023 **DOI:** 10.37783/CRJ-0416**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Kayseri, Türkiye **E-posta/E-mail:** fhoroz@ymail.com

ÖZ

Çeşitli retina hastalıklarının tedavisinde kullanılan bir cerrahi prosedür olan vitrektomi, enstrümantasyon ve tekniklerdeki ilerlemelerle önemli ölçüde gelişmiştir. Trokarlar, problar ve görev döngüleri, vitrektomi cihazlarının ayrılmaz bileşenleridir ve optimum cerrahi sonuçların sağlanmasında önemli rol oynarlar. Bu derleme, trokarlar, problar ve görev döngülerinin kapsamlı bir analizini sunmayı, işlevselliğini, ilerlemelerini ve vitrektomi cerrahisi üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Oftalmik cerrahlar, bu bileşenlerin karmaşık ayrıntılarını anlayarak cerrahi hassasiyetlerini, verimliliklerini ve hasta sonuçlarını geliştirebilirler.

Anahtar kelimeler: vitrektomi, trokar, kesici prob, görev döngüsü

Abstract

Vitrectomy, a surgical procedure for treating various retinal disorders, has evolved significantly with advancements in instrumentation and techniques. Trocars, probes, and duty cycles are integral components of vitrectomy devices, playing crucial roles in ensuring optimal surgical outcomes. This review aims to provide a comprehensive analysis of trocars, probes, and duty cycles, exploring their functionality, advancements, and their impact on vitrectomy surgery. By understanding the intricate details of these components, ophthalmic surgeons can enhance their surgical precision, efficiency, and patient outcomes.

Key words: vitrectomy, trocar, cutting probe, duty cycle

Giriş

Vitrektomi, gözün arka segmentini dolduran jel benzeri madde olan vitreusu çıkararak çeşitli retina rahatsızlıklarını tedavi etmek için kullanılan bir cerrahi prosedürdür. Bu prosedür, cerrahların retina dekolmanları veya maküla delikleri gibi hastalıkları tedavi etmek için terapötik müdahaleler yapmasına olanak tanır.¹

Vitrektomi ameliyatında trokarlar, problar ve görev döngüleri dahil olmak üzere çeşitli bileşenler önemli bir rol oynar. Trokarlar, cerrahi aletler için giriş noktası görevi gören iğneye benzeyen keskin aletlerdir. Sklerada açılan küçük kesilerden gözün içine yerleştirilirler. Trokarlar, probların çevre dokularda aşırı travmaya neden olmadan vitreus boşluğuna erişmesi için bir yol oluşturur.^{2,3}

Problar vitrektomi ameliyatı sırasında çeşitli görevleri yerine getirmek için kullanılan özel aletlerdir. İki tip olarak kategorize edilebilirler: kesici problar ve kesici olmayan problar. Kesme probları, dokuyu kesmek ve aspire etmek için emme ve giyotin benzeri bir hareket kullanarak vitreusu çıkarmak için tasarlanmıştır. Kesme probu, vitreusu çıkarılmak üzere küçük parçalara ayırmasını sağlayan, hızla salınan bir iç bıçağa sahip içi boş bir tüpten oluşur. Diğer yandan, kesici olmayan problar ameliyat sırasında çeşitli işlevleri yerine getirir. Bu kategori, aydınlatma probları, enjeksiyon probları ve retina probları gibi bir dizi farklı aleti içerir.⁴

Görev döngüleri, vitrektomi sırasında kesme probunun açma-kapama döngülerini ifade eder. Görev döngüsü, probun kesmek için harcadığı süreyi ve boşta veya aspire ederek geçirdiği süreyi belirler. Cerrah, görev döngüsü ayarlarını prosedürün özel gereksinimlerine göre ayarlayabilir. Daha yüksek görev döngüleri, yoğun veya fibröz vitreus dokusunu çıkarmak için

yararlı olan daha fazla kesme süresi içerir. Daha düşük görev döngüleri aspirasyon için daha fazla zaman sağlayarak kesilen vitröz dokunun gözden çıkarılmasını kolaylaştırır. ^{5,6}

Vitrektomi sırasında bu bileşenler arasındaki koordineli etkileşim bir süreçtir. Cerrah trokarları gözün içine yerleştirerek problemler için erişim noktaları oluşturur ve kesici probun görev döngüsü ayarlarını çıkarılan dokunun niteliğine ve istenen cerrahi sonuca göre ayarlar.

Vitrektomide Trokarlar

Trokarlar, vitrektomi cerrahisinde sklerada erişim portları oluşturmak için kullanılan ve vitrektomi problemlerinin ve diğer cerrahi aletlerin girmesine izin veren özel aletlerdir. Genel olarak silindirik veya konik şekildedirler ve keskin, sivri bir ucu vardır (Şekil 1). Ancak küt uçlu trokarlar için genellikle iki aşamalı bir yaklaşım gereklidir. İki aşamalı yaklaşımda öncelikle MVR bıçağı ile bir ön kesi yapılır, ardından trokar yerleştirilir.



Şekil 1: Sklerotomi için trokar bıçağı ve kanülü

Tipik olarak paslanmaz çelik veya titanyum gibi malzemelerden yapılırlar. Günümüzde 20 G (0.91 mm), 23 G (0.65 mm), 25 G (0.51 mm) ve 27 G (0.41 mm) kalınlıklarda trokarlar mevcuttur. ⁷

Kanül, aletlerin göze girmesi için yol görevi gören trokarın boru şeklindeki bileşenidir. Tipik olarak sert bir malzemeden yapılır ve farklı cerrahi ihtiyaçları karşılamak için çeşitli uzunluklarda ve çaplarda gelir. Kanülün distal ucu, skleradan düzgün penetrasyonu kolaylaştırmak ve doku travmasını azaltmak için eğimli veya koniktir. ^{8,9} Obtüratör, skleranın ilk penetrasyonuna yardımcı olan trokarın çıkarılabilir bir bileşenidir. Yerleştirme sırasında kanülün içine yerleştirilen katı, sivri bir çubuktur. Obtüratör, trokar tertibatına sertlik sağlayarak gözün içine kontrollü ilerlemeye izin verir. İstenen derinliğe ulaşıldığında, obtüratör geri çekilir ve kanül yerinde bırakılır. ⁹

Göz içi basıncını korumak ve ameliyat sırasında sıvı sızıntısını önlemek için trokarlar sızdırmazlık mekanizmaları kullanır. ⁹⁻¹¹ Valf contaları veya yaylı contalar, kanül içinde aletlerin geçmesine izin verir ancak aletler geri çekildiğinde kendiliğinden sızdırmazlık etkisi yaratır. Bu mekanizma minimum sıvı çıkışı- nı sağlayarak stabil bir göz içi ortamı sağlar. ¹²⁻¹⁴

Mikro insizyon trokarları, geleneksel trokarlara kıyasla daha küçük bir çapa sahiptir. Gözde daha küçük kesilere izin vererek doku travmasını azaltır ve yara kapanmasını iyileştirir. Mikro kesili trokarlar, ameliyat sonrası astigmatizmayı en aza indirmeyi, daha hızlı iyileşmeyi ve hasta sonuçlarını iyileştirmeyi amaçlayan sütürsüz ve transkonjonktival vitrektomi tekniklerinin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. ¹⁵⁻¹⁷

Trokar ile ilişkili bazı potansiyel komplikasyonlar mevcuttur. Trokarın yanlış yerleştirilmesi veya aşırı güç uygulanması göz küresinin istenmeyen şekilde delinmesine yol açarak ciddi komplikasyonlara neden olabilir. Kanama, enfeksiyonlar ve retinal yırtıklar trokarlar ile ilgili diğer komplikasyonlardır. Trokar yerleştirme teknikleri arasında doğru yerleştirmeyi yönlendirmek için skleral işaretleyici kullanımı, trokar yerleştirilmeden önce küçük bir insizyon veya iğne ile pilot delik oluşturulması ve trokarın nazik ve kontrollü bir şekilde ilerletilmesi yer alabilir. ¹⁸

Vitrektomide Problar

Endoillüminatörler, göz içi aydınlatma için özel olarak tasarlanmış kesici olmayan problemlerdir. Genellikle endolaser fotokoagülasyon veya endoskopik görselleştirme gibi prosedürlerde kullanılırlar. Endoillüminatörler, cerrahi alanın ayrıntılı olarak görüntülenmesini sağlamak için odaklanmış ve ayarlanabilir ışık yayar. ^{18,19}

Vitreus kesiciler, vitreus dokusunu etkili bir şekilde çıkarmak için tasarlanmış özel bıçaklara sahip kesme problemlerdir. Vitreusu kesmek ve aspire etmek için çeşitli vitrektomi prosedürlerinde kullanılırlar. Vitreus kesiciler, ameliyatın özel ihtiyaçlarına uyacak şekilde farklı ölçülerde ve konfigürasyonlarda mevcuttur. ^{6,20}

Retina problemleri, ameliyat sırasında retinanın hassas manipülasyonu için tasarlanmış kesici olmayan aletlerdir. Retinanın yeniden konumlandırılması, membran soyulması veya göz içi sıvı drenajı gibi görevler için kullanılırlar. Retina problemleri, farklı cerrahi gereksinimleri karşılamak için çeşitli şekil ve boyutlarda mevcuttur. ^{21,22}

Vitrektomi kesici problemleri, işlevlerini yerine getirmek için birlikte çalışan birkaç temel bileşenden oluşur. Kesici bıçak, probun ucunda bulunan küçük, keskin ve titreşimli bir bileşendir. Yüksek frekanslarda (tipik olarak dakikada 5.000 ila 20.000 döngü arasında) salınır ve vitreus, epiretinal membranlar ve fibröz doku gibi oküler dokuların hassas bir şekil-

de kesilmesinden sorumludur. Kesme bıçağına bitişik olarak konumlandırılan aspirasyon portu, kesilen doku ve sıvıların gözden çıkarılmasını kolaylaştırır. Kesme bıçağı kesikler oluşturdukça, aspirasyon portu kesilen materyali aspirasyon ve toplama için probun iç lümenine emer. ^{7,19,23}

Vitrektomi kesici prob teknolojisindeki ilerlemeler, cerrahi hassasiyeti ve verimliliği artıran çeşitli yenilikçi tasarımların özelliklerin geliştirilmesine yol açmıştır. Dual pnömatik kesiciler, kesme ve aspirasyon hızlarının bağımsız olarak kontrol edilmesini sağlayan iki ayrı pnömatik sistem kullanır. Alcon Constellation Hipervit sistemi (Şekil 2) ve Dorec Nexus sistemi (Şekil 3) dual kesici kullanan sistemlerdir ve sırasıyla 20.000 ve 16.000 kesi hızına çıkabilmektedir. Bu, cerrahların doku özelliklerine göre parametreleri ayarlamasına olanak tanıyarak cerrahi kontrolü ve doku çıkarma verimliliğini artırır. ²⁴ Ultrasonik kesiciler, yoğun fibröz dokuları, kalsifikasyonları veya yoğun kataraktları parçalamak ve çıkarmak için emme ile birlikte ultrasonik titreşimleri kullanır. Özellikle zorlu vakalarda kullanışlıdır. ²⁵



Şekil 2: Dual kesici sistem



Şekil 3: Endoillüminatör probu, vitrektomi probu ve trokar.

Görev Döngüleri

Vitrektomi cihazları bağlamında, görev döngüleri cerrahi prosedür sırasında kesme probunun açma-kapama döngülerini ifade eder. Görev döngüsü, probun boşta veya aspire ederek (kapalı) geçirdiği süreye kıyasla keserek (açık) geçirdiği sürenin oranını temsil eder. ^{25,26} Görev döngüsü, vitrektomi ameliyatının verimliliğini ve etkinliğini etkileyen kritik bir parametredir. Kesme ve aspirasyon arasındaki dengeyi belirleyerek doku çıkarma oranını, uygulanan emme miktarını ve genel cerrahi sonuçları etkiler.

Optimum çalışma döngüsü ayarları, çıkarılan vitreus yoğunluğu, istenen cerrahi sonuç ve cerrahın tercihi ve deneyimi dahil olmak üzere çeşitli faktörlere bağlıdır. Çalışma döngüsünün ayarlanması, cerrahın kesme ve aspirasyon aşamalarını her prosedürün özel ihtiyaçlarına uyacak şekilde özelleştirmesine olanak tanır. ¹³

Açık görev döngüleri daha fazla kesme süresi ve daha az boşta kalma süresi içerir (Şekil 4). Etkili bir şekilde aspire edilmesi için daha fazla kesme gerektiren daha yoğun veya fibröz vitröz dokuyu çıkarmak için uygundur. Açık görev döngüleri doku çıkarma verimliliğini artırabilir ve genel cerrahi süresini azaltabilir. ^{13,24}

Kapalı döngüleri daha fazla boşta kalma süresi ve daha az kesme süresi sağlar (Şekil 4). Aşırı kesmenin daha yüksek hasar riski oluşturabileceği hassas veya kırılabilir dokularla çalışırken kullanışlıdır. Kapalı görev döngüleri aspirasyon için daha fazla zaman sunarak dokunun dikkatli bir şekilde çıkarılmasını sağlarken istenmeyen travma riskini en aza indirir. ²⁴

Açık Yanlı Görev Döngüsü



Kapalı Yanlı Görev Döngüsü



Şekil 4: Görev döngüleri, probun boşta veya aspire ederek (kapalı) geçirdiği süre ve keserek (açık) geçirdiği süre ile ilişkilidir.

Sonuç

Trokar, prob ve görev döngüsü seçimi, çeşitli vitreoretinal prosedürlerde çok önemli roller oynar ve cerrahinin başarısına ve etkinliğine katkıda bulunur. Uygun tasarım ve işlevselliğe sahip prob ve optimize edilmiş görev döngüleri, etkili bir vitrektomiye olanak tanır. Doğru trokar yerleştirme teknikleri ve dikkatli alet manipülasyonu komplikasyon riskini azaltır. Görev döngülerinin doku özelliklerine ve cerrahi hedeflere göre ayarlanması, doku travmasını ve potansiyel hasarı en aza indirmeye yardımcı olur. Steril tekniklere bağlılık ve uygun göz içi basıncının korunması vitreoretinal prosedürler sırasında güvenliğe katkıda bulunur.

Vitrektomi cihazı tasarımındaki gelişmeler trokarların, problemlerin ve diğer cerrahi aletlerin entegrasyonunu geliştirmeyi amaçlamaktadır. Aletlerde minyatürleşmenin devam etmesi ve birden fazla işlevin tek bir alete entegre edilmesi, cerrahi iş akışını basitleştirebilir, alet değişimlerini azaltabilir ve verimliliği artırabilir.

Vitrektomi cerrahisine otomasyon ve robotiklerin dahil edilmesi, hassasiyeti artırma cerrahi sonuçları iyileştirme konusunda umut vaat etmektedir. ^{27,28} Cerrahi teknikler daha rafine hale geldikçe, vitrektomi prosedürlerinin özelleştirilmesi ve kişiselleştirilmesi ihtiyacı da artmaktadır. Bu, görev dön-

güsü ayarlarının, trokar yerleşiminin ve prob seçiminin bireysel hasta özelliklerine ve cerrahi hedeflere göre uyarlanmasını içerir. Görüntüleme ve veri analitiği gibi gelişmiş teknolojiler, hastaya özel tedavi planlamasına yardımcı olabilir. ²⁹

Oftalmik cerrahların vitrektomi cerrahisini optimize edebilmeleri için trokarların, problemlerin ve görev döngülerinin karmaşık ayrıntılarını anlamaları çok önemlidir. Trokar ve prob tasarımındaki gelişmeler, verimli görev döngüleri ile birleştğinde vitreoretinal cerrahi alanında devrim yaratmıştır. Cerrahlar, bu bileşenlerin etkileşiminden ve entegrasyonundan yararlanarak cerrahi hassasiyeti artırabilir, komplikasyonları en aza indirebilir ve hasta sonuçlarını iyileştirebilir.

Kaynakça

- Charles S. An engineering approach to vitreoretinal surgery. *Retina*. 2004;24(3):435-444.
- Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, Ohji M, Tano Y. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery. *Ophthalmology*. 2010;117(1):93-102.e102.
- Lakhanpal RR, Humayun MS, de Juan E, Jr., et al. Outcomes of 140 consecutive cases of 25-gauge transconjunctival surgery for posterior segment disease. *Ophthalmology*. 2005;112(5):817-824.
- de Oliveira PR, Berger AR, Chow DR. Vitreoretinal instruments: vitrectomy cutters, endoillumination and wide-angle viewing systems. *Int J Retin Vit*. 2016;2:28.
- Abulon DJ. Vitreous flow rates through dual pneumatic cutters: effects of duty cycle and cut rate. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:253-261.
- Steel DH, Charles S. Vitrectomy fluidics. *Ophthalmologica*. 2011;226 Suppl 1:27-35.
- Çitirik M, Tekin K, Cankurtaran V, Şimşek M. Vitrektomi Cihazı, Parametreleri ve Çalışma Prensipleri. *J Retin Vit*. 2015;23(2):097-105.
- Klufas MA. Trocar/Cannula Roundup. *New Retina MD*. 2016;2:8-15.
- Meyer CH, Kaymak H, Liu Z, Saxena S, Rodrigues EB. Geometry, penetration force, and cutting profile of different 23-gauge trocars systems for pars plana vitrectomy. *Retina*. 2014;34(11):2290-2299.
- Wu P-C, Tiong S, Chuang Y-C, Kuo H-K. Twisting maneuver for sutureless vitrectomy trocar insertion to reduce intraoperative intraocular pressure rise. *Retina*. 2011;31(5):887-892.
- Altıntaş AG, Arifoğlu HB, Köklü ŞG, Sönmez K. Early surgical results of a 23-gauge trocar combined with a one-directional valve system in primary and secondary pars plana vitrectomy. *Türk J Med Sci*. 2014;44(5):896-900.
- Oellers P, Stinnett S, Mruthunjaya P, Hahn P. Small-gauge valved versus nonvalved cannula pars plana vitrectomy for retinal detachment repair. *Retina*. 2016;36(4):744-749.
- Mohamed S, Claes C, Tsang CW. Review of small gauge vitrectomy: progress and innovations. *J Ophthalmol*. 2017;2017.
- Eong K-GA, Fujii GY, de JUAN Jr E, et al. A new three-port cannular system for closed pars plana vitrectomy. *Retina*. 2002;22(1):130-132.
- Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, Ohji M, Tano Y. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery. *Ophthalmology*. 2010;117(1):93-102. e102.
- Oshima Y, Chow DR, Awh CC, Sakaguchi H, Tano Y. Novel mercury vapor illuminator combined with a 27/29-gauge chandelier light fiber for vitreous surgery. *Retina*. 2008;28(1):171-173.
- Williams GA. 27-gauge Twinlight chandelier illumination system for bimanual transconjunctival vitrectomy. *Retina*. 2008;28(3):518-519.
- Khanduja S, Kakkar A, Majumdar S, Vohra R, Garg S. Small gauge vitrectomy: Recent update. *Oman J Ophthalmol*. 2013;6(1):3-11.
- De Oliveira PRC, Berger AR, Chow DR. Vitreoretinal instruments: vitrectomy cutters, endoillumination and wide-angle viewing systems. *Int J Retin Vit*. 2016;2(1):1-15.
- Teixeira A, Chong LP, Matsuoka N, et al. Vitreoretinal traction created by conventional cutters during vitrectomy. *Ophthalmology*. 2010;117(7):1387-1392. e1382.
- Lytvynchuk LM, Sergiienko A, Richard G. Modified curved aspiration cannulas and end-gripping forceps for 25-gauge vitrectomy on highly myopic eyes. *Retina*. 2015;35(12):2660.
- Benitez-Herreros J, Lopez-Guajardo L, Vazquez-Blanco M, Opa-zo-Toro V, Silva-Mato A. Evaluation of mechanical closure resistance of sutureless vitrectomy sclerotomies after conjunctival cauterization with bipolar diathermy forceps. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2016;254:489-495.
- Rizzo S, Barca F, Caporossi T, Mariotti C. Twenty-seven-gauge vitrectomy for various vitreoretinal diseases. *Retina*. 2015;35(6):1273-1278.
- Abulon DJK, Buboltz DC. Performance comparison of high-speed dual-pneumatic vitrectomy cutters during simulated vitrectomy with balanced salt solution. *Transl Vis Sci Technol*. 2015;4(1):6-6.
- Hollister JC, Rodriguez M, Hosseini H, Papour A, Hubschman J-P, Kavehpour HP. Ultrasonic Vitrectomy Performance Assessment Using Micro-Extensional Rheology. *Transl Vis Sci Technol*. 2023;12(2):24-24.
- Dugel PU, Abulon DJ, Dimalanta R. Comparison of attraction capabilities associated with high-speed, dual-pneumatic vitrectomy probes. *Retina*. 2015;35(5):915-920.
- Ebrahimi A, Urias M, Patel N, Gehlbach P, Alambeigi F, Iordachita I. FBG-based Kalman Filtering and Control of Tool Insertion Depth For Safe Robot-assisted Vitrectomy. Paper presented at: 2020 International Symposium on Medical Robotics (ISMR)2020.
- Pandey SK, Sharma V. Robotics and ophthalmology: Are we there yet? *Indian J Ophthalmol*. 2019;67(7):988.
- Tasaki K, Nishimura T, Hida T, Maruo K, Oshika T. Effects of Image Processing Using Honeycomb-Removal and Image-Sharpening Algorithms on Visibility of 27-Gauge Endoscopic Vitrectomy. *J Clin Med*. 2022;11(19):5666.



Prof. Dr. Fatih HOROZOĞLU

Kayseri doğumludur. Ankara Fen Lisesi ve Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun olmuştur. İstanbul Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde Göz Hastalıkları ihtisasını tamamlamıştır. 2011 yılında ABD'de Columbia University Edward Harkness Eye Institute'de Dr.Stanley Chang ile birlikte çalışmıştır. 2012 yılında Fellow of European Board of Ophthalmology (FEBO) ünvanı almıştır. Türk Oftalmoloji Derneği Vitreoretinal Cerrahi Aktif Üyesi olup Retina-Maküla Hastalıkları ve cerrahisi ile ilgili bilimsel çalışmaları mevcuttur. Dr. Fatih Horozoğlu halen Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Göz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda görev yapmaktadır.