

# Yüksek Hızlı Transkonjonktival Vitrektomi Sistemi ile Ameliyat Edilen Olguların İntra-Operatif ve Post-Operatif Erken Dönemde Değerlendirilmesi\*

## Short Term Evaluation of Patients Operated with High-Speed Transconjunctival Vitrectomy System

Defne KALAYCI<sup>1</sup>, Kenan GÜLTEKİN<sup>2</sup>, Necati DURU<sup>2</sup>, Burcu GÜLTEKİN<sup>3</sup>

### ÖZ

**Amaç:** Yüksek hızlı transkonjonktival vitrektomi sisteminin intraoperatif ve erken ameliyat sonrası dönemde değerlendirilmesi.

**Gereç ve Yöntem:** Yüksek hızlı vitrektomi sistemi ile 2010-2011 Haziran döneminde transkonjonktival vitrektomi yapılan ve en az bir hafta izlenen olgulardan kayıtlarına ulaşılabilenler çalışma grubunu oluşturdu. İntraoperatif ve erken ameliyat sonrası komplikasyonlar, sklerotomi sütürasyon sıklığı ve ameliyat sonrası hipotoni geriye dönük olarak değerlendirildi.

**Bulgular:** Olgulardan 96'sına ilk kez vitrektomi ameliyatı yapıldı (grup 1). Yirmi üç olguya daha önce en az bir kez vitrektomi ameliyatı uygulanmıştı (Grup 2). Grup 1'de 80 olguda 23 gauge (g, kanül ölçüsü), 13 olguda 25 g, 3 olguda 23 ve 25 g kombine; grup 2'de 21 olguda 23 g, 2 olguda 25 g sklerotomi girişleri kullanıldı. Tüm olgularda hedeflenen arka segment cerrahisi başarı ile gerçekleştirildi. Grup 1'de 5 olguda cerrahi sırasında mikrokanül çıkması, bir olguda intraoküler lensin vitreusa lukse olması sisteme bağlı oluşan komplikasyonlardı. Cerrahi sonunda sklerotomi sütürü 96 olgunun 33'ünde (%34) gerekti. Silikon tamponad kullanılan gözlerde, veya sıvı tamponad varlığında sklerotomi sütürü oranı daha yüksekti (p=0.0028, p=0.0364). Ameliyat sonrası 1. gün hipotoni 94 olgunun 6'sında (%6 olguda) görüldü. Grup 1'de 23 g ve 25 g karşılaştırıldığında sklerotomi sütürasyonu ve hipotoni oranları farksızdı. Grup 2'de üç olguda cerrahi sırasında mikrokanül çıkması sisteme bağlı oluşan komplikasyondur. Cerrahi sonunda sklerotomi sütürü 23 olgunun 18'inde (%78) gerekti. Ameliyat sonrası 1. gün hipotoni 23 olgunun 4'ünde (%17) görüldü. Gruplar arasında hipotoni oranları arasında fark saptanmadı. Sklerotomi sütürasyonu oranı grup 1'de daha düşüktü (p=0.0003).

**Sonuç:** Yüksek hızlı transkonjonktival vitrektomi sonuçları erken dönemde başarılıdır. Sklerotomi sütürü mükerrer PPV cerrahisinde, silikon ya da sıvı tamponad kullanılmış olgularda daha sık gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek hızlı transkonjonktival vitrektomi, 23 g pars plana vitrektomi, 25 g pars plana vitrektomi.

### ABSTRACT

**Purpose:** To evaluate the high-speed vitrectomy system intraoperatively and in the early postoperative period.

**Materials and Methods:** The study group comprised of consecutive patients who underwent transconjunctival high-speed pars plana vitrectomy during the period June 2010-2011, were followed-up for at least 1 week post-operatively and whose records were available. The intra-operative and early post-operative complications, sclerotomy suture and hypotony rate were evaluated retrospectively.

**Results:** Ninety six patients had vitrectomy surgery for the first time (group 1). Twenty three of them had undergone vitrectomy surgery at least once previously (group 2). In group 1, surgery was performed by 23 gauge (g) in 80, 25 g in 13 and combined 23 and 25 g in 3 cases; in group 2 by 23 g in 21 and 25 g in 2 cases. Intended posterior segment surgery was accomplished in all cases. Microcannula displacement in 5 cases and intraocular lens dislocation into the vitreous in a case in group 1 were complications associated with the vitrectomy system. In group 1, 33 of 96 cases (34%) required sclerotomy sutures at the end of surgery. Sclerotomy suture rate was higher in eyes with silicone or fluid tamponade (p=0.0028, p=0.0364). Post-operative first day hypotony was seen in 6 of 94 cases (6%). In group 1 the rate of hypotony and requirement of sclerotomy sutures were not different between 23 and 25 g surgery. In group 2, microcannula displacement in 3 cases during surgery were intraoperative complications associated with the vitrectomy system. Eighteen of 23 cases (78%) required sclerotomy sutures at the end of surgery. Post-operative first day hypotony was seen in 4 of 23 cases (17%). Sclerotomy suture rate was significantly lower in group 1 (p=0.0003).

**Conclusion:** Short term high speed transconjunctival vitrectomy outcomes are encouraging. Sclerotomy suture requirement is higher in recurrent PPV surgery and in patients with silicone or fluid tamponade.

**Key Words:** High-speed transconjunctival vitrectomy, 23 g pars plana vitrectomy, 25 g pars plana vitrectomy.

\*Bu makale kısmen 2011 TOD Ulusal Oftalmoloji Kongresi, Girne'de sunulmuştur.

- 1- M.D. Associate Professor, Numune Training and Research Hospital, Eye Clinic, Ankara/TURKEY  
KALAYCI D., defnekalayci@hotmail.com
- 2- M.D. Asistant, Numune Training and Research Hospital, Eye Clinic, Ankara/TURKEY  
GÜLTEKİN K., dr\_kenan58@hotmail.com  
DURU N., necatiduru@yahoo.com
- 3- M.D., Numune Training and Research Hospital, Eye Clinic, Ankara/TURKEY  
GÜLTEKİN B., b\_polat82@yahoo.com

Geliş Tarihi - Received: 19.04.2012  
Kabul Tarihi - Accepted: 12.11.2012  
Ret-Vit 2013;21:33-37

Yazışma Adresi / Correspondence Adress: M.D. Associate Professor,  
Defne KALAYCI  
Numune Training and Research Hospital, Eye Clinic, Ankara/TURKEY

Phone: +90 312 241 47 16  
E-Mail: defnekalayci@hotmail.com

## GİRİŞ

Günümüzde mikroinsizyon vitrektomi teknolojisindeki ilerlemelerle, 23 ve 25 g kesicilerin ve endoilluminatörlerin etkinliği artırılmış ve yeni geliştirilen çeşitli mikrocerrahi araçları kullanıma girmiştir.<sup>1-6</sup> Vitrektomide kesici hızının dakikada 5000 kesiye kadar artırılmasıyla daha etkin ve aynı zamanda daha güvenli vitrektomi yapılabilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada yeni geliştirilen yüksek hızlı ve intraoküler basınç kontrollü transkonjonktival vitrektomi sistemi ile ameliyat edilen olguların intraoperatif ve ameliyat sonrası erken dönemde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, transkonjonktival 23 g, 25 g veya 23 ve 25 g kombine transkonjonktival sklerotomi girişleri ile yüksek hızlı vitrektomi yapılan olgular geriye dönük olarak değerlendirildi. Vitrektomi cerrahisinde dakikada 5000 kesi yapabilen ve intraoküler basıncı ayarlayabilme özelliğine sahip Alcon Constellation (Alcon Laboratories Inc, Fort Worth, Texas, USA) sistemi kullanıldı. Çalışmaya kliniğimizde Haziran 2010-Haziran 2011 tarihleri arasında bu cihazla opere edilen ardışık olgulardan cerrahi sonrası ilk bir hafta içindeki izlem bulgularına ulaşılabilenler dahil edildi. Olgular intraoperatif ve erken ameliyat sonrası komplikasyonlar, sklerotomi sütürasyon sıklığı ve postoperatif hipotoni açısından geriye dönük olarak değerlendirildi.

## BULGULAR

Çalışmaya alınma kriterlerine uyan 119 olgu saptandı. Olgular daha önce pars plana vitrektomi (PPV) cerrahisi yapılmış ya da yapılmamış olmalarına göre iki gruba ayrıldı ve değerlendirildi.

**Tablo 1:** Pars plana vitrektomi olgularında tanı.

	Birincil PPV	Mükerrer PPV
PDR-TRD±VH	%15 (14)	%4 (1)
PDR-VH	%26 (25)	%9 (2)
RRD	%16 (15)	-
PVR-RD	%6 (6)	%44 (10)
Makula deliği	%9 (9)	%4 (1)
PEM	%7 (7)	%9 (2)
Diğer	%21 (20)	%30 (7)
Toplam	96	23

PDR: Proliferatif Diyabetik Retinopati, TRD: Traksiyonel Retina Dekolmanı, VH: Vitreus Hemorajisi, RRD: Regmatojen Retina Dekolmanı, PVR: Proliferatif Vitreoretinopati, RD: Retina Dekolmanı, PEM: Premaküler Epiretinal Membran.

Birinci grubu ilk kez PPV uygulanan olgular oluşturdu. Diğer grup daha önce en az 1 kez PPV yapılmış olgulardan oluştu. İlk kez PPV uygulanan birinci grupta 96 göz, mükerrer olarak PPV cerrahisi yapılan ikinci grupta 23 göz vardı. Birinci grupta PPV gerektiren en sık patoloji diyabetik retinopatinin komplikasyonlarıydı. Grup 2'de en sık neden regmatojen retina dekolmanı ve proliferatif vitreoretinopati idi (Tablo 1).

Birinci grupta ortalama yaş 58.5 (1.5-84), ikinci grupta ortalama yaş 45.6±15.0 (16-71) yılı. Birinci gruptaki 96 olgunun 47'si (%49) kadın, 49' u (%51) erkek, 2. gruptaki 23 olgunun 14'ü (%61) kadın, 9' u (%39) erkekti. Birinci grupta 96 olgunun 80'inde (%83) 23 g, 13 (%14) olguda 25 g, 3 (%3) olguda ise 23 ve 25 g sklerotomi girişleri birlikte uygulandı. İkinci grupta 23 olgunun 21'inde (%91) 23 g, 2 olguda (%9) 25 g sklerotomi girişleri uygulandı. Birinci ve 2. grupta sırasıyla 14 (%15) ve 1 (%4) olguda fakoemülsifikasyon ile lensektomi ve PPV cerrahisi kombine olarak uygulandı. Skleral çökertme 1. grupta 3 (%3) olguda, 2. grupta 2 (%9) olguda uygulandı.

Tüm sklerotomi girişlerinde Alcon tek basamaklı trokar-mikrokanül sistemi kullanıldı. Daha önce vitrektomi yapılmamış olgularda kor vitrektomi yapıldı, tüm olgularda skleral depresyon yapıldı, periferik vitreus ve vitre bazı alındı. Ameliyat sonunda mikrokanüller çıkarıldı ve pamuk uçlu aplikatör ve pensetle konjonktiva üzerinden yara yerine bası uygulandıktan sonra sklerotomilerin sızdırması kontrol edildi, sızdıran sklerotomilere tekrar bası uygulanarak sklerotomi girişi kapatıldı, sızdırması devam eden sklerotomi girişleri transkonjonktival olarak konjonktiva üzerinden, kesi yeri bulunamayan bazı olgularda ise sklerotomi konjonktiva açıldıktan sonra sütüre edildi. Grup 1'de endotamponad olarak en sık C3F8 gazı (%45), grup 2'de ise en sık silikon (%44) kullanıldı. Kullanılan endotamponad cinsi ve sıklığı tablo 2'de gösterilmektedir. Cerrahi sırasında etkili vitrektomi ve preretinal membran manipülasyonu sağlandı. Tüm olgularda hedeflenen arka segment cerrahisi intra-operatif olarak başarı ile tamamlandı. En sık görülen intraoperatif komplikasyon mikrokanülün yerinden çıkmasıydı (Tablo 3).

**Tablo 2:** Endotamponad cinsi ve dağılımı.

	Birincil PPV	Mükerrer PPV
Toplam	96	23
Silikon	20 (%21)	10 (%44)
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	43 (%45)	3 (%13)
Hava	18 (%19)	2 (%9)
Sıvı	15 (%16)	8 (%35)

**Tablo 3:** Komplikasyonlar ve sklerotomi suture oranı.

	Birincil PPV	Mükerrer PPV
Toplam	96	23
İntra-op mikro-kanülünün yerinden çıkması	5 (%5)	3 (%13)
Vitreusa İOL dislokasyonu	1 (%1)	-
Lens hasarı	1 (%1)	-
Sklerotomi suture	33 (%34)	18 (%78)
Postop 1. gün hipotoni	6 (%6)	4 (%17)
Postop inflamasyon	34 (%35)	10 (%44)

Bu komplikasyon, grup 1'de 5 olguda (%5), grup 2'de 3 olguda (%13) görüldü. Görülen en ciddi komplikasyon intraoküler lensin vitreus kavitesine dislokasyonuydu. Bu ağır proliferatif diyabetik retinopatili bir olguydu. Aynı seansta komplikasyonsuz bir fakoe-mülsifikasyon ve intraoküler lens cerrahisinden sonra PPV yapıldı. Preretinal membran manipülasyonu sırasında hemoraji olduğundan vitrektomi sırasında göz içi basıncı (GİB) aralıklı ve geçici olarak artırıldı. Hedeflenen GİB değeri artırıldığında intraoküler lensin vitreusa disloke olduğu görüldü. Sebebi araştırıldığında, infüzyon kanülü açıklığının yer değiştirerek iris arkasına temas ettiği ve infüzyon sıvısının ön kamaraya yönlendirilerek intraoküler lensin disloke olmasına yol açtığı görüldü. Lens hasarı grup 1'de bir olguda izlendi.

**Tablo 4:** Sklerotomi suture için risk faktörleri.

Toplam	33/96 (%34)	p
Sklerotomi		
23 g	29/80 (%36)	p>0.05
25 g	3/13 (%23)	
Silikon		
var	13/20 (%65)	p=0.0028
yok	20/76 (%26)	
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> -Hava		
var	11/61 (%18)	p<0.0001
yok	22/35 (%63)	
Sıvı tamponad		
var	9/15 (%60)	p=0.0364
yok	24/81 (%30)	
PPV		
Birincil PPV	33/96 (%34)	p=0.0003
Mükerrer PPV	18/23 (%78)	

Sklerotomi suture grup 1'de 96 olgunun 33'ünde (%34), grup 2'de ise 23 olgunun 18'inde (%78) gerekti. Ameliyat sonrası 1. günde hipotoni grup 1'de 96 olgunun 6'sında (%6), grup 2'de 23 olgunun 4'ünde (%17) saptandı. Ameliyat sonrası düşük dereceli inflamasyon grup 1'de 96 olgunun 34'ünde (%35), grup 2'de ise 23 olgunun 10'unda (%43) görüldü. Sklerotomi suture oranı mükerrer PPV yapılan grupta (grup 2) istatistiksel anlamlı daha yüksek bulundu. Hipotoni ve diğer komplikasyon oranları gruplar arasında istatistiksel olarak farklı bulunmadı. Sklerotomi suture gerektiren olguların oranları sklerotomi ölçüsü, kullanılan göz içi tamponad türü ve vitrektominin ilk ya da mükerrer olmasına göre karşılaştırıldı (Tablo 4). Sklerotomi ölçüsü ve kullanılan göz içi tamponada göre karşılaştırma grup 1'deki olgularla yapıldı. 23 g veya 25 g sklerotomide suture gereksinimi farklı bulunmadı (p>0.05). Silikon tamponad kullanılan gözlerde %65, silikon olmayan gözlerde %26 oranında sklerotomi suture gerekti. Bu fark istatistiksel anlamlı bulundu (p=0.0028). Hava ya da C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> gazı tamponadı kullanılan olgularda diğerlerine göre sklerotomi suture gereksinimi istatistiksel anlamlı olarak daha düşük bulundu (p<0.0001). Sıvı tamponad varlığında sklerotomi suture oranı istatistiksel anlamlı olarak daha yüksek bulundu (p=0.0364). İlk kez PPV geçirmiş olanlara göre istatistiksel anlamlı olarak daha az bulundu (p=0.0003). Hipotoni görülme oranı sklerotomi ölçüsü, göz içi tamponad türü, sklerotomi suture varlığı veya PPV'nin ilk ya da mükerrer olmasına göre farklı bulunmadı (Tablo 5).

**Tablo 5:** Ameliyat sonrası 1. gün hipotoni oranı.

Toplam	6/94 (%6)	p
Sklerotomi		
23 g	5/78 (%6)	p>0.05
25 g	1/13 (%8)	
Silikon		
var	1/20 (%5)	p>0.05
yok	5/74 (%7)	
C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> -Hava		
var	4/61 (%7)	p>0.05
yok	2/33 (%6)	
Sıvı tamponad		
var	1/13 (%8)	p>0.05
yok	5/81 (%6)	
PPV		
Birincil PPV	6/94 (%6)	p>0.05
Mükerrer PPV	4/23 (%17)	
Sklerotomi suture		
var	2/31 (%7)	p>0.05
yok	4/63 (%6)	

## TARTIŞMA

Pars plana vitrektomide kullanılan sklerotomi boyutlarında küçülmeyle birlikte daha küçük çaplı vitreus kesicilerin ve kanüllü sklerotomilerin kullanıma girmesi ile sklerotomilerin daha az doku travması ile oluşturulması sonucu ameliyat sonrası dönemde daha çabuk rehabilitasyon sağlanmaktadır.<sup>7</sup> Bunun yanında küçük çaplı vitreus kesiciler daha güvenli vitrektomi ile retinaya daha yakın çalışabilme potansiyeli de taşımaktadır. Ancak bu olumlu özelliklerin yanında kesicinin çapında küçülme, probun içindeki akım ve emme hızında azalma dolayısı ile vitrektomi süresinde uzama gibi bir dezavantajı da birlikte getirmiştir.<sup>8-13</sup>

Kesme hızının dakikada 5000'e çıkarıldığı Alcon Constellation (Alcon Laboratories Inc, Fort Worth, Texas, USA) sisteminde bu dezavantajın giderilmesi hedeflenmiştir. Diğer bir yenilik ise GİB'nin şişe yüksekliği ile yer çekimine göre ayarlanması yerine doğrudan doğruya göz içindeki basıncın algılanarak cerrahi sırasında hedeflenen GİB'nin sağlanabilmesidir. Bu özelliğin de vitrektomideki basıncın cerrah tarafından daha etkili kontrolünü sağlayarak daha güvenli bir cerrahi sağlayacağı düşünülebilir. Öte yandan, olgu serimizde görülen en ciddi komplikasyon olan GİB yükseltildiğinde sıvının yanlışlıkla ön kamaraya yönelmesi sonucu intraoküler lensin dislokasyonu, basınç ayarlı bu sistemde infüzyon ucunun yer değiştirmesinin önemli komplikasyonlara sebep olabileceğini düşündürmektedir. Bu sistemde GİB infüzyon kanülü içinden direkt olarak algılanıp değiştirilebildiği için, GİB hızla istenen basınç değerine ulaşabilmektedir. Oysa şişe yüksekliği ile GİB ayarlandığında, GİB tahmini bir düzeye çıkmakta ve şişe yükseltildiğinde GİB bu yeni sistemde olduğu kadar hızlı değişmemektedir.

Basınç kontrollü sistemde basınç değişikliği pedala dokunulduğu anda gerçekleştiğinden; bu vakada GİB düşüp yükselirken oluşan ani basınç değişikliği sırasında infüzyon kanülünün ucunun ön kamaraya doğru yönelip GİB'nin öncelikle ön kamarada yükselerek kapsül ve İOL'in disloke olmasına sebep olduğu düşünüldü. Bu komplikasyon dışında sklerotomilere bağlı yırtık, retina dekolmanı, suprakoroidal efüzyon, endoftalmi gibi sisteme bağlı oluşan majör komplikasyonlar görülmedi.

Transkonjonktival 23 g vitrektomi ilk olarak Eckardt<sup>14</sup> tarafından 2 basamaklı sklerotomi yöntemiyle tanıtıldığında, hiç sütür gerektirmediği ve hiç hipotoni görülmediği bildirilmişti. Bunun ardından yaygın olarak iki ya da tek basamaklı sklerotomi yapılarak kullanılmaya başlanan bu yöntemle cerrahi sırasında %30'lara varan sütür kullanımı ve %20'lere varan sıklıkta hipotoni bildirilmiştir.<sup>15-21</sup>

Çalışmamızdaki olgularda daha önce geçirilmiş vitrektominin ve silikon veya sıvı tamponadın sklerotomi sütürü gereksinimini artırdığı görüldü.

Bir başka çalışmada ise vitre bazının alınması, 50 yaşın altında olgu yaşı ve daha önce geçirilmiş vitrektomi cerrahisinin sklerotomi sütürü gereksinimini artırdığı rapor edilmiştir.<sup>17</sup> Serimizdeki olgularda (ilk kez vitrektomi yapılan grup) 360 derece periferik vitrektomi yapıldığından ve vakaların %21'inde silikon tamponad kullanıldığından sütür gereksiniminin diğer bazı çalışmalara göre daha yüksek olduğu düşünüldü. Transkonjonktival 23 ve 25 g sistemlerinde sütür gereksinimi açısından fark bulunmamasının, 25 g ile opere edilen olgu sayısının az olmasından kaynaklanabileceği düşünüldü.

Rizzo ve ark.,<sup>22</sup> yüksek kesme hızına sahip vitrektomi sistemi ile konvansiyonel kesici sistemini karşılaştırdıkları çalışmada vitrektomi süresinin yüksek hızlı sistemde daha kısa olduğu ve arka vitre dekolmanı oluşturabilirlik oranları arasında fark görülmediği bildirilmiştir.

Çalışmamız geriye dönük olduğundan ve kayıtlarda vitrektomi süresine ilişkin veri bulunmadığından konvansiyonel kesici sistemle benzer bir karşılaştırma yapılamadı. Ancak hedeflenen arka segment cerrahileri başarı ile gerçekleştirildiğinden, cerrahi sırasında etkili vitrektomi ve preretinal membran manipülasyonu sağlandığından ve 1 olgu dışında majör komplikasyon görülmediğinden yüksek hızlı ve intraoküler basınç ayarlı vitrektomi sisteminin erken dönemde başarılı olduğu sonucuna varıldı.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Ibarra MS, Hermel M, Prenner JL, et al. Longer-term outcomes of transconjunctival sutureless 25 gauge vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2005;139:831-6.
2. Fujii GY, De Juan E Jr, Humayun MS, et al. Initial experience using the transconjunctival sutureless vitrectomy system for vitreoretinal surgery. *Ophthalmology* 2002;109:1814-20.
3. 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;112:817-24.
4. Gupta OP, Ho AC, Kaiser PK, et al. Short-term outcomes of 23 gauge pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2008;146:193-7.
5. Demirçelik G, Uçgun Nİ, Önen M, ve ark. Vitreomaküler traksiyon sendromunda pars plana vitrektomi sonuçlarımız. *Ret-Vit* 2011;19:175-9.
6. Kağnıcı KB, Özdek Ş, Özdoğan S, ve ark. İleri proliferatif diyabetik retinopatide vitreoretinal cerrahi sonrası görsel ve anatomik başarı sonuçlarımız. *Ret-Vit* 2006;14:251-6.
7. Hubschman JP. Comparison of different vitrectomy systems. *J Fr Ophthalmol* 2005;28:606-9.
8. Fang SY, DeBoer CM, Humayun MS. Performance analysis of new generation vitreous cutters. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008;246:61-7.

9. Oshima Y, Ohji M, Tano Y. Surgical outcomes of 25 gauge transconjunctival vitrectomy combined with cataract surgery for vitreoretinal diseases. *Ann Acad Med Singapore* 2006;35:175-80.
10. Charles S. An engineering approach to vitreoretinal surgery. *Retina* 2004;24:435-44.
11. Hubschman JP, Gupta A, Bourla DH, et al. 20, 23, and 25 gauge vitreous cutter performance and characteristics evaluation. *Retina* 2008;28:249-57.
12. Magalhaes O Jr, Chong L, Deboer C, et al. Vitreous dynamics: vitreous flow analysis in 20, 23, and 25 gauge cutters. *Retina* 2008;28:236-41.
13. Sato T, Kusaka S, Oshima Y, et al. Analyses of cutting and aspirating properties of vitreous cutters with high-speed camera. *Retina* 2008;28:749-54.
14. Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23 gauge vitrectomy. *Retina* 2005;25:208-11.
15. Lott MN, Manning MH, Singh J et al. 23 gauge vitrectomy in 100 eyes: short-term visual outcomes and complications. *Retina* 2008;28:1193-200.
16. Fine HF, Iranmanesh R, Iturralde D, et al. Outcomes of 77 consecutive cases of 23 gauge transconjunctival vitrectomy surgery for posterior segment disease. *Ophthalmology* 2007;114:1197-200.
17. Woo SJ, Park KH, Hwang JM, et al. Risk factors associated with sclerotomy leakage and postoperative hypotony after 23 gauge transconjunctival sutureless vitrectomy. *Retina* 2009;29:456-63.
18. Parolini B, Prigione G, Romanelli F, et al. Postoperative complications and intraocular pressure in 943 consecutive cases of 23 gauge transconjunctival pars plana vitrectomy with 1-year follow-up. *Retina* 2010;30:107-11.
19. Wimpissinger B, Kellner L, Brannath W et al. 23 gauge versus 20 gauge system for pars plana vitrectomy: a prospective randomised clinical trial. *Br J Ophthalmol* 2008;92:1483-7.
20. Gupta OP, Ho AC, Kaiser PK, et al. Short-term outcomes of 23 gauge pars plana vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2008;146:193-7.
21. Chieh JJ, Rogers AH, Wiegand TW, et al. Short-term safety of 23 gauge single-step transconjunctival vitrectomy surgery. *Retina* 2009;29:1486-90.
22. Rizzo S, Genovesi-Ebert F, Belting C. Comparative study between a standard 25 gauge vitrectomy system and a new ultrahigh-speed 25 gauge system with duty cycle control in the treatment of various vitreoretinal diseases. *Retina* 2011;31:2007-13.