



# ARCHIVOS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OFTALMOLOGÍA

[www.elsevier.es/oftalmologia](http://www.elsevier.es/oftalmologia)



## Artículo original

# Efecto del cerclaje escleral en la cirugía vítreo-retiniana sobre la morfología y biomecánica de la córnea

E. Ruiz-De-Gopegui\*, F.J. Ascaso, M.A. Del Buey y J.A. Cristóbal

Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, Zaragoza, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 28 de noviembre de 2010

Aceptado el 25 de mayo de 2011

On-line el 9 de septiembre de 2011

### Palabras clave:

Biomecánica corneal

Vitrectomía

Cerclaje escleral

Histéresis corneal

## R E S U M E N

**Objetivo:** Valorar los efectos del cerclaje escleral en cirugía vítreo-retiniana, sobre la biomecánica y morfología del segmento anterior.

**Métodos:** Estudio prospectivo: 15 ojos con desprendimiento de retina (DR), sometidos a vitrectomía pars plana (VPP) más implante de cerclaje escleral (grupo 1), y 12 ojos con hemorragia vítrea sometidos a VPP aislada (grupo 2). Se compararon pre y postoperatoriamente las propiedades biomecánicas corneales, mediante Ocular Response Analyzer (ORA): histéresis corneal (CH) y factor de resistencia corneal (CRF), además de presión intraocular Goldmann (PIOg) y presión intraocular compensada (PIOcc). Se investigó su relación con 4 parámetros morfológicos obtenidos con Orbscan IIz: potencia media de K (Mean power), desviación estándar (DE), mínimo espesor corneal (Thinnest) y profundidad de cámara anterior (ACD). **Resultados:** CH descendió de 10,2 $\pm$ 1,7 mmHg a 7,6 $\pm$ 1,1 en el grupo 1 ( $p=0,003$ ), pero no en el grupo 2 (9,8 $\pm$ 3,2 vs 9,6 $\pm$ 2,7,  $p=0,465$ ). No hubo cambios en el CRF tras la cirugía. PIOg y PIOcc aumentaron significativamente en el grupo 1 ( $p=0,019$  y  $p=0,010$  respectivamente), pero no en el grupo 2 ( $p=0,715$  y  $p=0,273$ ). No hubo cambios significativos en los parámetros topográficos en ambos grupos ( $p>0,05$ ). Test de Wilcoxon.

**Conclusiones:** El cerclaje escleral en la cirugía del DR no modifica significativamente la morfología del segmento anterior, luego la miopización generada se debería exclusivamente a la elongación axial del segmento posterior. La biomecánica corneal sí se altera, disminuyendo la CH. Se aporta un argumento más a favor de la VPP aislada en estas cirugías, que supondría una técnica menos agresiva quirúrgicamente.

© 2010 Sociedad Española de Oftalmología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

## Effects of encircling scleral buckling on the morphology and biomechanical properties of the cornea

## A B S T R A C T

**Objective:** To investigate the effects of encircling scleral buckle (SB) on corneal biomechanical properties of the cornea and its morphological parameters.

### Keywords:

Corneal biomechanics

vitrectomy

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [erikazgz@hotmail.com](mailto:erikazgz@hotmail.com) (E. Ruiz-De-Gopegui).

scleral buckling  
corneal hysteresis

**Methods:** We prospectively examined twelve eyes diagnosed with vitreous haemorrhage undergoing pars plana vitrectomy (PPV), and fifteen eyes undergoing combined PPV and scleral buckle (PPV/SB) for repair of rhegmatogenous retinal detachment (RRD). Corneal biomechanical properties, including corneal hysteresis (CH) and corneal resistance factor (CRF), were measured with an Ocular Response Analyser (ORA) before and 1-month postoperatively. The ORA also determined the values of intraocular pressure (IOPg) and corneal compensated IOP (IOPcc). Finally, four morphological parameters of the cornea were measured with the Orbscan II topographer (Orbtek, Inc.): mean corneal power, thinnest corneal point ( $\mu\text{m}$ ), and anterior chamber depth (ACD).

**Results:** CH decreased significantly from  $10.2 \pm 1.7$  mmHg to  $7.6 \pm 1.1$  mmHg after PPV/SB ( $p = 0.003$ ), but not after PPV alone ( $9.8 \pm 3.2$  mmHg vs  $11.6 \pm 2.7$  mmHg,  $P = .465$ ). CRF did not change significantly after surgery in both groups. IOPg and IOPcc increased significantly in the PPV/SB group ( $P = .019$  and  $P = .010$ , respectively) but not in PPV group ( $P = .715$  and  $P = .273$ , respectively). Unlike the PPV group, values were significantly higher than IOPg values before ( $P = .001$ ) and after surgery ( $P = .003$ ) in the PPV/SB group IOPcc. Neither the PPV/SB group nor the PPV group showed any significant changes in the corneal morphological parameters after surgery ( $P > .05$ ).

**Conclusions:** SB surgery leads to a change in the corneal biomechanical properties without altering corneal morphological parameters. It may cause an underestimation error in IOP measurement. PPV may be a less invasive surgical approach for the repair of noncomplex RRD than PPV/SB.

© 2010 Sociedad Española de Oftalmología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

En la actualidad no existe consenso entre los cirujanos de vítreo-retina sobre el manejo óptimo de la cirugía del desprendimiento de retina regmatógeno (DRR)<sup>1</sup>.

El manejo quirúrgico de estos DRR ha evolucionado muchísimo en las últimas tres décadas<sup>2,3</sup>. La vitrectomía primaria via pars plana (VPP) está ganando popularidad en el tratamiento de muchas categorías de estos desprendimientos<sup>3,4</sup>. Ofrece ventajas potenciales sobre la cirugía convencional con implante de cerclaje escleral circunferencial de  $360^\circ$  en casos de desprendimientos no complicados<sup>5</sup>, incluyendo un menor tiempo quirúrgico, diagnóstico preciso de pequeños desgarros, tasa de reaplicaciones similar con una cirugía sencilla, y menor número de complicaciones asociadas al uso del cerclaje escleral, incluyendo: exposición, cambio refractivo secundario a elongamiento axial del ojo, diplopía, hemorragia coroidea, disminución del flujo sanguíneo en retina, coroides e incluso nervio óptico, y riesgo de isquemia de segmento anterior<sup>6-15</sup>.

El propósito de este estudio es investigar los efectos del cerclaje escleral en las propiedades biomecánicas de la córnea y en su morfología, así como los cambios en las medidas de presión intraocular en relación con la histéresis corneal.

## Sujetos, material y métodos

Se seleccionaron 15 ojos de 15 pacientes (8 hombres y 7 mujeres), en el Servicio de Oftalmología del Hospital Clínico «Lozano Blesa» de Zaragoza, a los que se les practicó cirugía combinada de vitrectomía con cerclaje escleral (VPP/CE) por sufrir desprendimiento de retina regmatógeno no complicado. La edad media de los pacientes era de  $61.5 \pm 16.8$  años (rango 23-80). Se colocó un cerclaje escleral de silicona Mira

n.º 240 (Mira, Inc, Waltham, MA, EE.UU.), en todos los pacientes. El cerclaje fue suturado a esclera fijándose en los cuatro cuadrantes en situación 13 posterior al limbo, retromuscular, con una sutura monofilamento de nylon 5-0 (Ethilon). Se colocó además una hebilla Mira n.º 270 en cuadrante temporal inferior para fijar el cerclaje, con una presión moderada. Después, se llevó a cabo una vitrecomía 20 gauge 3 vías según técnica estándar, con intercambio fluido-perfluorocarbono, tratamiento con láser endocular, seguido de un intercambio fluido-gas con hexafluoruro de azufre al 29% (SF6).

Como grupo control, se analizaron 12 ojos de 12 pacientes (6 hombres y 6 mujeres) diagnosticados de hemorragia vítrea, a los que se practicó una vitrectomía 20 gauge tres vías según técnica estándar (VPP). La edad media de los pacientes fue de  $64.0 \pm 1.8$  años (rango 36-83). El análisis estadístico no reveló diferencias significativas en las edades medias de ambos grupos. ( $p = 0.755$ , test de la U de Mann-Whitney).

Las cirugías fueron llevadas a cabo entre marzo y agosto de 2009 por el mismo cirujano, uno de los autores (FJA). Todos los pacientes presentaban córneas normales en su estudio inicial, basándonos en historia y examen clínico. Los sujetos con errores refractivos tales como miopía  $> 2$  dioptrías, hipermetropía  $> 1$  dioptría o astigmatismo  $> 1$  dioptría fueron excluidos del estudio, así como todos aquellos con cirugías oculares previas, glaucoma, infección ocular, enfermedad oftalmológica aguda o crónica, portadores de lentes de contacto o aquellos en tratamiento con cualquier medicación tópica ocular.

Se utilizó el Ocular Response Analyzer (ORA; Reichert Ophthalmic Instruments, Buffalo, NY, EE.UU.), para medir la histéresis corneal (CH) y el factor de resistencia corneal (CRF), preoperatoriamente y un mes pos-cirugía, mediante el uso de un sistema dinámico bidireccional patentado de aplanación<sup>16</sup>. Un pulso de aire aplica una tensión sobre la córnea, produciendo una deformación que es captada por un

sistema electroóptico. El pulso de aire induce una deformación hacia dentro y después hacia fuera al recuperar la córnea su forma original, proporcionando dos medidas de aplanación. La histéresis corneal es el resultado de la diferencia de estas 2 mediciones durante el proceso de aplanación. El ORA también determina 2 valores de presión intraocular, la PIOg, equivalente a la tonometría de aplanación Goldmann, y la PIOcc, presión intraocular compensada por las propiedades biomecánicas de la córnea.

Utilizamos el topógrafo Orbscan Ilz (Orbtek, Inc. Bausch & Lomb, Rochester, NY, EE.UU.), para estudiar la morfología corneal, examinando 4 parámetros: la potencia media en la zona óptica de 3 mm (Mean K, en dioptrías), su desviación estándar (DS, en dioptrías), el punto de mínimo espesor topográfico (Thinnest, en  $\mu\text{m}$ ) y la profundidad de cámara anterior (ACD, en mm).

El estudio y la recopilación de datos fueron llevados a cabo con la aprobación del comité ético local, y se obtuvo consentimiento informado de todos los pacientes participantes.

### Análisis estadístico de datos

Los datos se catalogaron como media  $\pm$  desviación estándar. Para el análisis de la variable edad y su comparación entre grupos se utilizó el test de la U de Mann-Whitney para no paramétricos. Para la comparación de los valores pre y postoperatorios en cada grupo se utilizó el test de Wilcoxon para muestras independientes. Se consideró una significación estadística de  $p < 0,05$ . El análisis de datos se realizó mediante el programa SPSS versión 13.0 (SPSS, Inc, Chicago, Illinois, EE.UU.).

### Resultados

Las características demográficas de ambos grupos se resumen en la [tabla 1](#).

**Tabla 1 – Características demográficas en los grupos de VPP y VPP/CE**

	N	Sexo (H/M)	Edad (años)
VPP	15	8/7	61,5 $\pm$ 16,8(23-80)
VPP/CE	12	6/6	64,0 $\pm$ 1,8(36-83)
P			0,755

La [tabla 2](#) muestra como la media de la CH descendió significativamente de 10,2  $\pm$  1,7 mmHg a 7,6  $\pm$  1,1 mmHg tras VPP/CE ( $p=0,003$ , test de Wilcoxon), pero no después de la VPP aislada (9,8  $\pm$  3,2 mmHg vs 11,6  $\pm$  2,7 mmHg,  $p=0,465$ , test de Wilcoxon). El CRF no se modificó significativamente tras la cirugía en ninguno de los dos grupos. La PIOg y PIOcc aumentaron significativamente en el grupo de VPP/CE ( $p=0,019$  y  $p=0,010$ , respectivamente), pero no en el grupo de VPP aislada ( $p=0,715$  y  $p=0,273$  respectivamente). En el grupo de VPP/CE, al contrario que en el otro grupo, los valores de PIOcc fueron significativamente mayores antes ( $p=0,01$ ) y después de la cirugía ( $p=0,003$ ).

La [tabla 3](#) muestra los parámetros de morfología corneal medidos antes y después de la cirugía en ambos grupos. Ni el grupo de VPP/CE ni el VPP aislada mostraron cambio significativo en esos parámetros después de la cirugía ( $p>0,05$ ).

### Discusión

Los factores biofísicos que contribuyen a la rigidez y elasticidad de la córnea in vivo, que mantienen su forma, no están de momento bien estudiados. La histéresis, parámetro que caracteriza el estado biomecánico de la córnea, es el resultado de la resistencia ocular debido el efecto combinado del espesor corneal, la rigidez ocular y las propiedades biomecánicas<sup>16</sup>. Determinadas alteraciones corneales como la distrofia corneal de Fuchs<sup>17</sup>, el queratocono<sup>18</sup>, el LASIK<sup>19</sup>, la miopía elevada<sup>20,21</sup> y el glaucoma<sup>22-24</sup> pueden inducir cambios en la biomecánica corneal con disminución de la histéresis.

**Tabla 2 – Histéresis corneal y presión intraocular en los grupos VPP y VPP/CE antes y después de la cirugía**

	CH (mmHg) Pre Post	CRF (mmHg) Pre Post	PIOg (mmHg) Pre Post	PIOcc (mmHg) Pre Post
VPP (N: 15)	9,7 $\pm$ 3,2 11,6 $\pm$ 2,7 $P=0,465$	10,4 $\pm$ 4,3 11,3 $\pm$ 3,5 $P=0,715$	17,1 $\pm$ 8,3 14,3 $\pm$ 4,2 $P=0,715$	17,6 $\pm$ 7,1 14,5 $\pm$ 2,7 $P=0,275$
VPP/CE (N:12)	10,2 $\pm$ 1,7 7,6 $\pm$ 1 $P=0,03$	8,4 $\pm$ 1,8 8,2 $\pm$ 2,8 $P=0,625$	9,6 $\pm$ 5,5 16,1 $\pm$ 8,1 $P=0,019$	14,1 $\pm$ 5,7 19,6 $\pm$ 6,7 $P=0,010$

**Tabla 3 – Parámetros morfológicos corneales pre y postoperatorios en ambos grupos de pacientes**

	Poder medio (D) Pre Post	DE (D) Pre Post	Thinnest ( $\mu\text{m}$ ) Pre Post	ACD ( $\mu\text{m}$ ) Pre Post
VPP (N: 15)	48,3 $\pm$ 3,0 41,6 $\pm$ 4,9 $P=1,000$	1,6 $\pm$ 0,8 3,1 $\pm$ 1,8 $P=0,285$	510 $\pm$ 120 514 $\pm$ 89 $P=1,000$	2,7 $\pm$ 0,6 3,1 $\pm$ 1,1 $P=0,593$
VPP/CE (N:12)	42,7 $\pm$ 2,9 42,2 $\pm$ 3,0 $P=0,798$	1,5 $\pm$ 0,6 1,3 $\pm$ 0,4 $P=0,504$	533 $\pm$ 73 509 $\pm$ 51 $P=266$	3,1 $\pm$ 0,8 3,1 $\pm$ 0,7 $P=0,593$

Por el momento, éste es el primer estudio que demuestra que la inserción de un cerclaje escleral circunferencial en la cirugía vítreo-retiniana produce una alteración en las propiedades biomecánicas de la córnea. La CH era significativamente menor en ojos en los que se realizó VPP/CE comparado con VPP aislada, lo cual se traduce en que determinados aspectos de la biomecánica corneal han sido alterados. La longitud de la circunferencia ocular en el lugar del implante del cerclaje es acortada, y el volumen de la cavidad vítrea disminuye en estas cirugías<sup>25</sup>. El mecanismo por el cual el cerclaje altera la biomecánica no se conoce. La banda de silicona produce una indentación circular en el globo ocular, aumentando así su longitud axial. Además, disminuye la *ocular pulse amplitude* (OPA, 'amplitud del pulso ocular'), y el *pulsatile ocular blood flow* (POBF, 'flujo pulsátil') en el ojo<sup>26</sup>. Aunque esta reducción es independiente de la magnitud de la constricción o la localización de la banda, podía ser debido a obstrucción venosa<sup>27</sup>, o alteración de las arterias ciliares posteriores largas<sup>28</sup>. Esto implica que la reducción del flujo sería más un efecto de restricción de la compliance del globo<sup>26</sup>. Silver et al<sup>29</sup> señalaron que el ojo en diástole es una esfera llena de fluido que debe expandirse para aceptar el siguiente bolus de sangre de la sístole. Lincoff et al<sup>30</sup> sugerían que la banda elástica de silicona es relativamente insensible al flujo de 1,5 a 2,5 mmHg del pulso ocular, que bloquearía la compliance del globo y así se vería limitado el volumen de pulso sistólico que el ojo puede aceptar. Podría esperarse que si la banda bloquea la expansión ecuatorial podría existir una expansión compensadora anterior o posterior, pero se ha demostrado una reducción del OPA en la córnea, lo cual rechaza la presencia de expansión compensadora anterior significativa.

Nuestros hallazgos muestran que no existe modificación en la morfología del segmento anterior (potencia media corneal, y su desviación estándar, Thinnest y profundidad de cámara anterior), después de la cirugía en el grupo VPP/CE y el grupo VPP aislada, importante a la hora de valorar por ejemplo la posterior implantación de una lente fáquica para corregir un defecto refractivo.

Por otro lado, la PIOg y PIOcc en nuestro estudio aumentaron significativamente en el grupo VPP/CE pero no en el grupo VPP aislada. Estudios anteriores han demostrado que la tonometría de aplanación Goldmann sobreestima la presión intraocular en pacientes con córneas gruesas e infraestima la presión intraocular en pacientes con córneas finas<sup>31</sup>. Las propiedades biomecánicas afectan potencialmente la precisión de estas medidas de presión intraocular<sup>32</sup>. Modificando la rigidez corneal, el cerclaje escleral podría causar una infraestimación en la medida de presión intraocular en el periodo postoperatorio, con el consecuente retraso en el diagnóstico del daño glaucomatoso.

En resumen, se producen más cambios en la biomecánica y la presión intraocular de los ojos intervenidos con VPP/CE que en las VPP aisladas. Desde un punto de vista biomecánico, la VPP aislada podría ser una técnica quirúrgica menos invasiva para el tratamiento de los DRR no complicados. También importante tener en consideración la presencia o no de ectasias corneales clínicas o subclínicas en pacientes con DR a la hora de plantear la cirugía, pues en el caso de presentar una ectasia, no estaría indicado el cerclaje escleral, puesto que podría empeorarla.

Además, la PIOcc es una medida de presión intraocular que ha demostrado estar menos afectada por las propiedades de la córnea que la tonometría Goldmann de aplanación. Podría ser de utilidad para realizar un mejor seguimiento postoperatorio de la PIO en los pacientes intervenidos con implante de cerclaje escleral.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

- Schwartz SG, Flynn HW. Primary retinal detachment: scleral buckle or pars plana vitrectomy? *Curr Opin Ophthalmol*. 2006;17:245-50.
- Brazitikos PD. The expanding role of primary pars plana vitrectomy in the treatment of rhegmatogenous noncomplicated retinal detachment. *Semin Ophthalmol*. 2000;15:65-77.
- Speicher MA, Fu AD, Martin JR. Primary vitrectomy alone for repair of retinal detachments following cataract surgery. *Retina*. 2000;20:459-64.
- Brazitikos PD, Androudi S, Christen WG. Primary pars plana vitrectomy versus scleral buckle surgery for the treatment of pseudophakic retinal detachment. A randomized clinical trial. *Retina*. 2005;25:957-64.
- Wickham L, Connor M, Aylward GW. Vitrectomy and gas for inferior break retinal detachments: are the results comparable to vitrectomy, gas, and sclera buckle? *Br J Ophthalmol*. 2004;88:1376-9.
- Nagahara M, Tamaki Y, Araie M. Retinochoroidal circulation procedures on human optic nerve head and effects of encircling scleral buckle. *Br J Ophthalmol*. 2000;84:31-6.
- Le Rouic JF, Behar-Cohen F, Azan F, Bertin S, Bettembourg O, Rumen F, et al. Vitrectomy without scleral buckle versus ab-externo approach for pseudophakic retinal detachment: comparative retrospective study. *J Fr Ophtalmol*. 2002;25:240-5.
- Tabandeh H, Sullivan PM, Smahliuk P. Suprachoroidal hemorrhage during pars plan vitrectomy—risk factors and outcomes. *Ophthalmology*. 1999;106:236-42.
- Hakin KN, Lavin MJ, Leaver PK. Primary vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1993;231:344-6.
- Findall RJ, Norton EW, Curtin VT. Reduction of extrusion and infection following episcleral silicone implants and cryopexy in retinal detachment surgery. *Am J Ophthalmol*. 1971;71:835-7.
- Hayashi H, Hayashi K, Nakao F. Corneal shape changes after sclera buckling surgery. *Ophthalmology*. 1997;104:831-7.
- Domniz Y, Cahana M, Avni I. Corneal surface changes after pars plana vitrectomy and scleral buckling surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27:868-72.
- Fison PN, Chignell AH. Diplopia after retinal detachment surgery. *Br J Ophthalmol*. 1987;71:521-5.
- Kwartz J, Charles S, McCormack P. Anterior segment ischaemia following segmental scleral buckling. *Br J Ophthalmol*. 1994;78:409-10.
- Yoshida A, Fekke GT, Green GJ, Goger DG, Matsuhashi M, Jalkh AE, et al. Retinal circulatory changes after sclera buckling procedures. *Am J Ophthalmol*. 1983;95:182-8.

16. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31:156–62.
17. Del Buey MA, Cristóbal JA, Ascaso FJ. Biomechanical properties of the cornea in Fuchs' corneal dystrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009;50:3199–202.
18. Schweitzer C, Roberts CJ, Mahmoud AM. Screening of orme fruste keratoconus with the ocular response analyzer. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51:2403–10.
19. Kirwan C, O'Keefe M. Measurement of intraocular pressure in LASIK and LASEK patients using the Reichert Ocular Response Analyzer and Goldmann applanation tonometry. *J Refract Surg.* 2008;24:366–70.
20. Shen M, Fan F, Xue A. Biomechanical properties of the cornea in high myopia. *Vis Res.* 2008;48:2167–71.
21. Chang PY, Chang SW, Wang JY. Assessment of corneal biomechanical properties and intraocular pressure with Ocular Response Analyzer in childhood myopia. *Br J Ophthalmol.* 2009;124:9–11.
22. Bayer A, Sahin A, Hümeric V. Intraocular Pressure Values Obtained by Ocular Response Analyzer, Dynamic Contour Tonometry, and Goldmann Tonometry in Keratokonic Corneas. *J Glaucoma.* 2010;19:540–5.
23. Chen Z, Xu G. Intraocular pressure measured by dynamic contour tonometer and ocular response analyzer in normal tension glaucoma. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2009; 248:607.
24. Vandewalle E, Vandenbroeck S, Stalmans I. Comparison of ICare, dynamic contour tonometer, and ocular response analyzer with Goldmann applanation tonometer in patients with glaucoma. *Eur J Ophthalmol.* 2009;19:783–9.
25. Shi MG, Qiao BD, Zhou YX. The volume and dimensions of eyeball analyzed by MRI following encircling scleral buckles. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi.* 2006;42:150–4.
26. Sato EA, Shinoda K, Inoue M. Reduced choroidal blood flow can induce visual field defect in open angle glaucoma patients without intraocular pressure elevation following encircling sclera buckling. *Retina.* 2008;28: 493–7.
27. Diddie KR, Ernest JT. Uveal blood flow after 360° constriction in the rabbit. *Arch Ophthalmol.* 1980;98:729–30.
28. Friedman Z, Neumann E. Effect of retinal detachment surgery on the course of preexisting open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 1975;80:702–5.
29. Silver DM, Farrell RA, Langham ME. Estimation of pulsatile ocular blood flow from intraocular pressure. *Acta Ophthalmol.* 1989;67 Suppl 191:25–9.
30. Lincoff H, Stopa M, Kreissig I, Madjarov B, Sarup V, Saxena S, et al. Cutting the encircling band. *Retina.* 2006;26: 650–4.
31. Shah S, Laiquzzman M, Bhojwani R. Assessment of the biomechanical properties of the cornea with the Ocular Response Analyzer in normal and keratoconic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48:3026–31.
32. Medeiros FA, Weinreb RN. Evaluation of the influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurements using the ocular response analyzer. *J Glaucoma.* 2006;15:364–70.