

Propiedades corneales biomecánicas utilizando el Analizador de Respuesta Ocular de Reichert: Hallazgos pre y post-LASIK, pre y post-LASEK

Diego Fernando Sierra Suárez, MD
Fellow Córnea y Cirugía Refractiva
Fellow Cristalino y Superficie Ocular
Vejarano Laser Vision Center

Manuel Ignacio Vejarano Restrepo, MD
Jefe Departamento de Córnea y Cirugía Refractiva
Director Médico
Vejarano Laser Vision Center

Andrés Amaya Espinosa, MD
Jefe de Educación Médica
Subdirector Médico
Vejarano Laser Vision Center

Manuel Ignacio Vejarano Restrepo, MD
manuelvejaranor@hotmail.com
vlaservisioncenter.com
Vialidad Metepec N° 284, Tercer Piso. Metepec, Estado de México
Teléfono: +52 (722) 2709100
México

Andrés Amaya Espinosa, MD
andresamayaaae@hotmail.com

Diego Fernando Sierra Suárez, MD
dfsierra@hotmail.com

Los autores no tienen ningún interés comercial.

Propiedades corneales biomecánicas utilizando el Analizador de Respuesta Ocular de Reichert: Hallazgos pre y post-LASIK, pre y post-LASEK

Diego Fernando Sierra Suárez, MD, Manuel Ignacio Vejarano Restrepo, MD, Andrés Amaya Espinosa, MD.

Propósito: Evaluar y comparar las propiedades biomecánicas pre y post quirúrgicas de Keratomileusis in situ asistida por láser (LASIK) y Keratomileusis subepitelial asistida por láser (LASEK), medidas con el Analizador de Respuesta Ocular de Reichert (ORA).

Lugar: Vejarano Laser Vision Center, Metepec, Estado de México, México.

Método: Estudio retrospectivo observacional descriptivo sobre expedientes de pacientes a quienes se les practicó cirugía refractiva mediante LASIK o LASEK, quienes previo a su procedimiento se utiliza el ORA para medir parámetros de histéresis corneal (CH), factor de resistencia corneal (CRF), comparándose con los parámetros obtenidos al sexto mes de cirugía y comparando con la literatura los hallazgos obtenidos.

Resultados: Se reúne un total de 117 expedientes de pacientes de los cuales a 74 (129 ojos) se les practicó LASIK (Grupo 1) y a 53 (97 ojos) se les practicó LASEK (Grupo 2). Los valores promedio preoperatorios de CH (10.42 ± 1.20 mm de Hg grupo 1, 8.3 ± 1.98 mm de Hg grupo 2) y de CRF (10.90 ± 1.50 mm de Hg grupo 1, 8.5 ± 1.74 mm de Hg, grupo 2), disminuyeron significativamente respecto a los valores encontrados en el postoperatorio de CH (8.34 ± 1.50 mm de Hg, grupo 1, 6.6 ± 1.64 , grupo 2) y de CRF (7.43 ± 1.70 grupo 1, 6.3 ± 1.32 grupo 2). No correlación de valores de CH y CRF con la edad y con la paquimetría central.

Conclusiones: Los procedimientos refractivos LASIK y LASEK producen cambios significativos en la biomecánica corneal si se analizan desde los valores de CH y CRF. Se evidencia una disminución de ambos valores posterior en ambos procedimientos y esta disminución aunque no es significativa, es mayor en LASIK lo que supone ser el efecto de la creación del flap en la biomecánica corneal. Posterior a cualquiera de estos dos procedimientos, el valor que más se disminuye es el CRF que la CH.

Propiedades corneales biomecánicas utilizando el Analizador de Respuesta Ocular de Reichert: Hallazgos pre y post-LASIK, pre y post-LASEK

Diego Fernando Sierra Suárez, MD, Manuel Ignacio Vejarano Restrepo, MD, Andrés Amaya Espinosa, MD.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la biomecánica de la córnea es de vital importancia para entender los resultados de la cirugía refractiva a largo plazo. Han sido variados los estudios que han intentado medir estas propiedades corneales. Luce, determinó las propiedades biomecánicas de la córnea utilizando el Analizador de Respuesta Ocular de Reichert® ORA, el cual está basado en un proceso de aplanación dinámico bidireccional¹.

El Ocular Response Analyzer (ORA) es un instrumento capaz de medir las propiedades viscoelásticas de la córnea ^{1,2}. De acuerdo a la fábrica la histéresis corneal (CH), es el amortiguamiento viscoso del tejido corneal o la capacidad de absorción de la energía. El parámetro Factor de Resistencia Corneal (CRF) es la medida de los efectos acumulativos del amortiguamiento viscoso y la resistencia elástica de la córnea ¹. La cirugía refractiva altera las propiedades biomecánicas de la córnea de las cuales se piensa que juegan un papel importante en los resultados del tratamiento, siendo los valores de CH y CRF lo que se disminuyen en forma significativa con un procedimiento refractivo sugiriendo que la creación del flap, la ablación o ambos, alteran la habilidad de la córnea para absorber o disipar energía^{1,2}. Córneas queratocónicas tienen valores bajos de CH y CRF, con una alta tendencia de desarrollar una ectasia post-LASIK².

Adicional a los datos de CRF y CH, el ORA provee dos tipos de variables más como son la presión intraocular correlacionada con Goldmann (IOP_G), el cual corresponde a la media de la dos mediciones procedentes del proceso de aplanación dinámico bidireccional y la presión intraocular compensada (IOP_{CC}), medida que es menos afectada por propiedades corneales como la histéresis corneal y la paquimetría central, que permanece relativamente constante posterior a una Keratomileusis in situ asistida por láser (LASIK)^{1,3}.

En este estudio, nosotros usamos el ORA para determinar las propiedades biomecánicas caracterizadas por la histéresis corneal y factor de resistencia corneal. El objetivo fue medir las propiedades biomecánicas en ojos que tuvieron cirugía refractiva mediante LASIK o Keratomileusis Subepitelial asistida por láser (LASEK) para comparar los cambios que producen en la biomecánica corneal estos dos procedimientos.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se revisan los expedientes clínicos de todos los pacientes a quienes se les realizó entre junio de 2008 y febrero de 2009 los procedimientos de cirugía refractiva mediante LASEK o LASIK en el Instituto Vejarano Laser Vision Center. Los criterios de exclusión para no contemplar expedientes dentro del estudio, fueron historias incompletas en cualquiera de los eventos de observación como estudios prequirúrgicos y postquirúrgicos a los 6 meses, antecedente de cirugía refractiva previa, antecedente de cirugía oftalmológica previa o patología ocular y/o sistémica como glaucoma o diabetes.

Los criterios de selección para LASIK son pacientes con defectos refractivos cuya córnea en el prequirúrgico, cumpla las siguientes características: paquimetrías mayores 520 micras, queratometrías (40 – 47 dioptrías, eje más curvo) que permitieran creación de flap, lecho estromal residual posterior a ablación mayor a 300 micras, ausencia de ojo seco y se descarte sospecha o presencia de ectasia mediante ORA y PentacamHR (OCULUS Optikgeraete GmbH).

Los criterios de selección para LASEK son pacientes con defectos refractivos no fueron candidatos a LASIK por presentar córneas delgadas para el tipo de defecto refractivo a corregir o queratometrías curvas, lecho estromal residual mayor a 300 micras, córneas con elevaciones de cara posterior por Pentacam sospechosas, también pacientes quienes presentan CH y CRF menores a 8.5 mm Hg, pero que en el resto de estudios no evidenciaran sospecha o presencia de ectasia.

Exámenes Preoperatorios

A todos los pacientes, previo a cualquiera de los dos procedimientos se les realizó refracción automatizada y subjetivo, topografía corneal y paquimetría (Pentacam HR®, OCULUS Optikgeraete GmbH), CH y CRF mediante ORA, el cual se tomó verificando que las lecturas mostraran picos simétricos en altura y amplitud. Con estos resultados los pacientes fueron examinados bajo lámpara de hendidura y fondo de ojo bajo dilatación. En caso de antecedente de uso de lentes de contacto, los pacientes tuvieron un período de descanso de mínimo 15 días calendario antes a la toma de medidas.

Técnica Quirúrgica

Los procedimientos fueron realizados por cualquiera de los autores, temperatura del quirófano entre 18 y 21°C, humedad entre 30 y 40%. Se utiliza el mismo éxcimer láser, Esiris® (Schwind).

En la programación del láser, se usa nomograma propio de la clínica en la programación del mismo láser, siempre con zonas ópticas de 6.5 mm ó 5 y 6.5 en caso de ablaciones multizonas. Para la creación del flap en caso de LASIK, se utilizó microquerátomo M2 (Moria).

La técnica de LASEK, se utilizó solución de alcohol 20% durante 20 segundos, se realizó remoción completa del epitelio en todos los casos, colocando lente de contacto. En cualquier tipo de ablación se utilizó Mitomicina-C 0.02% durante 20 segundos para ablaciones de hasta 50 micras, 40 segundos para ablaciones entre 51 y 99 micras. Para ablaciones mayores de 100 micras el tiempo de Mitomicina-C fue de un minuto, con posterior lavado con solución salina balanceada y colocación de lente de contacto terapéutico.

Los pacientes son revisados a los tres y seis meses posterior a dichos tratamientos.

RESULTADOS.

Se incluye un total de 117 pacientes en el estudio que cumplieron con los requisitos atrás descritos, los cuales se dividen en dos grupos así: Grupo número uno, corresponde a quienes se les realizó LASIK, 74 pacientes (129 ojos), y grupo número dos, LASEK, 53 pacientes (97 ojos). Las características de los pacientes descritos, se resumen en la tabla No. 1.

	Grupo 1 (LASIK)		Grupo 2 (LASEK)	
	Media ± DE	Rango	Media ± DE	Rango
Edad (Años)	34.34 ± 10.52	18 - 53	31.63 ± 9.08	23 - 51
Refracción (D)				
Esfera	-3.30 ± 1.5	-7.50 a +2.00	-2.19 ± 3.3	-9.00 a +1.75
Cilindro	-3.0 ± 1.74	-5.0 a 0	-3.2 ± 1.98	-7.00 a 0
Paquimetría Preop (micras)	545 ± 30.52	498 a 618	527.5 ± 40.30	476 a 620

D= Dioptrías, DE = Desviación estándar.

Los valores de CH y CRF no se correlacionan con la edad de los pacientes estudiados y tampoco hay correlación entre estos valores y los valores de paquimetría central. La disminución de la CH y CRF respecto a valores preoperatorios fue significativa tanto para el grupo 1 ($p < 0.004$) como para el grupo 2 ($p < 0.003$), siendo mayor la disminución de los valores para CRF que para CH en ambos grupos. (Ver tabla No. 2 y figura No. 1).

Si bien hay mayor disminución entre los valores de CH y CRF en LASIK respecto a LASEK, esta diferencia no es estadísticamente significativa para los grupos analizados ($p < 0.07$).

	Grupo 1 (LASIK)		Grupo 2 (LASEK)	
	Media ± DE	Rango	Media ± DE	Rango
Prequirúrgico				
EE (Dioptrias)	-4.02 ± 2.00	-5.00 a +2.00	-3.83 ± 1.98	-9.80 a -0.125
CH	10.42 ± 1.20	8.1 a 14.50	8.3 ± 1.98	6 a 10.5
CRF	10.90 ± 1.50	8.3 a 14.90	8.5 ± 1.74	6.2 a 11
IOPg	16.69 ± 4.39	10 a 22	15.50 ± 3.50	9.03 a 22.30
IOPcc	17.85 ± 3.57	11 a 24	16.10 ± 4.00	10.10 a 23
Post Quirúrgico				
EE	-0.20 ± 0.52	-1.20 a +1.50	-0.86 ± 1.0	-1.25 a +1.00
CH	8.34 ± 1.50	6.10 a 11.70	6.6 ± 1.64	5 a 8

CRF	7.43 ± 1.70	5.80 a 10.90	6.3 ± 1.32	5.2 a 8.30
IOPg	13.19 ± 2.24	7 a 18.40	11.7 ± 2.45	8.3 a 19
IOPcc	16.00 ± 2.10	9 a 20	14.1 ± 2.28	9.0 a 20.40
Cambio				
EE	3.82 ± 2.10	-5.00 a +0.75	2.97 ± 2.50	-9.80 a +1.00
CH	2.08 ± 1.20	0.40 a 5.30	1.7 ± 1.40	0.55 a 5.10
CRF	3.47 ± 1.30	0.55 a 6.90	2.2 ± 1.70	0.35 a 6.30
IOPg	3.5 ± 3.20	-4.00 a 8.00	3.8 ± 3.35	-4.50 a 8.50
IOPcc	1.85 ± 2.05	-3.00 a 6.10	2 ± 2.10	-2.60 a 7.00

DE = Desviación estándar. EE = Equivalente Esférico. CH = Histéresis corneal. CRF. Factor de resistencia corneal
IOPg= Presión Intraocular relacionada con Goldmann. IOPcc= Presión Intraocular compensada a la córnea
Todos los valores de ORA se muestran en unidades de milímetros de mercurio (mm de Hg)

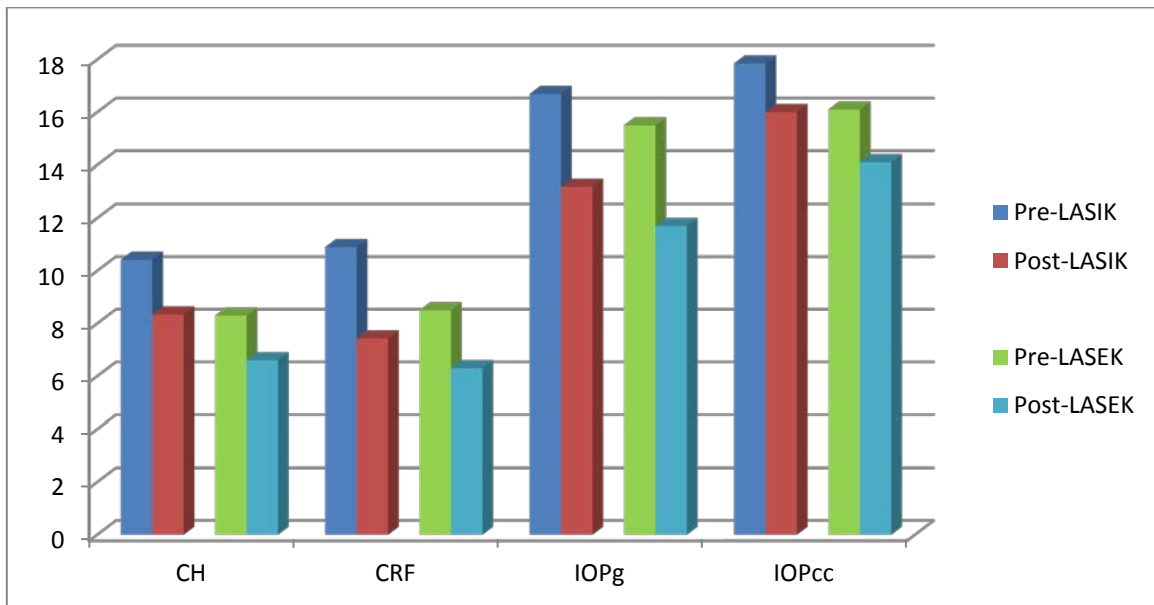


Figura No. 1. Se muestra la media de los valores pre y postquirúrgicos de CH, CRF, IOPg (Presión Intraocular correlacionada con Goldmann) y de IOPcc (Presión Intraocular compensada a la córnea).

Aunque no es el objeto de este estudio, se analizan los valores de presiones intraoculares que muestra el ORA; se observó significativa disminución de la IOPg en ambos grupos ($p < 0.002$ y $p < 0.001$ respectivamente) en las medidas postoperatorias a los 6 meses, lo mismo que de los valores de IOPcc ($p < 0.003$ y $p < 0.002$). La media de Δ IOPg (3.5 ± 3.20 mm de Hg en el grupo 1 y de 3.8 ± 3.35 mm de Hg en el grupo 2) fue significativamente mayor para ambos procedimientos que la media de Δ IOPcc (1.85 ± 2.05 mm de Hg en el grupo 1 y de 2 ± 2.10 mm de Hg en el grupo 2) (figurna No. 1). No hay diferencias significativas entre las medidas preoperatorias de IOPg e IOPcc en ambos grupos, pero si una importante diferencia en las medidas de IOPg e IOPcc en el sexto mes postoperatorio en ambos grupos ($p < 0.004$).

DISCUSIÓN

El ORA a la fecha es el único medio de medir las propiedades viscoelásticas de la córnea en una forma reproducible y confiable en valores de CH y CRF^{1,3}. Estos valores no se correlacionan con la edad⁸ ni tampoco, como encontramos en este estudio, se correlaciona con la paquimetría central³.

Posterior a procedimientos refractivos como LASIK y LASEK, y acorde a reportes previos de la literatura^{2,3,4,5,7,9}, las medidas de CH y CRF en nuestro estudio, disminuyen en una forma significativa, lo que corrobora que la misma ablación con láser, altera significativamente la habilidad de la córnea para absorber y/o disipar energía^{2,4}. Aunque la disminución entre CH y CRF en ambos grupos no muestra diferencias estadísticamente significativas, se observa que el cambio de estas medidas siempre es mayor en LASIK que en LASEK, sugiriendo que en el LASIK las propiedades corneales también pueden ser alteradas por la misma creación del flap^{2,4}. Otro interesante hallazgo es que el valor del CRF luego de procedimientos refractivos queda en el 95% de los casos, más bajo que el valor de CH, hallazgo consistente con otros reportes en la literatura⁸.

En lo que respecta a medidas de presión intraocular que aporta el ORA, se observa una significativa disminución de la IOPg que va de la mano con las medidas de CH y CRF corroborando debilidad de la córnea por la misma ablación corneal, no se encuentra diferencias en los valores de IOPg y de IOPcc según procedimiento realizado (LASIK o LASEK).

De acuerdo a la casa matriz del ORA la medida IOPcc es en teoría independiente del grosor corneal y puede ser más útil para determinar la presión intraocular posterior a realizar cirugía refractiva¹⁰. En este estudio no hubo diferencia significativa entre la IOPg y la IOPcc prequirúrgicas pero si hubo una disminución significativa en ambos parámetros luego de LASIK o LASEK. Aunque hubo cambio en la medida post-operatoria de IOPcc este fue menor que la IOPg, lo que nos corrobora que la IOPcc es un parámetro más cercano e indicador de la verdadera presión intraocular, pero el ORA no compensa completamente las propiedades biomecánicas de la córnea, hallazgo que se correlaciona con hallazgos descritos en la literatura^{2,3,9}. No hay diferencia en las medidas pre y postquirúrgicas de la presión intraocular medidas por el ORA de acuerdo a procedimiento refractivo.

Nuevos estudios son necesarios para determinar si estos hallazgos tienen relevancia clínica a través del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. J Cataract Refract Surg 2005; 31: 156-162
2. Chen M, Lee N, Bourla N, Hamilton R. Corneal biomechanical measurements before and after laser in situ Keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2008; 34:1866-1891

3. Ortiz D, Piñero D, Shabayek M, Arnalich-Montiel F, Alió J. Corneal biomechanical properties in normal, post-laser in situ Keratomileusis and keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2007; 33(8): 1371-75.
4. Kamiya K, Shimizu K, Ohmoto F. Comparison of the changes in corneal biomechanical properties after photorefractive keratectomy and laser in situ Keratomileusis. *Cornea*. 2009 Aug; 28(7):765-9
5. Kirvan C, O'Keefe M. Corneal hysteresis using the Reichert Ocular Response Analyzer: findings pre and post-LASIK and LASEK. *Acta Ophthalmol*. 2008 Mar; 86(2): 215-8.
6. Slade SG. Thin-flap laser-assisted in situ Keratomileusis. *Curr Opin Ophthalmol*. 2008 Jul; 19(4): 325-9.
7. Shah S, Laiquzzaman M, Yeung I, Pan X, Roberts C. The use of the Ocular Response Analyzer to determine corneal hysteresis in eyes before and after excimer laser refractive surgery. *Cont Lens Anterior Eye*. 2009 Jun; 32(3): 123-8
8. Touboul D, Roberts C, Kérautret J, Garra C, Maurice-Tison S, Saubusse E, Colin J. Correlations between corneal hysteresis, intraocular pressure, and corneal central pachymetry. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34:616-622.
9. Pepose JS, Feigenbaum SK, Qazi MA, et al. Changes in corneal biomechanics and intraocular pressure following LASIK using static, dynamic and noncontact tonometry. *Am J Ophthalmol* 2007; 143: 39-47
10. Medeiros FA, Weinreb RN. Evaluation of the influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurements using the ocular response analyzer. *J Glaucoma*. 2006 Oct; 15(5): 364-70
11. Dups WJ Jr, Wilson SE. Biomechanics and wound healing in the cornea. *Exp Eye Res*. 2006 Oct;83(4):709-20.