

SIMULACIÓN COMPUTACIONAL EN EL DESARROLLO DE NUEVAS TÉCNICAS DE CIRUGÍA OFTALMOLÓGICA: QUERATECTOMIA CRESCIENTE ASISTIDA POR LASER (CLAK): UN LEVANTAMIENTO CORNEAL

C. Carriazo,¹ M.J. Cosentino², G. Elvira³, P. Zitelli³, A. Pascuzzi³, F. Lanfranchi³.

¹ Centro Oftalmológico Carriazo, Colombia, ² Instituto de la Visión, Argentina, ³ INTI-Mecánica gustavo@inti.gob.ar

Introducción

Actualmente, la ectasia corneal presenta diferentes tipos de tratamiento: reticulación, segmentos corneales, queratoplastia lamelar y queratoplastia penetrante¹.

La técnica presentada se está desarrollando para producir cambios topográficos de una manera más predecible, a diferencia de los segmentos que aumentan el engrosamiento corneal. Tal técnica se basa en la reducción de las aberraciones ópticas corneales de una manera más fisiológica para no aumentar el espesor corneal y realizar este tratamiento en una zona óptica mayor que la utilizada en los segmentos.

Nuestra técnica ha sido diseñada para remodelar la estructura de la ectasia corneal de la córnea disminuyendo su curvatura por medio de queratectomías crecientes de acuerdo con la etapa de la ectasia corneal.

Se usará la Simulación Computacional para evaluar resultados de diferentes configuraciones de cirugías (diámetros, aberturas y anchos) y su capacidad predictiva.

Objetivos

- ✓ Introducir una nueva técnica y tecnología para el tratamiento de casos de queratitis: la Queratectomía Crescente Asistida por Láser (CLAK).
- ✓ Desarrollar modelos computacionales que describan el comportamiento de la técnica y sirvan como herramienta al oftalmólogo.

Descripción

Luego del proceso de anestesiado se coloca un espéculo y una máscara circular de 8mm de diámetro que se centra con la pupila del paciente. (Figura 1)

Se utiliza un software y plataforma desarrollada para procedimientos asistidos por paquimetría. El software interpreta los valores corneales obtenidos y los incorpora al láser excimer. Este excimer funciona a una velocidad de 1050 Hz con un diámetro de punto de 0,54 mm, una ablación a través de la máscara a una profundidad de 90% y está programada previamente en el software.

Se realizaron arcos de 90, 180, 270 y 360°.



Figura 1: esquemas de cirugías (180° y 360°)

Finalizada la ablación, se retira la máscara y se usan puntadas interrumpidas de nylon 10/0 para cerrar los bordes del área eliminada.

Simulación Computacional

Se partió de un modelo de ojo (Figura 2) que incluye las asimetrías de forma, propias de la patología a tratar.

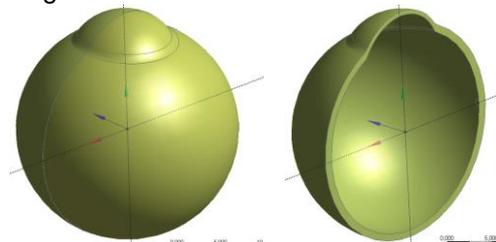


Figura 2: geometría de ojo enfermo (pre cirugía)

En las Figura 3 y 4 se ve el modelo original (pre cirugía) al que se le practicó la extracción de tejido, la cual representa la cirugía circular y creciente.

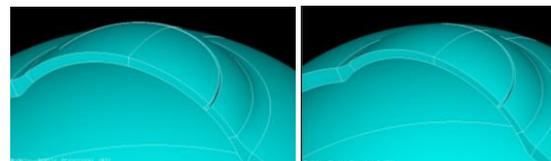


Figura 3: cirugía 8 mm, 150 μm, 360° y 270°

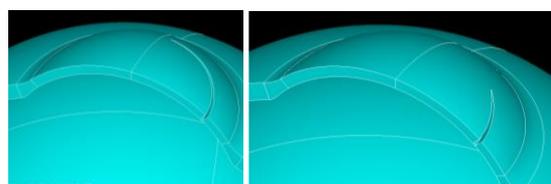


Figura 4: cirugía 8 mm, 150 μm, 180° y 90°

Se modelaron cirugías que incluyen diferentes variantes de ángulos (90°, 180°, 270° y 360°), distintos diámetros (6 mm y 8 mm) y varios anchos máximos (150/250/500/750/1000 μm).

Modelado del proceso de Cirugía

El esquema de análisis se dividió en tres pasos: primero se sometió al ojo a su carga de presión ocular y se calculó la respuesta. En el 2^{do} paso, ya identificado el material a ablacionar (Figura 5), se lo “retira del análisis”, representando así su extracción física. De este modo se da inicio a un nuevo cálculo debido a la presión ocular.

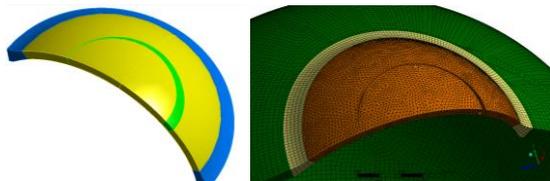


Figura 5: sector creciente a ablacionar (verde) y modelo de elementos finitos post ablación.

En el 3^{er} paso se cierra la cirugía mediante el pegado apropiado de las caras de la zona intervenida y se vuelve a repetir el cálculo, llegando así a la configuración post cirugía.

Resultados

La figura 6 y Tabla 1 muestran representaciones esquemáticas y valores del aplanamiento corneal y la disminución de la cámara anterior que se produce cuando se realiza este tipo de procedimiento, con su nuevo radio más plano y una cámara con menor profundidad.

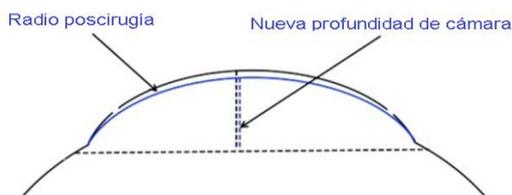


Figura 6: aplastamiento post cirugía

	#1-OS 26 y/o male KC III		#2-OD 24 y/o female KC II	
	Preop	Postop	Preop	Postop
Examín.	+1,0-7,75 @110°	-3,0 @ 30°	-1,75-2,25 @ 82°	Plano -3, 75 @ 175°
Kmetry	44,87D -52 D @ 130°	40,25 - 40,5 @ 50°	45 - 48,5 D @ 150°	40,25 - 40,5 @ 50°
Coma	32,45 μm	1,91 μm	7,29 μm	3,77 μm
Spheric. Aberra.	16,49 μm	0,82 μm	3,02 μm	4,58 μm
HOA	6,98 μm	2,09 μm	0,93 μm	1,24 μm
Ant. Depth	4,27 mm	3,89 mm (Diff: -0,38)	3,79 mm	3,32 mm (Diff: -0,47)

Tabla 1: respuesta clínica post cirugía

La figura 7 muestra los primeros tres casos realizados con la técnica CLAK. Se presentaron agudeza visual pre y posoperatoria no corregida y mejor agudeza visual corregida por lentes, refracción, queratometría, profundidad de cámara anterior y aberraciones de orden alto.

En las figuras 8 a 9 se muestran algunos resultados con cuatro arcos diferentes: 90°, 180°, 270° y 360° y se puede observar la reducción de la profundidad de la cámara y el aplanamiento corneal luego del tratamiento.

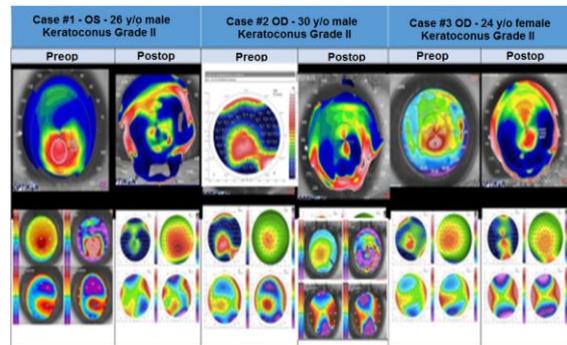


Figura 7: imágenes clínicas (pre y post cirugía)

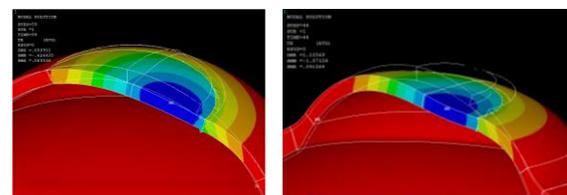


Figura 8: deformada final. 6 mm, 0°, 500 y 750 μm

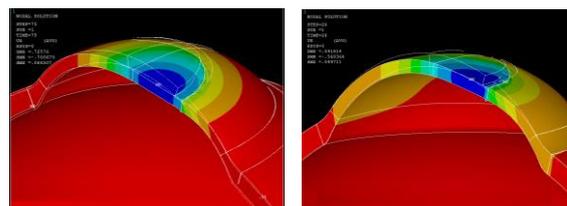


Figura 9: deformada final. 6 mm, 90° y 0° y 500 μm

Conclusiones

La progresión del queratocono (KC) significa aumento de la profundidad de la cámara anterior debido al empinamiento corneal posterior, adelgazamiento y deformación corneal. CLAK es una técnica segura. Produce aplanamiento corneal, reducción de la profundidad de la cámara anterior y disminución de las aberraciones ópticas. Además, ofrece la posibilidad de realizar procedimientos refractivos complementarios debido a la amplia zona óptica de CLAK. La simulación computacional predice adecuadamente los resultados clínicos y permite a los cirujanos realizar un nomograma de desempeño.

Referencias

1. Treatment options for advanced keratoconus: A review. Jack S. Parker MD, Korine van Dijk BSc y Gerrit R.J. Melles MD, PhD. 2015, Survey of Oph-thalmology, Copyright © 2015 Elsevier Inc., pág. 22.
2. Corneal collagen cross-linking for treating keratoconu. Sykakis E, Karim R, Evans JR, Bunce C, Amissah-Arthur KN, Patwary S, McDonnell PJ., 3, Vol. The Cochrane Library.