

# Cambios en la sensibilidad al contraste después de la implantación de segmentos corneales intraestromales

Dra. Alba Hortensia Sandoval-Sánchez, Dra. Regina Velasco-Ramos, Dr. Oscar Baca-Lozada,  
Dra. Dalia Viggiano-Austria, Dr. Alejandro Babayán-Sosa

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar los cambios en la sensibilidad al contraste (SC) en pacientes operados con segmentos corneales intraestromales (SCI).

**Método:** Estudio prospectivo, comparativo y longitudinal de 18 ojos de 13 pacientes con queratocono a los que se les implantaron SCI. Se evaluaron agudeza y capacidad visual, equivalente esférico preoperatoriamente, a la semana, 1 y 3 meses postoperatorios. La sensibilidad al contraste lejana y cercana fue medida en frecuencias espaciales de 1.5, 3, 6, 12 y 18 ciclos por grado.

**Resultados:** La SC lejana disminuyó en la primera semana postoperatoria sólo para frecuencias espaciales bajas mejorando en el 1er y 3er mes postoperatorios en todas las frecuencias. La SC cercana disminuyó también en la primera semana en frecuencias intermedias y altas recuperándose en el 1er mes; para el 3er mes todos los ojos mostraron mejoría, en ambos casos estos cambios no fueron estadísticamente significativos ( $p>0.05$ ).

**Conclusiones:** La implantación de SCI mejora la sensibilidad al contraste y la calidad de visión en ojos con queratocono.

**Palabras clave:** Sensibilidad al contraste, anillos intraestromales, queratocono.

## SUMMARY

**Purpose:** To determine the effects of intrastromal corneal ring segments implantation on contrast sensitivity (CS).

**Methods:** This prospective, comparative and longitudinal study included 18 eyes of 13 patients with keratoconus, who underwent implantation of intrastromal corneal ring segments. Postoperative evaluations were programmed at 1 week, and 1 and 3 months after surgery. The preoperative evaluation included uncorrected visual acuity, best-corrected visual acuity and spherical equivalent. Additionally, far and near contrast sensitivities were measured at 1.5, 3, 6, 12 ad 18 cycles per degree (c/g).

**Results:** When compared with preoperative measurements, far CS decreased 1 week postoperatively only at the low spatial frequencies of 1.5 and 3 c/d but improved for 1 and 3 months in all spatial frequencies. One week after surgery, near CS decreased at the intermediate and high frequencies. By the 3-month visit, all eyes showed an improvement of SC near, although the changes were not significant ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** Implantation of intrastromal corneal ring segments improves the contrast sensitivity and the quality of vision in eyes with keratoconus.

**Key words:** Contrast sensitivity, intrastromal corneal ring segments, keratoconus.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día la implantación de segmentos corneales intraestromales constituye una modalidad refractiva que puede mejorar la función visual y, en algunos casos, prevenir la

necesidad de transplante corneal en pacientes con queratocono que presentan córnea clara e intolerancia a los lentes de contacto (1, 2).

Sabemos que el queratocono es una enfermedad progresiva no inflamatoria, por lo general bilateral, con ectasia y

adelgazamiento del estroma corneal, que da lugar a disminución de la agudeza visual relacionada con miopía y astigmatismo irregular asimétrico.

En cuanto a su mecanismo de acción, los segmentos actúan como elementos de espaciamiento pasivo al acortar la longitud de arco de la curvatura corneal anterior; literalmente obligan que las fibras lamelares formen un domo arriba y debajo del anillo, aplanoando córnea central, lo que disminuye la incidencia de aberraciones observadas con otros procedimientos. El objetivo principal del concepto es tratar de remodelar la córnea anormal sin extraer ningún tejido corneal ni tocar la córnea central (3).

Diversos estudios reportan que los segmentos corneales intraestromales mejoran la arquitectura de la córnea, estabilizan y dan rigidez adicional a la misma y crean una mejor superficie óptica con lo que se obtiene una mejor calidad de visión y estabilidad refractiva.

La mayoría de los autores coinciden en sus resultados independientemente del tipo de anillo, el grosor del mismo, la localización de su inserción o el nomograma utilizado. Demuestran la mejoría con ganancia en la mayoría de los casos de tres o más líneas de mejor agudeza visual corregida, como los artículos publicados por Colin (2) o Hellstedt (4).

Con el fin de evaluar la seguridad y eficacia de estos segmentos en el manejo de queratoconos moderados y avanzados, Kanellopoulos y cols., en un estudio realizado en 20 ojos de 15 pacientes con un seguimiento de 6 meses, encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la agudeza (AV) y capacidad visual (CV) pre y postoperatoria, demostrando que este procedimiento es efectivo en la mejora de estos parámetros refractivos (5). Coincide con lo reportado por Boxer y cols., en un estudio de 74 ojos de 50 pacientes con queratocono, en que posterior a la implantación de los segmentos se logró una mejoría postoperatoria de 4 líneas en AV (20/200 a 20/80) y de 2 líneas en CV (20/50 a 20/32-2) (6).

En un análisis retrospectivo de 58 ojos de 43 pacientes manejados con implantación de estos anillos, Levinger demuestra que los segmentos mejoran la miopía y el astigmatismo regular en queratocono, ya que 43% de los pacientes (25 ojos) obtuvieron buen resultado alcanzando una CV igual o superior a 20/40 (7).

En un seguimiento promedio de 11.3 meses realizado por Siganos y cols., 85% de los pacientes con segmentos corneales intraestromales obtuvieron más de 2 líneas de ganancia en AV mejor a la CV que tenían antes de la intervención (8).

Sin embargo, existen pocos reportes en la literatura que comparan la sensibilidad al contraste (SC) pre y postoperatoria posterior a la implantación de los segmentos.

Autores como Colmes, al realizar un estudio para medir el rango de afericidad corneal antes y después de implantación de segmentos corneales intraestromales, establecen que se produce una superficie aferérica para correcciones miópicas, proporcionando buena AV y una SC dentro de límites normales (9).

En los últimos años, la valoración de la SC se ha propuesto como una herramienta útil para describir la visión espacial humana de una forma más completa que la proporcionada por la medida de la agudeza visual que sólo especifica la habilidad para resolver detalles espaciales finos y de máximo contraste. Mediante la prueba de sensibilidad al contraste se mide la capacidad del sistema visual de discriminar diferencias de iluminación entre el objeto observado y la iluminación del medio que le rodea (10, 11).

La SC puede estar alterada desde estadios tempranos en pacientes con queratocono ya que, aun teniendo una AV mayor o igual a 20/40, pueden ser incapaces de responder en frecuencias espaciales altas y/o bajas (12).

En otras circunstancias, pacientes con queratocono leve a moderado pueden presentar atenuación de la SC sin involucro relativo de frecuencias espaciales bajas, y una vez que la cicatrización aparece, todas las frecuencias llegan a atenuarse presentándose además, en ese momento, destellos luminosos agudos. Es por lo tanto que la prueba de SC puede ser un excelente medio para medir anomalías visuales en queratocono temprano, monitorizar la progresión de la enfermedad y evaluar varias opciones de tratamiento (13).

Los errores refractivos esféricos reducen la SC en proporción a la frecuencia espacial, con un mínimo efecto en bajas frecuencias, una reducción moderada en medias, y una gran reducción para frecuencias espaciales altas. El astigmatismo puede producir defectos en muesca, donde sólo las frecuencias espaciales medias están reducidas.

Los resultados de la SC en cirugía refractiva pueden ser presentados y publicados en formato normalizado para facilitar una comunicación efectiva. Los valores logarítmicos pueden ser usados para fines de análisis estadístico (14).

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la implantación de segmentos corneales intraestromales en la sensibilidad al contraste.

## MATERIAL Y MÉTODOS

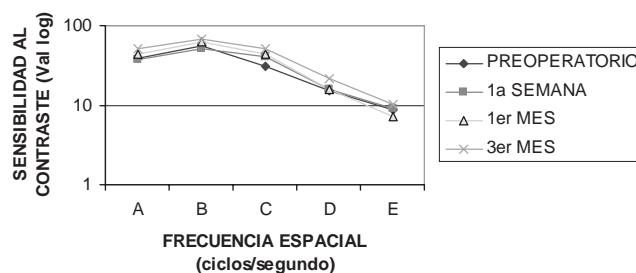
Se realizó un estudio comparativo, prospectivo y longitudinal con pacientes operados de implantación de segmentos corneales intraestromales, del 1º de abril al 30 de septiembre del 2005, en el Departamento de Córnea de la Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz, IAP, con un seguimiento de 6 meses. Se incluyeron pacientes candidatos a implantación de segmentos corneales intraestromales a partir del 1º de abril del 2005. El registro comprendió la edad del paciente, el sexo, el motivo del implante (en caso de queratocono que tuvieran córneas centrales claras, intolerancia a los lentes de contacto y paquimetria periférica mayor a 450 micras), agudeza visual (AV), capacidad visual (CV), refracción inicial subjetiva y ciclopéjica, equivalente esférico (EE), biomicroscopia, paquimetría y topografía (Orbscan II).

Se excluyeron aquellos pacientes que no cumplieron los criterios de inclusión, pacientes con patología ocular o sistémica asociada y aquellos que, al practicarles en el preope-

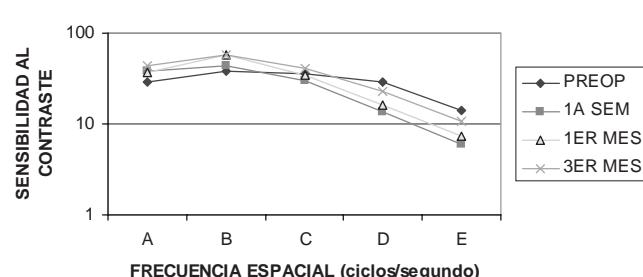
Cuadro 1. Cambios en la sensibilidad al contraste lejana

Frecuencias	Preop*	1 <sup>a</sup> . Sem	1er. Mes	3er. Mes*	p*
A=1.5c/g	39.33	<b>37.61</b>	42.94	50.44	0.32
B=3c/g	54.44	<b>50.27</b>	63.0	66.44	0.30
C=6c/g	30.11	40.94	43.27	51.94	0.07
D=12c/g	15.36	15.58	15.56	21.53	0.21
E=18c/g	8.83	9.0	7.09	10.18	0.35

Gráfica 1. Cambios en la sensibilidad al contraste lejana



Gráfica 2. Cambios en la sensibilidad al contraste cercana



ratorio la prueba de sensibilidad al contraste, presentaron frecuencias menores a 1.5 ciclos/grado, equivalente a 20/400 determinado por cartilla de Snellen. Se eliminaron aquellos que no acudieron a su seguimiento o presentaron alguna complicación posterior que impidió continuar con su valoración.

La SC lejana y cercana se determinó mediante las pruebas Sine Wave Contrast Test y Contrast Sensitivity Evaluation Form, respectivamente, en el preoperatorio, a la semana, al mes y a los tres meses postoperatorios. El examen fue practicado en el Departamento de Visión subnormal por la misma persona a una distancia de 3 metros para la SC lejana y 40 centímetros para la SC cercana, monocularmente y con la corrección óptica requerida por el paciente. Para la realiza-

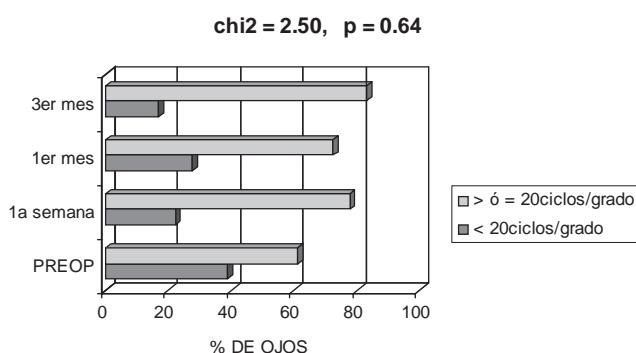
ción de la prueba de SC lejana se utilizó una iluminación del panel de 20-70 pie-Lamberts, medida con fotómetro; este medidor está incluido en el equipo para asegurar la exactitud y reproducibilidad en el examen.

Se examinaron 5 frecuencias espaciales (1.5, 3, 6, 12 y 18 ciclos/grado) y ocho niveles de contraste. El paciente identificó la orientación de las líneas en cada frecuencia espacial, registrándose el último patrón correcto reportado por el paciente para cada frecuencia. Los resultados se representaron en coordenadas logarítmicas y en función de la frecuencia espacial, por medio de cinco puntos que posteriormente se unieron, dando lugar a una curva que reflejó la función de sensibilidad al contraste. Para obtener los valores numéricos se utilizaron las tablas de conversión de cada prueba.

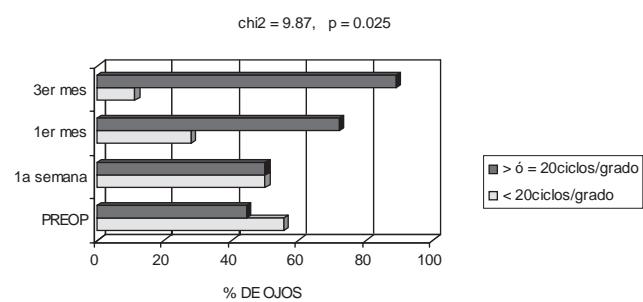
Cuadro 2. Cambios en la sensibilidad al contraste cercana

Frecuencias	Preop*	1 <sup>a</sup> . Sem	1er. Mes	3er. Mes*	p*
A=1.5c/g	28.86	37.88	37.33	43.83	0.13
B=3c/g	37.77	43.61	56.77	57.88	0.22
C=6c/g	37.5	<b>30.44</b>	34.66	41.05	0.67
D=12c/g	28.69	<b>13.70</b>	16.29	<b>22.88</b>	0.51
E=18c/g	14.32	<b>6.0</b>	7.27	<b>10.83</b>	0.39

Gráfica 4. Gráfica comparativa del porcentaje de ojos que mejoraron su sensibilidad al contraste cercana

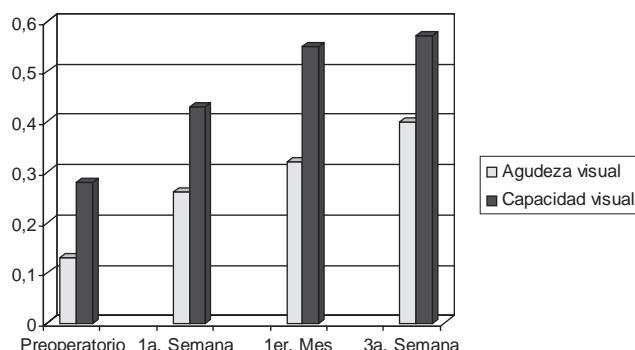
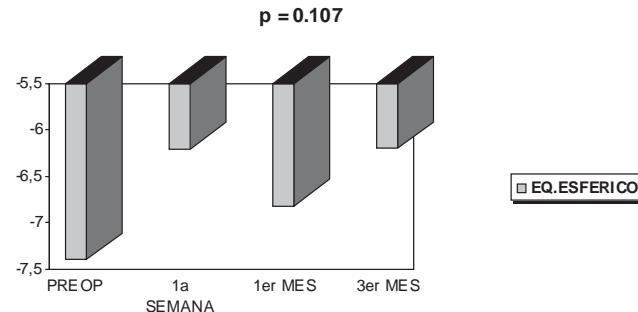


Gráfica 3. Gráfica comparativa del porcentaje de ojos que mejoraron su sensibilidad al contraste lejana



**Cuadro 3. Cambios en los parámetros refractivos**

Parámetros	Preop*	1 <sup>a</sup> . Sem	1er. Mes	3er. Mes*	p *
Agudeza visual	0.13	37.88	37.33	0.40	<0.001
Capacidad visual	0.28	43.61	56.77	0.57	<0.001
Equivalente esférico	-7.40	-6.21	-6.82	-6.20	=0.107

**Gráfica 5. Cambios en la agudeza y capacidad visual****Gráfica 6. Equivalente esférico**

Con fines estadísticos se utilizaron valores logarítmicos determinados en cada frecuencia espacial.

Los otros parámetros evaluados fueron agudeza y capacidad visual expresadas en escala decimal, y equivalente esférico expresado en dioptrías.

Para el análisis estadístico se utilizaron las pruebas T-Student y Chi2.

## RESULTADOS

Se incluyeron 18 ojos de 13 pacientes (8 del sexo femenino y 5 del sexo masculino) todos ellos con diagnóstico de queratocono. El promedio de edad fue de 25 años con un rango entre 18 y 44 años; 5 pacientes se operaron de ambos ojos, 9 pacientes se operaron de un solo ojo.

Utilizando la prueba T-Student al comparar con los valores preoperatorios, la SC lejana disminuyó en la 1<sup>a</sup> semana postoperatoria en frecuencias espaciales bajas de 1.5 y 3 ciclos/grado, pero mejoró al mes y 3 meses postoperatorios en todas las frecuencias espaciales, aunque estos cambios no fueron estadísticamente significativos ( $p>0.05$ ) (cuadro 1, gráfica 1).

En cuanto a la SC cercana una semana después de la cirugía ésta presentó una disminución en frecuencias intermedias y altas, recuperándose en el 1er mes. Para el 3er mes postoperatorio todos los ojos mostraron mejoría, sin ser estadísticamente significativa ( $p>0.05$ ) (cuadro 2, gráfica 2).

Considerando si hubo o no mejoría en la SC a los 3 meses postoperatorios, el porcentaje de ojos que alcanzó una SC lejana igual o superior a 15 ciclos/grado al comparar 88.8% de casos con mejoría vs 2% sin mejoría se obtuvo una  $\chi^2=9.87$ ,  $p=0.025$ , diferencia altamente significativa (gráfica 3).

Sin embargo, a los 3 meses postoperatorios el porcentaje de ojos que alcanzó una SC cercana igual o superior a 15 ciclos/grado al comparar 15% de casos con mejoría vs 16.6%

sin mejoría, se obtuvo  $\chi^2=2.50$ ,  $p=0.64$ , diferencia no significativa (gráfica 4). A los 3 meses postoperatorios el promedio de AV mejoró significativamente de 0.13 preoperatorio (rango 0.004-0.40) a 0.40 (rango 0.05-1) ( $p<0.001$ ), y el promedio de CV también mejoró de 0.28 preoperatorio (rango 0.05-0.8) a 0.57 (rango 0.14-1) ( $p<0.001$ ) (cuadro 3, gráfica 5).

El equivalente esférico tuvo una disminución no estadísticamente significativa, ya que el promedio de ES preoperatorio fue de -7.4 dioptrías, con un rango de -1.62 a -20.12 dioptrías. A los 3 meses postoperatorios el promedio de ES fue de -6.2 dioptrías, con un rango de 0.5 a -17.62 dioptrías ( $p=0.107$ ) (cuadro 3, gráfica 6).

## DISCUSIÓN

El presente trabajo consideró la valoración de la sensibilidad al contraste como una herramienta más completa que la proporcionada por la determinación de la agudeza visual para el seguimiento de la calidad visual en los pacientes con queratocono operados con segmentos corneales intraestromales, ya que en la vida cotidiana nos enfrentamos a una serie de estímulos complejos que conforman el ambiente visual con amplio rango de tamaños vistos bajo una variedad de condiciones de degradación visual.

La medida de SC determina el nivel de contraste más bajo que puede ser detectado por el paciente para un tamaño determinado de estímulo y, a diferencia de la AV, mide dos variables de forma independiente: tamaño y contraste, mientras que la segunda sólo mide tamaño debido a que su contraste es siempre constante (negro sobre blanco) y alto (98% a 100%).

Con los resultados obtenidos, coincidimos con diversos estudios como los publicados por Colin, Hellstedt, Kanellopoulos, que han evaluado los cambios relativos a la calidad de visión posterior a la implantación de segmentos en pa-

cientes con queratocono concluyendo que es un método refractivo predecible y estable (1, 2, 4, 5).

Sin embargo, al igual que Dausch y cols. (15) en un estudio publicado en el 2003, coincidimos en que los pacientes operados con segmentos pueden experimentar inicialmente alguna pérdida de la sensibilidad al contraste lejana en frecuencias espaciales bajas.

En cuanto a los parámetros refractivos analizando la AV, todos los pacientes ganaron una o más líneas de visión. La AV fue igual o superior a 20/40 en 47% de los pacientes operados al mes, y en 33% de pacientes operados a los 3 meses; la CV en 60% de los pacientes a los 3 meses postoperatorios fue superior o igual a 20/40. Al analizar el equivalente esférico, éste disminuyó al tercer mes postoperatorio en todos los pacientes; consideramos estas cifras como buenos resultados, similar a lo reportado por otros autores (6, 7, 8).

### CONCLUSIONES

La implantación de segmentos corneales intraestromales mejora la sensibilidad al contraste en pacientes con queratocono. Asimismo es un procedimiento efectivo en la mejoría de parámetros refractivos como agudeza, capacidad visual y equivalente esférico. Sin embargo, necesitamos hacer un seguimiento a largo plazo de los pacientes y aumentar el tamaño de la muestra.

### REFERENCIAS

1. Collin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intrastromal rings. *J Cataract Refract Surg* 2000; 26:1117-1122.
2. Collin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Segments insert for treating keratoconus: one year results. *Ophthalmology* 2001; 108:1409-1414.
3. Ruckhofer J, Stoiber J, Twa MD, Grabner G. Correction of astigmatism with short arc-length intrastromal corneal ring segments: preliminary results. *Ophthalmology* 2003; 110(3):516-24.
4. Hellstedt T, Makela J, Uusitalo R, Emre S, Uusitalo R. Treating keratoconus with intacs corneal ring segments. *J Cataract Refract Surg* 2005; 21(3):236-46.
5. Kanellopoulos AJ, Pe LH, Perry HD, Donnenfeld ED. Modified intracorneal ring segment implantations (INTACS) for the management of moderate to advanced keratoconus: efficacy and complications. *Cornea* 2006; 25(1):29-33.
6. Boxer Wachler BS, Christie JP, Chandra NS, Chou B, Korn T, Nepomuceno R. Intacs for keratoconus. *Ophthalmology* 2003; 110(5):1031-40.
7. Levinger S, Pokroy R, Hellstedt Keratoconus managed with intacs: one-year results. *Arch Ophthalmol* 2005; 123(10):1308-14.
8. Siganos CS, Kymionis GD, Kartakis N, Theodorakis MA, Astyrakakis N, Pallikaris IG. Management of keratoconus with Intacs. *Am J Ophthalmol* 2003; 135(1):64-70.
9. Holmes-Higgin DK, Baker PC, Burris TE. Characterization of the aspheric corneal surface with intrastromal corneal ring segments. *J Cataract Refract Surg* 1999; 15(5):520-8.
10. Ginsburg AP. A new contrast sensitivity vision test chart. *Am J Opt Physiol Opt* 1984; 61:403-407.
11. Kennedy RS, Dunlap WP. Assessment of the Vistech contrast sensitivity test for repeated-measures applications. *Optom Vis Sci* 1990; 67:248-251.
12. Zadnik K, Mannis MJ, Johnson CA, Rich D. Rapid contrast sensitivity assessment in keratoconus. *Am J Optometry Phys Optics* 1987; 64(9):693-7.
13. Miller D, Sanghvi S. Contrast sensitivity and glare testing in corneal disease. En: Nadler MP, Miller D, Nadler DJ (eds.). *Glare and Contrast Sensitivity for Clinicians*, New York, Springer-Verlag, 1990.
14. Brian S. Boxer, Ronald RK. Normalized contrast sensitivity values. *J Refract Surg* 1998; 463-466.
15. Dausch D, Rau M. Intrastromal corneal ring implantation for the correction of keratoconus: 12 month follow-up. *J Cataract Refract Surg* 2003; 29(2):322-8.

#### Cita histórica:

En 1980 se lleva a cabo el primer estudio humano con resonancia magnética nuclear, en Nottingham, Inglaterra por **Hawkes y Holland**. Dicha técnica había sido descubierta treinta años antes por **Felix Black y Edward Purcell**, lo que les había valido el premio Nobel en 1952.