

Centro de Microcirugía Ocular. Hospital Oftalmológico Docente  
"Ramón Pando Ferrer"

## ***EFECTO DE LA QUERATOTOMÍA HEXAGONAL SOBRE LA ACOMODACIÓN EN HIPERMETROPÍAS PRIMARIAS***

*Dr. José Alberto Cortés Amador,<sup>1</sup> Dr. Enrique J. Machado Fernández,<sup>2</sup> Dra. María del C. Benítez Merino,<sup>3</sup> Dra. Yamila Díaz Parra,<sup>3</sup> y Dr. Jorge L. Iglesias<sup>4</sup>*

**RESUMEN:** Se realiza un estudio prospectivo en 71 ojos operados, de 44 pacientes en edad no presbita, con hipermetropía primaria realizando la técnica de queratotomía hexagonal, con el fin de analizar el comportamiento de la amplitud de acomodación, medida con el método de las esferas. Se procesaron los datos mediante *tests* estadísticos. Los resultados obtenidos permiten concluir que la cirugía disminuye el componente esférico de la refracción, lo que le permite a los pacientes mejorar su AV. Comprobamos que produce disminución de la amplitud de acomodación, que es el indicador cuantitativo de la relajación de la acomodación y que se manifiesta como una mejoría de la función visual.

Descriptores DeCS: **HIPEROPIA/terapia; REFRACCION OCULAR; ACOMODACION OCULAR.**

La queratotomía hexagonal (QH) es una de las técnicas de la cirugía refractiva que se han utilizado para la corrección de hipermetropías (H) de variada etiología, tales como sobrecorrecciones causadas por la queratotomía radial (QR),<sup>1-3</sup> el cálculo incorrecto de la potencia de la lente intraocular (LIO)<sup>2,4</sup> e H primarias.<sup>3,5-11</sup>

En 1952, *Akiyama*<sup>12</sup> realizó un patrón circular con un trépano en córneas de conejos y describió la aparición de un escalonamiento corneal central como efecto.

En 1986, *Yamashita*<sup>1</sup> realizó un patrón hexagonal de incisiones corneales para reducir la hipermetropía inducida por queratotomía radial en conejos.

En 1987, *Méndez*<sup>13</sup> describió el uso de un patrón hexagonal cerrado, de incisiones en córneas humanas. A partir de estos trabajos, numerosos autores se han ocupado del tema de los resultados, complicaciones y otros elementos relacionados con esta cirugía.<sup>1-14</sup>

Además de la QH se han intentado múltiples procedimientos quirúrgicos que

---

<sup>1</sup> Residente de Oftalmología.

<sup>2</sup> Especialista de I Grado en Oftalmología. Jefe del Servicio de Cirugía Refractiva Corneal.

<sup>3</sup> Especialista de I Grado en Oftalmología.

<sup>4</sup> Asesor estadístico.

incluyen: queratomileusis,<sup>15-17</sup> queratofaquia,<sup>15,16,18-22</sup> epikeratofaquia,<sup>19,20</sup> queratoplastia lamelar automatizada,<sup>23,24</sup> queratoplastia lamelar automatizada homoplástica,<sup>25</sup> termokera -toplastia,<sup>25-27</sup> láser termokeratoplastia<sup>25,28-36</sup> radio-cirugía,<sup>37</sup> ablación superficial con láser de excímeros,<sup>38-45</sup> láser *in situ* queratomileusis,<sup>46</sup> sutura circular compresiva intraestromal y lensectomía de lente claro con implante de LIO.

Las múltiples técnicas referidas, nos permiten inferir que se han generado un importante número de trabajos de investigación, con el objetivo de ofrecer las mejores posibilidades de tratamientos a los pacientes afectados por esta ametropía.

A pesar de esto, en la literatura revisada no hemos encontrado datos sobre lo que sucede con la acomodación en pacientes operados de H.

Es sabido que la H total depende de la longitud axial del ojo y es el resultado de la sumatoria de las H latente y la manifiesta, estando esta última íntimamente relacionada con la acomodación.

La experiencia del equipo de trabajo de nuestro centro, con más de 550 operaciones realizadas mediante QH, ha permitido observar que los pacientes refieren proporcionalmente una mejoría subjetiva mayor que la obtenida de la reducción de su ametropía, a diferencia de los operados de miopía mediante queratotomía radial que obtienen mayor reducción de su ametropía. Teóricamente podemos plantear que esta situación podría deberse a que después de la cirugía para corregir la miopía, el cambio de la curvatura induce al ojo operado, al alejarse su punto remoto, a iniciar el esfuerzo acomodativo que antes no necesitaba. En cambio, en un ojo hipermetrope el aumento de la curvatura inducido por la cirugía, genera la aproximación de los puntos remoto y próximo,

que favorecería la relajación de la acomodación, esfuerzo que antes de la cirugía requería constantemente.

A partir de esta hipótesis, hemos pensado que sería útil cuantificar la amplitud de acomodación (AA) antes y después de la cirugía en ojos hipermetros y, así poder correlacionar el grado de relajación de la acomodación posquirúrgica, con la mejoría clínica subjetiva y objetiva.

Para ello nos propusimos determinar el efecto que la QH tiene sobre la acomodación en hipermetropías primarias.

## **Métodos**

El estudio se realizó en pacientes que acudieron a la consulta de cirugía refractiva del Centro de Microcirugía Ocular, con la finalidad de ser sometidos a cirugía para la corrección de H primaria igual o mayor que +1,50 D, determinada por refracción manifiesta con componente cilíndrico de la refracción menor o igual que 1 -1,00 D.

Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión generales para toda cirugía refractiva y se les realizó la medición de la amplitud de la acomodación (AA) mediante el método de las esferas, cuyo resultado se expresa en dioptrías.

La técnica quirúrgica realizada fue la QH con patrón cerrado, bajo anestesia tópica.

Los pacientes tuvieron un seguimiento posoperatorio en consulta, tomándose para el análisis de los resultados los datos obtenidos de los estudios realizados 1 año después de la cirugía.

Los datos y resultados obtenidos de cada paciente, fueron procesados y analizados estadísticamente aplicándose la prueba t de Student con un valor de significación estadística para  $p < 0,05$  y chi cuadrado.

Se establecieron 3 grupos según la agudeza visual (AV) sin corrección pre y posoperatoria, así: AV menor o igual que 0,1; AV de 0,2 a 0,4 y AV mayor o igual que 0,5, según el optotipo de Snellen.

## Resultados

Según el estudio de la AV se encontraron los siguientes resultados, aplicando el método chi cuadrado (tabla 1).

En el grupo con  $AV \leq 0,1$  preoperatoria, 31 ojos (43,7 %) con una media de 8,91; posoperatoria, 15 ojos (21,1 %) con una media de 7,38.

En el grupo con AV entre 0,2 y 0,4 preoperatoria, 30 ojos (42,2 %), con una media de 8,07; posoperatoria, 11 ojos (15,5 %) con una media de 6,23.

En el grupo con  $AV \geq 0,5$  preoperatoria, 10 ojos (14,1 %), con una media de 6,7; posoperatoria, 45 ojos (63,4 %) con una media de 5,37.

Estos resultados, determinan para los 71 ojos una media de AV preoperatoria de 8,24 y, posoperatoria de 5,93.

El comportamiento general de la AV (tabla 2) fue: preoperatoria mínima 0,1; máxima 1,0 con una media de 0,26 y una DS de 0,20; AV posoperatoria mínima 0,1; máxima 1,0 con una media de 0,59 y una

DS de 0,36, y para  $p= 0,00$ . Esto determinó un aumento promedio de 3 líneas del optotipo en el posoperatorio.

El estudio de la refracción manifiesta, mostró en la esfera preoperatoria (tabla 3) una media de +4,75 D con una DS de +1,81 (esfera mínima +2,00 D; máxima +11,50 D). En la esfera posoperatoria una media de +1,60 D, con una DS de +1,94 (esfera mínima - 4,00 D; máxima +5,50 D) ( $p= 0,00$ ). La disminución de la esfera es atribuible a la técnica quirúrgica realizada; lo que se correlaciona con diversos estudios publicados en el mundo.<sup>7-10,13</sup> El cilindro preoperatorio (tabla 4) mostró una media de -0,51 D con una DS de -0,35 (cilindro mínimo -0,00D, máximo -1,00D). El cilindro posoperatorio mostró una media de -0,35 D con una DS de - 0,60 (cilindro mínimo 0,00 máximo -2,75 D) ( $p= 0,03$ ). La disminución en el cilindro no es estadísticamente significativa.

La AA, objetivo fundamental del presente estudio se comportó de la siguiente forma (tabla 5): AA preoperatoria mínima 1,00 D; máxima 14,50 D para una media de 8,24 D y una DS de 2,70; AA posoperatoria mínima 1,00 D; máxima 13,50D para una media de 5,93D y una DS de 2,02 ( $p= 0,00$ ).

TABLA 1. Agudeza visual

Agudeza visual	Preoperatoria			Posoperatoria		
	No.	%	Media	No.	%	Media
$\leq 0,1$	31	43,66	8,91	15	21,13	7,38
0,2-0,4	30	42,25	8,07	11	15,49	6,23
$\geq 0,5$	10	14,09	6,70	45	63,38	5,37
Total	71	100,00	8,24	71	100,0	5,93

Chi-cuadrado = 36,64 GL=2  $p < 0,01$ .

TABLA 2. **Agudeza visual pre y posoperatoria**

	No.	Media	Desviación		
			estándar	Mínimo	Máximo
Preope- ratoria	71	0,26	0,20	0,10	1,00
Posope- ratoria	71	0,59	0,36	0,10	1,00

T= - 7,40 GL= 70 p= 0,00.

Encontramos que las diferencias de la media de la AA pre y posoperatorias son estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ),

o sea, existe una relajación de la acomodación inducida por la cirugía de QH.

El análisis de la AA preoperatoria según AV (tabla 6) permite observar que disminuye el número de pacientes con una mejor agudeza visual; como también la media de la AA. Al compararla con la posoperatoria según AV, observamos cómo aumenta el número de pacientes con mejor agudeza visual (efecto de la cirugía) a la vez que se observa una disminución de la AA (relajación por efecto indirecto de la cirugía); esta última fue en el posoperatorio estadísticamente significativa ( $p= 0,002$ ).

TABLA 3. **Esfera pre y posoperatoria**

	No.	Media	Desviación		
			estándar	Mínimo	Máximo
Preoperatoria	71	4,75	1,81	2,00	11,50
Posoperatoria	71	1,60	1,94	-4,00	5,50

T = 11,64 GL= 70 p= 0,00.

TABLA 4. **Cilindro pre y posoperatorio**

	No.	Media	Desviación		
			estándar	Mínimo	Máximo
Preoperatorio	71	-0,51	-0,35	0,00	-1,00
Posoperatorio	71	-0,35	-0,60	0,00	-2,75

T = - 2,21 GL= 70 p= 0,03

TABLA 5. Amplitud de acomodación pre y posoperatoria

Amplitud Acomodación	No.	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Preoperatorio	71	8,24	2,70	1,00	14,50
Posoperatorio	71	5,93	2,02	1,00	13,50

T = 7,43 GL = 70 p = 0,00.

TABLA 6. Amplitud de acomodación pre y posoperatoria según agudeza visual

Agudeza visual	No.	Amplitud acomodación preoperatoria			
		Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
≤0,1	31	8,91	2,77	2,00	14,50
0,2-0,4	30	8,07	2,55	3,00	13,00
≥0,5	10	6,70	2,47	1,00	9,00

ANOVA  
Efecto: 1 F = 2,76 p = 0,07

Agudeza visual	No.	Amplitud acomodación posoperatoria			
		Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
≤0,1	15	7,38	2,52	1,00	13,50
0,2-0,4	11	6,23	2,86	3,75	13,50
≥0,5	45	5,37	1,25	3,00	9,00

ANOVA  
Efecto: 1 F = 6,61 p = 0,002

## Discusión

Los resultados obtenidos nos permiten observar cómo en la valoración preoperatoria hay un menor número de pacientes con mejor agudeza visual, comparado con un incremento en el número de pacientes con una mejor agudeza visual posoperatoria.

La mejoría de la agudeza visual está relacionada con la disminución en el componente esférico de la refracción como efecto directo de la técnica quirúrgica; resultados que como dijimos se correlacionan con lo encontrado por diversos

autores.<sup>5-11</sup> En la literatura revisada no encontramos datos sobre el comportamiento de la acomodación. Nosotros consideramos que la función de acomodación, que para tratar de compensar la ametropía se realiza constantemente en los pacientes con H, es relajada como efecto indirecto de la cirugía; lo cual comprobamos al medir por el método de las esferas en pacientes en edad considerada no presbita. La relajación de la acomodación se interpreta por lo expresado por los pacientes y determina una mejoría subjetiva de la AV en apariencia mayor que la determinada de forma objetiva (cuantificada sólo con la refracción).

Por todo lo anterior se concluye que la QH mejoró la agudeza visual media en los pacientes objeto de nuestro estudio. El componente esférico en la refracción manifestó disminuyó significativamente en el posoperatorio como resultado del efecto de

la cirugía y el componente cilíndrico tuvo una variación mínima, lo cual no es significativamente estadístico. La QH determinó una disminución de la amplitud de acomodación al actuar indirectamente sobre la acomodación.

**SUMMARY:** A prospective study was performed in 71 operated eyes in 44 patients presenting with presbyopia and primary hypermetropia underwent to hexagonal keratotomy technique, to analyse behaviour in amplitude of accommodation, measured using sphere method. Data were processed by statistical tests. Results allow us conclude that surgery decreases spheric component of refraction, which means that patients improve their visual acuity (VA). We verify what cause decrease in amplitude of accommodation, which is the quantitative indicator of accommodation relaxation, an manifested as a sign of improved visual function.

Subject headings: **HYPEROPIA/ therapy; REFRACTION, OCULAR; ACCOMODATION, OCULAR.**

### **Referencias bibliográficas**

1. Yamashita T, Schneider ME, Fuerst, DJ, Pierce WJ. Hexagonal keratotomy reduces hyperopia after radial keratotomy in rabbits. *J Refract Surg* 1986;2:261-64.
2. Grady F. Hexagonal keratotomy for corneal steepening. *Ophthalmic Surg* 1998;19:622-3.
3. O'Dell LW, Wyzinski P, Golden JA. "Retrospective analysis of 754 hexagonal keratotomies". *Ann Ophthalmol Glaucoma* 1996;28-3:147-52.
4. O'Dell L, Wyzinsky P. Hexagonal keratotomy for intraocular lens mis calculation. *Can J Ophthalmol* 1990;25:355-7.
5. Neuman AC, McCarty GR. «Hexagonal Keratotomy for low hyperopia: Preliminary results of a prospective study. *Journal of Cataract and Refractive Surgery* 1988;14:265-9.
6. Jensen RP. "Hexagonal Keratotomy: Clinical Experience with 483 eyes". *International Ophthalmology Clinics* 1991;31(1):69-73.
7. Casebeer JD, Phillips SG. Hexagonal Keratotomy: an historical review and assessment of 46 cases. *Ophthalmology Clinics of North America* 1992;5:727-44.
8. Grandon SC. "Clinical evaluation of Hexagonal Keratotomy for the treatment of primary hyperopia". *Journal of Cataract and Refractive Surgery* 1995;21:140-9.
9. Werblin TP. "Hexagonal Keratotomy should we still be trying?". *Journal Refract Surgery* 1996;12(5):613-17.
10. Machado EJ. Queratotomía Hexagonal para la corrección quirúrgica de hipermetropía. Estudio de 146 ojos operados. *Revista Cubana de Oftalmología* 1997;(1-2):13-18.
11. Stanley C. Grandon MD, Donald R. Sanders MD, Robert D, Anello MA, Diane Jacobs COMT, Martha Biscaro COMT. Clinical Evaluation of hexagonal Keratotomy for the treatment of primary hiperopia. *J Cataract Refract Surgery* 1995;21(2):140-9.
12. Akiyama K. Study of Surgical treatment for myopia. I. Posterior Corneal incisions. *Acta Soc Ophthalmol Jpn* 1952;56:1142.
13. Méndez A. Correcao da: Hipermetropia pela Cheratotomia Hexagonal. In Guimaraes, R. (ed): *Cirurgia Refractive*. Rio de Janeiro, Brasil, Pirâmide Livro Médico Editora Ltda., 1987:267-79.
14. Gilbert ML, Friedlander M, Granet N. Corneal steepening in human eye bank by combined hexagonal and transverse keratotomy. *Refract Corneal Surgery* 1990;6:126-30.
15. Barraquer Moner JI. *Cirurgía refractiva de la córnea*. Tomo I. Ed. Instituto Barraquer de América, Bogotá, Colombia. 1996:89-103.
16. Swinger CA, Barraquer JI. "Keratophakia and Keratomileusis Clinical Results". *Ophthalmology* 1981;88:709-15.
17. Barraquer JI. "Keratomileusis for Hiperopia and Aphakia". *Ophthalmology* 1981;88:701-8.
18. Taylor DM. "Keratophakia-Clinical Evaluation". *Ophthalmology* 1981;88:1141-50.

19. Frederick S. Brightbiell. Corneal Surgery. Third edition. Mosby. New York, USA. 1995:445-54.
20. Kaufman HE. The Correction of Aphakia. A.M. J. Ophthalmol 1980;88:1-10.
21. Taylor DM, Stern AL, Romanchok KG, Keilson RL. Keratophaquia: Clinical evaluation. Ophthalmology 88:1141, 1981.
22. Barraquer JJ. Basis of Refractive Keratoplasty. Arch Soc and Oftalmol Optom 1967;6:21-68.
23. Kezirian GM, Gremillion CM. Automated lamellar keratoplasty for the correction of Hyperopia. J Cataract Refract Surg 1995;21(4):386-92.
24. Neuman AC, Fyodorov S, Sanders D. Radial Thermo-Keratoplasty for the correction of Hipermetropia. Refractive and Corneal Surgery 1990;(6):404-12.
25. Neuman AC, Sanders Donald R. Effect of Thermokeratoplasty on corneal curvature. J Cataract Refract Surgery-vol 16, November. 1990.
26. Ali JL, MM. Ismail U. Alicante, U Spain; Correction of Hyperopia by noncontact LTK. World Congress of Hyperopia. Rome, 1995.
27. Moreira H, Campus M, Sawsch MR, Mc Donnell JM, Sand B, McDonnell PJ. "Holmium Laser Keratoplasty". Ophthalmology 1992;5:752-61.
28. Kohnen T, Koch DD, McDonell PJ, Menefee RF, Berry MJ. Noncontact holmium: YAG laser thermal Keratoplasty to correct hyperopia: 18- month follow-up. Ophthalmologica 1997;211(5):274-82.
29. Koch DD, Kohnen T, McDonell PJ, Menefee RF, Berry MJ. Hyperopia correction by noncontact holmium: YAG laser thermal Keratoplasty. United States phase IIA clinical study with a 1-year follow-up. Ophthalmology 1996;103(10):1525-35; discussion 1536.
30. Koch DD, Abarca A, Villarreal R, Menefee R, Kohnen T, Vassiliadis A, Berry M. Hyperopia correction by noncontact holmium: YAG laser thermal Keratoplasty. Clinical study with two-year follow-up. Ophthalmology 1996;103(5):731-40.
31. Gerd geerling MD, Norbert Koop, MSc, Ralf Brinkmann, MSc, Andreas Tüngler, Cand med.m, Christopher Wirbelauer, MD, Reginald Birngruber, PhD, Horst Laqua, MD. Continuous-wave diode laser thermokeratoplasty: First clinical experience in blind human eyes. J Cataract Refract Surgery 1999; 25:32-40.
32. Koch DD, Kohnen T, McDonnell PJ, Menefee R, Berry M. Hyperopia correction by non contact holmium: YAG laser thermal keratoplasty: U.S. phase IIA clinical study with 2-year follow-up. Ophthalmology 1997; 104(11):1938-47.
33. Maguire LJ. "Keratorefractive Surgery, Success and the public health". (Editorial). Am J Ophthalmol 1994;(3):177-394.
34. Carones F, Brancato R, Morico A, Vigo L, Venturi E, Gobbi PG. Photorefractive Keratectomy for hyperopia using an erodible disc and axicon lens: 2- year results. J Refract Surg 1998; 14(5):504-11.
35. Jackson WB, Casson E, Hodge WG, Mintsioulis G, Agapitos PJ. Laser vision correction for low hyperopia. An 18-month assessment of safety and efficacy. Ophthalmology 1998;105(9):1727-38; discussion 1737-8.
36. Schwiegerling J, Snyder RW. Custom photorefractive keratectomy ablations for the correction of spherical and cylindrical refractive error and higher -order aberration. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis 1998;15(9):2572-9.
37. Jackson WB, Casson E, Hodge WG, Mintsioulis G, Agapitos PJ. Laser vision correction for low hyperopia. An 18-month assessment of safety and efficacy. Optom Vis Sci 1998;75(8):585-90.
38. Griffith M, Jackson WB, Lafontaine MD, Mintsioulis G, Agapitos P, Hodge W. Evaluation of current techniques of corneal epithelial removal in hyperopic photorefractive Keratectomy. J Cataract Refract Surg 1998;24(8):1070-8.
39. O'Brart DP, Stephenson CG, Oliver K, Marshall J. "Excimer Laser Photorefractive Keratectomy for the correction of hyperopia using an erodible. Mark and axicon sistem", Ophthalmology 1997;104(11):1959-70.
40. Danjoux JP, Kalski RS, Cohen P, Lawlens MA, Rogers C. "Excimer Laser Photorefractive Keratectomy for hyperopia", J Refract Surgery 1997;13(4):349-55.
41. Buzard KA, Fundings BR. "Excimer Laser assisted in situ Keratomileusis for hyperopia". J Cataract Refract Surg 1999; 25(2):197-204.
42. Davidort JM, Zaldívar R, Oscherow S. Results and Complications of laser in situ Keratomileusis by experienced surgeons. J Refract Surg 1998; 14(2):114-22.
43. Lyle WA, Jin GJ. "Long term Stability of Refraction after Intrastomal suture correction of hyperopia, following radial Keratotomy. J Refract Surg 1995;11(6):485-89.
44. Gills JP. "Two IOLS better than one for high hyperopes" Ophthalmology Times 1994; 19(21):46.
45. Kanski JJ. Oftalmología General. Tercera Edition, Mosby, Madrid. 1996: 414-20.
46. J. Ferrer Ruiz. Estrabismos y Ambliopías. Doyma. Barcelona. España. 1995: 15-20.

Recibido: 18 de octubre de 1999. Aprobado: 25 de noviembre de 1999.  
 Dr. *José Alberto Cortés Amador*. Hospital Oftalmológico Docente "Ramón Pando Ferrer", Ciudad de La Habana, Cuba.