

QUERATOTOMIA RADIAL

Dra. Ma. del Carmen Arias-Esparza*
Dr. Arturo Solís-Herrera*

RESUMEN:

Se revisan doce artículos publicados en los últimos tres años, acerca de la queratotomía radial anterior en grupos humanos y en primates; así como en ojos enucleados. Se describen dos antecedentes de esta cirugía; que ya se practicaba en 1943, y se llega hasta la descripción de la técnica actual, la cual se ha ido modificando a medida que se han ido obteniendo datos y experiencias acerca de los factores que intervienen antes, durante y después de la cirugía. Se describen los principales problemas que refieren los pacientes una vez operados, la mejoría en visión así como el promedio de cambios refractivos de acuerdo al tipo de cirugía. Se describen los cambios morfológicos que se han encontrado a partir del día 0 hasta los seis meses. Por último se resumen las conclusiones que probablemente reflejan el conocimiento y la experiencia acerca de esta cirugía hasta el momento actual.

ANTECEDENTES

La Queratotomía Refractiva fue practicada por primera vez por Sato en 1943. En 1952 Shibata y Sato probaron la queratotomía radial anterior en conejos: encontrando un cambio promedio de 0.3 dioptrías en el radio de curvatura corneal.

Para aumentar la cantidad de dioptrías que obtenía con la cirugía, Sato probó y practicó incisiones anteriores y posteriores (40 en la cara anterior de la córnea y 45 en la cara posterior), dejando una zona óptica de 8 mm. aproximadamente. Las incisiones anteriores

* Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro Biomédico.

penetraban casi el total del grosor corneal, justo para evitar la perforación; las incisiones posteriores penetraban el endotelio, la membrana de Descemet y aproximadamente dos tercios del estroma corneal. Las incisiones medían de 4 a 5 mm. de longitud iniciando en el limbo esclerocorneal. La cirugía producía un cambio promedio de 3 ó 4 dioptrías en la refracción preoperatoria.

Cuando trataba el astigmatismo miópico, Sato hacía menos incisiones; si el eje del astigmatismo era vertical, las incisiones las hacía de 7 a 11 y de 1 a 5, produciendo un cambio promedio de tres dioptrías. Sato operó 281 ojos en el período de 1943-1953, en la Escuela de Medicina de la Universidad de Juntendo, Tokio, Japón.

De estos 281 ojos, pudieron seguirse 80 ojos (50 pacientes). Sesenta de estos ojos desarrollaron queratopatía bultosa 20 años después de la cirugía. El inicio de la queratopatía fue alrededor de los 40 años, sin importar a la edad a la que fueron sometidos a la cirugía. Lo que sí era evidente era que cuando la cirugía se efectuaba a mayor edad, era más rápido el inicio de la queratopatía.

Posteriormente, Fyodorov, de la U.R.S.S., practicó el procedimiento y reportó que la miopía se reducía por aplanamiento de la curvatura corneal central; debido al que el radio de curvatura de la córnea periférica se hacía menor. De acuerdo a Fyodorov, este abombamiento periférico ocurría cuando el ligamento circular (teórico) de la córnea periférica era cortado, lo que permitía que la presión intraocular modificara el radio de curvatura de la córnea periférica así debilitada, ya que al hacerse más curva, se aplanaba la región central^{1,2,3}.

En la actualidad, los mecanismos que provocan reducción en la curvatura corneal central no están bien entendidos, pero es un hecho que el paciente en quien se practica esta cirugía, presenta una disminución clínica de la cantidad

de miopía.

A diferencia de la técnica de Sato, Fyodorov no practica incisiones posteriores, deja una zona óptica más pequeña, y el número de incisiones es menor (8 a 16).

SELECCION DE PACIENTES^{1,4,6,7}

Los principales problemas de los pacientes que son posibles candidatos a la cirugía son: dificultades insuperables para el uso de lentes de contacto de cualquier tipo; (duros, semiblandos, blandos o de uso prolongado) y el ser incapacitados ocupacionalmente para el uso de lentes convencionales. La edad mínima fue de 18 años.

La refracción preoperatoria no debe ser menor de 2 dioptrías ni mayor de 12 dioptrías, con 4.00 D de astigmatismo como máximo. No debe tener evidencia de progresión de la miopía por lo menos en 18 meses.

El mosaico endotelial debe tener cuentas celulares mínimas de 2,000 células por milímetro cuadrado. El grosor corneal central debe tener un mínimo de 0.45 mm., máximo deseable de .60 mm. El paciente no debe tener evidencia de problemas agudos, crónicos o recurrentes de cualquier etiología. (Infecciosos, tumorales, degenerativos, autoinmunes, inflamatorios, etc.).

El paciente no deberá tomar medicación que pudiera influir en algún momento en el resultado de la cirugía, en la cicatrización de la herida, etc. El paciente debe ser informado detalladamente acerca de la cirugía. Diámetro corneal de 10.5 mm. como mínimo¹.

TECNICA OPERATORIA

Puede efectuarse como paciente externo, con anestesia local por instilación, rara vez se requiere anestesia retrolbulbar. Es indispensable el microscopio quirúrgico.

Primero, se hace que el paciente vea

directamente al filamento del foco de la fuente de luz; lo que permite marcar con el mínimo de errores la zona óptica. Esto puede hacerse utilizando un trépano, el tamaño de esta zona varía de autor a autor; pero en general va de 3 a 4 mm. de diámetro. Puede resaltarse la marca del trépano por medio de tinción con fluoresceína^{1,7}. Algunos cirujanos también marcan con el trépano de 11 mm.; con lo que delimitan la extensión periférica de la incisión. (Se ha observado que el prolongar la incisión hasta el limbo esclerocorneal o más allá tiende a disminuir la cantidad de dioptrías que pudiera cambiar el procedimiento) es decir, el cambio refractivo es menor^{1,7}.

El número de incisiones que efectúa varía de 8 a 16 incisiones radiales con una profundidad del 80 al 90% del grosor corneal.

El bisturí que se emplea es hoja de rasurar o bisturí de diamante. Se aplican gotas de antibiótico y cicloplégico al terminar la cirugía y se ocluye de tres a seis días^{1,2,7,8}.

FACTORES QUE INTERVIENEN

Diámetro de la zona óptica: Se han utilizado entre 3 y 5 mm. de diámetro; y se ha observado que a menor diámetro de esta zona, mayor cambio refractivo^{1,2,7,8}.

LECTURAS QUERATOMETRICAS:

Se piensa que una córnea curva, es más susceptible de aplanarse que una córnea que originalmente era plana¹, pero esto falta demostrarlo ya que no se pueden predecir los resultados a partir de las lecturas queratométricas. Se ha dicho que mientras más bajas las lecturas queratométricas son menores los resultados, pero en estadísticas presentadas, la correlación entre lecturas queratométricas y los cambios refractivos sugieren que esta asociación es errática. Inclusive se observa que la córnea curva se aplanan menos⁷.

El cambio refractivo es por lo general consistentemente mayor que el cambio queratométrico⁷.

GROSOR CORNEAL:

No se ha observado que afecte el resultado de una manera u otra⁸.

PROFUNDIDAD DE LA CAMARA ANTERIOR:

Se ha detectado que disminuye 0.02 mm. después del procedimiento, pero la profundidad preoperatoria no interviene⁷.

ESTADO REFRACTIVO PREVIO:

Pacientes con miopía de más de cuatro dioptrías tienen un 23% de probabilidades de obtener una visión de 20/20 (6/6) sin corrección. 23% de obtener 20/25 a 20/40 después de seis meses.

El 46% de estos pacientes pueden esperar una visión de 20/40 o mejor. En pacientes con miopía de menos de cuatro dioptrías, pueden esperar mejores resultados, ya que el 88% de ellos tendrán una agudeza visual de 20/40 o mejor a los seis meses⁷.

La correlación entre los resultados y la evaluación preoperatoria de edad, rigidez escleral, longitud axial y topografía corneal es muy pobre^{1,7}.

NUMERO DE INCISIONES:

Los reportes indican variaciones de 8 a 16 incisiones; pero en general la mayor parte de los reportes concuerdan en que no hay diferencia apreciable entre practicar 8 ó 16. Dieciséis incisiones producen un promedio de 4.46 dioptrías, y 8 incisiones producen 3.91 dioptrías en promedio. Debido a que se ha detectado que 8 incisiones producen el 85% del aplanamiento corneal; que las probabilidades de perforación son menores; y que 8 incisiones reducen la incidencia de visión fluctuante; los ci-

rujanos tienden a abandonar 16 incisiones prefiriendo solamente 8^{1,7,8}.

LONGITUD DE LAS INCISIONES:

Los primeros trabajos publicados señalaban que debía llegarse al limbo esclerocorneal e incluso dos mm. más adelante; pero los resultados han demostrado que de hacerlo así; el cambio refractivo es notoriamente menor¹ (1.81 dioptrías contra 4.46 dioptrías). Además se ha demostrado en modelos animales que cuando las incisiones se extienden hasta el limbo o más allá, pueden ocurrir rupturas a ese nivel como resultado de un trauma no perforante, a diferencia de los ojos normales que ocurren paralelas al ecuador o cerca de las inserciones musculares donde la esclera es más delgada⁹ (0.3 mm.). Lo que sugiere que las incisiones que se extienden hasta el limbo o más; vuelve al limbo una área particularmente vulnerable para las rupturas traumáticas. Por lo que se recomienda que siempre que sea posible se evite involucrar el limbo⁹.

DIAMETRO CORNEAL:

Se ha reportado que pacientes con corneas de diámetro menor de 10.5 mm. tienen cambios refractivos muy pequeños (1 o 2 dioptrías) por lo que se recomienda no efectuar la cirugía en estos pacientes⁷.

COMPLICACIONES:

TRANSOPERATORIAS. Perforaciones: la mayor parte de las veces sellan espontáneamente, rara vez requieren suturas; algunos cirujanos sugieren el uso de adhesivos como el cianoacrilato (Hystocryl). La frecuencia de perforaciones es del 10%, siendo más frecuentes de localización inferior⁷. Conforme se avanza en la cirugía el ojo se torna más blando y la luz del microscopio produce deshi-

dratación por evaporación, lo que puede causar adelgazamiento corneal que se ha reportado puede llegar a ser más del 10%². Esto hace que la profundidad de las incisiones varíen incluso en más del 30%^{2,10}, con el mismo cirujano, el mismo ojo, y la misma hoja. En pruebas clínicas algunos autores reportan que las perforaciones ocurren en un 15 ó 20%. Estas dos complicaciones pueden disminuirse un poco usando bisturí de diamante⁷. La profundidad de la incisión es mayor en el centro que en la periferia y las perforaciones más frecuentes son las que ocurren en la periferia⁷.

POSTOPERATORIAS INMEDIATAS:

(hasta dos semanas): dolor, defectos epiteliales que rara vez se prolonguen más de 72 horas., iritis reactiva, queratitis intersticial, y erosión recurrente¹.

La pérdida parcial del cambio refractivo inicial ocurre en todos los pacientes entre la primera semana y el primer mes, haciéndose menos marcado entre el primero y tercer mes, estabilizándose entre seis meses y un año^{1,4,7,8}.

Fluctuaciones de la visión: Es una complicación significativa de la queratotomía radial. (40% según algunos autores). El paciente se hace más miope conforme avanza el día, debido a que la curva corneal se hace más pronunciada en la tarde^{1,5,7,11}.

Resplandor durante la visión nocturna: Ocurre por la dilatación pupilar; con frecuencia del 20%; esto ocurre debido a que las incisiones actúan como difusores de luz; lo que produce que el contraste retiniano sea menos definido⁵.

La zona óptica de 3 mm. produce una incidencia de resplandor del 79%, en comparación con la zona óptica de 4 mm. (20% de resplandor). Mientras mayor sea la zona óptica menor es el resplandor. Mientras más delgada la cicatriz incisional es menor el problema

del resplandor. Las incisiones iniciales tienden a hacerse más anchas si son profundas o si la presión intraocular es elevada; por lo que la medicación antiglaucoma puede ayudar a mantener las cicatrices tenues⁵. También se ha reportado que con el tiempo la sensibilidad al resplandor disminuye; este fenómeno puede resultar tanto por la contractura cicatricial como por la adaptación perceptual. Se ha postulado que el uso de los esteroides al finalizar la cirugía y durante el postoperatorio aumenta la efectividad del procedimiento; quizá al retardar la cicatrización o al disminuir la inflamación¹¹.

En la mayoría de los reportes las dos mayores complicaciones o más frecuentes son la visión fluctuante y el resplandor nocturno. ^{4, 5, 10, 12.}

Pérdida Endotelial: Se reporta de la siguiente manera: al mes una pérdida de 5.6%; en humanos 6.9% a los seis meses; en pacientes con perforaciones no hubo mayor pérdida de células endoteliales. Aunque algunos autores sugieren que la pérdida ocasionada por esta cirugía puede ser progresiva; los datos que se han publicado en humanos y primates sugieren que al cabo de seis meses esta pérdida se detiene; ocurriendo sólo la normal por edad. Se requieren más estudios para determinar esta pérdida continua por más de los seis meses, ya que de continuar esta pérdida por 2 años o más se comprometería seriamente la integridad de las funciones endoteliales ¹.

En monos se ha reportado que no hay diferencia entre 8 y 16 incisiones; pues en el grupo de 16 incisiones se encontró una pérdida del 15% a los seis meses, siendo del 14% en el grupo de 8 incisiones a los seis meses ^{1, 10}. Los reportes de pérdida endotelial en humanos va del 2 al 25%, con una medida de 4.5% al año ^{4, 12}.

Cambios en la Tonometría: No se han reportado cambios significativos ^{10, 12}.

Otras complicaciones: Determinación errónea de la zona óptica; incisiones inadecuadas alrededor de la zona óptica; defectos epiteliales posteriores a la cirugía; erosiones recurrentes; engrosamiento del estroma; neovascularización corneal; inducción de astigmatismo; regresión al estado miópico original; dificultades significativas con la adaptación de lentes del contacto después de la cirugía endoftalmitis, sinequias, catarata ^{2, 4, 5, 7, 8}.

Sobrecorrección: La frecuencia es del 14% en miopía media y del 4% en miopía alta. Esta hipermetropía postoperatoria es muy molesta si pasa de dos dioptrías ¹².

Hipocorrección: Ocurre cuando la zona óptica es mayor de 4 mm.; las incisiones no tienen un mínimo del 80% en profundidad; cuando estas incisiones llegan al limbo y cuando son menos de 8.

Estudios Morfológicos: ^{1, 3, 10, 11.}

Día de la cirugía: Las incisiones mostraban bordes limpios, sin evidencia de alteraciones en epitelio, estroma o endotelio.

Día uno y dos: en las primeras 24 horas, los bordes de las incisiones se apreciaban levantados, el epitelio cubría la mayor parte de los márgenes de la herida; con numerosos polimorfonucleares llenando los defectos causados por las incisiones. A las 48 horas, el epitelio se extendía dentro de la herida y llegaba hasta el fondo de la misma. Existía una discreta actividad fibroblástica alrededor de este "tapón" epitelial. Las células inflamatorias se encontraban principalmente en el fondo de las incisiones. Había leucocitos polimorfonucleares y macrófagos con signos de actividad fagocítica.

La superficie endotelial y la malla trabecular mostraba infiltración de células inflamatorias. Los cambios ultraestructurales de las células endoteliales adyacentes a las incisiones sólo mostraban dilatación de la mitocondria pero no vacuolización o algún otro cambio.

Días siete a catorce: Al 7 día, el microscopio de luz mostró los márgenes de la incisión llenos de células epiteliales, formando tapones epiteliales grandes. La actividad fibroblástica se veía aumentada, sobre todo en las zonas adyacentes al tapón epitelial. Estos fibroblastos contenían cantidades elevadas de retículo endoplásmico rugoso. Las células inflamatorias y macrófagos se encontraban adyacentes al endotelio. Las células endoteliales sólo continuaban mostrando discretos cambios mitocondriales. También entre la primera y segunda semana el tapón epitelial fue reemplazado por una respuesta fibroblástica marcada. El epitelio que cubría la herida estaba edematoso, y ahora limitado a la superficie corneal. Había una brusca transición del epitelio y membrana de Bowman hacia el tejido fibroso proliferativo.

Los fibroblastos dentro de la herida contenían abundante retículo endoplásmico rugoso. La matriz extracelular que rodeaba estas células estaba compuesto de material fino, denso, con escasa fibrillas de colágeno. Durante este periodo marcados cambios ultraestructurales ocurrían dentro de el endotelio, el hallazgo más frecuente fue vacuolización intercelular con condensación intracitoplásmica. Frecuentemente estas vacuolas intercelulares contenían estructuras membranosas. El endotelio entero exhibía expansión de las uniones intercelulares; ocasionalmente las células endoteliales individuales se observaban francamente anormales, con las superficies muy reflectivas y rugosas que sugieren células muertas antes de ser removidas

de la capa de células endoteliales.

Tres a seis meses: El desarrollo y organización estromal corneal en tejido cicatrizal continuó durante los siguientes meses. Tres meses después de la cirugía cuando los efectos habían desaparecido, se notaba contractura significativa de la herida. El desarrollo de la contractura correlacionaba temporalmente con la pérdida del aplanamiento corneal observado postoperatoriamente. No se encontró diferencia entre tres y seis meses de postoperatorio. El estudio histopatológico mostró que a partir de esta fecha la reacción fibroblástica se había resuelto y sólo el número aumentado de queratocitos y las rupturas en la membrana de Bowman identificaban las incisiones quirúrgicas. Ocasionalmente el epitelio que cubría la cicatriz se observaba engrosado. La membrana de las células epiteliales basales mostraban estructuras conspicuas que parecían espículas que se encontraban dentro del tejido adyacente. El nuevo tejido cicatricial contenía bandas de colágeno irregularmente distribuidas, de 550 a 650 micras de diámetro aproximadamente y 600 micras de periodicidad (en contraste con la córnea del mono lechuza normal distribuidas ordenadamente entre 200 y 300 micras de diámetro.

No hubo cambio en el trabéculo ni el endotelio después de seis meses. La profundidad de la incisión variaba no solo de ojo a ojo sino en el mismo ojo con la diferencia entre 30 y 100% del grosor corneal había incisiones que habían perforado la cara posterior y no se notaban clínicamente.

Existen algunos reportes que dicen encontrar protrusión de las incisiones en el endotelio, a todo lo largo de la misma (Aunque por lo general son en trabajos donde se incide casi el 100% de la córnea). También algunos autores sugieren que los cortes en la membrana de Bowman y en el estroma causen

tensión corneal, resultando en un proceso continuo de agresión corneal al endotelio. Los hallazgos histológicos pudieran deberse a una debilidad estructural de la córnea más que a cambios inflamatorios postquirúrgicos. Pudiendo existir diferencia en términos de condición nutricional o de firmeza anatómica entre el endotelio central y el periférico (Dreus R.C.; Waltman S.R. 1978^{1,3,10,11}).

CONCLUSIONES:^{1,9}

- 1.—La queratotomía radial es una forma de queraoplastia refractiva; que puede reducir la miopía en algunos individuos; pero aún se considera en fase experimental.
- 2.—Aunque la operación puede reducir la miopía, no se conoce qué pacientes serán los más beneficiados con la cirugía; la forma final de la córnea, el error de refracción final y la agudeza visual sin lentes son cosas que NO son predecibles.
- 3.—El efecto de la operación a largo plazo sobre la córnea es desconocido.
- 4.—La operación debe llevarse a cabo bajo un protocolo de investigación previamente aprobado por el consejo.
- 5.—La operación es mejor llevada en condiciones de óptima seguridad para el paciente, tales como el microscopio quirúrgico, técnica estéril, y anestesia retrobulbar cuando sea necesario.
- 6.—Las alternativas no quirúrgicas tales como lentes de uso prolongado pueden reducir la necesidad de dicha cirugía.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—J. W., Cowden: **Radial keratotomy.** Arch. Ophthalmol. Vol. 100, April 82, p. 578-580.
- 2.—Henry, Gelender; Harry, W. Flynn: **Endophthalmitis from, radial keratotomy** Am. J. Ophthalmol. No. 3, Vol. 93, March 82, p. 323-326.
- 1.—Yamaguchi, Tatsuo; Kaufman, Herbert E.: **Anterior Radial keratotomy** Am. J. Ophthalmol. 92(3) 313-327 No. 3, Sep. 81.
- 4.—Yamaguchi, Tatsuo; Kanai, Atshushi: **Keratopathy after radial keratotomy.** Am. J. Ophthalmol. Vol. 93. No. 5, 600-606, May 82.
- 5.—D. Miller R. Miller: **Glare Sensitivity in Simulated Radial keratotomy.** Arch. Ophthalmol. Vol. 99, No. 11, p. 1661-1962.
- 6.—**Radial Keratotomy** Arch. Ophthalmol. Vol. 98, Aug. 1980, p. 1377.
- 7.—J. James, Rowsey: **Radial Keratotomy.** Am. J. Ophthalmol. Vol. 93, No. 4. april 1982, 537-455.
- 8.—**Radial Keratotomy in Primates** Am. J. Ophthalmol. 92: 153-171, 1981.
- 9.—J., K. Luttrull; J., V. Jester: **The Effect of Radial keratotomy on Ocular integrity in an animal model.** Arch. Ophthalmol. Vol. 100, No. 2, Feb. 82, p. 319-320.
- 10.—**Statistical Analysis of Radial Keratotomy.** Am. J. Ophthalmol Aug. 1981, Vol. 92, No. 2, p. 172-177.
- 11.—J., Rowsey A. D., Balyeat: **Radial keratotomy; Preliminary Report of Complications.** Ophthalmic Surg. 13: 27-25, 1982.
- 12.—W.. J. Stark; N., F. Martin: **Extended Wear Contact Lenses for myopic Correction.** Arch. Ophthalmol. Vol. 99, Nov. 1981, p. 1963-66.