

Análisis vectorial del astigmatismo postlasik: lluvia de puntos vs. punto flotante*

Oscar Guerrero Berger, Oscar Baca, Regina Velasco, Dalia Viggiano, Martha Calvillo Ángel Barroso

RESUMEN

Objetivo: Comparar grado de astigmatismo inducido y residual postlasik con tecnología de punto flotante vs. lluvia de puntos. **Material y métodos:** Estudio prospectivo en el que se incluyeron: Grupo 1. 120 ojos operados con Visx Star S2, y Grupo 2. 86 ojos con LadarVision. Se realizó por medio de análisis vectorial el cálculo de astigmatismos inducidos y residuales al 1er y 3er mes. Dichos resultados se correlacionaron con porcentaje de corrección del cilindro, desviación del eje y agudeza visual postquirúrgica. **Resultados:** El astigmatismo residual para el grupo 1 fue 0.87×177 y 0.55×178.8 al 1er y 3er mes respectivamente. Para el segundo grupo fue 0.63×175.8 y 0.84×179.6 . El astigmatismo inducido para el primer grupo al 3er mes 1.82×180 y para el grupo 2 de 1.39×10.5 . El porcentaje de corrección del cilindro fue mayor para el primer grupo. El desplazamiento del eje y la agudeza visual fueron similares. **Conclusión:** La tecnología de lluvia de puntos presenta mayor astigmatismo inducido que la de punto flotante, sin embargo, con menor astigmatismo residual, manteniendo ambos agudezas visuales postoperatorias similares.

Palabras clave: Astigmatismo residual, inducido, Ladar, Visx.

SUMMARY

Purpose: To compare the incidence, type and grade of induced and residual astigmatism with Lasik, with the flying spot technology and the variable scan spot, in cases of myopic astigmatism and simple myopia. **Materials:** A comparative, prospective/retrospective study, including 2 groups: Group 1. 120 eyes treated with Visx Star S2 and Group 2. 86 eyes treated with LadarVision. The calculation of the induced and residual astigmatism was made with a vectorial analysis at the first and third month. % cylinder correction, axial deviation and visual outcome were also considered for the analysis. **Results:** Group 1: The mean residual astigmatism was 0.87×177 and 0.55×178.8 at the 1st and 3rd month. The mean induced astigmatism was 1.82×180 at the 3rd month. Group 2: The mean residual astigmatism was 0.63×175.8 and 0.84×179.6 at the 1st and 3rd month. The mean induced astigmatism at the 3rd month was 1.39×10.5 . The final correction of the cylinder was better in the first group. The visual outcome and the axial deviation was similar in both groups. **Conclusion:** The major grade of induced astigmatism presented occurred with the variable scan spot group, which correlates with its low incidence of residual astigmatism. Finally, the visual outcome was similar in both groups.

Key words: Residual astigmatism, induced, Ladar, Visx.

INTRODUCCIÓN

Desde la primera cirugía con láser excimer realizada en un ser humano, a finales de la década de 1980, han existido numerosos intentos para modificar dicho tratamiento en pro de obtener mayores beneficios visuales para el paciente. Al inicio se diseñó el láser excimer de 1^a generación, que se caracterizaba

por realizar ablaciones esferocilíndricas simples en zonas ópticas pequeñas con un haz ancho. Posteriormente le siguieron los de segunda generación, en donde se realizaban escaneos corneales más amplios y se comenzó a utilizar hendiduras estrechas en lugar de un haz ancho. Finalmente se manufacturaron los láseres de 3^a generación, caracterizados éstos por manejar un láser con haz pequeño y de punto flo-

Fundación Hospital Nuestra Señora de la Luz, Departamento de Córnea. Ezequiel Montes 135, Cuauhtémoc, 06030, México D.F. Tel: 5462081, Fax: 5667635

*Trabajo presentado en el XXVI Congreso Mexicano de Oftalmología, Veracruz, 7 a 11 de agosto de 2004.

tante adicionado con un sistema de rastreo (*tracking*) para lograr ablaciones esféricas (1).

La combinación de los láseres de 3ª generación con las más recientes técnicas quirúrgicas están tratando de lograr que la técnica de Lasik sea cada vez más exacta terapéuticamente hablando, y consecuentemente más beneficiosa para el paciente.

El astigmatismo residual secundario a Lasik y a queratotomía fotorrefractiva es una causa de agudeza visual subóptima postquirúrgica. El astigmatismo residual puede ser el resultado de dos factores: 1. un astigmatismo inducido durante el procedimiento, o 2. de la hipocorrección del astigmatismo preoperatorio (2). El cálculo del astigmatismo inducido quirúrgicamente ha sido estudiado por varios autores, pero muchos contienen errores en el análisis y pueden llevar a conclusiones poco significativas con respecto a los resultados. El análisis vectorial ha sido aceptado como un método matemático capaz de derivar el astigmatismo inducido quirúrgicamente a través de los cambios corneales, tanto los correspondientes a la magnitud así como al eje (3, 4).

La mayoría de los movimientos oculares durante el procedimiento quirúrgico son de tipo vertical, horizontal y torsional. Los dos primeros predominan durante el evento quirúrgico. El torsional, por su parte, se manifiesta con el cambio posicional del paciente. Una de las causas del astigmatismo inducido es la mala alineación de los ejes astigmáticos secundaria a la rotación ocular. El grado de torsión secundario al cambio posicional, de la posición erecta a la supina, ha sido medido por distintos métodos. Swami y col. mencionan en su estudio haber encontrado un promedio de rotación de 4.1 ± 3.7 grados. Teóricamente, una desalineación de 4 grados resultaría en un astigmatismo residual de 14% (5).

El sistema LADARVision© (Alcon Laboratories) emplea un láser con haz menor a 1 mm combinado con un sistema de rastreo corneal (*tracking system*) simultáneo. El radar automatizado para el rastreo manda una señal al ojo a una velocidad de 4000 veces por segundo para determinar la posición del ojo en tiempo real, a diferencia de otros sistemas de rastreo (ej, video) que utilizan la localización de la pupila midiendo la posición del ojo a una velocidad de 60 a 200 veces por segundo (1, 6). Realizando el marcaje del plano horizontal corneal (M-III y M-IX) previo al Lasik con LADARVision©, y utilizando su sistema de rastreo, se ha publicado en algunos trabajos que 99% de la corrección de los cilindros “meta” se ha alcanzado, con un margen de error de 4.2 ± 7.0 grados (1).

Por su parte, el sistema VISX STAR S2© se basa en una plataforma denominada *Variable Scanning Spot* (VSS) la cual es una variación del haz ancho de ablación. Esta plataforma no cuenta con un sistema tracker (fue hasta el diseño del S3 que se incluyó un sistema de rastreo).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es realizar un estudio comparativo entre los sistemas LADARVision© y VISX STAR S2© para valorar el grado de astigmatismo inducido y residual por ambos sistemas mediante un análisis vectorial, así como correlacionar dichos resultados con la clínica manifiesta de los pacientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio comparativo retrospectivo/prospectivo. La parte retrospectiva se realizó basándonos en los resultados obtenidos en un estudio previo (4), en el que se analizaron vectorialmente 120 ojos tratados con la plataforma VISX STAR S2©, y monitorizados prequirúrgicamente, al 1er y 3er mes postratamiento. A este grupo le denominamos Grupo 1.

La evaluación y análisis prospectivo se realizaron en todos los pacientes tratados con LADARVision© que cumplieron, de la misma forma, con tres meses de seguimiento. Este grupo se denominó grupo 2.

Los astigmatismos postquirúrgicos se clasificaron en astigmatismos residuales e inducidos. Se consideró como astigmatismo residual aquel que no cambió más allá de 15 grados en relación con el astigmatismo prequirúrgico inicial. Por su parte, el astigmatismo inducido incluyó 3 grupos: 1. Un desplazamiento axial mayor a 15 grados, 2. un aumento de la magnitud del astigmatismo en relación con el inicial y 3. la presencia “*de novo*” de astigmatismo (a partir de una esfera negativa pura prequirúrgica).

El cálculo del análisis vectorial se hizo tomando las refracciones subjetivas prequirúrgicas, y al 1er y 3er mes postquirúrgicos. Se realizó la conversión de los datos en coordenadas polares (cilindro y eje) a un sistema de coordenadas cartesianas (X y Y), con el fin de poder unificar ambos componentes del astigmatismo y así obtener el valor promedio del astigmatismo prequirúrgico, inducido y residual.

Los resultados se expusieron en gráficas de doble ángulo, ya que éstas tienen la característica de adaptar la secuencia matemática del astigmatismo (de 0 a 180 grados) a un sistema gráfico no de 360 grados sino de 180 grados. En dicha gráfica el valor de 180 es igual al valor de 0. El valor centroide o promedio será publicado en cada uno de las gráficas.

La realización del análisis vectorial se llevó a cabo mediante las fórmulas matemáticas descritas por Holladay (3) y Hersh (8), aplicadas en el sistema Microsoft Excel© y Visual Basic©, así como Microsoft Paint© para las gráficas de doble ángulo.

RESULTADOS

Para el grupo 1 se incluyeron 120 ojos sin ninguna patología asociada ni cirugías previas, con una ametropía esférica de -1.0 a -14.0 D y cilíndrica de -0.50 a -6.75 D, y que presentaron un astigmatismo con la regla. Los colgajos se realizaron mediante el microqueratomo Hansatome de Baush & Lomb©, con un grosor de 160 micras en todos los pacientes. Ninguno de los pacientes incluidos presentó complicaciones trans o postquirúrgicas. El seguimiento se realizó al 1er y 3er mes postquirúrgico.

Con respecto al grupo 2 se obtuvo un total de muestra de 110 ojos, de los cuales se excluyeron los ojos con astigmatismos hipermetrópicos o mixtos; con patología o cirugías previas, con complicaciones trans o postquirúrgicas, y aquellos pacientes que no acudieron a sus citas

postquirúrgicas. Al final del estudio quedó una muestra de 86 ojos. Dicha muestra fue clasificada a su vez en 3 subgrupos con base en el poder dióptrico de su cilindro prequirúrgico: Grupo con cilindro bajo (poder igual o menor a 2 D), Grupo con cilindro moderado (de 2.1 a 3.9 D) y Grupo con cilindro alto (igual o mayor a 4 D). El seguimiento de los pacientes se realizó de la misma forma que el grupo VISX, es decir, al 1er y 3er mes postquirúrgico.

Astigmatismo prequirúrgico

El astigmatismo prequirúrgico promedio de los pacientes fue de 2.0 D x 180° para el grupo 1 (Visx S2©) y de 2.1 D x 179.7° para el grupo 2 (LADARVision©).

Astigmatismo residual

Considerándose, para fines del estudio, al astigmatismo residual como aquel astigmatismo postquirúrgico remanente que no cambió más de 15 grados en relación con el cilindro inicial, se encontraron mediante el análisis vectorial los resultados que a continuación se describen.

Para el grupo 1, el astigmatismo residual encontrado fue de 0.87 x 177° al 1er mes, y de 0.55 x 178.8° para el 3er mes. Para el grupo 2 encontramos un astigmatismo residual de 0.63 x 175.8° al 1er mes, y de 0.84 x 179.6° al 3er mes. La tendencia encontrada para el grupo 1 con tecnología de lluvia de puntos fue de una disminución del cilindro del 1er al 3er mes, manteniéndose su eje muy similar en ambos grupos cronológicos. Para el grupo de punto flotante observamos un astigmatismo residual aun menor al 1er mes en comparación con el grupo homólogo de cerca de 0.25 D, sin embargo, al 3er mes se evidenció un aumento de la magnitud del cilindro de cerca de 0.25 D (fig. 1). Con estos resultados pudimos apreciar una aparente tendencia a la estabilización del astigmatismo residual en el grupo 1, mientras que el grupo 2 mostró un astigmatismo residual menor al 1er mes pero que tiende a aumentar al 3er mes, interpretándose esto como una aparente inestabilidad del astigmatismo residual a corto o mediano plazo.

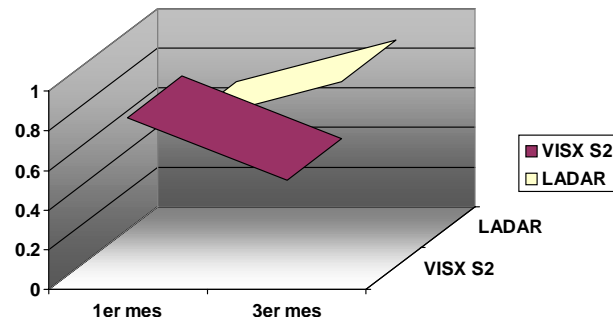


Fig 1. Tendencia del astigmatismo residual al 1er y al 3er mes, tanto en plataformas con tecnología de lluvia de puntos como de punto flotante.

Astigmatismo inducido

El grupo 1 presentó astigmatismo inducido dependiendo del tiempo de evolución: 2.0 x 178° al 1er mes, y de 1.82 x 180° al 3er mes (fig. 2). Se puede observar que no existe una diferencia significativa entre el astigmatismo inducido del 1er mes con el del 3er mes, salvo una pequeña disminución de la magnitud de cerca de 0.25 D y un movimiento de 2 grados del eje.

Para el grupo 2 obtuvimos que al 1er mes el astigmatismo inducido fue de 1.33 x 5.76°, mientras que al 3er mes fue de 1.39 x 10.5° (fig. 3). Comparando ambas plataformas observamos que tanto al 1er como al 3er mes el astigmatismo inducido es menor para la 2, teniendo una diferencia aproximada de 0.75 D al 1er mes y de 0.50 D al tercer mes entre ambas plataformas. Nuevamente apreciamos un ligero aumento de astigmatismo inducido en LADAR© del 1er al 3er mes, siendo éste no significativo.

Este menor astigmatismo inducido del LADAR© puede tener alguna correlación con su mayor grado de astigmatismo residual presentado al 3er mes, es decir, a menor astigmatismo inducido, mayor astigmatismo residual resultante. Por otra parte, el eje presentó un mayor desplazamiento para gru-

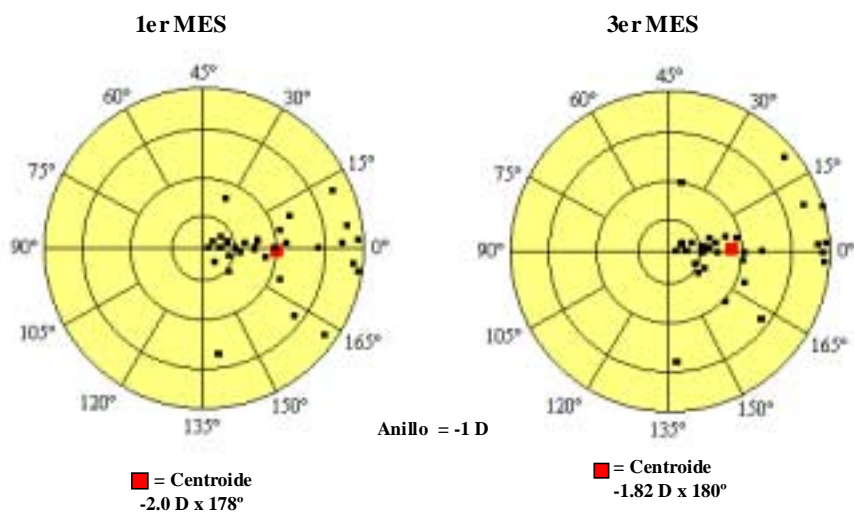


Fig. 2. Gráfica de doble ángulo en donde se demuestra el tipo de astigmatismo inducido en pacientes tratados con la plataforma Visx S2, observándose una mayor tendencia de aplanación del meridiano horizontal, y presentando una leve disminución del 1er mes en relación con el tercero.

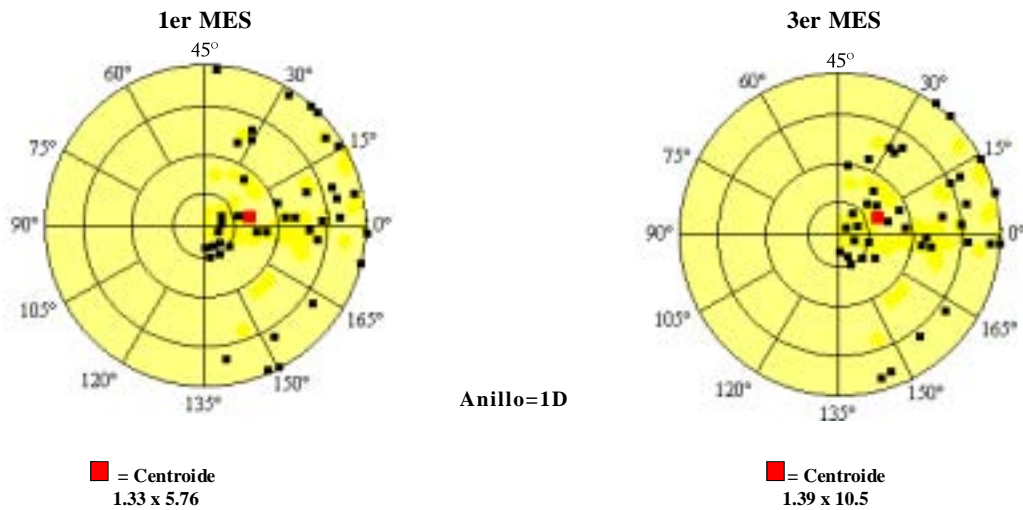


Figura 3. Gráfica de doble ángulo mostrando las tendencias del astigmatismo inducido al 1er y 3er mes en la plataforma LADAR. Obsérvese la estabilidad entre un grupo y otro variando el eje 5 grados. El mayor aplanamiento se realizó en el sentido horizontal o con la regla.

Cuadro 1. Astigmatismos inducidos (AI) obtenidos de la plataforma LADAR clasificados por grupos de magnitud dióptrica del cilindro prequirúrgico

	1er mes postqx	3er mes postqx
AI en cilindros igual o < 2 D	-0.56 x 3.1	-0.48 x 11.4
AI en cilindros 2.1 a 3.9 D	-1.40 x 5.3	-1.50 x 3.5
AI en cilindros igual o > 4 D	-2.04 x 6.6	-2.27 x 15.1
AI global	-1.33 x 5.7	-1.39 x 10.5

po 2 que para el grupo 1, sin embargo, se mantuvieron ambos dentro del astigmatismo con la regla (rango de 30° a 150°).

Adicionalmente, en el grupo 2 o de punto flotante se realizó una subclasificación de la muestra con base en la magnitud del cilindro prequirúrgico: astigmatismo leve, moderado y alto (cuadro 1). Se encontró que a menor cilindro prequirúrgico, menor astigmatismo inducido al 3er mes. Esto se explicaría debido a que la magnitud del astigmatismo inducido está directamente relacionado con la magnitud del cambio de poder. Hay que recordar que el valor y eje del astigmatismo inducido son los cambios que se realizaron sobre el estroma corneal dejando un astigmatismo final postquirúrgico con una magnitud y eje nuevo. Con base en el grado de astigmatismo, observamos que de los 3 subgrupos, los

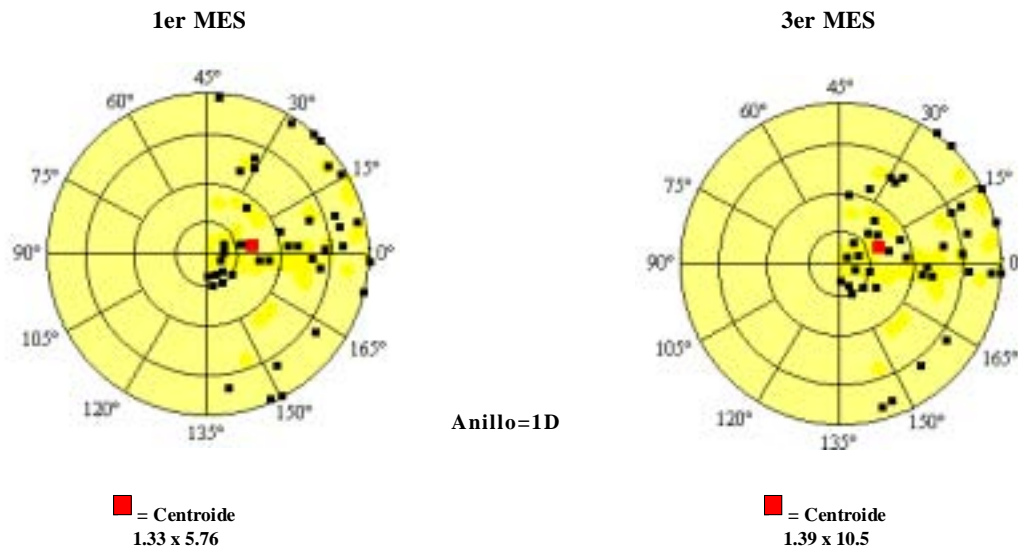


Fig. 4. Gráfica de doble ángulo demostrativa del astigmatismo inducido en pacientes con cilindro prequirúrgicos menor o igual a 2 D (leve), en donde se observa pocos cambios en la magnitud. En este grupo de pacientes el eje tuvo un desplazamiento de 5 grados aproximadamente.

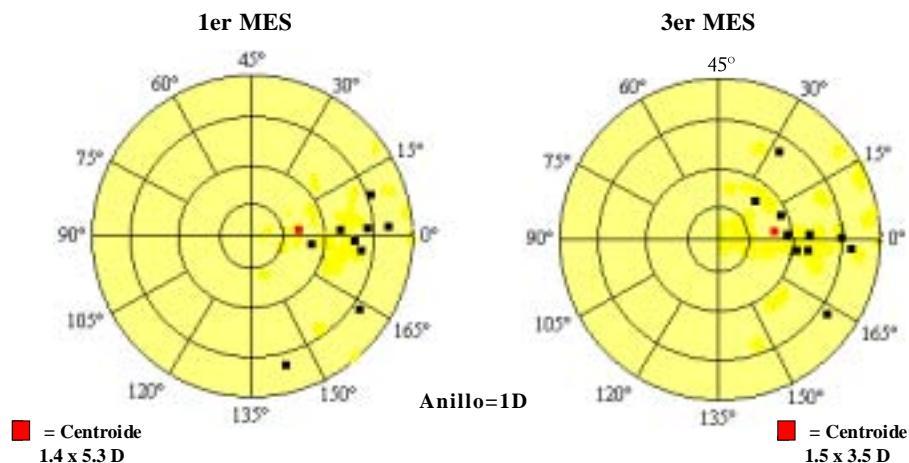


Fig. 5. Gráfica de doble ángulo demostrativa del astigmatismo inducido en pacientes con cilindros prequirúrgicos de 2.1 a 3.9 D (moderado), en donde se observan pocos cambios en la magnitud y en el eje, considerando a este grupo como el más estable.

astigmatismos leves y moderados presentaron una mayor estabilidad de magnitud y eje (con la excepción de un desplazamiento axial de 8° para el grupo leve) (figs. 4, 5). Con lo que respecta al grupo astigmático alto, éste presentó una aparente inestabilidad tanto en magnitud (aumento de casi 0.5 D al 3er mes) como en eje (desplazamiento axial de 6.6° a 15.1°), lo que aparentemente parecería como una regresión o tendencia a aumentar la curvatura corneal en dicho meridiano (fig. 6).

Porcentaje de corrección del cilindro

Para calcular el porcentaje de corrección del cilindro inicial se tomaron en cuenta los valores absolutos de la magnitud de dicho cilindro. Se incluyeron el total de ojos de los 2 grupos estudiados (120 y 86 ojos respectivamente), quedando distribuidos los resultados de la siguiente manera: El grupo 1 alcanzó a los 3 meses una corrección de -1.92 ± 0.60 D (74.5%

del cilindro inicial) mientras que el grupo 2 alcanzó al mismo tiempo una corrección de -1.2 ± 0.08 D (55.5% del cilindro inicial). Para el grupo 1 se presentó una tendencia a la disminución de la magnitud del poder del cilindro entre el 1er y el 3er mes postquirúrgicos. Por su parte, el grupo 2 presentó un aumento de su cilindro de +0.12 D, concordando estos datos con los presentados en los resultados del astigmatismo residual (cuadro 2).

Cambio en la dirección del eje final

El cambio en la dirección del eje prequirúrgico a los 3 meses postquirúrgicos promedio quedó distribuido de la siguiente manera: Para el grupo 1 el eje presentó un desplazamiento de 1.2°, y para el grupo 2 fue de 6.51° (cuadro 2). Ambas plataformas presentaron una tendencia a mantener el astigmatismo residual con la regla.

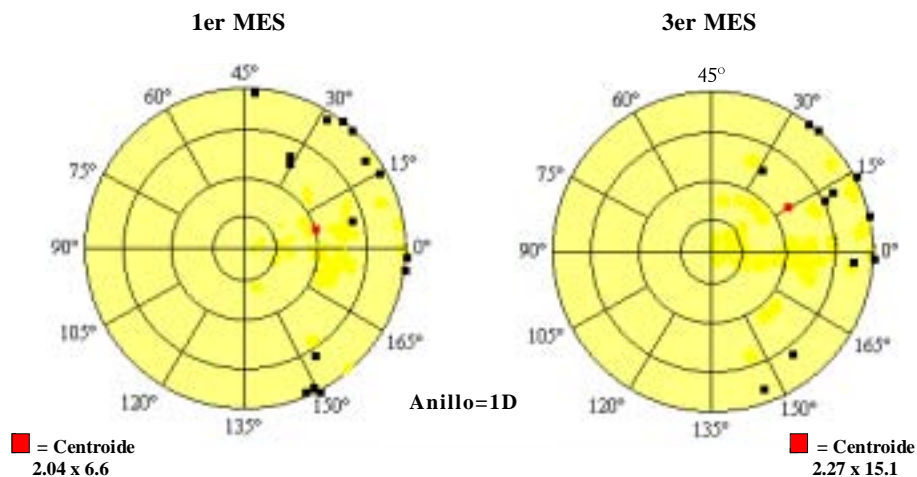


Fig. 6. Gráfica de doble ángulo demostrativa del astigmatismo inducido en pacientes con cilindro prequirúrgico igual o mayor a 4 D (alto), en donde se observa el mayor cambio tanto en magnitud como en eje. Obsérvese el desplazamiento del centroide con una tendencia a aumentar la magnitud en 0.25 D así como un desplazamiento del eje de aproximadamente 9 grados.

Cuadro 2. Diferencias de ambas plataformas en cuanto a % de corrección de cilindro, tendencias del 1er al 2er mes postquirúrgico, desplazamiento del eje y tipo de astigmatismo final postquirúrgico.

	VISX STAR S2	LADARVision
Magnitud del cilindro corregido al 3er mes	-1.92 ± 0.60 D	-1.2 ± 0.08 D
Cambio del cilindro 1er -3er mes	-0.35 D	+0.12 D
% de corrección final	74.5%	55.5%
Desplazamiento axial (grados)	1.2 (180 a 178.8)	6.51 (179.7 a 173.1)
Tipo de astigmatismo final	Con la regla	Con la regla
% AVSC igual o > 20/30 al 3er mes	75%	81%

Agudeza visual

Para el grupo 1, la AVSC preoperatoria fue menor a 20/100 en 86%, entre 20/70 y 20/100 en 6.6%, y entre 20/60 y 20/40 en 6.6% restante. La AVSC postquirúrgica alcanzada a los 3 meses fue de 20/30 o mejor en 75% de la muestra, y la AVCC fue de 20/30 o mejor en 91% de la muestra. Con respecto a los resultados visuales del grupo 2, la AVCC prequirúrgica fue de 20/25. La AVSC postquirúrgica al 1er mes fue de 20/30 o mejor en 74.5%. La AVSC al 3er mes fue de 20/30 o mejor en 81% de los casos (cuadros 2 y 3).

De esta forma, los resultados visuales al momento del corte del estudio fueron prácticamente iguales en ambos grupos, siendo ésta de 20/30 o mejor en las 3/4 partes de la muestra total.

DISCUSIÓN

Por medio de análisis vectorial pudimos observar que el promedio de cilindro prequirúrgico fue similar para ambos grupos, permitiéndonos con esto tener la posibilidad de realizar un estudio comparable.

Como se mencionó anteriormente, el astigmatismo postquirúrgico lo podemos clasificar en inducido y residual, sin embargo, es importante mencionar que en diversas publicaciones el termino residual incluye a ambos grupos (tanto inducidos como residuales).

Con respecto al astigmatismo residual encontramos que la tecnología de punto flotante presenta buenos resultados en la corrección del astigmatismo al 1er mes, sin embargo, ocurre una tendencia a una aparente regresión al 3er mes. Queda la interrogante si esta aparente inestabilidad permanece por un mayor tiempo o bien se autolimita al momento del corte de nuestro estudio. Con respecto al desplazamiento del eje de este mismo grupo, en astigmatismos residuales no se presentó un movimiento significativo al 3er mes postquirúrgico, quedando la mayoría en el rango de "con la regla". Por su parte, los astigmatismos residuales secundarios a la tecnología de lluvia de puntos con ablación elíptica presentaron una tendencia más estable, al disminuir progresivamente el astigmatismo del 1er al 3er mes. Finalmente, es interesante describir que las AVSC postquirúrgicas a los 3 meses terminaron prácticamente igual en ambos grupos.

Hersh y col. (7) refieren que los pacientes con mayor magnitud de cilindro prequirúrgico tienden a dejar un mayor astigmatismo residual, y que dicho fenómeno puede explicarse parcialmente por la intencional subcorrección de dichas graduaciones con el fin de evitar sobrecorrecciones. Aún más, el comportamiento postquirúrgico de los astigmatismos altos *versus* esferas miópicas altas es diferente, observándose un mayor componente residual para los primeros, dejando de manifiesto una menor predictabilidad.

En cuanto a los resultados obtenidos en el presente estudio de astigmatismos residuales con la tecnología de punto flotante, hay que mencionar el factor del nomograma y su correlación con las hipocorrecciones obtenidas, lo cual representa una curva de aprendizaje con dicha tecnología.

En cuanto al astigmatismo inducido, encontramos que tanto al 1er como al 3er mes la tecnología de punto flotante fue la plataforma que presentó el menor grado. Esto puede explicarse teóricamente tanto por su sistema *eye tracking* como por la correlación con el grado de astigmatismo residual, es decir, la relación residual-inducido es inversa una con respecto a la otra. En razón de que los ojos operados con la tecnología de punto flotante presentaron un mayor astigmatismo residual

Cuadro 3. Se demuestra la distribución por número de pacientes y porcentaje, la AVSC postquirúrgica obtenida en las dos plataformas comparadas. Obsérvese que en los dos grupos el mayor porcentaje se encuentra en el rango de 20/30 o mejor, sin embargo, en el grupo 1 se demuestra un mayor porcentaje en el rango de 20/20.

Agudeza visual postquirúrgica sin corrección (%)					
Tecnología de lluvia de puntos (Grupo 1)					
	< 20/60	20/50 – 20/40	20/30	20/25	20/20
3er mes	17 (14.1)	13 (10.8)	31 (25.8)	27 (22.5)	32 (26.6)
Tecnología de punto flotante (Grupo 2)					
3er mes	6 (9.2)	6 (9.2)	16 (24.6)	18 (27.6)	19 (29.2)

(o menor aplanamiento del eje involucrado), consecuentemente presentarían un astigmatismo inducido de menor grado. Rodríguez-Prats (8) señala que otro de los factores a considerar en la etiología del astigmatismo inducido es el componente humano y su grado de error, el cual debe ser tomado en cuenta.

Un punto importante de mencionar es el comportamiento del astigmatismo inducido en los pacientes del grupo 2 (o punto flotante) clasificados con base en la magnitud del cilindro prequirúrgico. Encontramos que el astigmatismo inducido global de los pacientes de este grupo estuvo determinado principalmente por el subgrupo de pacientes con cilindro alto (igual o mayor a 4 D). El astigmatismo global en este grupo presentó un aumento del 1er al 3er mes, de menos de 0.25 D y con un movimiento axial de 5°. Los grupos con cilindros leves y moderados no presentaron diferencia en su magnitud durante todo el seguimiento, sin embargo, el grupo con cilindro alto presentó un aumento entre 0.25 y 0.50 D asociado con un desplazamiento axial de 8.5°; lo anterior lo podríamos traducir en que el eje involucrado sufrió un abombamiento durante el transcurso postoperatorio.

Estos resultados demuestran que la tecnología de punto flotante se asocia con un menor grado de astigmatismo inducido en comparación con el de lluvia de puntos, pero que su comportamiento en pacientes con astigmatismos igual o mayores a 4 D no es tan estable como en graduaciones cilíndricas menores. Soloway menciona, en su trabajo, que una de las ventajas que ofrece la tecnología *eye tracking* es en aquellos pacientes no cooperadores o con nistagmo congénito, en los que los resultados refractivos finales son satisfactorios gracias a la detección de los movimientos oculares (9).

Con respecto al porcentaje de corrección del cilindro, los resultados son predecibles si tomamos en cuenta el astigmatismo residual final de los dos grupos de pacientes. La tecnología de lluvia de puntos alcanzó una mayor corrección de la magnitud del cilindro, permaneciendo estable del 1er al 3er mes. La tecnología de punto flotante alcanzó a eliminar un menor porcentaje del astigmatismo en comparación con el primero, con el inconveniente de que presentó una tendencia a la regresión al 3er mes. Basándonos en estos resultados, queda la interrogante del comportamiento del cilindro posterior al momento de corte de nuestro estudio, aunque algunas publicaciones señalan que existe una estabilidad de la refracción esferocilíndrica de los 3 a los 6 meses postquirúrgicos (1). Uno de los mecanismos fisiopatológicos expuestos en relación con la regresión del cilindro se basa en las modificaciones realizadas sobre el grosor epitelial secundarias a la ablación (10). Otro punto analizado fue el desplazamiento del eje final, encontrando que en ambas plataformas se mantuvo el eje con la regla, siendo mayor el desplazamiento para las ablaciones con punto flotante. Esto no es importante en casos de cilindros bajos, mas sí lo es en los moderados o altos residuales.

La agudeza visual prequirúrgica para ambos grupos fue similar por lo que los resultados finales se pudieron comparar. En ambas muestras de pacientes la AVSC al tercer mes fue de 20/30 o mejor en las tres cuartas partes de los casos de los 2 grupos de pacientes (aun inclusive mayor para el grupo tratado con punto flotante).

CONCLUSIÓN

En este estudio concluimos que para la corrección del astigmatismo miópico con la regla la tecnología de lluvia de puntos presenta un mayor grado de astigmatismo inducido en comparación con la tecnología de punto flotante, pero con la diferencia de que éste último no logra eliminar la misma cantidad de tejido estromal dejando astigmatismos residuales mayores. Ambas plataformas logran casi la misma AVSC promedio a los 3 meses, siendo ésta de 20/30 o mejor en más de tres cuartos de todos los pacientes, y presentando una mejoría del 1er al 3er mes.

Podemos concluir que ambas tecnologías tienen un buen desempeño en el manejo de astigmatismos leves y moderados, con la diferencia de que la plataforma de lluvia de puntos fue de 2a generación mientras que la de punto flotante es una versión más avanzada. Es interesante mencionar que en estudios comparativos entre plataformas de lluvia de puntos de 2a y 3a generación no se han encontrado diferencias significativas en los resultados entre uno y otro (11), dejando la puerta abierta para una mayor cantidad de estudios comparativos entre plataformas con y sin sistemas de rastreo, o bien, entre plataformas con versiones tecnológicas similares.

REFERENCIAS

1. McDonald M y col. Laser in situ Keratomileusis for Myopia up to - 11 Diopters with up to - 5 diopters of Astigmatism with the Summit Autonomous LADARVision Excimer Laser System. *Ophthalmology* 2001; 108(2):309-316.
2. Swami A y col. Rotational Malposition during Laser in Situ Keratomileusis. *Am J Ophthalmol*; 133(4): 561-562.
3. Holladay J y col. Evaluating and Reporting Astigmatism for Individual and Aggregate Data. *J Cataract Refractive Surg* 1998; 24:57- 65.
4. Barroso A y col. Vector Analysis of Surgically Induced Astigmatism After Lasik. *IOVS* 2001; 42(4).
5. Stevens JD y col. Astigmatic Excimer Laser Treatment: Theoretical Effects of Axis Misalignment. *Eur J Implant Refrac Surg* 1994; 6:310-318.
6. Thompson V. Clinical Experience with the Alcon Summit Autonomous LADARVision Eye Tracking System. *Rev Refrac Surg* 2002; 24-25.
7. Hersh, y col. Incidence and Associations of Retreatment After LASIK. *Ophthalmology* 2003; 110:748-754.
8. Rodríguez-Prats J y col. Induced Astigmatism after Laser in Situ Keratomileusis. *J Cat Refrac Surg*; 29(2): 414-415.
9. Soloway BD, Roth RE. Laser in Situ Keratomileusis in a patient with Congenital Nystagmus. *J Cat Refrac Surg* 2002; 28(3):544-546.
10. Huang D y col. Mathematical model of Corneal Surface Smoothing After Laser Refractive Keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 2003; 135(3):267-278.
11. Giacconi J y col. Ablation centration in myopic laser in situ keratomileusis comparing the Visx S3 ActiveTrak and the Visx S2. *J Cat Refrac Surg* 2003; 29:1522-1529.