

Universitat Autònoma de Barcelona

Departament de cirurgia

Tratamiento personalizado
de la miopía.

Trabajo de investigación que presenta el licenciado Jordi Gatell
Tortajada para optar al grado de Doctor en Medicina y Cirugía.

Barcelona, 13 de diciembre del 2002.

Tratamiento personalizado
de la miopía.

Don Andreu Coret Moreno, doctor en Medicina y Cirugía y don José García Arumí, profesor titular de oftalmología del departamento de Cirugía de la Universidad Autónoma de Barcelona,

CERTIFICAN que el trabajo *Tratamiento personalizado de la miopía*, realizado por Jordi Gatell Tortajada bajo la dirección del Dr. A. Coret Moreno y la codirección del Dr. J. García Arumí, reúne las condiciones necesarias para ser presentado y defendido frente al tribunal correspondiente y optar al grado de doctor en medicina y cirugía.

Y para que así conste, firman el presente certificado en Barcelona a 14 de Octubre de 2002.

Dr. A. Coret Moreno

Dr. J. García Arumí

Als meus pares...

Us ho dec tot.

Als meus germans...

Per compartir amb mi.

A tota la família...

Per ensenyar-me.

No voldria començar el treball sense agrair a tota la gent que m'ha ajudat:

-Al Dr. Coret Moreno per dirigir-me la tesi i per dipositar en mi tanta confiança, espero poder correspondre. Al Dr. Coret Novoa per donar-me l'honor de poder tenir contacte amb la seva institució, i a la Sra. Coret, el Sr. Jordi Coret i a la Sra Heidi Coret per la seva discreció i la manera d'acceptar-me.

-Al Dr. Garcia-Arumí, per codirigir-me la tesi i ajudar-me diligentment en qualsevol entrebanc aparegut durant el període de presentació.

-A tot el personal de l'IQB, no puc precisar en noms perquè me'n deixaria algú i no voldria. Des del cos facultatiu, fins manteniment passant per optometria, auxiliars de clínica, infermeria, arxiu, neteja, administració (Montse i Roser, gràcies per tractar-me com un fill), organització, recepció i servei d'atenció telefònica.

-Especial menció voldria fer, sobretot al meu germà, en Cesc, i també a l' Elvira Lara per ajudar-me en la ingrata recollida de dades per elaborar aquest treball.

-A tot el personal de l'Hospital Clínic, on estic fent la residència, on m'han ensenyat a caminar en el món de l'Oftalmologia. Al professor Demetrio Pita Salorio per acceptar-me en el seu servei d'Oftalmologia i estar sempre receptiu a qualsevol cosa que li he demanat. Al personal del quiròfan, la Loli, la Carmen, la Ino, la Rosa, la Nieves, la Lidia, en Jordi, en Xisco i l'Anna. Gràcies per tot el que m'heu ensenyat, aguantat i ajudat. Al personal del dispensari, la Xenti, la Mimi, la Rosa, la M^a Angels, en Miquel. A la Rosa, la M^a Carmen i al Manel. Gràcies a la Olga i a la Núria per avisar-me quan hi ha un quiròfan lliure. Al servei d'infermeria de la sala per tantes lliçons impartides, l'Araceli, la Maria Eugenia i la Luisa, i al torn de nit per tantes xerrades a altes hores de la nit, amb la Isabel, la Blasi, l'Alba i la Cinta.

En especial a tots els residents, a qui mai no podré agrair tot el que m'heu ensenyat. L'Anna Tirado, la Patricia Martínez, en Carlos Martín, en J.J Escobar, en Josep Ferrera, la Cristina Simón, en Jordi Folch, el meu company "inseparable" ja des de la facultat, en Pere Pujol, la Marisol Moruno, la Rebeka Atienza, gràcies, la Míriam Ferran i la Beatriz Romero.

El meu recorregut es va iniciar amb la Dra. Sainz de la Maza, gràcies per tot i per aquelles primeres capsulorhexis. Després amb el Dr. Guitart, gràcies pels fonaments de la refracció i la meticulositat en el tracte amb el pacient. Al Dr. Pablo Díaz, amb tu vaig fer la meua primera cataracta sencera, hi ha coses que no s'obliden..., a la Dra. Larena, gràcies pel teu esperit científic, la teua energia i ganes d'emprendre nous projectes. Tot el que sé de glaucoma t'ho dec a tu. Al Dr. Fontenla, per ajudar-me a entendre el pragmatisme de la medicina. Amb tu vaig iniciar-me en les vitrectomies, aconseguint la primera vitrectomia sencera, gràcies. Al Dr Vazquez i la Dra Juárez, sempre a punt per ajudar. A la Dra Griñó per la seva experiència. Al Dr. Navarro, per ajudar-me a comprendre que la oftalmologia té un límit, i que a partir d'aquí comença l'esperit humà i la comprensió. Gràcies també per totes les vitrectomies realitzades al teu costat, sobretot per les membranes. Amb el Dr. Quintana no he compartit consulta, però sí que hem compartit moltes hores fora del servei. Gràcies per inculcar-me el teu sentit de superació i de fer la feina ben feta costi el que costi, i amb humilitat.

-Als comercials dels laboratoris, que a base d'hores ens hem anat fent amics alhora que coneixent els nous productes del mercat per millorar l'atenció als nostres pacients.

-Al Dr. Nadal per l'assessorament històric del treball.

-Al Dr. Pere Motos per tot el suport que m'ha donat i senzillament per ser amic meu des del primer dia que ens vàrem conèixer.

-Al meu padrí, el Dr. Jaume Franch per recolzar-me i animar-me sempre en l'exercici de la medicina.

-A la Sra Muia per ajudar-me tant com ha pogut al llarg de tot el doctorat.

-Al servei de Bioestadística de la Facultat de Biologia, sobretot a en Ferran Reverter, amb el qui hem patit les calors d'un estiu sense aire acondicionat exprimint les dades per obtenir resultats.

-A tots els meus amics, els d'abans de la facultat, els fets a la facultat, i els de després de la facultat. Gràcies per les bones estones passades al vostre costat, fent-me oblidar per uns moments les trifulgues de la feina.

-A tots el pacients que han deixat l'atenció dels seus ulls a les meves mans. Sense ells res d'això no hagués estat possible. Gràcies a ells avança l'Oftalmologia, repercutint en ells mateixos.

INDICE

3.3.2.3.7 ¿Cómo cuantificamos su efecto?	101
3.3.2.3.7.1 MTF	102
3.3.2.3.7.2 RMS	106
3.3.2.3.7.3 PSF	107
3.3.2.3.7.4 Strehl Ratio	108
3.3.2.3.7.5 Polinomios de Zernike	109
3.3.3 Factores que mejoran	111
3.3.3.1 Respuesta fotópica	112
3.3.3.2 Efecto Stiles-Crawford	112
3.3.3.3 “Dithering”	112
3.3.4 Factores que limitan	112
3.3.4.1 Clasificación	112
3.3.4.2 Limite neural	113
3.3.4.3 Ambliopía refractiva	117
3.4 Tratamiento personalizado de la miopía	117
3.4.1 Definición	117
3.4.2 Objetivos	117
3.4.3 Ventajas	118
3.4.4 Inconvenientes	122
4. <u>MATERIAL Y MÉTODOS</u>	127
4.1 Material	129
4.1.1 Grupo de pacientes	129
4.1.1.1 Miopía	135
4.1.1.2 Astigmatismo	136
4.1.1.3 Equivalente esférico.....	137
4.1.1.4 RMS	138
4.1.1.5 Aberraciones	140
4.1.1.6 Interacciones	143
4.1.1.7 Zyoptix	146
4.1.1.8 Planoscan	149
4.1.2 Caja de Ginsburg	151
4.1.3 Orbscan IIZ	152
4.1.4 Zywave	155
4.1.5 Zylink	157
4.1.6 Technolas 217 Z	158
4.2 Métodos	160
4.2.1 Procedimiento preoperatorio	160
4.2.2 Seguimiento postoperatorio	165
5. <u>RESULTADOS</u>	167
5.1 Resultados de la predictibilidad, estabilidad, seguridad y eficacia	169
5.1.1 Zyoptix	169

5.1.1.1 Resultados a las 24 horas	169
5.1.1.2 Resultados a los 7 días	174
5.1.1.3 Resultados al mes	179
5.1.1.4 Resultados a los 3 meses	184
5.1.1.5 Resultados a los 6 meses	189
5.1.1.6 Predictibilidad conjunta	193
5.1.1.7 Estabilidad	194
5.1.1.8 Seguridad	197
5.1.1.9 Eficacia	198
5.1.2 Planoscan	199
5.1.2.1 Resultados a las 24 horas	199
5.1.2.2 Resultados a los 7 días	204
5.1.2.3 Resultados al mes	208
5.1.2.4 Resultados a los 3 meses	213
5.1.2.5 Resultados a los 6 meses	218
5.1.2.6 Predictibilidad conjunta	223
5.1.2.7 Estabilidad	224
5.1.2.8 Seguridad	226
5.1.2.9 Eficacia	227
5.2 Resultados de la fiabilidad de la refracción tomada con el Zywave ..	229
5.3 Resultados de la predictibilidad entre los dos láseres estudiados	232
5.4 Resultados de la satisfacción	232
5.5 Resultados de la sensibilidad al contraste	233
5.6 Resultados de la evolución de las aberraciones y sus interacciones	237
5.7 Resultados de las diferencias en las aberraciones con dilatación mediante fenilefrina al 10% o ciclopléjico	268
5.8 Resultados del porcentaje de retratamiento con el laser 1 y el laser 2.....	272
5.9 Resultados de la interrelación entre la paquimetría y la ablación	273
5.10 Resultados de la comparación de la zona óptica entre los dos láseres	289
6. <u>DISCUSIÓN</u>	295
6.1 Discusión del material	297
6.1.1 Discusión de la población	297
6.1.2 Discusión del aberrómetro	297
6.1.3 Discusión del laser que ablaiona basándose en la aberrometría.	300
6.1.4 Discusión de la caja de Ginsburg	301
6.2 Discusión del método	301
6.2.1 Discusión a realizar cirugía refractiva corneal para la corrección de las aberraciones	301
6.3 Discusión de los resultados	302
6.3.1 Discusión de la predictibilidad, estabilidad, seguridad y eficacia del tratamiento personalizado de la miopía comparado con el tratamiento convencional.....	302

6.3.2	Discusión de la fiabilidad de la refracción tomada con el Zywave	304
6.3.3	Discusión de la predictibilidad de los dos láseres estudiados	304
6.3.4	Discusión de la satisfacción	304
6.3.5	Discusión del análisis de la sensibilidad al contraste	304
6.3.6	Discusión de la evolución de las aberraciones y sus interacciones	307
6.3.7	Discusión de las diferencias en las aberraciones con dilatación mediante fenilefrina al 10% o ciclopléjico	311
6.3.8	Discusión del porcentaje de retratamiento en las dos poblaciones tratadas.....	312
6.3.9	Discusión de la interrelación entre la paquimetría y la ablación	312
6.3.10	Discusión del estudio del comportamiento de la zona óptica ..	315
6.3.11	Resumen de la discusión	315
7.	<u>CONCLUSIONES</u>	317
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	321
9.	<u>ANEXOS</u>	329

1. JUSTIFICACIÓN

La justificación de este trabajo de investigación, es la voluntad de mejorar el resultado de la cirugía LASIK. Se sabe actualmente que con esta cirugía se pueden perder líneas de agudeza visual, así como calidad visual, sobretodo en condiciones de baja iluminación. Esto es debido a que aparte del defecto esférico y cilíndrico (aberraciones de bajo orden), que es lo único que pretendemos corregir con el tratamiento actual, existen aberraciones de alto orden. Además con el tratamiento LASIK realizamos un cambio e inducción de nuevas aberraciones oculares las cuales se creen máximamente responsables de los problemas arriba citados.

Los algoritmos usados en la actualidad para la cirugía refractiva no suelen ser los ideales para todos los pacientes. En general el paciente que se opera de cirugía refractiva no consigue su agudeza visual preoperatoria, aunque la cirugía haya sido exitosa y haya eliminado por completo todo el defecto esférico y el astigmático existente. Los algoritmos actuales basados en las teorías de Munnerlyn no tienen en cuenta que cada individuo tiene una morfología corneal única.

El algoritmo de Munnerlyn (1) fue desarrollado con el supuesto que la córnea preoperatoria era esférica, y la postoperatoria también. La cantidad de tejido a ablacionar lo calcula con la diferencia en altura de un corte sagital entre dos superficies esféricas, la cornea actual, y a la que queremos llegar. El cambio de curvatura resultara en el cambio de refracción que habíamos planificado.

$$\text{Profundidad de ablación} = (\text{Zona óptica})^2 * \frac{\text{Dioptías en equivalente esférico}}{3}$$

Teniendo en cuenta las propiedades ópticas de una cornea teórica antes y después de la cirugía basándonos en los algoritmos de Munnerlyn, quedan claras dos cosas:

- 1/ La cirugía induce un cambio significativo en las propiedades ópticas de la córnea (a parte del poder dióptrico paraxial)
- 2/ El cambio en las aberraciones depende de la córnea preoperatoria (radio de curvatura corneal = asfericidad)

Munnerlyn hizo unas ecuaciones geométricas para modificar la superficie de la córnea, englobadas en su modelo de ablación llamado “*shape subtraction model*” (2,3). El problema de este modelo es que no tiene en cuenta la respuesta biomecánica de la córnea. Trata la córnea como un trozo de plástico. Las ecuaciones han estado modificadas empíricamente (según análisis estadísticos), optimizándose según la respuesta mediana de la población a cada tipo de ablación. El “*shape subtraction model*” se basaba en tres premisas, las cuales ya se han demostrado falsas. Las premisas son las siguientes:

1/ La única zona de la córnea afectada por la cirugía está dentro de la zona ablacionada.

Esto es falso por dos razones:

- Post LASIK miópico la zona ablacionada se aplana (oblate) pero la periferia se incurva.(prolate) debido a la esfericidad (3).
- Post LASIK miópico la zona ablacionada pierde grosor, pero en la periferia lo gana,(4,5) porque la córnea se compone de unas lamelas que se comportan como gomas elásticas, dispuestas de limbo a limbo. Estas están incurvadas porque son más largas que la distancia blanco-blanco, y por el efecto centrífugo de la presión intraocular (PIO). Al hacer LASIK se rompen las fibras superficiales por la parte central, entonces se retraccionan hacia la periferia, engrosando los márgenes.

2/ Lo que cortas es lo que obtienes:

Esto también se ha demostrado falso porque post-LASIK miópico la curvatura periférica es mayor a la esperada. Se esperaría un error de función lineal, pero no lo es.

3/ Aunque haya cambios periféricos fuera de la zona de ablación, estos no afectan ni la zona central ni la visión central.

Esta premisa, como las otras dos, también se ha demostrado falsa. Desde la queratotomía radial se sabe que los cambios en la media y extrema periferia generan cambios de forma en la zona central.(6) La cirugía refractiva con láser produce un cambio estructural con el cual se genera una respuesta biomecánica en la córnea entera. Los cambios producidos fuera de la zona de ablación afectarán la córnea central en su forma, y por lo tanto tendrá una repercusión visual. (7).

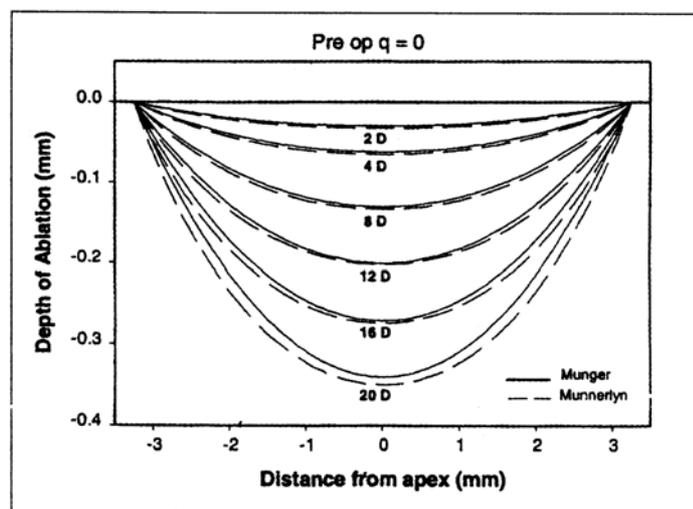
Otro factor a tener en cuenta es que a pesar de que nosotros apliquemos nuestro tratamiento en la córnea, el ojo es un sistema óptico compuesto, capaz de enfocar una imagen en la retina mediante la córnea y el cristalino. Cada uno de estos tiene unas aberraciones que pueden, al menos parcialmente, anularse o potenciarse mutuamente. Cuando alteramos las propiedades ópticas de la córnea, este balance entre la córnea y el cristalino se altera, obteniendo una calidad óptica que puede haber estado mejorada o empeorada. En el caso que se haya empeorado, puede ser una de las razones por las cuales aparece la pérdida de la AV tras la cirugía refractiva.

Al corregir las aberraciones de bajo orden (miopía o hipermetropía y astigmatismo) aumentan las aberraciones de alto orden (HOA) corneales (8), pero paradójicamente no siempre es en detrimento de la calidad visual del paciente, ya que el global de aberraciones del ojo puede disminuir o aumentar, dependiendo del signo del

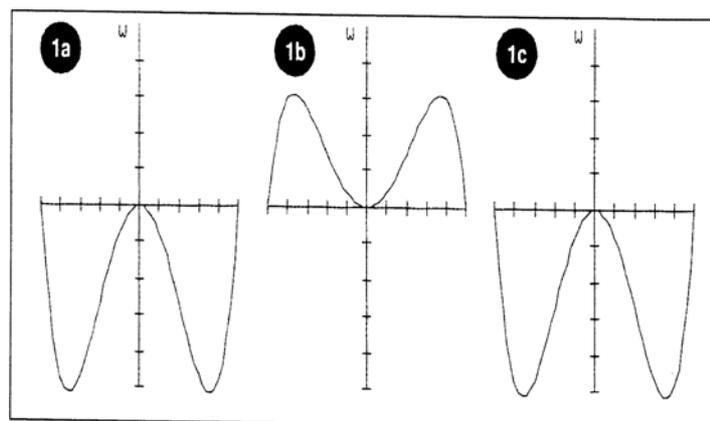
cambio en las aberraciones corneales comparado con el signo de las aberraciones del resto del ojo.

En condiciones fisiológicas la mayoría de la población tiene una aberración de esfericidad positiva corneal y negativa cristaliniana en la juventud, pero a medida que se envejece el cristalino positiviza la aberración de esfericidad, resultando en un empeoramiento de la calidad visual.

Postoperatoriamente, como ya hemos comentado, la estructura aberrante de un ojo cambia, y además ésta se modifica posteriormente con la cicatrización y también con la exposición a radiaciones ultravioleta. Para evitar esto, hay algoritmos que intentan mantener postoperatoriamente las aberraciones corneales que había preoperatoriamente, para al final, mantener la relación de aberraciones entre la córnea y el cristalino, y así no perder líneas de visión tras nuestros tratamientos con LASIK. (algoritmo de Munger)(9).



Diferencias en la ablación. Con el algoritmo de Munger se ablucciona menor cantidad de tejido que con el de Munnerlyn. (reproducido con permiso de Munger, R)



(reproducido con permiso de Munger, R)

Trayecto óptico de:

- a/ córnea no tratada
- b/ ablación con algoritmo de Munnerlyn de -12D
- c/ ablación con el algoritmo de Munger. Permite conservar la estructura corneal preoperatoriamente

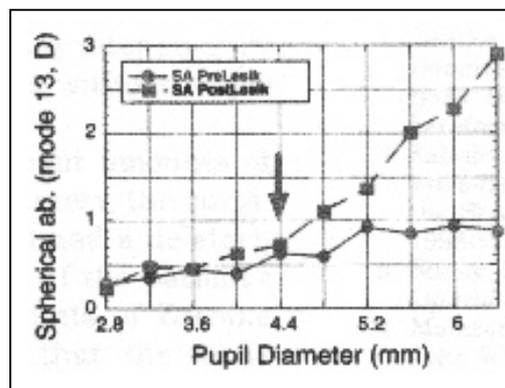
En un estudio publicado por Hong y Thibos (8) se practicaron aberrometrías mediante un aberrómetro con el principio de Hartmann-Shack pre y postoperatoriamente a un tratamiento LASIK miópico convencional. Los resultados fueron los siguientes:

-En los 4mm centrales la aberrometría cambió poco.

-En la zona corneal anular que va de los 4 a los 7mm se apreció un aumento del poder refractivo sugerente de una inducción de esfericidad, que se confirmó mediante los polinomios de Zernike.

El modo 13 de Zernike (esfericidad vertical) aumenta mucho justo después de la cirugía, y después va disminuyendo en detrimento del modo 14 (esfericidad horizontal), el cual ya desde el postoperatorio inmediato va aumentando sin parar. Esta diferente evolución en el meridiano vertical que el horizontal puede acabar provocando una aberración de 3er grado (modo 9)

La aberración de esfericidad en pupilas pequeñas no tiene significación pre ni postoperatoriamente ya que se localiza en la periferia, pero en pupilas grandes (mayores de 4,4mm) aumenta rápidamente postoperatoriamente, provocando un descenso en la MTF que se recupera moderadamente a las 8 semanas.



(reproducido con permiso de Munger, R)

Aumento exponencial de la aberración de esfericidad en relación al diámetro pupilar en ojos operados.

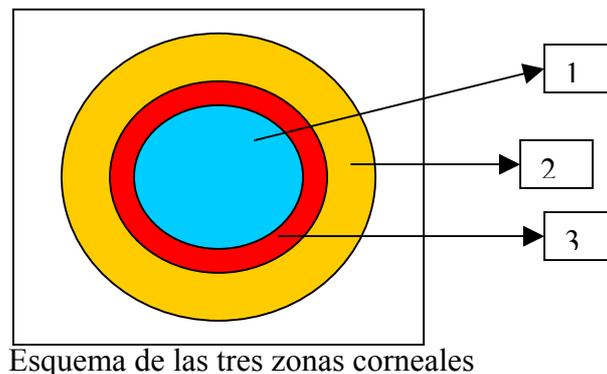
La asfericidad postoperatoria para una asfericidad preoperatoria determinada, aumenta de forma no lineal sino de forma exponencial, según el cambio en el poder refractivo aplicado. A mayores tratamientos aplicados, mayor asfericidad inducida.

La curvatura apical de la córnea postoperada también cambia de forma exponencial según el cambio refractivo aplicado. Lo ideal sería que la córnea resultante estuviera abombada (prolate) como la córnea virgen, de esta forma se conserva mucho la calidad visual (10)

También debemos tener en cuenta que a veces el área de la zona óptica realmente tratada no es la que nosotros habíamos programado, siendo menor y provocando todos los efectos indeseables que esto conlleva. Después de la cirugía refractiva la córnea tendrá una función óptica mas degradada que preoperatoriamente. La causa principal, sobretodo en pupilas grandes, es que el ojo poseerá dos ópticas diferentes, con una área de transición entre ellas.(11)

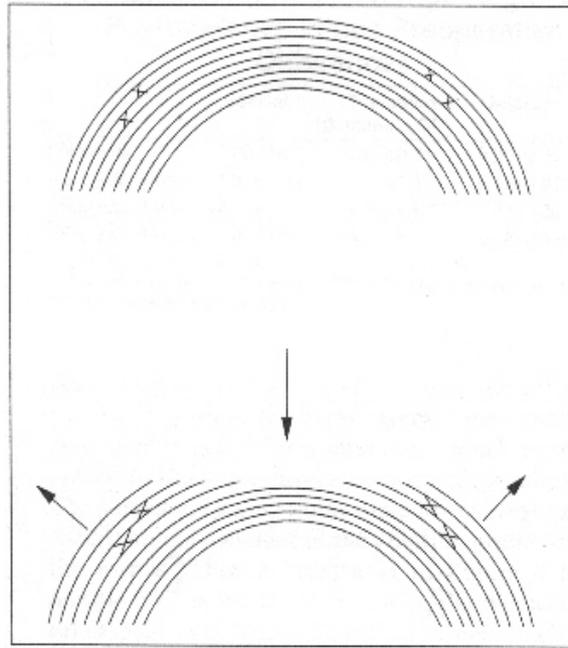
- 1/ Zona tratada: Imagen focalizada.
- 2/ Zona no operada: Imagen fuera de foco.
- 3/Zona de transición: Imagen fuera de foco, pero no tanto como la zona no tratada.

Estas tres zonas al estar mal ajustadas son las que provocan los halos, sobretodo nocturnos porque se dilata la pupila, entonces entran en juego las tres zonas antes comentadas.



Basándonos en lo anteriormente descrito deducimos que el conocer el comportamiento biomecánico de la córnea es de suma importancia a la hora de pretender realizar ablaciones personalizadas. La respuesta biomecánica es en base a dos factores principales, la creación del lenticulo (flap) y la ablación.

La cornea posee una estructura en laminas que están a tensión de limbo a limbo, y son puestas aún mas a tensión a través de la PIO. El espacio interlamelar se define con la tensión que hace cada lamela individual (12,13). Después de la cirugía algunas lamelas quedan circunferencial y permanentemente dañadas, reduciendo la tensión de los restos lamelares periféricos residuales permitiendo la expansión de las lamelas periféricas, que provoca una fuerza radial centrífuga que se transmite a las capas mas profundas vía cornea (crosslink).(14) Entonces al aplicarse la fuerza centrífuga a capas mas profundas que aún conservan su zona central se provoca un aplanamiento de la zona central(15) independiente del perfil de ablación producido en la cornea.



(reproducido con permiso de Roberts,C)

Retracción de lamelas periféricas con aplanamiento central y engrosamiento periférico.

De esto se deduce que la respuesta biomecánica produce un aplanamiento central tanto en un tratamiento miópico como hipermetrópico, favoreciendo el miópico y entorpeciendo el hipermetrópico. Se tendrían que hacer unos algoritmos específicos para tener controlado el factor biomecánico, pero esto no puede ser porque no existe una correlación lineal entre el tratamiento aplicado y la respuesta biomecánica, que es distinta en cada individuo, aunque sí que es cierto que profundidad de ablación se correlaciona con el aplanamiento central y con el engrosamiento periférico estromal.

Se ha hecho un estudio para determinar los cambios en la forma corneal tras cirugía refractiva (2). Los resultados son:

- Curvatura tangencial: Disminución central e incremento periférico.
- Elevación: Disminución central e incremento periférico.

- Paquimetría: Disminución central. En la periferia hay un aumento al día y al mes, pero no a la semana, debido a la deshidratación relativa en el estado postoperatorio. La elevación periférica está correlacionada con el aplanamiento central. Se está estudiando hasta que punto es debido a la ablación o al factor biomecánico. También que papel juega la cicatrización.

Referente a la creación del flap, solo la realización de éste ya induce aberraciones de alto orden, sobretodo de tercer y cuarto orden. El aumento de éstas se encuentra mayoritariamente localizado en el eje de la bisagra (16). Unos autores afirman que no provoca una alteración del equivalente esférico preoperatorio (16) mientras que otros

definen una ligera hipermetropización por un incurvamiento de la córnea en la zona de la incisión, cambio que se aprecia en menor grado en la zona de la bisagra (17). Hay un estudio previo e el cual se realiza el flap en pacientes con una queratoplastia penetrante previa (18), en los cuales hay una reducción del astigmatismo, pero esto no es aplicable a córneas no operadas.

En resumen, la forma corneal final después de un tratamiento LASIK estándar, y consecuentemente la visión, está en función de tres parámetros:

- Perfil de ablación.
- Cicatrización (estromal y del flap)
- Factor Biomecánico.

Entonces, aunque consigamos una ablación que nos elimine todas las aberraciones oculares, precisamos de una técnica quirúrgica que no nos induzca nuevas aberraciones, por esta razón los dos últimos puntos se tendrían que caracterizar bien, integrando en los nomogramas los posibles cambios inducidos por estos, para conseguir una corrección libre de aberraciones.

2. OBJETIVOS

Evaluar el tratamiento personalizado, y compararlo con el tratamiento LASIK estándar para la corrección de la miopía.

1. *Demostrar la predictibilidad, estabilidad, seguridad y eficacia del tratamiento personalizado de la miopía (Zyoptix).*

- Se valorará la evolución de los resultados a lo largo de 6 meses comparándolos con el tratamiento LASIK estándar (Planoscan).

2. *Estudiar la fiabilidad del aberrómetro en la medición de la refracción.*

- Se valorará la correlación del equivalente esférico de la refracción manifiesta y de la refracción con el aberrómetro Zywave.

3. *Comparar la predictibilidad del tratamiento estándar mediante el láser Planoscan (laser 1) con la del tratamiento personalizado mediante el sistema Zyoptix (laser 2).*

- Se valorará si a mayor equivalente esférico preoperatorio mayor hipo o hipercorrección.

4. *Valorar el grado de satisfacción de las dos poblaciones, la tratada con el laser 1 y la tratada con el laser 2.*

- Se valorará de una forma subjetiva.

5. *Estudio de la sensibilidad al contraste.*

- En ese caso solo se medirá la sensibilidad al contraste de la población tratada con el láser 2, y se comparará con la bibliografía escrita en los tratamientos láser estándar para la corrección de la miopía.

6. *Estudiar la evolución e interacciones de las aberraciones después de la aplicación del tratamiento láser.*

- Definir si hay mejor resultado con aberraciones previas altas o bajas.
- Comparación de la evolución de las aberraciones con el tiempo en las dos poblaciones estudiadas, la tratada con el láser 1 y la tratada con el láser 2.
- Porcentaje de mejora o empeoramiento de cada una de las aberraciones tanto con el láser 1 como con el láser 2.

7. *Comprobar el efecto del dilatador fenilefrina o ciclopléjico en las aberraciones*

- En una misma población se les dilata con fenilefrina y se les miden las aberraciones. Al cabo de unos días se dilata con ciclopléjico a la misma población y se les miden las aberraciones.

8. *Evaluar el porcentaje de retratamientos en cada una de las dos poblaciones estudiadas.*

9. *Estudio de la relación entre la paquimetría y la ablación.*

- Comprobar que el láser 2 ablaciona menos que el láser 1
- Comprobar que el láser ablaciona lo que dice que ablacionará en las dos poblaciones
- Relación entre el resultado refractivo (equivalente esférico a los 6 meses) y la agudeza visual, tanto corregida (BCVA) como sin corregir (UCVA), en relación al equivalente esférico previo, al root mean square (RMS) previo, al porcentaje de ablación corneal realizado, y a la paquimetría residual después del tratamiento.

10. *Estudio de la zona óptica (Z.O):*

- Estudiar la Z.O realizada con los dos láseres.
- Comprobar si la Z.O realizada es la misma que la programada.