Ortoqueratología: ¿Algo más que un tratamiento refractivo?

-Valoración tras doce meses-

Autores:

Débora Gutiérrez Lázaro

Javier Pedregal Barrientos

Virginia Cáceres Alonso

Tutor:

Antonio Verdejo del Rey

Máster en Optometría Clínica y Terapia Visual

Septiembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Ha sido una gran oportunidad para nosotros el tener la posibilidad de realizar este trabajo y por eso queremos agradecérselo a todas las personas que nos han ayudado.

En primer lugar a los pacientes, sin los cuales este estudio no hubiese sido posible.

A los Laboratorios Conóptica, por facilitarnos las lentes utilizadas para realizar este estudio.

A todos los integrantes del Centro de Optometría Internacional, que con sus conocimientos y consejos nos han ayudado a seguir adelante.

A nuestros compañeros, por su colaboración, comprensión y apoyo en todo momento.

A Antonio Carrillo, siempre disponible, orientándonos a darle forma a este estudio cuando no sabíamos ni por dónde empezar.

A María José, por su interés y preocupación para que este trabajo pudiese salir adelante y por su paciencia en los momentos de máxima desesperación.

Y por último, a Antonio Verdejo del Rey, nuestro tutor, por guiarnos en este largo camino.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 1

II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS 3

III. TEMÁTICA DE APROXIMACIÓN 4

1. Historia de la ortoqueratología 4
2. Efectos de las lentes de ortoqueratología 7
   2.1. Respuesta anatómica y fisiológica 7
   2.2. Control de miopía 9
   2.3. Habilidades visuales 13

IV. MATERIAL Y MÉTODO 16

1. Material 16
   1.1. Muestra 16
   1.2. Instrumental 17
   1.3. Lente de contacto 18
2. Método 20
   2.1. Test de evaluación 20
   2.2. Análisis estadístico 25

V. RESULTADOS 27

1. Análisis de las medidas tomadas por la mañana 27
2. Análisis de las medidas tomadas por la tarde 60

VI. DISCUSIÓN 70

VII. CONCLUSIONES 75

VIII. ANEXOS 76

IX. BIBLIOGRAFÍA 79

I.INTRODUCCIÓN

Una buena visión no es sólo tener una buena agudeza visual, para tener un sistema visual eficiente es necesario tener también un buen sistema acomodativo y una correcta visión binocular.

La visión binocular es el tipo de visión en la que se utilizan los dos ojos a la vez. La palabra "binocular" proviene de dos raíces latinas: "bini" doble y "oculus" ojo.

Para tener una visión binocular es preciso que las órbitas oculares sean frontales, de este modo, las imágenes obtenidas por cada ojo, son muy similares y el cerebro, gracias a esa disparidad en la fijación, se encarga de fusionarlas permitiendo así una visión en tres dimensiones.

Una buena agudeza visual permite tener una buena resolución espacial, mientras que un buen sistema acomodativo permite al individuo enfocar en visión próxima o realizar cambios lejos-cerca sin dificultad.

Para conseguir una agudeza visual adecuada existen numerosos métodos de corrección como son las tradicionales lentes oftálmicas o lentes de contacto, ya sean hidrofílicas o de gas permeable. A éstos se unen nuevas opciones como la cirugía refractiva o la ortoqueratología nocturna (orto-k).

Se entiende por ortoqueratología el uso de lentes de contacto durante la noche, con el fin de modificar temporalmente la forma de la córnea, corrigiendo así el defecto refractivo y consiguiéndose una buena agudeza visual a lo largo del día.

Hasta la fecha existen multitud de estudios que hablan del efecto de la ortoqueratología sobre la agudeza visual, es decir, centrándose exclusivamente en el uso de este tratamiento como método de corrección óptica. Existen algunas excepciones al respecto: estudios en los que se ha

analizado una determinada habilidad de forma aislada y estudios que, en un corto periodo de tiempo, han realizado un análisis más global del sistema visual.

El estudio "Ortoqueratología: ¿algo más que un tratamiento refractivo?", realizado por Sergio Sancho y Yolanda Moya en octubre de 2011 en el Centro de Optometría Internacional de Madrid, valora cómo cambian las diferentes habilidades visuales con el tratamiento de orto-k (1).

El análisis de los datos realizado, mostró como determinadas habilidades visuales sufrían cambios en las medidas en los primeros meses de tratamiento. Al quedarse dicho estudio en un análisis de tres meses, era interesante comprobar si esos cambios se mantenían en el tiempo o eran meras fluctuaciones transitorias independientes del tratamiento. Se trataba de un estudio observacional y analítico, realizado a corto plazo, que nos brindó la oportunidad de realizar un estudio de continuación a largo plazo.

Por otro lado, la metodología dentro del trabajo previo solamente incluía medidas realizadas a primera hora de la mañana. El efecto temporal provocado por el tratamiento con este tipo de lentes de contacto, nos llevó a investigar qué ocurría con esos cambios a lo largo del día.

Este estudio es una ampliación, en el tiempo, del estudio previo. Se utilizó el mismo método para la toma de medidas y el objetivo que buscamos es complementar las conclusiones de los autores del estudio anterior, para poder tener así una visión más global de la influencia del tratamiento de la orto-k en el sistema visual.

II. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

El presente estudio es una continuación del estudio "Ortoqueratología: ¿algo más que un tratamiento refractivo?" en el que se valora como influye la ortoqueratología sobre la visión binocular, sistema acomodativo, presión intraocular y espesor corneal.

En dicho estudio previo, se observó como con el paso de las semanas, los valores de ciertas habilidades visuales tendían hacia la norma habiendo una ligera regresión al final del periodo de estudio. Otras habilidades, sin embargo, no obtuvieron cambios significativos durante la totalidad del periodo estudiado. El objetivo de esta investigación es entonces, incrementar el número de medidas y valorar si estas tendencias se mantienen durante un año de tratamiento.

Por otro lado, debido a la temporalidad del efecto de las lentes de contacto de orto-k sobre la córnea, sería previsible que esos cambios producidos fuesen paulatinamente volviendo a sus valores iniciales. Por ello, se quiso ampliar el estudio inicial añadiendo una medida adicional por la tarde, con el fin de observar posibles cambios con el paso de las horas del día.

III. TEMÁTICA DE APROXIMACIÓN

1. HISTORIA DE LA ORTOQUERATOLOGÍA

Etimológicamente el término ortoqueratología viene derivado de los términos griegos "ortos" y "keratos", que significa poner recta la córnea (2).

El origen de la ortoqueratología se puede encontrar en China en el siglo XVII. Para reducir la miopía, estos utilizaban sacos de arena colocados encima de los párpados mientras dormían.

Hubo que esperar a la década de los 60 para que la ortoqueratología comenzara su evolución. El término ortoqueratología fue usado por primera vez por George Jessen aunque fue Kerns quien lo definió como "la reducción, modificación o eliminación del error refractivo mediante la aplicación programada de la lente de contacto."(2).

George Jessen fue el pionero en utilizar la ortoqueratología como tratamiento con su técnica llamada ortophoco (3), que consistía en adaptar las lentes de contacto con un radio central más plano que el corneal, en el mismo grado que el defecto refractivo que se quería compensar. Este diseño convencional presentaba importantes inconvenientes, como eran: un rango de corrección muy limitado, un gran descentramiento de la lente, la necesidad de un uso diurno y la demora durante meses o años en la consecución de los objetivos.

Debido a esta situación, Fontana diseñó una lente con geometría especial llamada más tarde de geometría inversa, siendo los primeros en desarrollarla Richard Wlodyga y Nick Stoyan en 1989.

Con este nuevo diseño los resultados deseados eran visibles en semanas, gracias a un mejor centrado de la lente, pasándose a llamar entonces "ortoqueratología acelerada" (4).

El primer diseño de geometría inversa se trata de una lente caracterizada por un radio de zona óptica (curva base) y una segunda curva inversa, más cerrada que la curva base. (Figura 1).

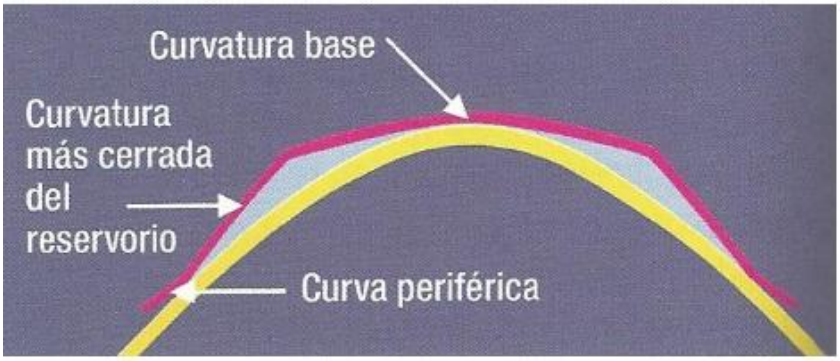

Figura 1. Lente de ortoqueratología de geometría inversa simple. Guía de ortoqueratología nocturna. B&L.

En 1996 Mountford mejoró la técnica diseñando una nueva lente de doble geometría inversa, en la que añadió una banda más en la cara posterior de la lente (curva de alineamiento). (Figura 2).

Figura 2. Lente de ortoqueratología de doble geometría inversa. Guía de ortoqueratología nocturna. B&L

Las mejoras respecto al diseño simple fueron:

- Una curva inversa más (curva de alineamiento periférico).
- Mejor centrado.
- Las fuerzas resultantes sobre la córnea serán mayores y más predecibles.
- Variación más rápida y predecible, ya que en una semana el tratamiento está prácticamente estable.
- Posibilidad de reducción de una mayor miopía, hasta 6,00D.

Hoy en día los laboratorios fabrican solamente lentes de doble geometría inversa. Dentro de este diseño se pueden encontrar distinto número de curvas, según el fabricante, para mejorar el centrado de la lente. Los materiales utilizados son de alta permeabilidad para minimizar los riesgos del uso prolongado.

Actualmente la ortoqueratología se define como "la compensación total o parcial de defectos de refracción esféricos y astigmáticos regulares mediante la redistribución reversible del tejido corneal provocada por la aplicación de lentes rígidas permeables al gas de geometría inversa, de modo que el paciente pueda prescindir de cualquier compensación visual durante el día."(2).

2. EFECTOS DE LAS LENTES DE ORTOQUERATOLOGÍA

La ortoqueratología acelerada nocturna produce el efecto deseado gracias a modificaciones tanto a nivel anatómico como fisiológico. Existen actualmente multitud de estudios que relacionan estas respuestas con las diferentes habilidades visuales y con un control sobre la miopía.

2.1.RESPUESTA ANATÓMICA Y FISIOLÓGICA

La córnea, histológicamente está formada por cinco capas diferenciadas, siendo la más externa el epitelio, seguida de la Membrana de Bowman, estroma, Membrana de Descement y endotelio.

Los cambios son producidos por las fuerzas hidrodinámicas que ejerce la película lagrimal entre la lente y la córnea. La conjugación de las fuerzas lente-córnea obliga a ésta a tomar la forma de la lente de contacto, que es el denominado "moldeo por vacío" (5).

El efecto que produce el tratamiento ortoqueratológico en las estructuras de la córnea permanece aún en entredicho. Aunque en un principio se aceptó la teoría de la migración de células del epitelio hacia la periferia corneal, hoy en día se habla de la teoría de la compresión, es decir, en el centro del epitelio las células se comprimen y reducen los espacios entre ellas mientras que en la periferia ocurre lo contrario (5).

A nivel estromal se ha documentado un engrosamiento del estroma en la periferia y un adelgazamiento del mismo en la zona central (6).

Por último, no hay estudios concluyentes sobre el efecto de la ortoqueratología a nivel endotelial. Existen multitud de estudios que demuestran que se produce un polimegatismo a nivel de las células endoteliales, aunque no hay consenso en si estos cambios son significativos o no. El más actual es la tesis de Amelia Nieto: "Cambios fisiológicos de la córnea en respuesta al uso de ortoqueratología nocturna" de la Universidad

Complutense de Madrid, que afirma que, al año de tratamiento dichos cambios sí son significativos.

En cuanto a la respuesta fisiológica, se producen modificaciones en los siguientes parámetros:

- Radio corneal: Se produce un aplanamiento medio en el meridiano horizontal de 0,5 mm y de 0,4 mm en el vertical, según el estudio realizado por Andrés Berke sobre 72 pacientes.
- Astigmatismo corneal: Los principios de ortoqueratología dicen que se puede llegar a compensar un 50 % del astigmatismo corneal siempre que sea un astigmatismo directo y central. Las lentes de orto-k no son capaces de compensar los astigmatismos inversos.
- Astigmatismo interno: Este tipo de lentes no es capaz de compensar el astigmatismo interno.
- Excentricidad corneal: Se produce una disminución de la excentricidad debido al aplanamiento corneal. El valor de excentricidad tras el tratamiento es próximo a cero o negativo, es decir, se pasa de una córnea prolata a oblata.
- Refracción: Con la lente Seefree® del laboratorio Conóptica se consigue, de forma exitosa, una reducción de hasta 4,5D de miopía.

Es importante destacar el factor de regresión de Jessen, según el cual hay que hacer una pequeña hipercorrección con el fin de compensar la regresión corneal producida durante el día debido a la elasticidad de ésta. De esta manera, el sujeto corregido con orto-k es ligeramente hipermétrope por la mañana, pasando a emétrope durante el día manteniendo así esta condición hasta la noche.

2.2. CONTROL DE MIOPÍA

Actualmente se sabe que la ortoqueratología podría tener un papel fundamental en el control de la miopía.

La miopía es seguramente el problema visual con mayor prevalencia en el mundo, siendo la edad infantil la época en la que se presenta con mayor frecuencia.

A día de hoy, se sabe que hay diversos factores de riesgo para la aparición y progresión de la miopía, como por ejemplo:

-Factores genéticos: la miopía débil se transmite de forma autosómica, pudiendo ser dominante o recesiva y la miopía degenerativa se transmite de igual manera, pero además también existe transmisión ligada al sexo.

-Factores ambientales, educacionales y profesionales: el estrés es una respuesta del organismo ante una situación inusual y mantenida durante un tiempo prolongado. Este estrés puede ser debido a una mayor exigencia en las tareas de cerca, tanto en el ámbito laboral como educacional. Centrándonos en el sistema visual, esta respuesta puede desencadenar una miopía.

-La raza: es más frecuente en los chinos y en los japoneses.

-La procedencia geográfica: existen estudios que demuestran que dependiendo de la procedencia geográfica, la prevalencia de miopía varía de un sitio a otro (7).

Cuando aparece la miopía, lo hace de una forma progresiva. En la primera fase, cuando comienza el problema, el sistema visual se está preparando para hacerse miope (no pudiendo relajar la acomodación). Es en esta fase donde podemos actuar prescribiendo una gafa con un positivo para cerca, si el sujeto lo acepta, y en caso de no ser así, se le ayudaría con una terapia visual para su aceptación. Aunque esta teoría es discutible hay varios profesionales que lo constatan (8).

Si se está en una fase más avanzada de la miopía, en la que ésta ya se encuentra estructurada, lo único que se puede hacer es evitar su progresión. Inicialmente este control de miopía, se hizo con lentes de contacto rígidas convencionales (LC RPG) las cuales no han demostrado un efecto significativo en la reducción de la miopía cuando se compararon con otras técnicas como las lentes de contacto hidrofílicas (LCH) y las gafas monofocales (9-10).

Actualmente se acepta como mejor tratamiento la utilización de lentes de ortoqueratología, tal y como se explica en algunos estudios. Quizás el estudio más conocido por su importante repercusión, es el estudio LORIC (11), en el que seanalizóla progresión de la miopía durante un período de 2 años en 70 niños de 7 a 12 años de edad, donde se pudo comprobar que contrariamente a lo que sucedía con el grupo control, en el grupo de ortoqueratología nocturna, la progresión de la miopía era menor a medida que el defecto refractivo inicial era mayor. Y el estudio COOKI (12), en el que se pretende evaluar también la respuesta de los niños a la ortoqueratología nocturna y la influencia de su adaptación en la progresión de la miopía, aunque de este último estudio aún no hay datos concluyentes.

En la actualidad se considera que la progresión de la miopía se debe a un aumento de la longitud de la cámara vítrea y como consecuencia, de la longitud axial del ojo. Este crecimiento de la longitud axial puede justificarse por la formación de imágenes desenfocadas en la retina periférica que se producen en un ojo miope corregido con gafa. En este caso, los rayos periféricos focalizan por detrás de la retina, creando una imagen desenfocada (Figura 3). Para que la imagen periférica sea tan nítida como la central, el ojo aumenta su longitud llevando consigo un aumento de la miopía. Por esta razón se dice que es la retina periférica la que predispone a la progresión de la miopía.

Al utilizar lentes de ortoqueratología se produce un engrosamiento periférico epitelial, responsable de que los rayos focalicen ahora por delante y no por detrás de la retina periférica, evitando así un alargamiento de la longitud axial del ojo y como consecuencia un aumento de miopía (4)(Figura 4).

No se puede promocionar la ortoqueratología como tratamiento para frenar el aumento de la miopía debido a la falta de estudios, randomizados y a largo plazo, que corroboren su eficacia. Sin embargo, se considera un método seguro y eficaz para la compensación de dicho error refractivo consiguiendo un retardo en su progresión.

Hoy en día está en estudio la utilización de lentes de contacto blandas bifocales como alternativa a la ortoqueratología para el control de la miopía. Estas lentes al tener una zona central de lejos y una zona periférica de cerca, producen un perfil óptico periférico similar al de las lentes de contacto de orto-k produciendo así el mismo efecto que éstas, controlando de esta manera el avance de la miopía (13).

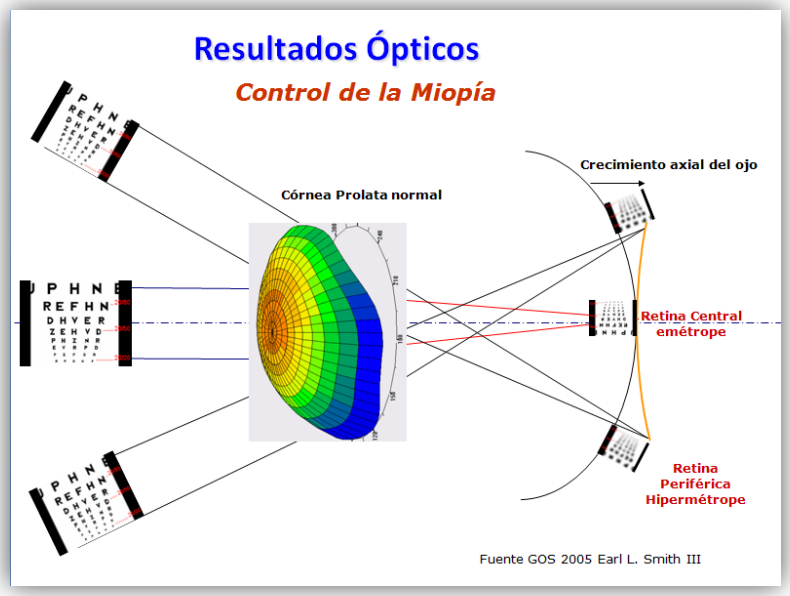

Figura3. Ojo miope corregido con gafa. SSPP Conóptica.

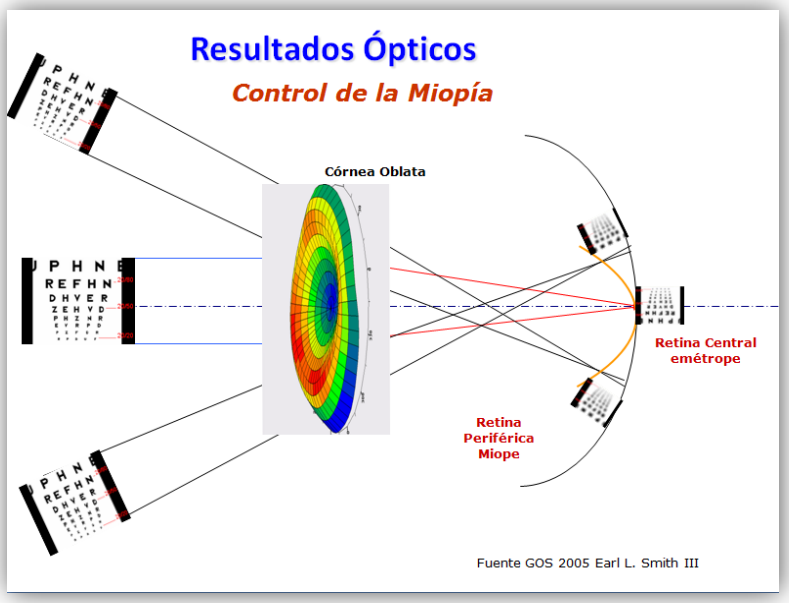

Figura 4. Ojo miope tratado con ortoqueratología. SSPP Conóptica.

2.3. HABILIDADES VISUALES

La visión binocular hay que entenderla como un procesamiento cortical de la información que llega simultáneamente desde ambos ojos. Esto lleva a la percepción visual final de una sola imagen en 3 dimensiones (estereopsis).

Para tener un buen sistema visual es necesario que ciertas habilidades estén bien desarrolladas y tengan un funcionamiento adecuado. Las habilidades que más influencia tienen en la visión binocular y el sistema acomodativo son: agudeza visual, estereopsis, forias, vergencias fusionales, acomodación (amplitud y flexibilidad) y la relación entre acomodación y convergencia (AC/A). Estas habilidades ya han sido descritas individualmente en el estudio "Ortoqueratología: ¿Algo más que un tratamiento refractivo?" del que se está haciendo esta continuación.

Hay pocos estudios que demuestren la influencia de la ortoqueratología en las diferentes habilidades visuales nombradas anteriormente. El primero de ellos: "Effects of overnight orthokeratology on phoria, vergence and accommodation in children" (14). Este estudio valoró en niños con edades comprendidas entre los 8 y los 14 años los efectos de la ortoqueratología nocturna en las forias, vergencias fusionales y la acomodación durante el tratamiento. Las medidas fueron tomadas el primer día del tratamiento, a los 10 días, al mes y a los 3 meses. La conclusión fue que el cambio de dichos parámetros no era significativo, por lo que la ortoqueratología no interviene modificando la visión binocular.

Otro estudio es: "Ortoqueratología. Cambios optométricos tras el tratamiento" (15). Este estudio se realizó en pacientes con edades entre los 10 y los 40 años en los que se valoró como afectaba la ortoqueratología en la agudeza visual, estereopsis, forias, vergencias fusionales y acomodación antes del tratamiento y a los 15 días del mismo. La conclusión fue que existía

una variación de todos los parámetros hacia la norma, lo que demostraba que el sistema visual de los sujetos estaba tensionado antes del tratamiento aumentando así la miopía desde un punto de vista comportamental. Otra de las conclusiones fue, que las habilidades sometidas a estudio variaban notablemente en los pacientes que llevaban más tiempo con el tratamiento, independientemente de la edad de los mismos.

El estudio más reciente es: "Ortoqueratología: ¿Algo más que un tratamiento refractivo?"(1). Se evaluaron los cambios que se producían en la visión binocular al utilizar las lentes de ortoqueratología en pacientes con edades entre los 14 y 40 años. Se estudió los cambios en las habilidades que interfieren en un mayor grado en la visión binocular, como: agudeza visual, estereopsis, forias, vergencias fusionales, acomodación (amplitud, flexibilidad y postura acomodativa), la relación entre acomodación y convergencia (AC/A), la presión intraocular y el espesor corneal. Para ello tomaron valores previa adaptación de las lentes, tras una semana de tratamiento, a los 15 días, al mes y a los 3 meses. La conclusión fue que se producían cambios hacia la normalidad en las siguientes habilidades: agudeza visual, estereopsis, foria horizontal de lejos y de cerca, vergencias fusionales, postura acomodativa, flexibilidad acomodativa binocular, así como una disminución del espesor corneal y la presión intraocular. Estos cambios en la visión binocular no eran estables, se observó una tendencia de regresión hacia los valores iniciales en ciertas de las habilidades visuales valoradas, por lo que no se pudo asegurar que los cambios producidos fueran duraderos en el tiempo.

Como crítica a estos estudios se debe resaltar los siguientes puntos:

- Todos han sido realizados a corto plazo por lo que las conclusiones obtenidas no se pueden dar como definitivas porque no han sido corroboradas en el tiempo.

- No se han medido todas las habilidades visuales. Se trata de estudios parciales que no evalúan el sistema visual en su conjunto.
- Ausencia de grupo control.
- La mayoría de ellos han sido realizados sólo con medidas tomadas por la mañana. Al ser tomados exclusivamente a primera hora de la mañana no se puede valorar la regresión corneal durante el día.

Con la continuación de esta investigación intentamos dar mayor validez científica ya que ampliamos el tiempo de estudio, se hace un examen visual completo y se añade una toma de medidas por la tarde con el fin de verificar si los cambios se mantienen.

IV.MATERIAL Y MÉTODO

1. MATERIAL

1.1. MUESTRA

1.1.1. Origen

En el presente estudio, de tipo prospectivo, observacional y analítico, han participado 10 pacientes del Centro de Optometría Internacional que han continuado con el tratamiento de ortoqueratología. De dicha muestra el 70% son mujeres y el 30% hombres, con edades comprendidas entre los 14 y los 35 años.

La muestra inicial era de 17 pacientes, que participaron en el estudio previo "ortoqueratología: ¿algo más que un tratamiento refractivo?" de los cuales 7 abandonaron el estudio por diversas causas.

Estos pacientes tenían un error refractivo inicial comprendidoentre -0,50D y -4,00D esféricas de miopía y un astigmatismo directo que no superaba las 2,00D o un astigmatismo indirecto de hasta 1,50D y siempre el valor de la miopía superior al astigmatismo.

1.1.2. Características personales

- Sexo: 7 mujeres y 3 hombres

- Edad: Comprendida entre los 14 y los 35 años.

1.2.INSTRUMENTAL

1.2.1.Instrumental de gestión

La ficha utilizada para este estudio fue diseñada específicamente para él. (Anexo 1).

1.2.2. Instrumental de evaluación

Optométrico:

Test de agudeza visual de Snellen.

Oclusor translúcido.

Test de agudeza visual de cerca.

Test de Titmus.

Foróptero.

Flippers +/- 2,00D.

Paquímetro y tonómetro Topcon TRK-1P®.

Contactológico:

Lámpara de hendidura.

Filtro azul cobalto.

Filtro amarillo.

Fluoresceína.

Topógrafo Oculus Easygraph® de Conóptica que se basa en la técnica de reflexión de los discos de Plácido y caracterizado por una medida de 22000 puntos reales.

Los mapas utilizados durante todo el proceso (adaptación de lente y revisiones periódicas) fueron:

1. Mapa de curvatura (tangencial y sagital): muestra la curvatura de la córnea en cada punto analizado.
2. Mapa comparativo refractivo: muestra la potencia refractiva de la córnea calculada a través de la Ley de Snell y nos sirve para hacer una comparativa del tratamiento.
3. Mapa especializado de Fourier y de Zernike: proporcionan información aberrométrica de la cara anterior de la córnea y la observación de posibles moldeos corneales indeseados.

1.2.3. Instrumental estadístico

El programa estadístico: "Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)".

1.3. LENTE DE CONTACTO

La lente utilizada para el estudio fue la lente Seefree® de los laboratorios Conóptica (Figura 5), que pertenece a la generación de lentes para ortoqueratología avanzada de doble geometría inversa fabricada en material Boston XO2 con una permeabilidad de 141 (ISO/FATT). Se trata de una lente con geometría tetracurva: zona óptica, zona inversa, banda de alineamiento, y zona de alineamiento periférico.

- Zona óptica o central (r_0): Con diseño asférico permite alcanzar una rápida y óptima variación.
- Zona inversa (r_1): Ofrece una óptima fuerza de adhesión y permite establecer la profundidad sagital.
- Banda de alineamiento (r_2): Zona de inicio de la curva de adaptación asférica.

- Zona de adaptación asférica o zona de alineamiento periférico (AS-P): Se personaliza dependiendo de la excentricidad corneal para evitar así, una adhesión excesiva y una adaptación inmóvil.
- Borde periférico: Asegura un buen intercambio lagrimal.

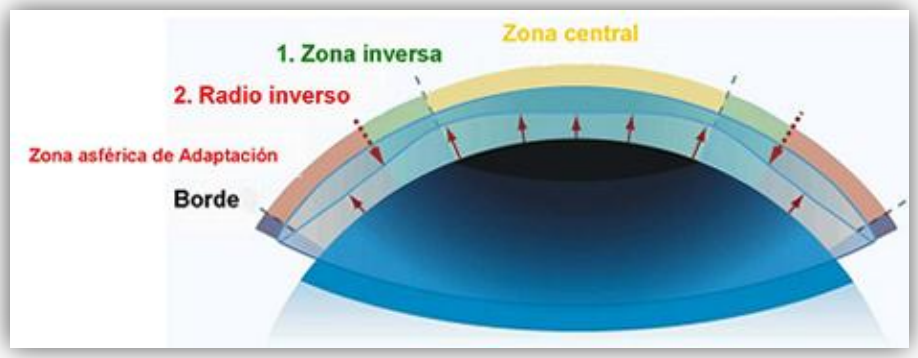

Figura 5. Diseño de la lente Seefree®. SSPP Conóptica.

Todos los parámetros de esta lente se pueden personalizar para asegurar una óptima adaptación. Esta adaptación personalizada se realiza con el software de Conóptica (módulo Seefree®) instalado en el topógrafo. Los parámetros disponibles son los siguientes (Esquema 1):

PARÁMETROS DISPONIBLES

Seefree®	Código de identificación	Datos	Pasos
RADIO CENTRAL	r0	6.3 –10.0 mm	0.05 mm
RADIO INVERSO	r1	6.0 –9.5 mm	0.05 mm
ZONA DE ALINEAMIENTO	r2	6.5 –10.0 mm	0.05 mm
ZONA DE ADAPTACIÓN ASF.	AS-P	3-9	1
RADIO BORDE	br	10.0 –15.0 mm	0.25 mm
AMPLITUD DE BORDE	bb	0.3 –0.6 mm	0.1 mm
ZONA ÓPTICA INTERNA	d0	5.5 –9.00 mm	0.1 mm
DIÁMETRO TOTAL	dg	9.5 –12.20 mm	0.1 mm
POTENCIA	F'v	+0.75	0.25 D
MATERIAL	BOSTON XO2	Rojo (OD) Amarillo (OI)	

Esquema 1. Parámetros disponibles de la lente Seefree®. SSPP Conóptica.

2. MÉTODO

2.1. TEST DE EVALUACIÓN

A continuación se describen las pruebas que se realizaron y la metodología utilizada, que ha sido exactamente igual que en el estudio anterior, puesto que se trata de un trabajo de continuación a largo plazo, con la única salvedad que también se han tomado medidas por la tarde.

Las medidas iniciales fueron tomadas antes de iniciar el tratamiento de ortoqueratología, a la semana, a los 15 días, al mes y a los 3 meses. Este estudio continúa con la toma de datos a los 6 meses y al año de haber iniciado el tratamiento.

En cada evaluación realizada se llevó a cabo también, tras una exhaustiva anamnesis, un examen completo con lámpara de hendidura para evaluar el estado de la lente de contacto y de las estructuras oculares, pudiendo saber así, si la lente de contacto permanece bien adaptada.

2.1.1. AGUDEZA VISUAL

La agudeza visual es una medida de la capacidad del sistema visual para detectar, reconocer o resolver detalles espaciales en un test de alto de contraste y con un buen nivel de iluminación.

Esta habilidad fue medida con el Test de Snellen.

Norma: 1.0.

2.1.2. ESTEREOPSIS

Es la capacidad para percibir la profundidad, o distancia relativa, a partir de los indicios de la disparidad retiniana.

La estereopsis se midió con el test de Titmus.

Norma: 40".

2.1.3. FORIAS

Se define foria como la posición que adquieren los ejes visuales en reposo, es decir, en ausencia de estímulos para la fusión (17). Es la situación en la que puede existir, o no, un desalineamiento de los ejes oculares que es compensado durante la fijación binocular gracias al mecanismo de fusión. Se pueden encontrar las siguientes situaciones:

- **Ortoforia:** Situación en la que los ejes visuales no presentan desviación, es decir, se mantiene el paralelismo incluso después de una disociación prolongada.
- **Exoforia:** Desviación horizontal de los ejes visuales hacia fuera (hacia temporal).
- **Endoforia:** Desviación de los ejes visuales hacia dentro (hacia nasal). También se denomina esoforia.

Las forias se midieron con la técnica de Von Graefe.

Norma en lejos: ortoforia.

Norma en cerca: 4-6Δ de exoforia.

2.1.4. VERGENCIAS FUSIONALES

Las vergencias fusionales valoran la capacidad que tiene el sistema visual para mantener la fusión, mientras se varía el estímulo de vergencia mediante prismas, manteniendo constante la acomodación. Se determinaron las vergencias horizontales y verticales tanto en visión lejana como en visión próxima.

Las medidas de las vergencias fueron obtenidas mediante el diasporámetro.

Norma BE: Lejos: 9/19/10. Cerca: 17/21/11.

Norma BI: Lejos: x/9/5. Cerca: 14/22/18.

2.1.5. RELACIÓN ACOMODACIÓN –CONVERGENCIA

Representa la respuesta de convergencia de un individuo ante una dioptría de acomodación.

Esta habilidad la medimos de igual forma que la foria horizontal en cerca anteponiendo un +1.00D en ambos ojos del paciente, la diferencia de estos valores nos indica la relación AC/A.

Norma: 4/1 - 6/1.

2.1.6. AMPLITUD DE ACOMODACIÓN

Capacidad total de acomodación del ojo, que viene determinada por la diferencia entre el poder de refracción para la visión más lejana y el correspondiente a la visión más próxima.

Esta habilidad fue medida con el método de Sheard mediante la introducción de lentes negativas.

Norma: 18 – 1/3 de la edad.

2.1.7. FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA

Habilidad del paciente para realizar cambios acomodativos de forma rápida y eficaz en condiciones monoculares y binoculares.

Las diferentes medidas de flexibilidad se realizaron con flippers de +/- 2.00D durante un minuto.

Norma: Monocular: 11 cpm.

Binocular: 8 cpm.

2.1.8. RETRASO ACOMODATIVO

Se define como la diferencia entre la respuesta esperada para un estímulo acomodativo y la respuesta acomodativa dada.

Para medirlo se utilizó el método de los cilindros cruzados de +/- 0.50D a 90 grados, incorporados en el foróptero.

Norma: +0,50D.

2.1.9. PAQUIMETRÍA Y TONOMETRÍA

La paquimetría es la técnica empleada para la medida del espesor corneal, y la tonometría se define como la técnica utilizada para medir la presión intraocular.

Norma de paquimetría: 544µm Norma de tonometría: 15mmHg

Para medir ambos valores hemos utilizado el tonómetro y paquímetro automático Topcon TRK- 1P® de no contacto. Hay que tener en cuenta que este tonómetro da resultados de PIO inferiores al valor real. Cuanto más fina es la córnea menor es el valor de presión intraocular que proporciona (5). Como se puede ver en la gráfica, la medida de la PIO es exacta para córneas con un espesor de 525 µm, pero se debe hacer una corrección al valor obtenido de la PIO en córneas con espesores distintos de 525 µm. Así, en córneas más finas de 525 µm, hay que sumar 0,5 mmHg por cada 25 µm de diferencia y en córneas más gruesas se debe restar 0,5 mmHg por cada 25 µm de diferencia

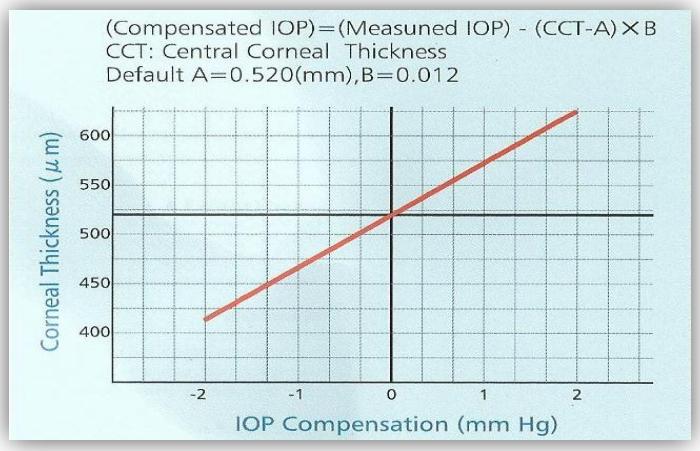

Figura 6. Relación entre el espesor corneal y la corrección de la PIO.

2.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La muestra de este estudio consta de 10 individuos, de los cuales 7 son mujeres y 3 hombres, con una edad media de 21,5 ± 7,4 años y un error refractivo medio de -3,22 ± 1,24D de miopía y -0,57 ± 0,63D de astigmatismo en el ojo derecho y -2,73 ± 0,91D de miopía y -0,63 ± 0,57D de astigmatismo en el ojo izquierdo.

Los valores difieren respecto al estudio previo debido a que la muestra es menor a causa de los abandonos ya nombrados.

La forma de analizar los datos obtenidos fue calcular la media de los valores de cada habilidad de los 10 pacientes y valorar su evolución en el tiempo.

Para ver si los cambios que se producen en las habilidades son estadísticamente significativos se hizo un contraste de hipótesis entre el valor pre-ortoqueratológico (pre orto-k) y el valor al año de tratamiento y entre el valor a los 3 meses y al año.

Nuestra hipótesis nula H_0 es que el tratamiento de orto-k no influye en los valores estudiados. La hipótesis se acepta cuando la media del valor inicial es sensiblemente igual a la media del valor final.

La hipótesis alternativa H_1 es que el tratamiento de orto-k si influye en los valores de las habilidades medidas. Esta hipótesis se acepta cuando la media del valor inicial es significativamente distinta del valor de la media final.

La hipótesis: H_0: $d=0 \leftrightarrow \mu_1 = \mu_2$; $d = \mu_1 - \mu_2$

H_1: $d \neq 0 \leftrightarrow \mu_1 \neq \mu_2$

donde μ_1 y μ_2 son las medias de las variables del estudio iniciales y finales respectivamente.

Para hacer este contraste de hipótesis se ha utilizado el programa SPSS18, en el cual se acepta la hipótesis si el p-valor es menor de 0.05 con un nivel de confianza del 95%.

Además dicho programa calcula el intervalo de confianza con los valores máximos y mínimos. Si éste abarca el valor 0 significa que la hipótesis nula se acepta, es decir, el tratamiento de orto-k no tiene un efecto estadísticamente significativo en las variables estudiadas.

V. RESULTADOS

1. ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS TOMADAS POR LA MAÑANA

1.1. AGUDEZA VISUAL

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		0,79	-0,16
Desviación típica		0,20	0,16
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**0,65**	**-0,27**
	Sup.	**0,93**	**-0,05**
t		12,76	-3,21
gl		9	9
p-valor		**0,000**	**0,011**

Tabla 1. Prueba de muestras relacionadas: Agudeza visual ojo derecho.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		-0,78	0,13
Desviación típica		0,13	0,11
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-0,87**	**0,05**
	Sup.	**-0,68**	**0,20**
t		-18,84	3,88
gl		9	9
p-valor		**0,000**	**0,004**

Tabla 2. Prueba de muestras relacionadas: Agudeza visual ojo izquierdo.

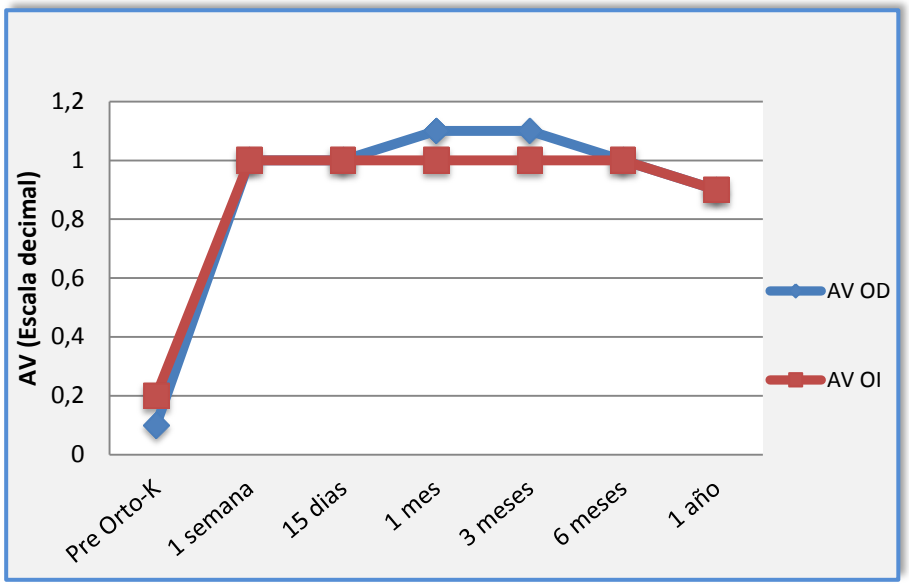

Gráfico 1. Variación de la media de la AV.

En el gráfico 1 se observa que ya desde la primera semana de tratamiento se alcanza una agudeza visual de 1,0 tal y como se mencionó en el estudio anterior. Esta tendencia se mantiene a largo plazo con una ligera disminución en la última medida, realizada tras un año de haber empezado el tratamiento, en la que la agudeza visual se reduce hasta 0,9.

Para ver si los cambios en la agudeza visual de ambos ojos son estadísticamente significativos acudimos a las tablas 1 y 2 donde se observa que el p-valor es menor de 0,05, significando esto, con un nivel de confianza del 95%, que el tratamiento de orto-k está generando un efecto significativo en la agudeza visual, manteniéndose este cambio tras 6 meses y 1 año de haber empezado el tratamiento.

Este cambio se puede corroborar en el intervalo de confianza, donde el cero no está incluido en dicho intervalo.

1.2. ESTEREOPSIS

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		3,00	-3,00
Desviación típica		8,23	6,75
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-2,89**	**-7,83**
	Sup.	**8,89**	**1,83**
t		1,15	-1,41
gl		9	9
p-valor		**0,279**	**0,193**

Tabla 3. Prueba de muestras relacionadas: Estereopsis.

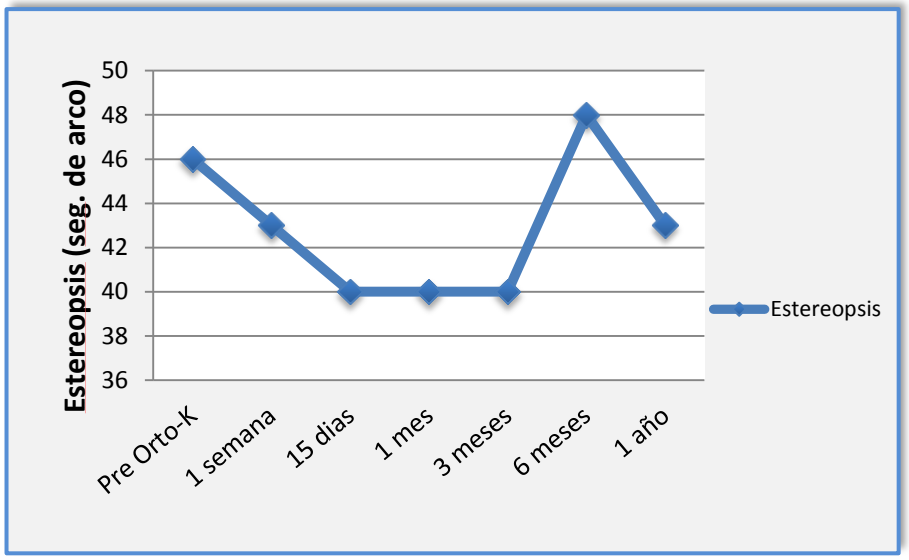

Gráfico 2. Variación de la media de la estereopsis.

En el gráfico 2 se aprecia una mejora de la estereopsis hasta alcanzar el valor máximo en el tercer mes de tratamiento, manteniéndose esta tendencia todo el año con una ligera fluctuación en el sexto mes de tratamiento de orto-k.

Para ver si los cambios en la estereopsis son estadísticamente significativos se debe acudir a la tabla 3 donde se ve que el p-valor es mayor de 0,05, queriendo decir esto que el tratamiento de orto-k no está generando un efecto importante en la estereopsis.

Esto mismo se puede confirmar en el intervalo de confianza, donde el valor cero queda incluido en dicho intervalo.

1.3. FORIA HORIZONTAL DE LEJOS

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		-2,40	-2,30
Desviación típica		2,91	3,47
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-4,48**	**-4,78**
	Sup.	**-0,32**	**0,18**
t		-2,60	-2,10
Gl		9	9
p-valor		**0,029**	**0,065**

Tabla 4. Prueba de muestras relacionadas: Foria horizontal de lejos.

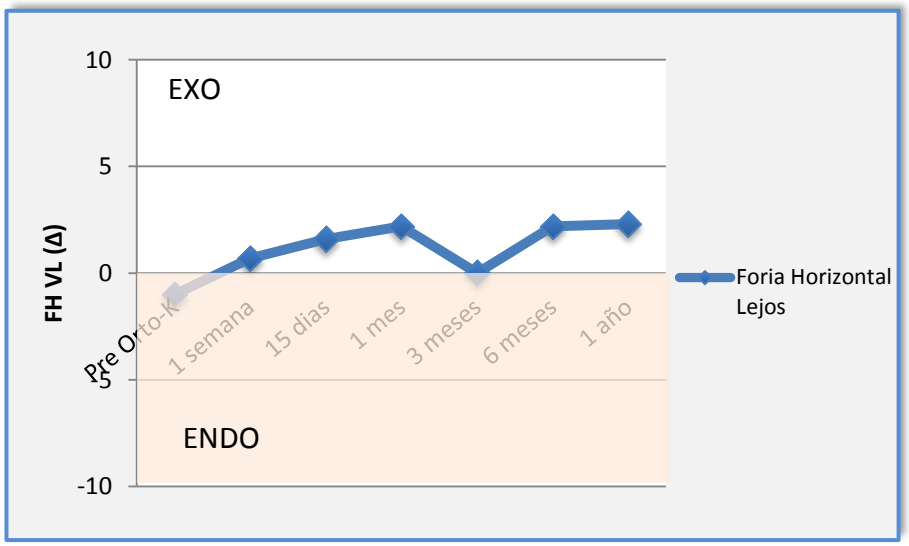

Gráfico 3. Variación de la media de la foria horizontal en visión lejana.

Antes de analizar el gráfico 3 se debe especificar que los valores correspondientes al eje de ordenadas positivo se refieren a valores de exoforia y los correspondientes al eje negativo, a valores de endoforia, siendo cero el valor de ortoforia.

El gráfico 3, que describe la foria horizontal en visión lejana, parte de una situación endofórica que con el tratamiento evoluciona a una tendencia exofórica a largo plazo, aunque a los tres meses se observa un retroceso, recuperándose rápidamente esta tendencia exofórica

Para ver si este cambio de endoforia a exoforia es estadísticamente significativo se acude a la tabla 4 donde se ve que el p-valor es menor de 0,05 en el intervalo de un año, significando esto que el tratamiento de orto-k está generando un efecto relevante en la foria de lejos horizontal; Sin embargo, p-valor en el intervalo de 3 meses a 1 año es mayor de 0,05 lo que indica que este cambio de endoforia a exoforia no es tan importante en estos últimos 9 meses de tratamiento.

Estos cambios se ratifican con el intervalo de confianza de ambos períodos de tiempo, donde el cero no está incluido en el período total de tratamiento pero sí lo está en los últimos 6 meses del mismo.

1.4. FORIA VERTICAL DE LEJOS

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		0,10	0,10
Desviación típica		0,32	0,32
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-0,13**	**-0,13**
	Sup.	**0,33**	**0,33**
t		1,00	1,00
gl		9	9
p-valor		**0,343**	**0,343**

Tabla 5. Prueba de muestras relacionadas: Foria vertical de lejos.

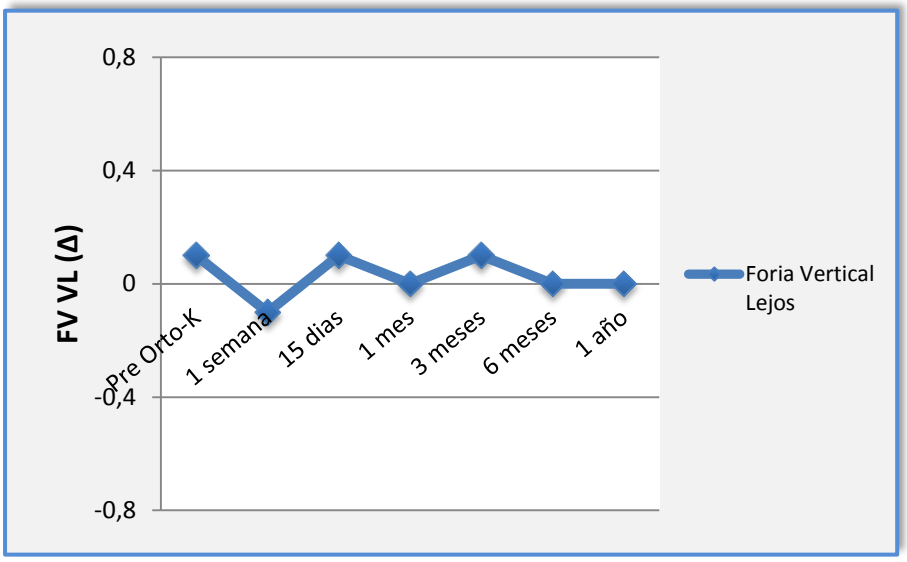

Gráfico 4. Variación de la media de la foria vertical en visión lejana.

Respecto a los valores de foria vertical en visión lejana, se aprecia en el gráfico 4 cómo se producen cambios prácticamente inapreciables tanto a largo plazo como en los últimos 6 meses de tratamiento.

Este hecho se confirma en la tabla 5 donde el p-valor es mayor de 0,05 y el intervalo de confianza incluye el cero, concluyendo así que los cambios no son estadísticamente significativos.

1.5. FORIA HORIZONTAL DE CERCA

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		-1,90	-4,00
Desviación típica		7,52	8,73
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-7,28**	**-10,24**
	Sup.	**3,48**	**2,24**
T		-0,80	-1,45
Gl		9	9
p-valor		**0,445**	**0,181**

Tabla 6. Prueba de muestras relacionadas: Foria horizontal de cerca.

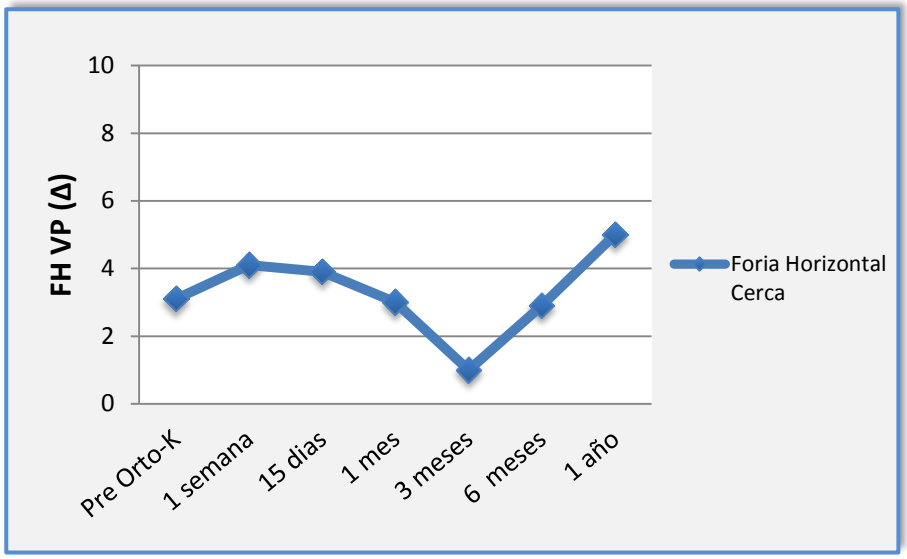

Gráfico 5. Variación de la media de la foria horizontal en visión próxima.

Como se aprecia en el gráfico 5 y tal y como se dijo en el estudio anterior, el valor de la foria horizontal de cerca variaba de una exoforia pequeña a un valor prácticamente ortofórico. Esa tendencia inicial no se mantiene en los siguientes 9 meses puesto que se observa como la foria aumenta hasta valores de 5Δ de exoforia.

Esta tendencia no es estadísticamente significativa tal y como se ve en la tabla 6, en la que el p-valor es mayor de 0,05 y el intervalo de confianza incluye el valor cero tanto en el período de 1 año como en los últimos 9 meses.

1.6. FORIA VERTICAL DE CERCA

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		0,10	0,00
Desviación típica		0,88	0,47
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-0,53**	**-0,34**
	Sup.	**0,73**	**0,34**
t		0,36	0,00
gl		9	9
p-valor		**0,726**	**1,000**

Tabla 7. Prueba de muestras relacionadas: Foria vertical de cerca.

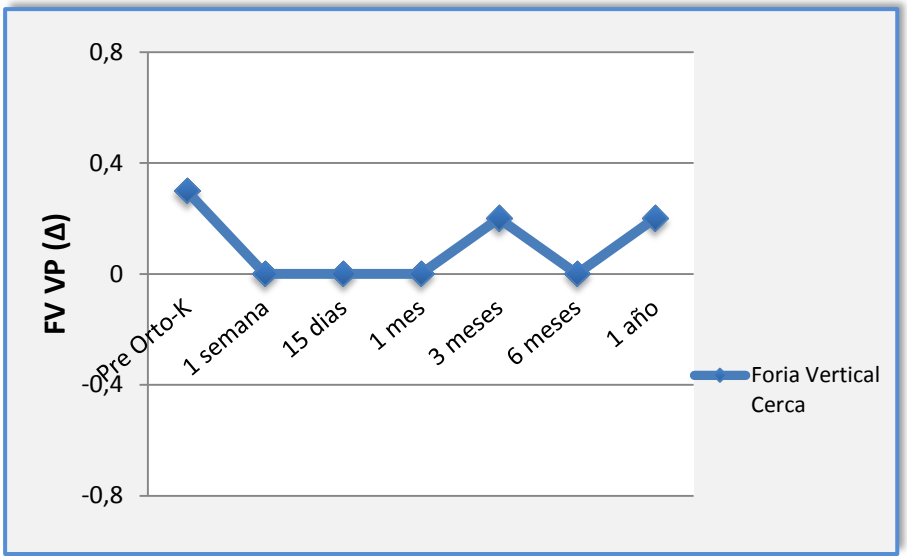

Gráfico 6. Variación de la media de la foria vertical en visión próxima.

En referencia a la foria vertical en visión próxima, el gráfico 6 muestra como se producen cambios prácticamente imperceptibles, tanto durante todo el año, como en los últimos 6 meses de tratamiento.

Este hecho se confirma en la tabla 7 donde se observa que el p-valor es mayor de 0,05 y el intervalo de confianza incluye el cero, concluyendo así que los cambios no son estadísticamente significativos.

1.7. VERGENCIA DE LEJOS BE: ROTURA Y RECOBRO

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		2,60	0,80
Desviación típica		11,38	7,24
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-5,54**	**-4,38**
	Sup.	**10,74**	**5,98**
t		0,72	0,35
gl		9	9
p-valor		**0,488**	**0,735**

Tabla 8. Prueba de muestras relacionadas: Vergencia base externa de lejos (rotura).

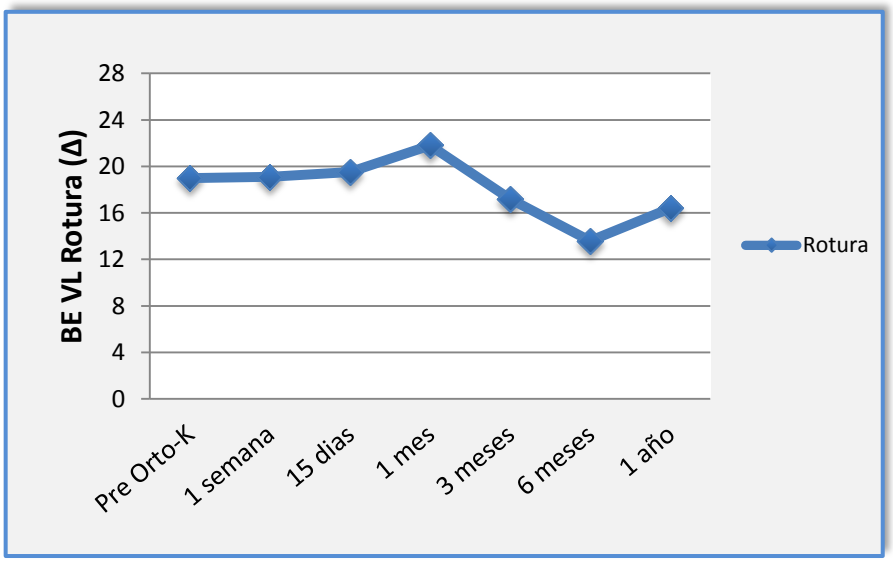

Gráfico 7. Variación de la media de la rotura Base Externa en visión lejana.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		5,60	4,40
Desviación típica		7,18	6,10
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**0,46**	**0,04**
	Sup.	**10,74**	**8,76**
t		2,46	2,28
gl		9	9
p-valor		**0,036**	**0,048**

Tabla 9. Prueba de muestras relacionadas: Vergencia base externa de lejos (recobro).

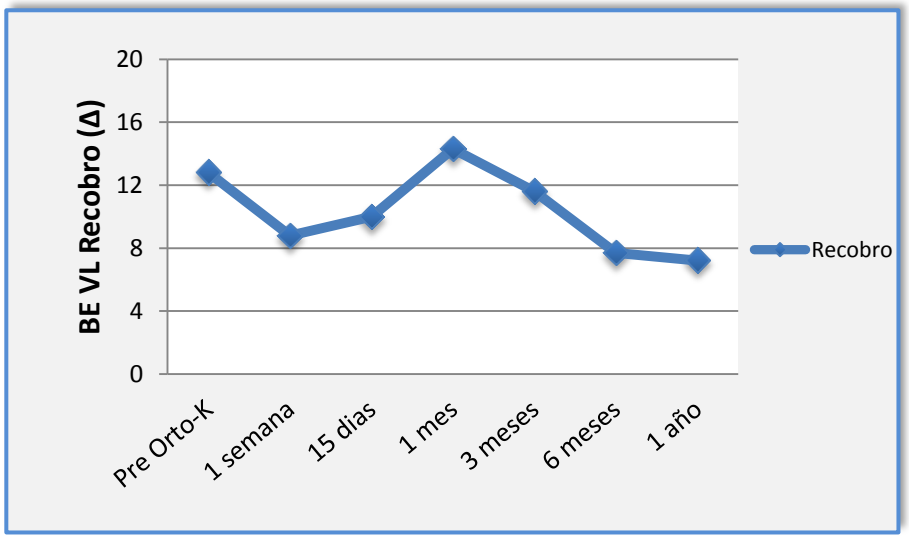

Gráfico 8. Variación de la media del recobro Base Externa en visión lejana.

Analizando el gráfico 7, durante el tratamiento se produce una ligera inestabilidad en los valores de rotura base externa en lejos. Esta fluctuación no es estadísticamente significativa como se ratifica en la tabla 8 donde se contempla que el p-valor es mayor de 0,05. También se puede confirmar con el intervalo de confianza el cual contiene el valor cero.

Respecto al recobro, aunque al mes se observa un incremento en los valores, la tendencia general durante el tratamiento es una reducción o empeoramiento de esta variable. Ver gráfico 8.

Este hecho se corrobora en la tabla 9, en la que el intervalo de confianza no contiene el cero y además el p-valor es menor de 0,05.

1.8. VERGENCIA DE LEJOS BI: ROTURA Y RECOBRO

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		0,000	-1,20
Desviación típica		3,13	1,99
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-2,24**	**-2,62**
	Sup.	**2,24**	**0,22**
t		0,0	-1,91
gl		9	9
p-valor		**1,000**	**0,089**

Tabla 10. Prueba de muestras relacionadas: Vergencia base interna de lejos (rotura).

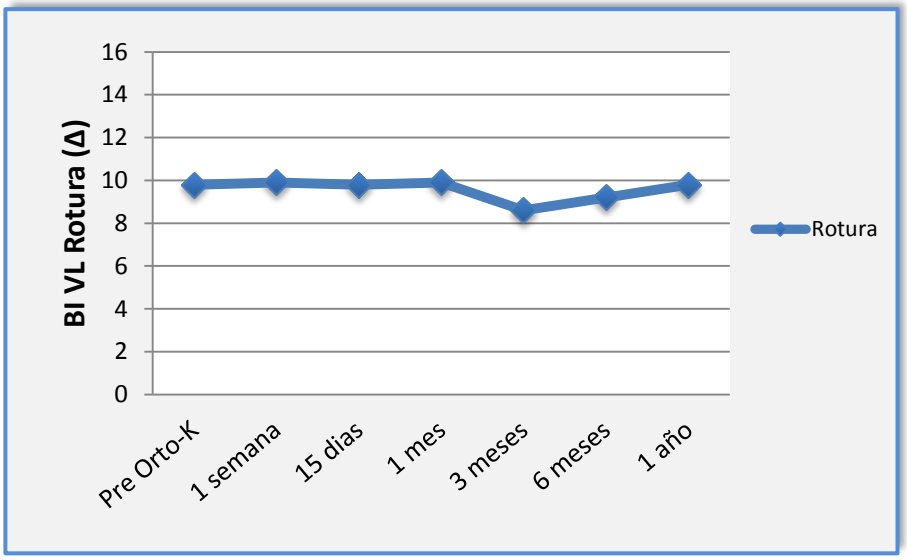

Gráfico 9. Variación de la media de la rotura Base Interna en visión lejana.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		-0,20	-0,50
Desviación típica		1,93	2,46
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-1,58**	**-2,26**
	Sup.	**1,18**	**1,26**
t		-0,33	-0,64
gl		9	9
p-valor		**0,751**	**0,537**

Tabla 11. Prueba de muestras relacionadas: Vergencia base interna de lejos (recobro).

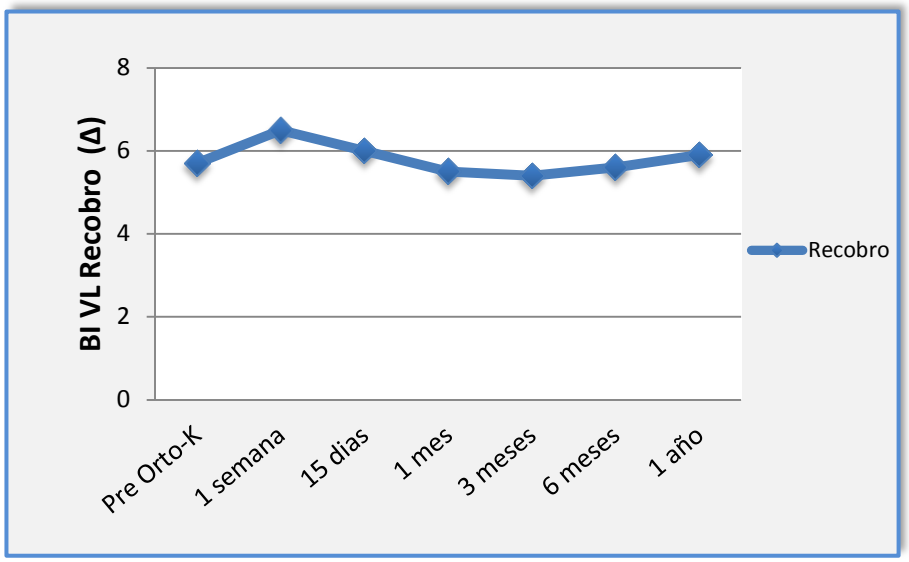

Gráfico 10. Variación de la media del recobro Base Interna en visión lejana.

Respecto a la rotura y recobro de la vergencia base interna en visión lejana se aprecia en los gráficos 9 y 10 una ligera recesión al final del primer trimestre, que se recupera rápidamente en los siguientes meses hasta llegar prácticamente a los valores iniciales a final del tratamiento.

En cualquier caso, esta fluctuación no es estadísticamente significativa puesto que tanto el p-valor (mayor que 0,05) y el intervalo de confianza (contiene el valor 0) así lo confirman (tablas 10 y 11).

1.9. VERGENCIADE CERCA BE: ROTURA Y RECOBRO

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		8,50	11,90
Desviación típica		7,23	7,55
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**3,33**	**6,50**
	Sup.	**13,67**	**17,30**
t		3,72	4,99
gl		9	9
p-valor		**0,005**	**0,001**

Tabla 12. Prueba de muestras relacionadas: Vergencia base externa de cerca (rotura).

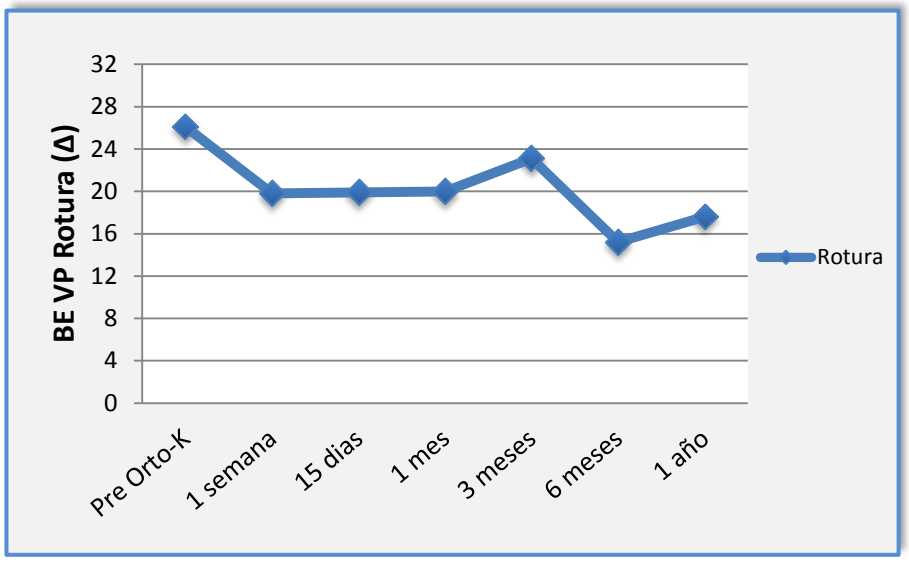

Gráfico 11. Variación de la media de la rotura Base Externa en visión próxima.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		5,60	4,10
Desviación típica		9,18	8,60
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-0,97**	**-2,05**
	Sup.	**12,18**	**10,25**
t		1,93	1,51
gl		9	9
p-valor		**0,086**	**0,166**

Tabla 13. Prueba de muestras relacionadas: Vergencia base externa de cerca (recobro).

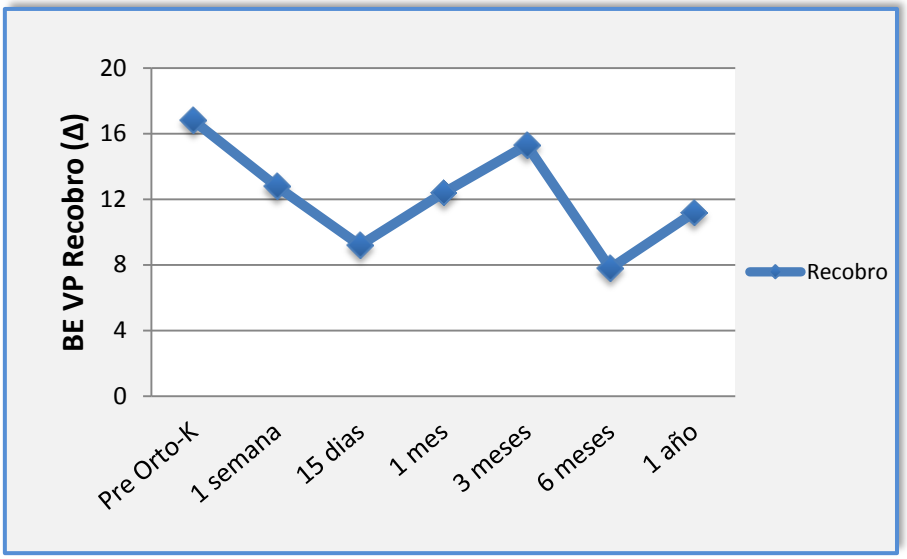

Gráfico 12. Variación de la media del recobro Base Externa en visión próxima.

En el gráfico 11 en el que se analiza la tendencia de la rotura base externa en visión próxima, se observa un empeoramiento general de los valores que se hace más evidente hacia el final del tratamiento.

Este cambio se puede confirmar en la tabla 12 adjunta, donde el p-valor es menor de 0,05 y el intervalo de confianza contiene el valor cero. Este aspecto se mantiene tanto en la comparativa anual como en la de los últimos 9 meses.

Por otro lado, en el recobro se aprecian fluctuaciones a lo largo de todo el tratamiento (ver gráfico 12). Fluctuaciones, que al analizar la tabla 13, se observa que no son importantes, como así indica un p-valor mayor de 0,05 y un intervalo de confianza que contiene el valor cero.

1.10. VERGENCIA DE CERCA BI: ROTURA Y RECOBRO

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		1,40	0,90
Desviación típica		3,98	4,35
95% Intervalo de confianza para la diferencia	Inf.	**-1,45**	**-2,22**
	Sup.	**4,25**	**4,02**
t		1,11	0,65
gl		9	9
p-valor		**0,295**	**0,530**

Tabla 14. Prueba de muestras relacionadas: Vergencia base interna de cerca (rotura).

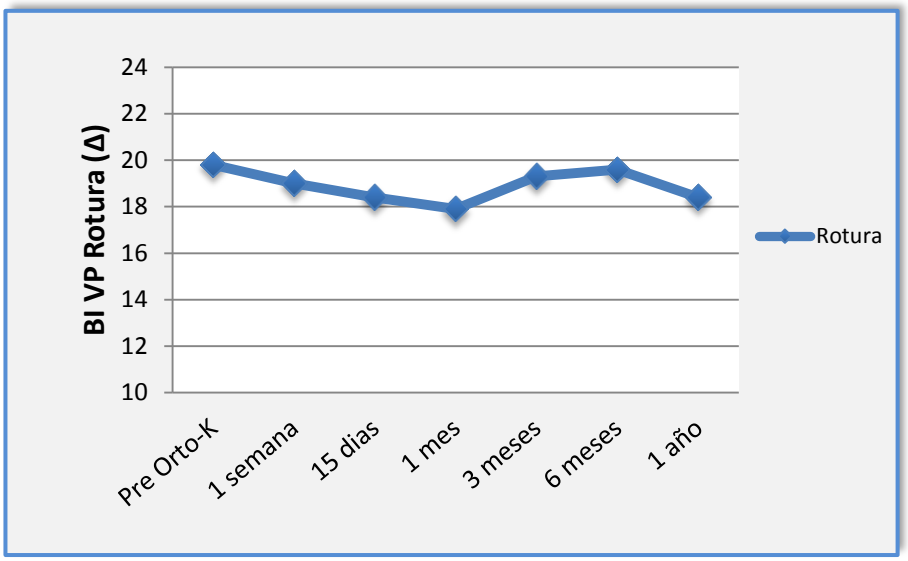

Gráfico 13. Variación de la media de la rotura Base Interna en visión próxima.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		-1,00	0,40
Desviación típica		6,36	4,95
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-5,55**	**-3,14**
	Sup.	**3,55**	**3,94**
t		-0,50	0,26
gl		9	9
p-valor		**0,631**	**0,804**

Tabla 15. Prueba de muestras relacionadas: Vergencia base interna de cerca (recobro).

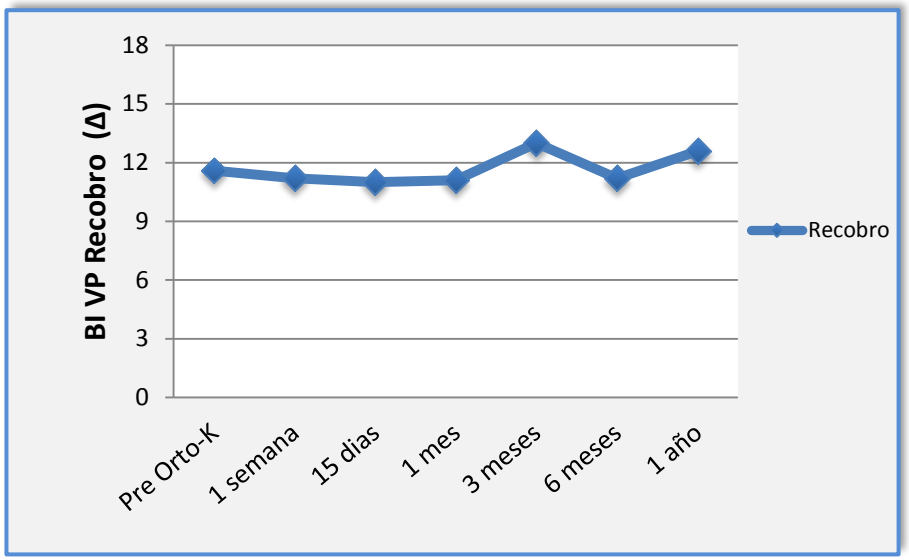

Gráfico 14. Variación de la media del recobro Base Interna en visión próxima.

En el caso de la base interna en cerca, se observa como los valores se mantienen estables salvo pequeñas fluctuaciones tanto en la rotura como en el recobro (gráficos 13 y 14). En ambos casos estas variaciones son estadísticamente insignificantes dados los valores de las tablas 14 y 15 con p-valor mayores de 0,05 e intervalos de confianza que contienen el valor cero.

1.11. AC/A

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		0,70	0,10
Desviación típica		2,63	1,60
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-1,18**	**-1,04**
	Sup.	**2,58**	**1,24**
t		0,84	0,20
gl		9	9
p-valor		**0,421**	**0,847**

Tabla 16. Prueba de muestras relacionadas: AC/A.

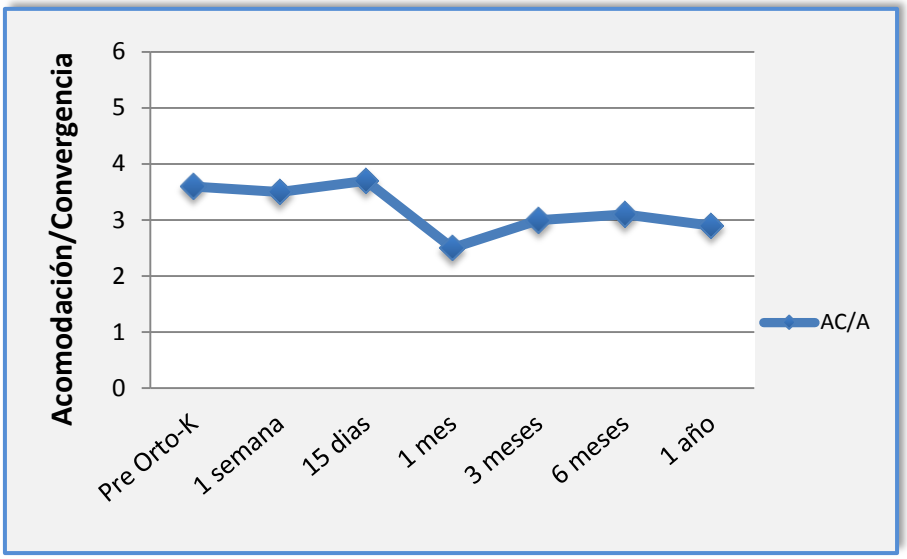

Gráfico 15. Variación de la media de la relación Acomodación/Convergencia

La evolución de la relación acomodación-convergencia se observa en el gráfico 15. Se pueden apreciar pequeñas variaciones a lo largo de todo el tratamiento, pero como se ve en la tabla 16 el p-valor es mayor de 0,05 por lo que se acepta la hipótesis nula H_0, es decir, se deduce que la orto-k no hace efecto sobre la relación AC/A en los periodos de tratamiento estudiados.

1.12. AMPLITUD DE ACOMODACIÓN

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		0,20	0,75
Desviación típica		2,81	2,60
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-1,81**	**-1,11**
	Sup.	**2,21**	**2,61**
T		0,23	0,91
gl		9	9
p-valor		**0,827**	**0,385**

Tabla 17. Prueba de muestras relacionadas: Amplitud de acomodación ojo izquierdo.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		0,33	1,40
Desviación típica		2,43	2,21
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-1,41**	**-0,18**
	Sup.	**2,06**	**2,98**
T		0,42	2,01
gl		9	9
p-valor		**0,682**	**0,076**

Tabla 18. Prueba de muestras relacionadas: Amplitud de acomodación ojo derecho.

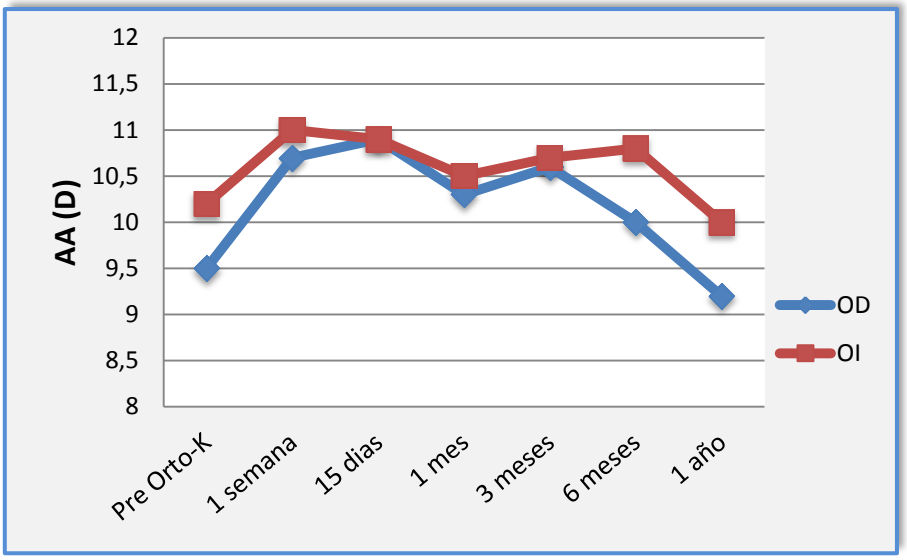

Gráfico 16. Variación de la media de la amplitud de acomodación.

El gráfico 16 muestra los valores medios de la amplitud de acomodación en ambos ojos. A pesar de que en un comienzo parece haber una clara mejora de los rangos, la diferencia entre los valores iniciales y los del final del tratamiento no tienen significancia estadística. Se observa en las tablas 17 y 18 un p-valor mayor de 0,05 y un intervalo de confianza que incluye el valor cero.

1.13. FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		2,60	2,60
Desviación típica		5,23	6,50
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-1,14**	**-2,05**
	Sup.	**6,34**	**7,25**
t		1,57	1,27
gl		9	9
p-valor		**0,151**	**0,238**

Tabla 19. Prueba de muestras relacionadas: Flexibilidad acomodativa ojo izquierdo.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		2,70	4,60
Desviación típica		6,17	7,81
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-1,71**	**-0,98**
	Sup.	**7,11**	**10,18**
t		1,39	1,86
gl		9	9
p-valor		**0,199**	**0,095**

Tabla 20. Prueba de muestras relacionadas: Flexibilidad acomodativa ojo derecho.

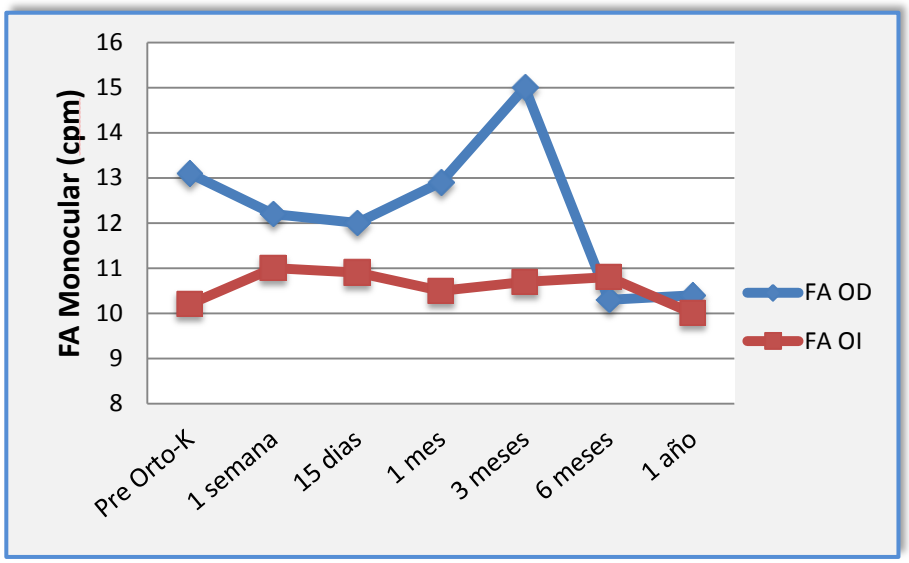

Gráfico 17. Variación de la media de la flexibilidad acomodativa monocular.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		1,80	3,80
Desviación típica		5,01	4,92
95% Intervalo de confianza para la diferencia	Inf.	**-1,78**	**0,28**
	Sup.	**5,38**	**7,32**
t		1,14	2,44
gl		9	9
p-valor		**0,285**	**0,037**

Tabla 21. Prueba de muestras relacionadas: Flexibilidad acomodativa ambos ojos.

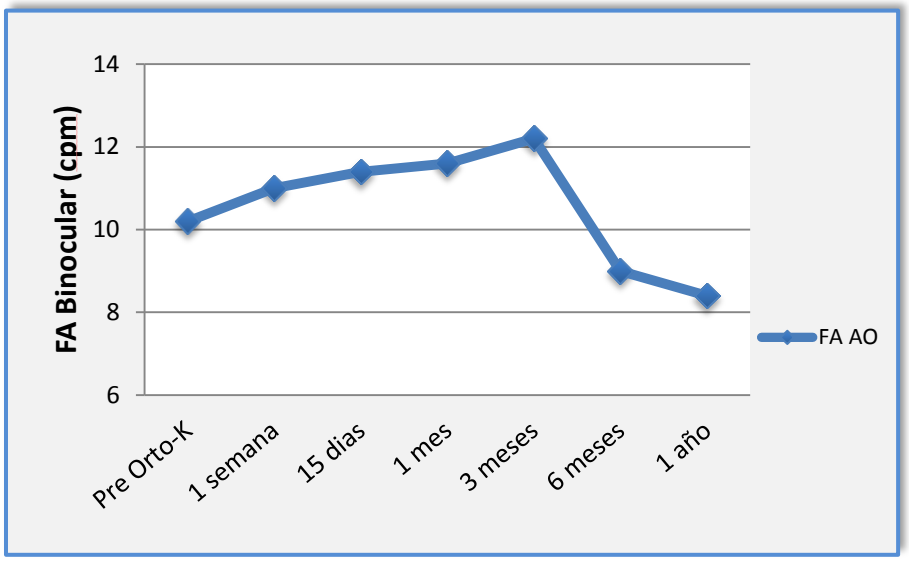

Gráfico 18. Variación de la media de la flexibilidad acomodativa binocular.

En cuanto a la flexibilidad acomodativa, tanto en monocular como en binocular se aprecia una ligera tendencia a un aumento de los rangos en los primeros meses. Esa tendencia no se continúa hasta el final del tratamiento puesto que a partir del sexto mes se ve una discreta disminución de la misma (ver gráficos 17 y 18).

En las tablas 19, 20 y 21 se observa que en todos los casos los p-valor son mayores de 0,05 aceptándose así la hipótesis nula H_0, la cual hace referencia a que la orto-k no hace efecto en la variable estudiada.

1.14. CILINDROS CRUZADOS DISOCIADOS

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		-0,15	0,130
Desviación típica		0,60	0,91
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-0,58**	**-0,78**
	Sup.	**0,28**	**0,53**
T		-0,79	-0,43
Gl		9	9
p-valor		**0,452**	**0,676**

Tabla 22. Prueba de muestras relacionadas: Cilindros Cruzados Disociados ojo derecho.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		0,38	0,30
Desviación típica		0,62	0,75
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**-0,07**	**-0,24**
	Sup.	**0,82**	**0,84**
t		1,93	1,26
gl		9	9
p-valor		**0,086**	**0,239**

Tabla 23. Prueba de muestras relacionadas: Cilindros Cruzados Disociados ojo izquierdo.

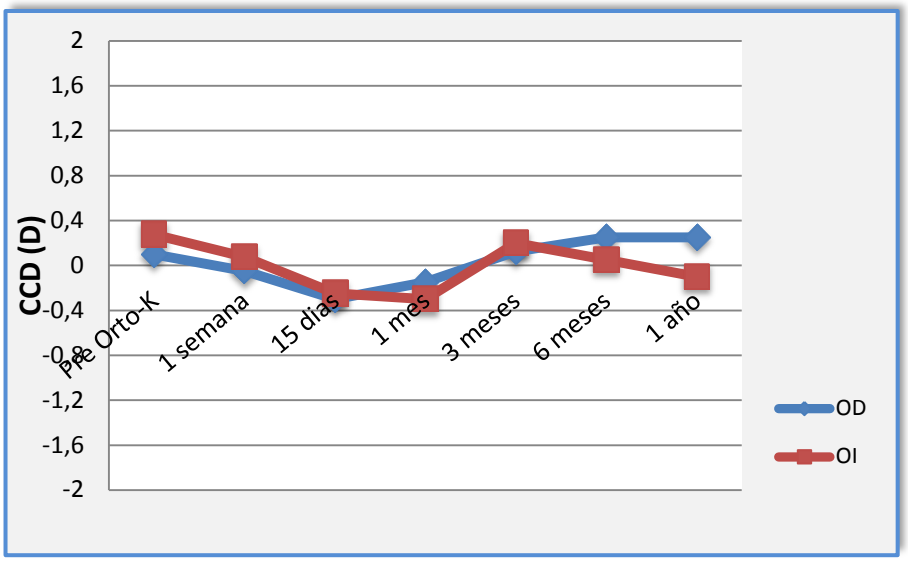

Gráfico 19. Variación de la media del retraso acomodativo monocular.

Como se observa en el gráfico 19, en un principio se parte de valores de hipoacomodación, lo que indica un retraso acomodativo positivo. A partir del mes esta tendencia empieza a cambiar significativamente obteniéndose valores de hiperacomodación. Sin embargo, si analizamos el tratamiento tanto en el conjunto del año como en los últimos 9 meses, se ve que el cambio en el retraso acomodativo no es significativo, tal y como se puede comprobar en las tablas 22 y 23 dónde los p-valor son menores que 0,05.

1.15. TONOMETRÍA

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		2,10	1,70
Desviación típica		1,73	1,83
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**0,86**	**0,39**
	Sup.	**3,34**	**3,01**
t		3,84	2,94
gl		9	9
p-valor		**0,004**	**0,016**

Tabla 24. Prueba de muestras relacionadas: Tonometría ojo derecho.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		2,00	1,40
Desviación típica		1,76	1,71
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**0,74**	**0,18**
	Sup.	**3,26**	**2,63**
T		3,59	2,59
Gl		9	9
p-valor		**0,006**	**0,029**

Tabla 25. Prueba de muestras relacionadas: Tonometría ojo izquierdo.

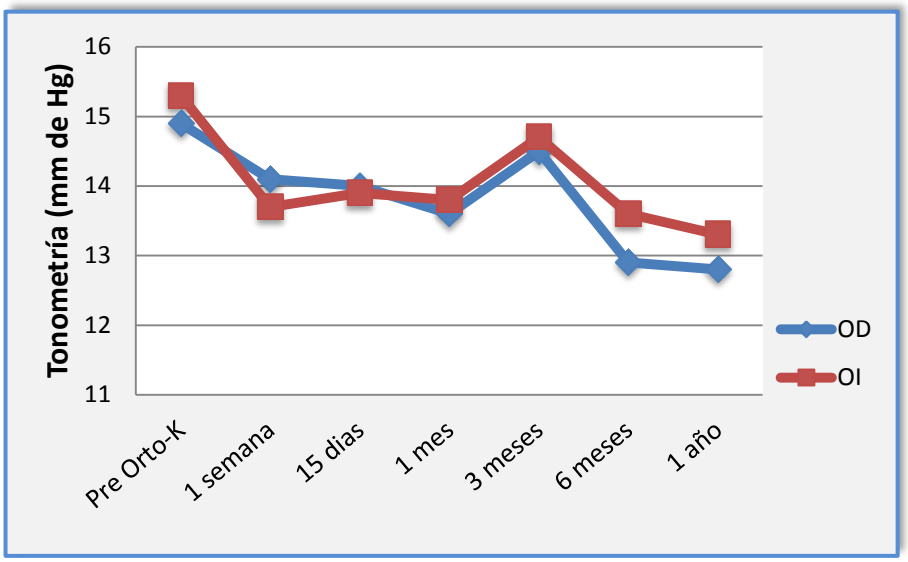

Gráfico 20. Variación de la media del valor de la tonometría.

En el gráfico de los valores de la tonometría obtenidos de ambos ojos (gráfico 20) se observa como los valores se reducen desde la primera sesión. Van a permanecer prácticamente estables a lo largo de todo el tratamiento exceptuando un pequeño repunte en el tercer mes.

Al analizar los datos adjuntos, las tablas 24 y 25 muestran los p-valor estadísticamente significativos, por lo que se concluye que el tratamiento de orto-k tiene un claro efecto sobre la presión intraocular.

1.16. PAQUIMETRÍA

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		26,10	13,80
Desviación típica		11,30	9,16
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**18,02**	**7,25**
	Sup.	**34,18**	**20,36**
t		7,31	4,76
gl		9	9
p-valor		**0,000**	**0,001**

Tabla 26. Prueba de muestras relacionadas: Paquimetría ojo derecho.

		Pre orto-K – 1 año	3 meses – 1 año
Media		19,60	10,70
Desviación típica		10,36	11,74
95% Intervalo de confianza para la diferencia	**Inf.**	**12,19**	**2,30**
	Sup.	**27,01**	**19,10**
t		5,98	2,88
gl		9	9
p-valor		**0,000**	**0,018**

Tabla 27. Prueba de muestras relacionadas: Paquimetría ojo izquierdo.

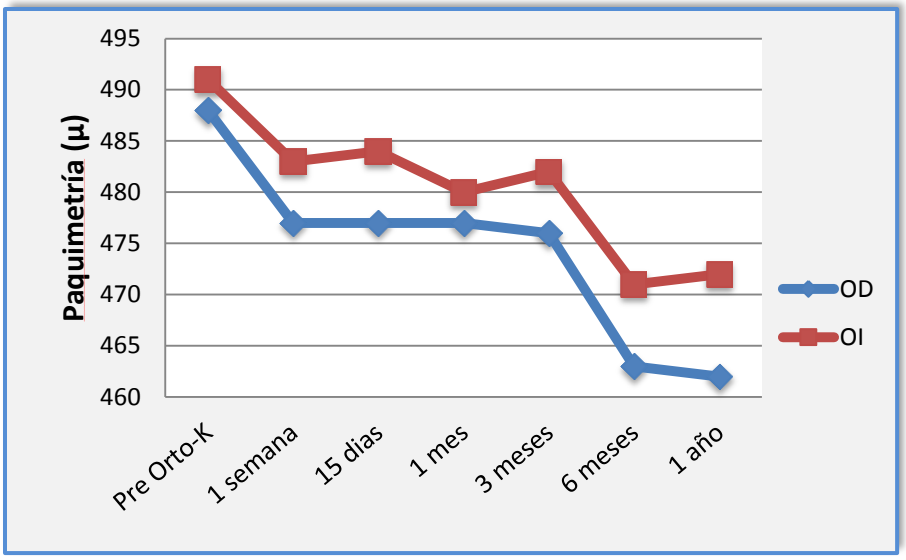

Gráfico 21. Variación de la media del valor paquimétrico.

Analizando los datos paquimétricos del gráfico 21 se puede ver un descenso constante de los valores a lo largo del tratamiento, estabilizándose al final del mismo.

Esta reducción es estadísticamente significativa. Se observa en las tablas 26 y 27 como el p-valor es menor de 0,05, con lo que se rechaza la hipótesis nula H_0, pudiendo afirmar entonces que la orto-k sí tiene efecto sobre los valores de paquimetría.

2. ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS TOMADAS POR LA TARDE.

Como se ha explicado anteriormente, el tratamiento con las lentes de ortoqueratología produce un moldeo corneal de forma temporal, desapareciendo éste durante el día.

Debido a este carácter regresivo, se quiso analizar si existen cambios significativos tanto en las habilidades visuales como en la presión intraocular y espesor corneal a lo largo del día. Para ello, se hizo un contraste de hipótesis entre los valores tomados por la mañana y los valores tomados por la tarde al año de tratamiento.

La siguiente tabla (tabla 28) muestra los valores estadísticos obtenidos para cada variable, al contrastar los valores entre la mañana y la tarde. Como se observa, el único valor que cambia significativamente, es la foria horizontal de lejos (el p-valor es menor de 0,05 y el intervalo de confianza no contiene el valor cero).

Para ver cómo cambian cualtitativamente las habilidades visuales durante el día, se representan gráficamente los valores medios tomados a la mañana y a la tarde al año de tratamiento.

	P valor	Intervalo de confianza
AGUDEZA VISUAL (0D)	0.877	(-0.17, 0.15)
AGUDEZA VISUAL (0I)	0.650	(-0.20, 0.13)
STEREOPSIS	0,681	(-7.12, 4.90)
FORIA DE LEJOS HORIZONTAL	**0.020**	**(0.42, 3.59)**
FORIA DE LEJOS VERTICAL	1.000	(-0.38, 0.38)
FORIA DE CERCA HORIZONTAL	0.880	(-3.08, 3.52)
FORIA DE CERCA VERTICAL	0.681	(-0.49, 0.71)
VERGENCIA DE LEJOS BI ROTURA	0.183	(-1.10, 4.88)
VERGENCIA DE LEJOS BI RECOBRO	0.947	(-3.64, 3.87)
VERGENCIA DE LEJOS BE ROTURA	0.320	(-7.40, 2.74)
VERGENCIA DE LEJOS BE RECOBRO	0.094	(-7.38, 0.72)
VERGENCIA DE CERCA BI ROTURA	0.251	(-7.63, 2.30)
VERGENCIA DE CERCA BI RECOBRO	0.296	(-5.10, 1.77)
VERGENCIA DE CERCA BE ROTURA	0.758	(-5.55, 7.33)
VERGENCIA DE CERCA BE RECOBRO	0.458	(-4.14, 8.36)
AMPLITUDE DE ACOMODACIÓN (0D)	0.331	(-2.60, 0.99)
AMPLITUD DE ACOMODACIÓN (0I)	0.410	(-2.23, 1.01)
FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA (OD)	0.086	(-0.32, 3.88)
FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA (OI)	0.809	(-2.74, 3.41)
FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA (AO)	0.148	(-3.26, 0.59)
TONOMETRÍA (OD)	0.673	(-2.79, 1.90)
TONOMETRÍA (OI)	1.000	(-1.54, 1.54)
PAQUIEMTRÍA (OD)	0.086	(-0.97, 12.18)
PAQUIMETRÍA (OI)	0.921	(-10.52, 9.63)

Tabla 28. Valores estadísticos de las medidas tomadas por la tarde

2.1. AGUDEZA VISUAL

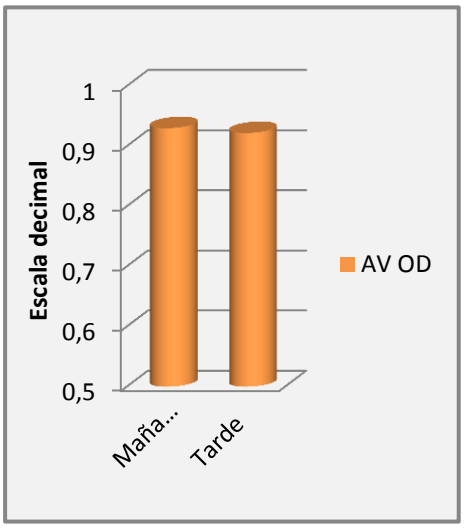

Gráfico 22. Media de la AV mañana y tarde. Ojo derecho.

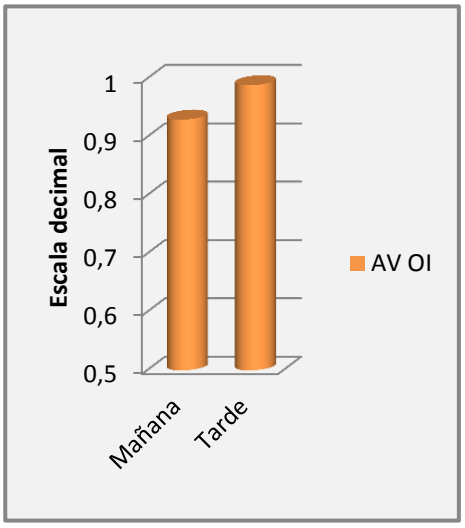

Gráfico 23. Media de la AV mañana y tarde. Ojo izquierdo.

2.2 ESTEREOPSIS

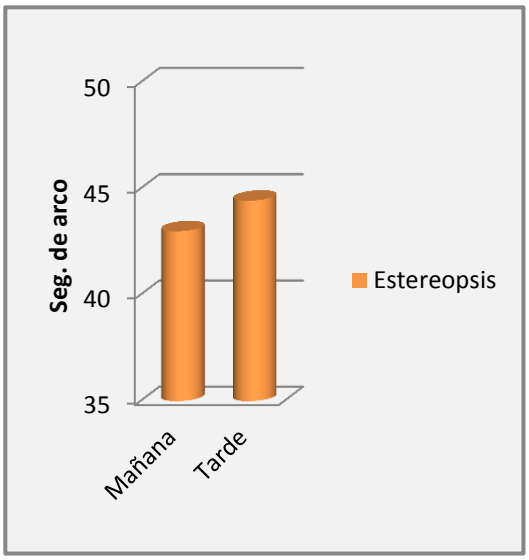

Gráfico 24. Media de la estereopsis mañana y tarde.

2.3. FORIA HORIZONTAL DE LEJOS

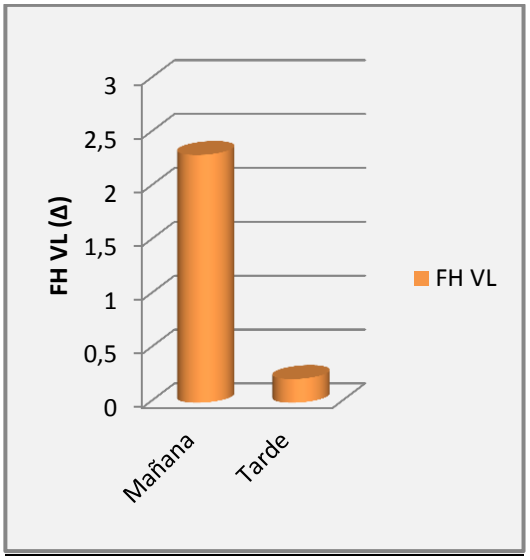

Gráfico 25. Media de la foria horizontal de lejos mañana y tarde.

2.4. FORIA VERTICAL DE LEJOS

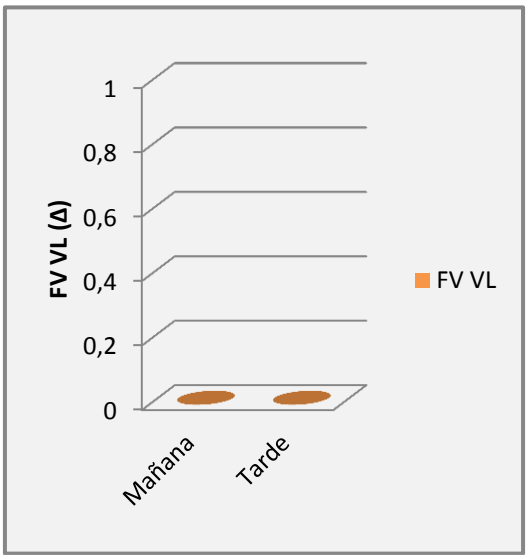

Gráfico 26. Media de la foria vertical de lejos mañana y tarde.

2.5 FORIA HORIZONTAL DE CERCA

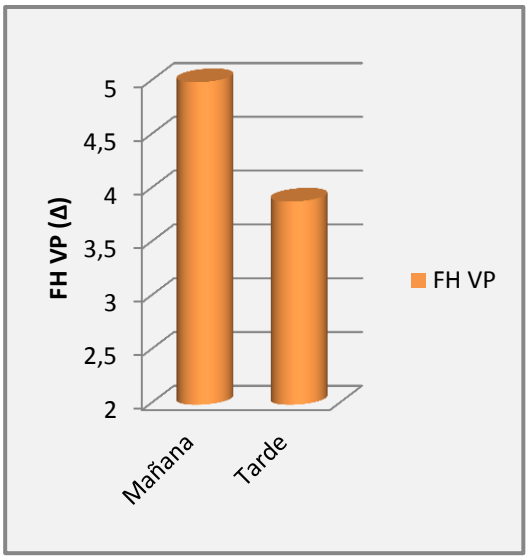

Gráfico 26. Media de la foria horizontal de cerca mañana y tarde.

2.6. FORIA VERTICAL DE CERCA

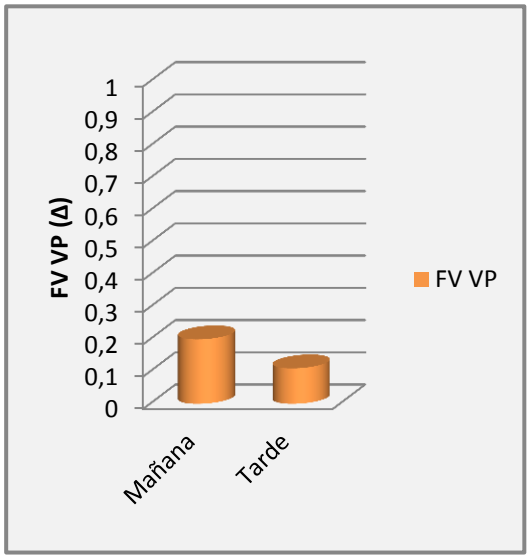

Gráfico 27. Media de la foria vertical de cerca mañana y tarde.

2.7. VERGENCIA BI DE LEJOS: ROTURA Y RECOBRO

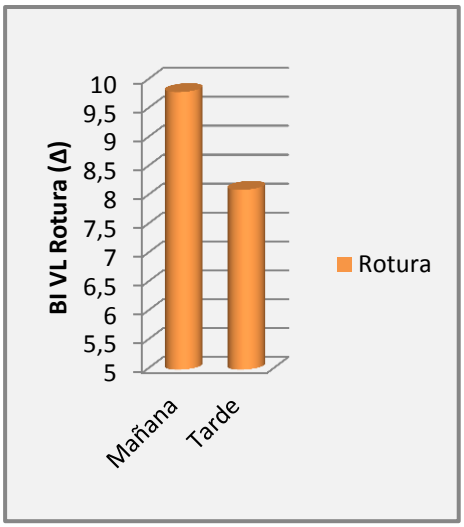

Gráfico 28. Media de la rotura BI de lejos mañana y tarde.

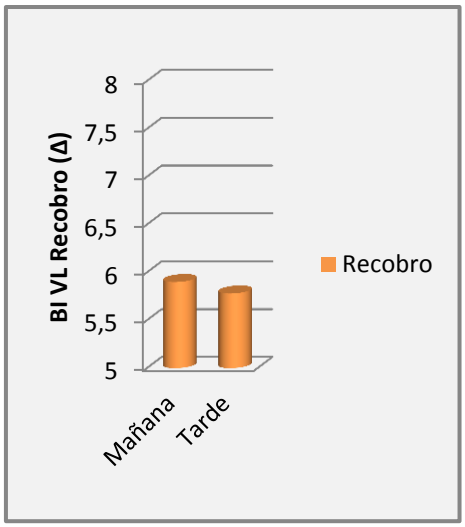

Gráfico 29. Media del recobro BI de lejos mañana y tarde.

2.8 VERGENCIA BE DE LEJOS: ROTURA Y RECOBRO

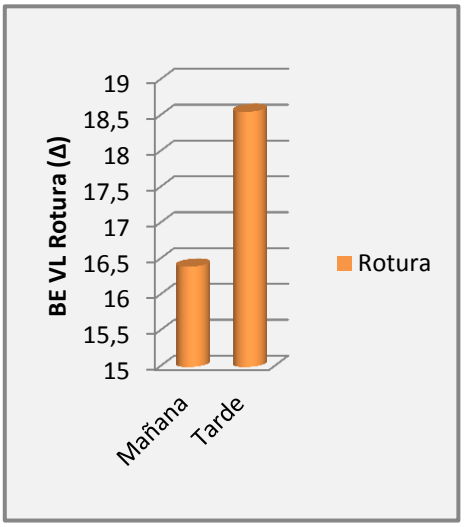

Gráfico 30. Media de la rotura BE de lejos mañana y tarde.

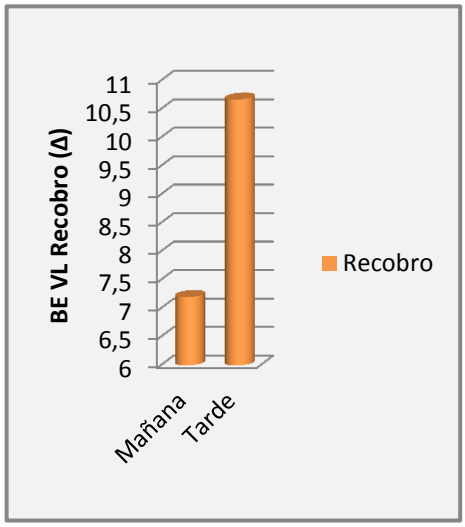

Gráfico 31. Media del recobro BE de lejos mañana y tarde.

2.9. VERGENCIA BI DE CERCA: ROTURA Y RECOBRO

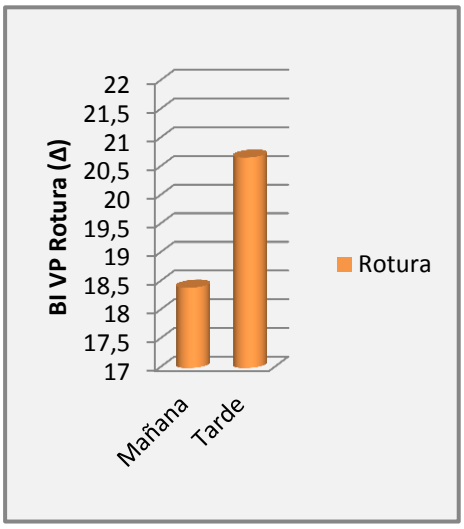

Gráfico 32. Media de la rotura BI de cerca mañana y tarde.

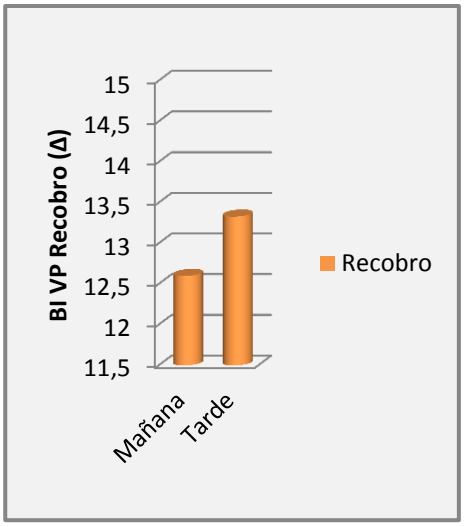

Gráfico 33. Media del recobro BI de cerca mañana y tarde.

2.10. VERGENCIA BE DE CERCA: ROTURA Y RECOBRO

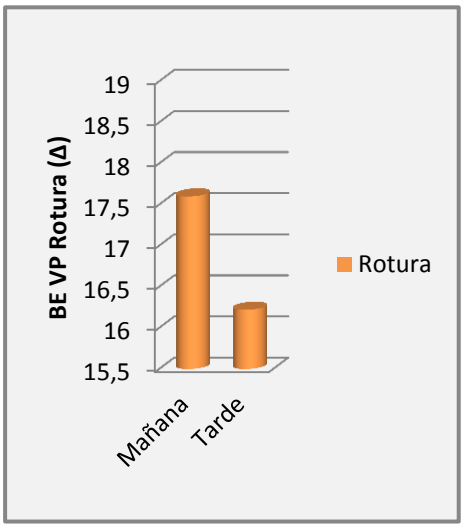

Gráfico 34. Media de la rotura BE de cerca mañana y tarde.

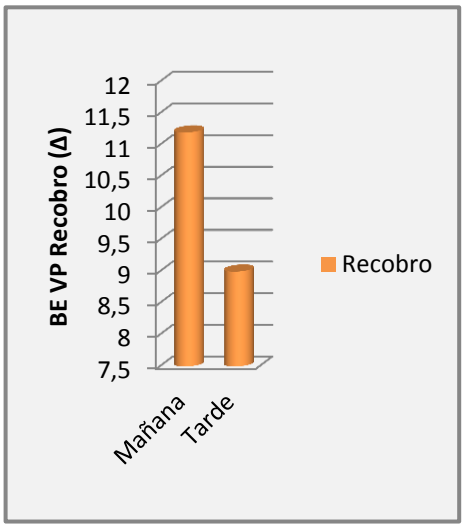

Gráfico 35. Media del recobro BE de cerca mañana y tarde.

2.11. CILINDROS CRUZADOS DISOCIADOS.

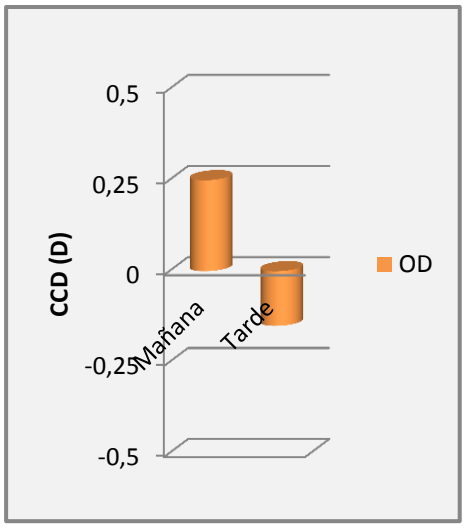

Gráfico 36. Media del retraso acomodativo del OD mañana y tarde.

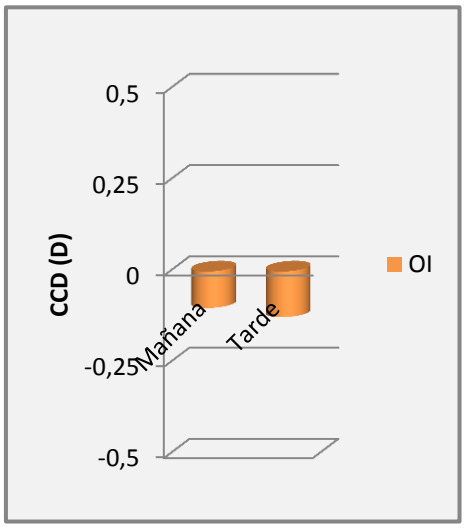

Gráfico 37. Media del retraso acomodativo del OI mañana y tarde.

2.12. AMPLITUD DE ACOMODACIÓN

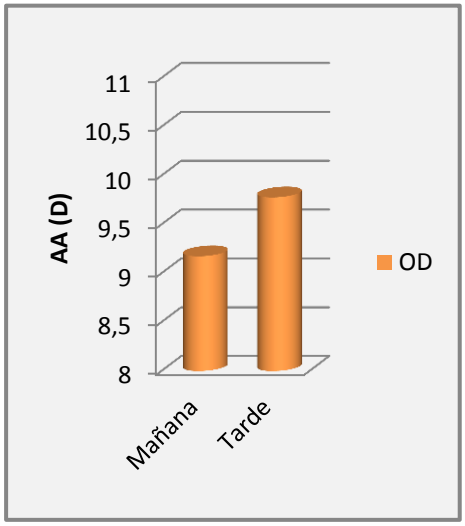

Gráfico 38. Media de la amplitud de acomodación del OD mañana y tarde.

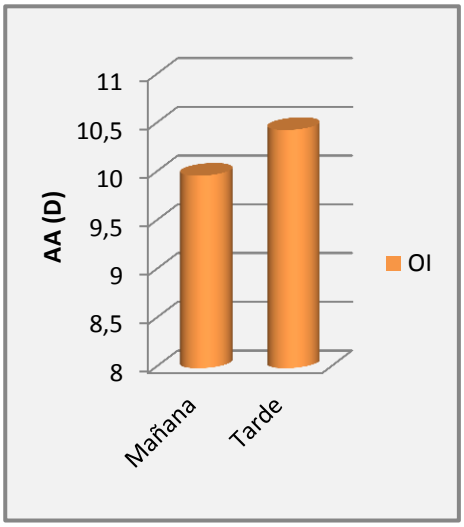

Gráfico 39. Media de la amplitud de acomodación del OI mañana y tarde.

2.13. FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA MONOCULAR.

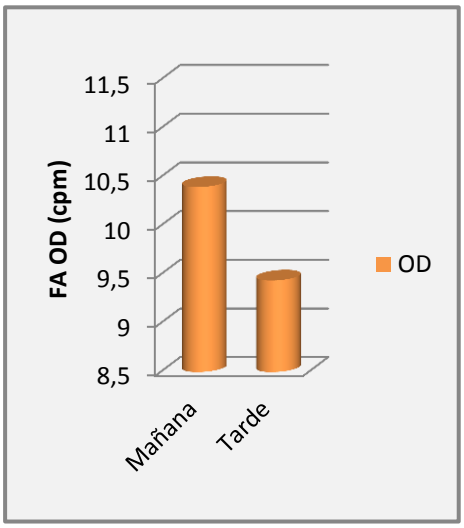

Gráfico 40. Media de la flexibilidad acomodativa del OD mañana y tarde.

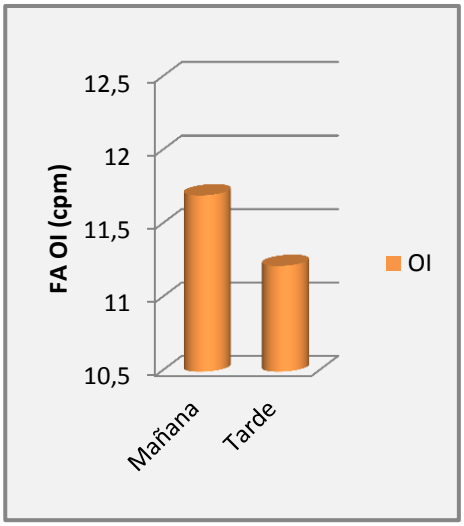

Gráfico 41. Media de la flexibilidad acomodativa del OI mañana y tarde.

2.14. FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA BINOCULAR.

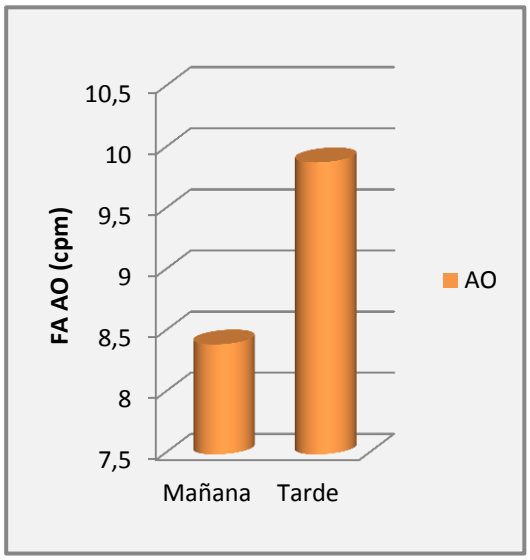

Gráfico 42. Media de la flexibilidad acomodativa de AO mañana y tarde.

2.15. TONOMETRÍA

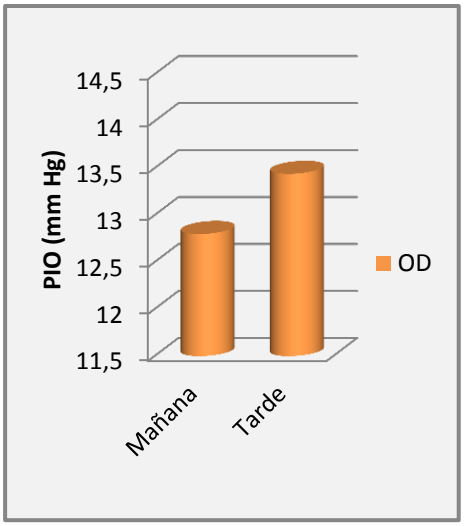

Gráfico 43. Media de la presión intraocular del OD mañana y tarde.

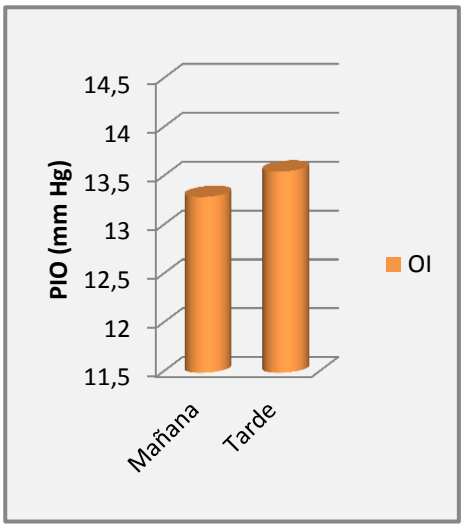

Gráfico 44. Media de la presión intraocular del OI mañana y tarde.

2.16. PAQUIMETRÍA

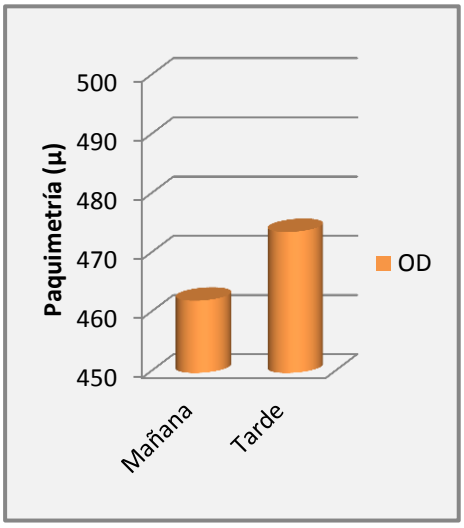

Gráfico 45. Media del espesor corneal del OD mañana y tarde.

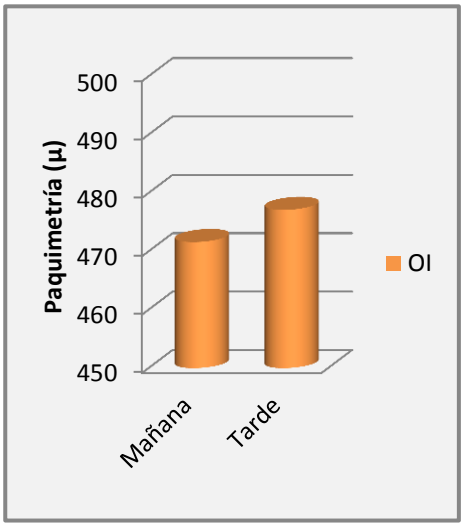

Gráfico 46. Media del espesor corneal del OI mañana y tarde.

VI. DISCUSIÓN

Tras analizar los resultados obtenidos, por la mañana, se observa que la ortoqueratología influye significativamente en las siguientes habilidades:

1. Agudeza visual.
2. Foria de lejos horizontal.
3. Vergencia de lejos base externa (recobro).
4. Vergencia de cerca base externa (rotura).
5. Flexibilidad acomodativa de ambos ojos.
6. Tonometría.
7. Paquimetría.

Así mismo, después de este análisis se observa que el tratamiento de ortoqueratología no provoca cambios significativos en las siguientes habilidades:

1. Estereopsis.
2. Foria vertical de lejos.
3. Foria vertical de cerca.
4. Foria horizontal de cerca.
5. Vergencia de lejos base externa (rotura).
6. Vergencia de lejos base interna (rotura).
7. Vergencia de lejos base interna (recobro).
8. Vergencia de cerca base externa (recobro).
9. Vergencia de cerca base interna (rotura).
10. Vergencia de cerca base interna (recobro).
11. AC/A.
12. Amplitud de acomodación.
13. Flexibilidad acomodativa monocular.

1. ESTUDIO DE LAS MEDIDAS TOMADAS POR LA MAÑANA

1.1. HABILIDADES ALTERADAS

1.1.1. AGUDEZA VISUAL

Se observa, ya desde la primera semana, un importante aumento de la agudeza visual monocular llegando al 100%, valor que se mantiene estable casi hasta el final del tratamiento donde aparece una ligera disminución del 10%.

El incremento de la agudeza visual está justificado por una variación de la curvatura corneal, produciéndose un aplanamiento central que es provocado por la lente de contacto de orto-k (Seefree®) utilizada para el tratamiento.

Así mismo, la ligera disminución de la agudeza visual monocular que se produce al final del tratamiento puede deberse a un desgaste de la lente de contacto ya que la vida de éstas es de un año. Hay que destacar que esta disminución que se observa no es estadísticamente significativa.

1.1.2. FORIA HORIZONTAL DE LEJOS

Según el estudio estadístico realizado de los datos obtenidos se produce un importante cambio en la foria horizontal de lejos en el conjunto global del tratamiento, estando la variación más significativa al inicio del mismo.

Se produce un cambio de un estado endofórico a un estado ligeramente exofórico dentro de los valores normales; Sin embargo no se ha encontrado una explicación científica para dicho cambio, aunque hay que tener en cuenta que se trata de la única habilidad que cambia tanto de pre orto-k al año como de la mañana a la tarde y, por tanto es la más susceptible a fluctuaciones.

1.1.3. VERGENCIAS BASE EXTERNA Y FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA BINOCULAR

Respecto a los valores de las vergencias base externa se observa un empeoramiento del recobro de la vergencia en lejos y de la rotura en la vergencia de cerca. Todo esto puede deberse a la situación de exoforia que se ha creado, dando lugar a una disminución de los rangos en los valores de convergencia.

Así mismo, la flexibilidad acomodativa binocular también empeora debido a que cuando se trabaja en cerca se pone en juego tanto la acomodación como la convergencia (por la relación AC/A), y como ya se ha explicado, existe un problema en la convergencia lo que provoca que se reduzcan también los valores de la flexibilidad.

1.1.4. PAQUIMETRÍA

Los valores de paquimetría estudiados muestran una reducción progresiva durante el tratamiento completo, llegando a reducirse este valor de entre 20 y 26 μm.

Estos valores de paquimetría son exclusivamente centrales, que concuerdan con la teoría de la redistribución celular en la que la zona central de la córnea se comprime al reducirse el espacio entre sus células, mientras que se produce un engrosamiento en la zona medio-periférica. (5), (6).

1.1.5. TONOMETRÍA

Tras analizar los datos de la tonometría de ambos ojos se observa una clara disminución de la presión intraocular progresivamente a lo largo del tratamiento de orto-k cercana a los 2 mmHg.

Sin embargo, no se puede afirmar que la orto-k afecte a la presión intraocular ya que donde se realiza la medida de la PIO con este tipo de tonómetros es en la principal zona de tratamiento ortoqueratológico, es decir, en la zona central corneal, donde el adelgazamiento es mayor. Por cada 25 micras disminuye la presión en 0,5mmHg (5).

1.2. HABILIDADES NO ALTERADAS

El resto de las habilidades descritas anteriormente que no han sufrido cambios relevantes, partían de unos valores dentro de la norma que, con ligeras fluctuaciones, se han mantenido estables a lo largo de todo el tratamiento de orto-k.

Los pacientes que han participado en el estudio partían de un buen sistema acomodativo y binocular. En este estudio no se han apreciado cambios relevantes en estas habilidades, por lo que sería interesante realizar un estudio en pacientes con disfunciones con el fin de ver si la orto-k mejora el sistema visual o no interfiere en él. También sería aconsejable hacer dicho estudio con una muestra mayor, puesto que es un tratamiento a largo plazo y puede haber pacientes que lo abandonen, reduciéndose así la muestra, como ha ocurrido en este estudio.

A la hora de discutir los resultados obtenidos hubiese facilitado la labor el disponer de una bibliografía más amplia sobre el tema, pero no hay apenas estudios que traten sobre la ortoqueratología y las habilidades visuales.

2. ESTUDIO DE LAS MEDIDAS TOMADAS POR LA TARDE

2.1. HABILIDADES ALTERADAS

2.1.1. FORIA HORIZONTAL DE LEJOS

La única habilidad alterada por la tarde con respecto a las habilidades medidas por la mañana es la foria horizontal de lejos pasando de un estado exofórico a un estado prácticamente ortofórico. Se encuentra una explicación a todo esto, ya que los sujetos no simplemente realizan el tratamiento de orto-k, sino que siguen realizando sus tareas diarias, y tratándose de estudiantes en su mayoría, las tareas son realizadas en visión próxima, provocándose un estado de estrés en el que lo normal es tender a una situación endofórica a lo largo del día.

VII. CONCLUSIONES

- La ortoqueratología acelerada utilizando la lente Seefree® para corregir la miopía es un tratamiento efectivo que proporciona un aumento de la agudeza visual hasta la unidad desde la primera semana de tratamiento.
- La ortoqueratología nocturna actúa disminuyendo el espesor corneal a nivel central.
- Por la tarde la única habilidad que se ve afectada es la foria de lejos horizontal.
- En cuanto al sistema acomodativo no se producen cambios notables.
- Las forias y las vergencias no se ven afectadas directamente por este tratamiento.
- Existe una disminución de la presión intraocular pero esto no se puede atribuir con total seguridad a la acción de la ortoqueratología.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE EVALUACIÓN

PROTOCOLO DATOS ESTUDIO DE ORTO – K

Nombre: ……..... **Fecha y hora:**

PRUEBAS		6 MESES (MAÑANA)	1 AÑO (MAÑANA)	1 AÑO (TARDE)
AV_{SC}	OD			
	OI			
ESTEREOPSIS				
FORIA LEJOS	H			
	V			
FORIA CERCA	H			
	V			
VERGENCIAS LEJOS	BI	/ /	/ /	/ /
	BE	/ /	/ /	/ /
VERGENCIAS CERCA	BI	/ /	/ /	/ /
	BE	/ /	/ /	/ /
AC/A				
ACOMODACIÓN	OD			
	OI			
FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA	OD			
	OI			
	AO			
TONOMETRÍA	OD			
	OI			
PAQUIMETRÍA	OD			
	OI			

- Toma de AV: Con letras y en decimal.
- Estereopsis: Test de Titmus (mosca) indicar en segundos de arco.
- Forias: Con técnica de Von Graefe (lejos y cerca).
- Vergencias: Diasporámetro del foróptero.
- Amplitud de acomodación: Con lentes negativas.

ANEXO 2: FICHA DE EVALUACIÓN ESTUDIO PREVIO

PROTOCOLO DATOS ESTUDIO DE ORTO-K

Compañeros IMPORTANTE ANTES DE LA ADAPTACION **nos interesa que se realice examen optométrico completo con las siguientes pruebas (también en las revisiones):**

Nombre y Apellidos:_____

PRUEBAS		ANTES ADAPT. Fecha:	1 SEMANA Fecha:	15 DÍAS Fecha:	MES Fecha:	3 MESES Fecha:
AV_{SC}	OD					
	OI					
ESTEREOPSIS						
FORIA lejos	V					
	H					
FORIA cerca	V					
	H					
VERGENCIAS lejos	BE	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
	BI	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
VERGENCIAS cerca	BE	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
	BI	/ /	/ /	/ /	/ /	/ /
CCF	OD					
	OI					
AC/A (+1.00)						
A.ACOMODACIÓN	OD					
	OI					
FLEXIBILIDAD ACOMODATIVA	OD					
	OI					
	AO					
TONOMETRÍA	OD					
	OI					
PAQUIMETRÍA	OD					
	OI					

ANEXO 3: FICHA DE EVALUACIÓN DE LA LENTE Seefree®

FICHA REVISIONES ORTO - K

APELLIDOS: _____

NOMBRE: _____

FECHA: _____

Anamnesis:

LC DE PRUEBAS

	OD	OI
RB:		
∅:		
BANDA:		
POTENCIA:		
MATERIAL:		

INMEDIATA

	OD	OI
MOVIMIENTO:		
CENTRADO:		
MENISCO:		
FLUORES:		
AV:		
SRx:		
AV con SRx:		

____HORAS DE USO

	OD	OI
MOVIMIENTO:		
CENTRADO:		
MENISCO:		
FLUORES:		
AV:		
SRx:		
AV con SRx:		

SIN LC

	OD	OI
# 2 CENTRAL:		
# 2 TEMPORAL:		
TOPOGRAFÍA:		
" E ":		
AV SC:		
Rx:		
AV CC:		
BIOMICROS:		

PLAN: OD _____ / OI _____

IX. BIBLIOGRAFÍA

(1) Sancho S. y Moya Y. "Ortoqueratología: ¿Algo más que un tratamiento refractivo? ". Centro de Optometría Internacional. Octubre de 2011.

(2) Villa C., González-Meijome J.M. Ortoqueratología nocturna. CNOO. Ed. ICM, 2007. 1: 1-2.

(3) Jessen G. Ortophocus techniques. Contacto 1962; 6: 200-4.

(4) Villa C., González-Meijome J.M. Ortoqueratología nocturna. Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas, 2007: 1: 7.

(5) Verdejo A.,Apuntes Ortoqueratología y adaptaciones especiales. Centro de Optometría Internacional. 2012.

(6) Swarbrick Helen A. Orthokeratology review and update ClinExpOptom 2006; 89: 3124-143.

(7) Voo I, Lee DA y Oelrich FO. Prevalences of ocular conditions among Hispanic, White, Asian, and black immigrant students examined by the UCLA Mobile Eye Clinic. *J Am OptomAssoc* 1998; 69: 255-61.

(8) Suárez J., Sobrado Mª, Usón E. Optometría III (Teoría). Universidad de Murcia. Ed. ICE. 1997; 2: 29-37.

(9) Katz J, Schein OD, Levy B, Cruiscullo T, Saw SM, Rajan U, Chan TK, Khoo CY, Chew SJ: A randomized trial of rigid gas permeable contact lenses to reduce progression of children's myopia. Am J Ophthalmol 2003; 136: 82-90.

(10) Walline JJ, Jones LA, Mutti DO, Zadnik K: A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression. ArchOphthalmol 2004; 122: 1760-1766.

(11) Cho P, Cheung SW y Edwards M. The longitudinal orthokeratology research in children (LORIC) in Hong Kong: a pilot study on refractive changes and myopic control. *Curr Eye Res* 2005; 30: 71-80.

(12) Walline JJ, Rah MJ y Jones LA. The Children´s Overnight Orthokeratology Investigation (COOKI) pilot study. *Optom Vis Sci* 2004; 81: 407-13.

(13) Aller TA. Controlling myopia progression. Why not try something that works for a change? Optom Vis Sci. 2009; 86 (1): 55.

(14) McLeod Andrew D.L. "Effects of overnight orthokeratology on phoria, vergence and accommodation in children" in "The graduate faculty on New England College of Optometry in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science" Mayo 2006.

(15) Bruzón C, Gómez E. y González S. "Ortoqueratología. Cambios optométricos tras el tratamiento". Centro de Optometría Internacional. Septiembre 2009.

(16) Martín R. y Vecilla G. Manual de Optometría. Editorial médica panamericana, 2011. 23: 435.

(17) Parafita M. et al. Apuntes de optometría. Universidad de Santiago de Compostela. 2008.

(18) Nieto A. "Cambios fisiológicos de la córnea en respuesta al uso de ortoqueratología nocturna". Universidad Complutense de Madrid, Escuela Universitaria de Óptica, Departamento de óptica II (optometría y visión). 2011.

(19) Laboratorios Conóptica. Guía de productos. 2012.