



Universidad de Valladolid

Efecto de la refracción periférica en el cambio refractivo en niños

Alumno: Maurilia Rotolo

Tutor: Raúl Martín Herranz

Trabajo Fin de Máster

Máster en Investigación en Ciencias de la Visión. Julio 2015

Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada (IOBA)

Universidad de Valladolid, España

AUTORIZACIÓN DEL TUTOR PARA LA EXPOSICIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

(Art. 6.2 del Reglamento de la UVA sobre la Elaboración y Evaluación del Trabajo Fin de Máster)

D. Raúl Martín Herranz, en calidad de Tutor del alumno D^a. Maurilia Rotolo, del Máster en Investigación en Ciencias de la Visión, del curso académico 2014-2015,

CERTIFICA haber leído la memoria del Trabajo de Fin de Máster titulado **“EFECTO DE LA REFRACCIÓN PERIFÉRICA EN EL CAMBIO REFRACTIVO EN NIÑOS”** y estar de acuerdo con su exposición pública en la convocatoria de julio.

En Valladolid el 28 junio de 2015

Vº Bº



Fdo.: D. Raúl Martín Herranz

El Tutor

Curriculum Vitae

INFORMACIÓN PERSONAL

Maurilia Rotolo



📍 Via Cesare Beccaria, 98, 70043, Monopoli (BA), Italia

☎ +39 388 / 8791081 +34 665 /239280

✉ maurilia.rotolo@libero.it

Sexo Mujer | Fecha de nacimiento 20/10/1990 | Nacionalidad Italiana

EXPERIENCIA PROFESIONAL

Septiembre 2013
a Marzo 2014

Prácticas formativas

Centro optico Lavermicocca , calle Postiglione 5/F, Bari

- Consultas optometricas
- Contactología
- Uso de la instrumentación

FORMACIÓN ACADÉMICA

Octubre 2014
a actualmente

Master Oficial en Investigación en Ciencias de la Visión

Universidad de Valladolid, IOBA, Valladolid

Octubre 2014
a Julio 2015

Diplomadura en Optica y Optometria(nota de 8.0)

Universidad del Salento, Facultad de Ciencias MM.FF. NN, Lecce

Septiembre 2004
a Julio 2009

Bachillerato de idiomas

Licéo clasico de idiomas espermental proyecto "Brocca", Istituto de educación secundaria superior "G. Galilei "
Idiomas extranjeras(Inglés, Francés, Español)

CONOCIMIENTO DE IDIOMAS

Lengua madre Italiano

Otros idiomas

	COMPRENSIÓN		HABLADO		PRODUCCIÓN ESCRITA
	Auditiva	Lectura	Interacción	Producción oral	Auditiva
Inglés	B1	B1	B1	B1	B1
	Certificado Cambridge English Entry Level Certificate in ESOL International (Entry 3) (Preliminary), Valladolid				
Español	C1	C1	C1	C1	B2
Francés	A1	A1	A1	A1	A1

Índice

	Página
I. <u>Resumen</u>	9
II. <u>Introducción</u>	11
1. Estado actual del tema	
2. Justificación	
III. <u>Hipótesis y objetivos</u>	15
1. Hipótesis	
2. Objetivos	
IV. <u>Material y Métodos</u>	17
1. Diseño	
2. Sujetos	
3. Procedimiento e Instrumentación	
4. Análisis estadístico	
V. <u>Resultados</u>	21
VI. <u>Discusión</u>	25
VII. <u>Conclusiones</u>	29
VIII. <u>Agradecimientos</u>	31
IX. <u>Bibliografía</u>	33

I. Resumen

Objetivo: El objetivo de este trabajo fue determinar la refracción periférica en una población de niños miopes, emétopes e hipermétropes y determinar su cambio a lo largo de 12 meses identificando si existen diferencias entre la ametropía y/o estabilidad refractiva.

Material y métodos: La refracción central y periférica ha sido evaluada en 100 ojos de 50 niños en siete excentricidades (eje central y 10°, 20°, y 30° en el meridiano horizontal en dirección nasal y temporal) con un autorefractómetro de campo abierto (Shin-Nippon Nvision-K5001, Rexam Co.) a lo largo de un año (basal, 6 meses y 12 meses). La longitud axial (LA), curvatura corneal, profundidad de cámara anterior y el diámetro corneal fueron medidos con un biómetro óptico (IOL Master 4.0, Carl Zeiss). Se realizaron tres grupos de estudio (miopía, emetropía, hipermetropía) en función de la refracción basal en equivalente esférico (EE) central y se diferenciaron los ojos en los que hubo un cambio refractivo miópico de los que tuvieron una refracción estable. El cambio en EE central se correlacionó con la foria, LAG, y cambio en la LA. Se analizó el cambio refractivo tras 12 meses y en función del cambio miópico.

Resultados: La edad promedio de los niños fue de $7,92 \pm 0,27$ y el seguimiento del estudio ha sido de un año en el 100% de los casos. 29 ojos eran miopes ($-0,57 \pm 0,38D$), 20 emétopes ($+0,16 \pm 0,14D$) y 51 hipermétropes ($+1,29 \pm 1,14D$). Se ha encontrado una correlación significativa ($r^2=0,40$; $p=0,002$) entre el grupo con cambio miópico y la LA. Después de 12 meses se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en ojos miopes ($p=0,006$ análisis multivariante) que tuvieron un cambio refractivo miópico frente a los que mantuvieron la refracción estable. Los ojos emétopes e hipermétropes no mostraron cambio estadísticamente significativo ($P>0,05$ análisis multivariante). Además, la refracción central y periférica presentó un cambio estadísticamente significativo sólo en los ojos miopes, encontrando una hipermetropización relativa en los ojos miopes ausente en ojos emétopes o hipermétropes.

Conclusiones: No se ha encontrado una refracción periférica hipermetrópica en los ojos miopes ni en los ojos en los que ha aumentado la miopía tras 12 meses de seguimiento. Sin embargo, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la refracción periférica en los ojos miopes con progresión frente a los que mostraron refracción estable. Los ojos miopes mostraron una hipermetropía periférica relativa tras 12 meses. El papel de esta hipermetropía periférica relativa en la aparición y/o progresión de la miopía tiene que ser dilucidado con futuros trabajos.

Palabras clave: Miopía, aparición y progresión, refracción periférica, hipermetropía periférica

II. Introducción

1.- Estado actual del tema

La miopía es el error refractivo más común en el mundo (afecta al 80% de la población asiática y el 30% de la estadounidense) su elevada prevalencia, su progresión especialmente en la edad infantil, las lesiones y alteraciones oculares asociadas con la miopía motivan un gran interés investigador y clínico.¹

En los niños y adolescentes la miopía es causada principalmente por un alargamiento de la longitud axial² (LA) después del proceso de emetropización,³ que se acompaña de un alargamiento de la retina, coroides y esclera.⁴ Se sabe que este proceso de emetropización es mayor en la infancia en el denominado periodo de plasticidad cerebral que permite el correcto desarrollo de la visión y binocularidad de forma sincronizada con el desarrollo refractivo del ojo.⁵ El ojo en el momento del nacimiento suele presentar un tamaño menor que el del adulto lo que origina un desenfoque hipermetrópico, pero a medida que el ojo crece se produce un ajuste de sus diferentes elementos ópticos (potencia de la córnea, cristalino, distancia entre córnea y cristalino – cámara anterior– y su LA) para obtener un buen enfoque de la imagen en la retina y obtener una buena agudeza visual en visión lejana sin necesidad de acomodar, esto es, obtener la emetropía. Sin embargo, en algunos casos este proceso no obtiene el resultado esperado provocándose la aparición de errores refractivos como la miopía.

Generalmente la miopía se desarrolla aproximadamente entre los 6-8 años de edad (también llamada miopía escolar) y progresa a un ritmo de aproximadamente 0,50 D por año hasta la edad de 15-16 años.⁶ Su progresión suele ser más rápida a una edad temprana, pero tanto el inicio, como la progresión y la estabilización varían ampliamente entre individuos.⁷ Una vez que se desarrolla la miopía, puede continuar progresando durante toda la infancia, en parte por el crecimiento del globo ocular relacionado con el propio crecimiento del organismo y en parte por otros procesos o alteraciones del normal desarrollo del proceso de emetropización en los que el desenfoque retineano no solo a nivel central sino también a nivel periférico parece jugar un papel importante. Esta progresión de la miopía se asocia con una mayor morbilidad ocular, principalmente procesos como el desprendimiento de retina, maculopatía miópica, glaucoma o el desarrollo de catarata más frecuentemente en ojos con miopía

elevada que recibe el nombre de miopía patológica.⁸ Normalmente la miopía patológica se define a partir de 6,00 D, si bien ojos con miopías menores pueden presentar este tipo de alteraciones oculares especialmente a partir de la 4ª década de vida.

Hay varios factores que se han considerado como causantes de miopía. Durante mucho tiempo se pensó que la aparición de la misma se debía principalmente a factores fundamentalmente hereditarios.⁹ Sin embargo, estudios estadísticos sobre los jóvenes y adultos miopes muestran una correlación significativa con distintos tipos de actividades, especialmente de trabajo en visión próxima, y con factores ambientales que pueden explicar la aparición de miopía.¹⁰

Es frecuente que individuos miopes presenten un mayor retraso de acomodación (LAG), de manera que la imagen de los objetos de cerca se focaliza por detrás de la retina, comparado con sujetos emétopes. Se ha postulado que este LAG elevado puede estimular el crecimiento del ojo miope.¹¹ También se ha identificado que los niños con endoforia en visión de cerca pueden presentar un mayor riesgo de progresión de la miopía.¹²

Experimentos en diferentes modelos animales (gallina y primates principalmente) han proporcionado pruebas convincentes de que el desenfoque hipermetrópico^{13,14} retiniano central¹⁵⁻²¹ y especialmente periférico es capaz de modificar el crecimiento del ojo, incluso en presencia de un imagen foveal clara^{13,14} provocando la aparición de la miopía.

Si bien, otros autores no han encontrado una clara relación entre el desenfoque periférico y la aparición de miopía en modelos animales en polluelo.²²

2.- Justificación

Sobre la base de estos trabajos experimentales, se ha supuesto que el desenfoque hipermetrópico periférico provocaría el crecimiento del globo ocular también en el ojo humano y por tanto, el uso de lentes ópticas que reduzcan o eliminen este desenfoque hipermetrópico periférico o que induzcan un desenfoque miópico periférico podrían retardar la progresión de la miopía especialmente en población infantil.¹⁵ De manera que el desenfoque hipermetrópico periférico se considera como un factor de riesgo para el desarrollo de la miopía.

El propósito de este estudio fue realizar un estudio piloto para determinar la refracción periférica en una población infantil comparando su valor en función de la ametropía central tras un año de seguimiento, relacionando el cambio refractivo (aumento de la miopía frente a refracción estable) con los diferentes factores biométricos oculares (LA, profundidad de la cámara anterior, queratometría) así como con otros factores clínicos previamente descritos como el LAG de acomodación, o la foria de cerca.

III. Hipótesis y Objetivos

1.- Hipótesis

Los ojos miopes que presentan un aumento refractivo de su miopía tras 12 meses tienen una refracción periférica más hipermetrópica que los ojos que no experimentan cambio refractivo o que los ojos emétopes e hipermetrópicas.

2.- Objetivos

1. Determinar y comparar la refracción central y periférica a lo largo del eje horizontal en una población de niños miopes, emétopes e hipermetrópicas.
2. Comparar si la refracción periférica es diferente en ojos que presenten un cambio refractivo miópico tras 12 meses.
3. Determinar la correlación entre el cambio refractivo y parámetros biométricos (LA, profundidad de cámara anterior, queratometría, etc.) y de visión binocular (LAG, foria horizontal de cerca).

IV. Material y Métodos

1.- Diseño del estudio

Se realizó un estudio piloto prospectivo con una duración de un año.

2.- Sujetos

Se invitó a participar en el estudio a 140 niños de edad compresa entre 7 y 8 años de forma voluntaria de la escuela primaria “Carolina Bregante” en Monopoli (Ba) en Italia. Para participar en el estudio los padres debían facilitar su consentimiento informado tras leer la hoja de información en la que se explicaba la naturaleza del estudio, se describían los procedimientos a realizar, etc.

Se excluyeron los niños que presentaran estrabismo, enfermedades oculares o antecedentes de cirugía ocular previa (cirugía refractiva, cataratas congénitas, etc.) o enfermedades sistémicas que afecten a la visión.

3.- Procedimiento e instrumentación

Se midió la refracción central y periférica en todos los niños participantes en el estudio utilizando el autorefratómetro Shin-Nippon Nvision-K5001 Nvision a campo abierto (Rexxam Co., Ltd, Takamatsu, Japón). La refracción periférica se midió a lo largo del meridiano horizontal a 10°, 20° y 30° en dirección nasal y temporal. Las medidas se realizaron en un entorno con poca luz con el fin de asegurar un diámetro pupilar de al menos 4 mm de diámetro.

Para garantizar la fijación de los sujetos, durante el examen se utilizó una fila de números con un tamaño mínimo que permitía el reconocimiento a través de la lente de Fresnel del autorrefractómetro con el fin de inhibir la respuesta acomodativa. El objetivo, generado por un sistema LCD posicionado 5 m de distancia, se asignó al azar continuamente. Inmediatamente después de la medición central (posición primaria de mirada), el autorrefractómetro se giró a la derecha y la izquierda respectivamente a 10°, 20° y 30°, mientras que el sujeto mantenía la fijación en la pantalla moviendo sólo los ojos, manteniendo quieta su cabeza. El autorefratómetro estaba montado sobre una

plataforma giratoria con marcas a los 10°, 20° y 30°. Cuando el autorrefractómetro se giraba hacia la derecha se evaluaba el campo visual nasal del ojo derecho y el campo visual temporal del ojo izquierdo y viceversa cuando el instrumento se giraba hacia la izquierda. Se tomaron tres mediciones en cada localización y para cada ojo tomando el valor medio.

El autorefratómetro también permite la medida objetiva del LAG acomodativo a 40 cm. El valor de la LAG acomodativo se determinó por la diferencia entre el resultado refractivo obtenido y el valor refractivo necesario para el enfoque del estímulo (2,50D). Un mínimo de tres lecturas se consideró aceptable para niños de 7 y 8 años, debido a su capacidad de concentración.

La medida de la LA, la curvatura corneal, el diámetro corneal y la profundidad de la cámara anterior se llevó a cabo mediante el uso de biómetro IOL Master 4.0 (Carl Zeiss, Jena, Alemania). Se calculó el promedio de cinco lecturas consecutivas para la LA y de tres medidas para la profundidad de la cámara anterior y la curvatura corneal. La relación de proporción señal-ruido (SNR) para todas las lecturas fue >2,0 para garantizar medidas de calidad y válidas, según las recomendaciones del fabricante.

También se realizaron pruebas de visión binocular para evaluar el estado heterofórico con y sin corrección en uso mediante la prueba Thorrington cambiado en asociación con el cilindro de Maddox de cerca. La prueba de Wirt o de la mosca se ha utilizado para evaluar la estereopsis local y tarjeta de Wesson para determinar la disparidad de fijación a 25 cm con gafas polarizadas.

Las medidas de la refracción (central y periférica), biometría ocular y pruebas de visión binocular se realizaron en la visita basal y se programó una segunda revisión transcurridos 6 meses y por ultimo una tercera revisión a los 12 meses, en la que se repitieron las exploraciones.

El procedimiento del estudio fue aprobado por el Departamento de Optometría de la Universidad del Salento, Italia.

4.- Análisis estadístico

Los datos se recogieron en una hoja de Microsoft Office Excel 2007 versión 12.0.6607.1000 (Windows Xp) para su posterior análisis con el programa SPSS 15.0 para Windows. Se realizó un análisis descriptivo (media, desviación estándar e intervalo de confianza al 95%). Se comprobó la normalidad de los datos con la Prueba de Kolmogorov-Smirnov para emplear el análisis estadístico adecuado en las comparaciones posteriores.

El valor de refracción central y periférico se anotó en formato de equivalente esférico (EE) siguiendo las recomendaciones en la literatura.¹⁰ En función del valor refractivo central se definieron tres grupos de estudio: ojos emétopes (EE entre -0,12 y +0,50 D), ojos miopes (con valores de $EE < -0,12$ D) y ojos hipermétropes (valores de $EE > +0,50$ D).

Se determinó la diferencia entre la refracción central y periférica basal en función del grupo de estudio mediante un análisis de la varianza (ANOVA) con corrección post hoc de Games-Howel para realizar las comparaciones múltiples (comprobando que la muestra no presentó igualdad de varianzas mediante el estadístico de Levene), tomando un valor de $p < 0,05$ como significativo, y un ANOVA de Krustal-Wallis, tomando un valor de $p < 0,05/3 = 0,016$ como significativo en función de si las variables se ajustaban o no a la distribución normal.

Se determinó la diferencia en la refracción central y periférica para cada grupo de ametropía mediante un test de Wilcoxon, tomando un valor de $P < 0,05$ como estadísticamente significativo. Se correlacionó el cambio en EE central con el valor de foria, LAG, cambio en LA, y resto de parámetros biométricos mediante el coeficiente de correlación de Spearman (tomando un valor de $p < 0,05$ como significativo).

Así mismo, se definieron dos grupos de estudio en función del cambio refractivo central, los ojos en los que progresó la miopía (EE más miópico a los 12 meses) y los ojos con refracción estable, para comparar el valor de la refracción periférica en estos dos grupos para determinar si había diferencias entre los ojos con cambio miópico y los que no lo presentaron mediante un análisis de varianza univariante, tomando un valor de $p < 0,05$ como significativo.

V. Resultados

La tabla 1 resume los datos descriptivos de la muestra en la visita basal. Se invitó a participar a 140 niños de los que 50 finalmente aceptaron participar (tras firmar los padres el consentimiento informado que contenía la explicación de los procedimientos y las posibles consecuencias del estudio, así como la participación voluntaria en el estudio). El 60% fueron varones y el 40% mujeres, con una edad media de $7,92\pm 0,27$ años con rango de 7 a 8 (Tabla 1).

	Media±SD	IC 95%	Miopes	Emétropes	Hipermétropes	P
Edad	7,92±0,27	7,87-7,97	8,00±0,00	7,85±0,37	7,90±0,30	0,637*
K1	7,92±0,28	7,86-7,97	7,92±0,25	8,00±0,24	7,88±0,32	0,681*
K2	7,73±0,32	7,67-7,80	7,77±0,28	7,84±0,25	7,67±0,36	0,749*
ACD	3,37±0,26	3,31-3,42	3,46±0,34	3,42±0,18	3,29±0,22	0,514*
WTW	12,11±0,45	12,02-12,20	12,32±0,50	12,21±0,34	11,96±0,41	0,854*
Lag	1,10±0,31	1,03-1,16	0,97±0,25	1,12±0,29	1,15±0,33	0,023**
Foria cerca	1,30±2,62	0,78-1,82	1,31±2,69	1,50±2,74	1,22±2,59	0,777**
Estereopsis	43,60±4,82	42,64-44,56	42,41±4,35	47,00±4,70	42,94±4,60	0,002**
Disp fijación	3,92±7,52	2,43-5,41	6,88±8,62	4,13±8,17	2,16±6,08	0,064**
AL	22,74±0,94	22,56-22,93	23,20±0,80	23,23±0,52	22,30±0,94	0,708*

Tabla1. Resumen de los datos descriptivos en la visita basal *análisis de ANOVA, **análisis de Krustal Walis K1=Queratometría más plana; K2=Queratometría más curva; ACD=Profundidad de la cámara anterior; WTW=Diámetro corneal; AL=Longitud axial.

La tabla 2 y la figura 1 resumen los datos refractivos en la visita basal.

No se ha encontrado correlación significativa entre el aumento de la miopía y el LAG de acomodación, foria de cerca, queratometría, y resto de parámetros biométricos oculares excepto para el cambio en LA (Figura 2), en el que el grupo que ha tenido cambio miópico presenta una correlación significativa ($r^2=0,40$ y $p=0,002$) mientras que en cambio no se encuentra correlación en el grupo con refracción estable ($r^2=0,14$ y $p=0,37$).

EE	Media±SD	IC 95%	Miopes	Emétropes	Hipermétropes	P
30°N	0,21±1,22	-0,03-0,46	-0,48±0,67	-0,24±0,60	0,78±1,36	<0,01*
20°N	0,29±1,15	0,06-0,52	-0,45±0,63	-0,03±0,57	0,84±1,26	<0,01*
10°N	0,32±1,11	0,10-0,54	-0,41±0,51	-0,09±0,44	0,90±1,23	<0,01*
0°	0,53±1,17	0,29-0,76	-0,57±0,38	0,16±0,14	1,29±1,14	<0,01
10°T	0,36±1,17	0,13-0,59	-0,50±0,43	0,04±0,57	0,97±1,28	<0,01
20°T	0,17±1,18	-0,06-0,41	-0,72±0,61	-0,16±0,55	0,81±1,22	<0,01
30°T	0,15±1,32	-0,11-0,42	-0,88±0,65	-0,29±0,91	0,91±1,28	<0,01*

Tabla 2. Resumen de la refracción periférica en la visita basal. *excepto miopía y emetropía ($p \geq 0,05$)

N=Nasal; T=Temporal;

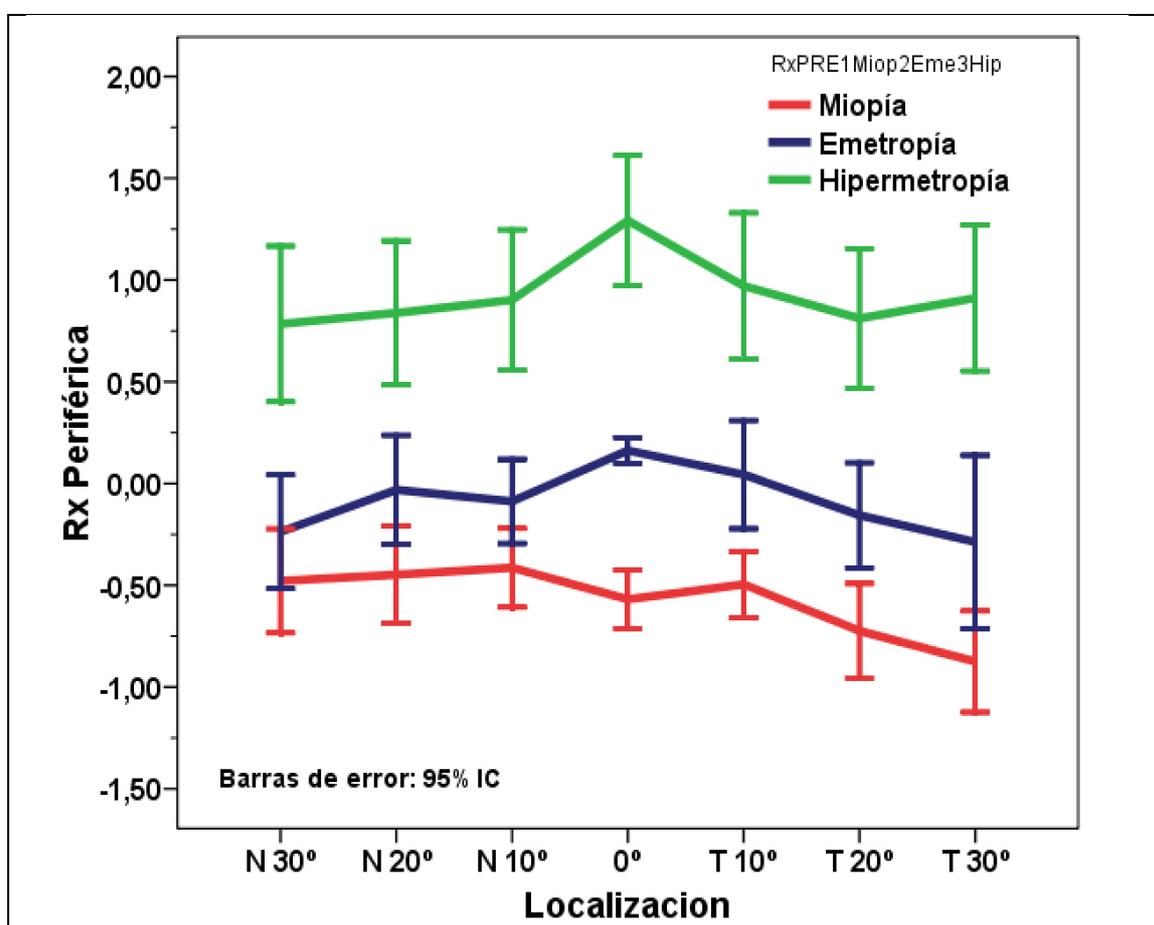


Figura 1- Representación de la refracción periférica en la visita basal según la ametropía central.

Trascurridos 12 meses, la refracción fue más negativa que en la visita basal en un 57% de los casos (62% en los ojos miopes, 65% en emétropes y 51% en hipermétropes), si bien esta diferencia sólo fue significativa ($P < 0,05$ Test de Wilcoxon) en los ojos miopes (Tabla 3).

Finalmente, al analizar la refracción en las diferentes localizaciones entre los ojos que presentaron cambio miópico y los ojos que presentaron refracción estable, sólo se encuentran diferencias estadísticamente significativas ($P=0,006$ análisis multivariante) en los ojos miopes, mientras que los ojos emétopes ($P>0,10$) e hipermétropes ($P=0,07$) no presentan diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, no parece que los ojos miopes que presentan cambio refractivo muestren una refracción periférica más hipermetrópica (Figura 3) que los ojos miopes con refracción estable.

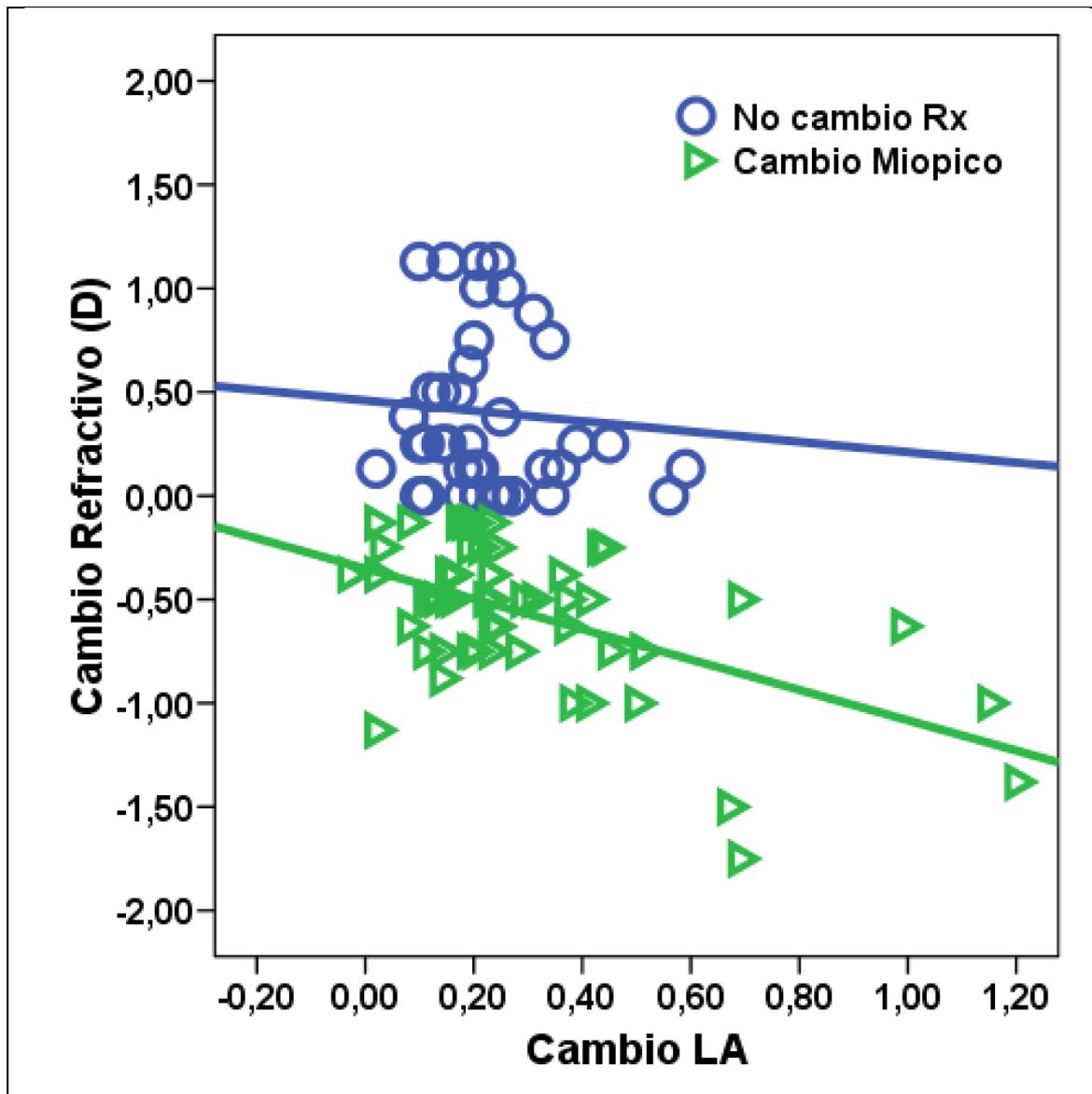


Figura 2.- Correlación entre el cambio refractivo y el cambio en LA en función de los ojos con cambio miópico o los que mantuvieron la refracción estable tras 12 meses.

	Miope	Emétrope	Hipermétrope
30° Nasal	-0,50±1,28 (P=0,05)	-0,41±1,12 (P=0,12)	0,45±1,91 (P=0,10)
20° Nasal	-0,61±1,2 (P=0,01)	-0,24±1,05 (P=0,31)	0,44±1,78 (P=0,08)
10° Nasal	-0,44±1,23 (P=0,07)	-0,23±0,78 (P=0,20)	0,34±1,81 (P=0,19)
0° Central	-0,80±1,13 (P<0,01)	-0,34±0,78 (P=0,06)	0,59±1,78 (P=0,02)
10° Temporal	-0,48±1,22 (P=0,04)	-0,40±0,84 (P=0,04)	0,43±1,81 (P=0,10)
20° Temporal	-0,51±1,12 (P=0,02)	-0,46±1,17 (P=0,09)	0,47±1,69 (P=0,05)
30° Temporal	-0,68±1,13 (P<0,01)	-0,68±1,56 (P=0,07)	0,65±1,78 (P=0,01)

Tabla 3.- Cambio refractivo en cada grupo. Destaca un cambio estadísticamente significativo (P<0,05) en el grupo de niños miopes en la refracción en todas las localizaciones.

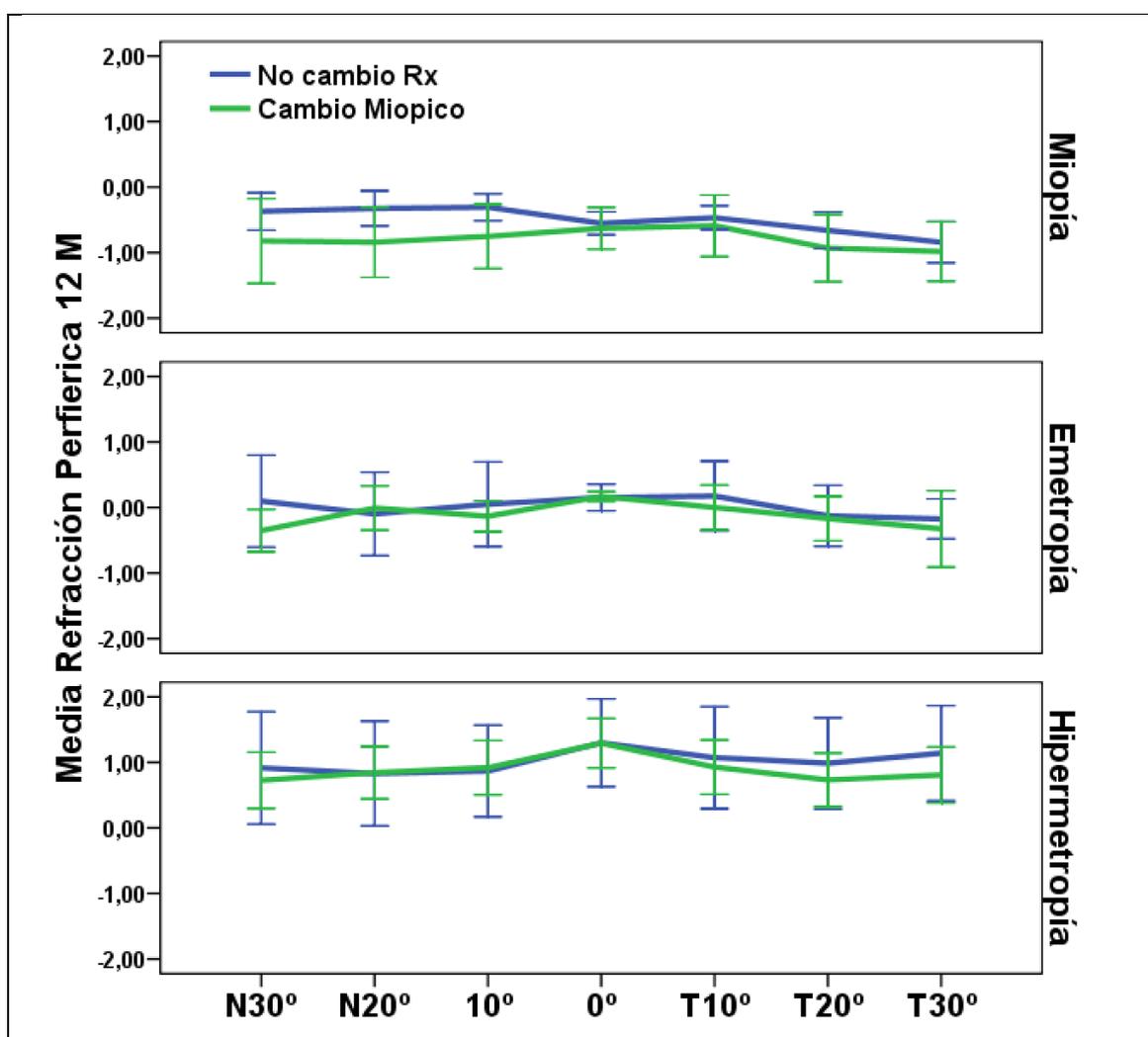


Figura 3.- Representación de las diferencias en la refracción periférica entre los ojos que presentan cambio miópico y los que muestran una refracción estable transcurridos 12 meses. Se han encontrado diferente comportamiento en los ojos miopes (P=0,06) que en emétopes (P>0,10) e hipermétopes (P=0,07).

VI. Discusión

La miopía y especialmente las causas que hacen que aparezca y progrese, así como la posibilidad de reducir su progresión es un tema objeto de gran interés en ciencias de la visión,^{1,15} proponiéndose que la refracción hipermetrópica periférica puede ser un factor relevante en su aparición y/o progresión.¹⁵ Sin embargo, la realización de estos estudios en humanos es compleja por numerosos motivos. En primer lugar es necesario realizar estudios clínicos en niños (que son población objeto de gran protección a nivel investigador), la medida de la refracción periférica no se realiza normalmente en las revisiones estándar y sólo un equipo (el autorrefractómetro Shin Nippon K-5001 Nvision a campo abierto) permite su medida.²³ sin que haya un gran número de trabajos clínicos sobre su repetibilidad, utilidad y aplicabilidad.

Nuestros resultados encuentran diferencias significativas en el cambio refractivo entre los ojos miopes y los no miopes (emétropes e hipermetrópicas), además de encontrar un cambio (o comportamiento) diferente (análisis multivariante) de la refracción (central y periférica) de los ojos con progresión miópica miopes (Figura 3) de aquellos con cambio refractivo en el grupo de emétropes o hipermetrópicas.

Al tratarse de población pediátrica (edad media $7,92 \pm 0,27$ años) es sabido que la refracción puede variar por el proceso de emetropización,²⁴ por lo que parte de los cambios refractivos en los ojos emétropes o hipermetrópicas, pueden ser normales y no suponer un cambio hacia la miopía. Además, se ha descrito un cambio en el perfil refractivo entre miopes pediátricos y adultos²⁵ que puede explicar las diferencias encontradas en nuestro trabajo, que además plantea que la aparición de una refracción hipermetrópica periférica puede ser consecuencia de la elongación del globo ocular y no ser el factor que provoca u origina la progresión de la miopía.

Sin embargo, las diferencias encontradas en los ojos miopes (estadísticamente significativas en todas las localizaciones sólo en ojos miopes –Tabla 3–), sugieren que la refracción periférica pueda jugar un papel en esta progresión, tal como apunta la bibliografía.¹⁵ Sin embargo, los ojos miopes no presentaron hipermetropía periférica en la visita basal (Figura 1), si bien en la Tabla 3 se aprecia que los ojos miopes presentan menos miopía (que podría denominarse una hipermetropización relativa) en todas las refracciones periféricas. Sin embargo, al analizar en detalle la refracción central y/o

periférica en los ojos que han presentado aumento miópico (Figura 3) se aprecia que es más negativa en todas las localizaciones frente a la refracción periférica que muestran los ojos miopes con refracción estable. Por lo tanto, el rol de la refracción periférica hipermetropía o la presencia de una hipermetropía relativa en los ojos miopes tiene que analizarse en mayor detalle.

Estos resultados controvertidos pueden explicarse por diferentes razones. Por un lado el pequeño tamaño de la muestra pueda afectar a los resultados, ya que aunque se ha incluido un número de niños elevado (100) no todos son miopes. Igualmente el seguimiento de 12 meses puede ser corto para un estudio sobre progresión de la miopía, en el que es necesario un mayor seguimiento. Además, la inclusión de los 2 ojos puede afectar ya que es previsible que el comportamiento de los dos ojos de un mismo sujeto sea similar y futuros trabajos deberán ampliar el tamaño muestra y seguimiento para aclarar estos conceptos analizando un único ojo por sujeto.

Por otro lado, el rango de miopía de nuestra muestra es muy reducido, situándose en valores próximos a la emetropía que puede criticarse al no incluir miopías moderadas o elevadas. Sin embargo, esta población puede ser adecuada para estudiar la aparición de miopía, tal y como sugieren los estudios que proponen que la hipermetropía periférica puede ser la causa que provoca la aparición y desarrollo de la miopía.^{1,15} Los resultados encontrados muestran una ausencia de hipermetropía refractiva (Figura 1) lo que puede cuestionar este papel desencadenante de la miopía y apuntar a que estos cambios en la refracción periférica pueden ser una consecuencia del crecimiento axial secundario a la progresión de la miopía.²⁵

Además, la media de la refracción periférica puede ser difícil en población pediátrica, sin olvidar el posible efecto de la acomodación, su medida es muy sensible al desalineamiento con la pupila, especialmente para las medidas periféricas.²⁶ Además este autorrefractómetro presenta una repetibilidad en torno a $\pm 1,00$ D,²⁷ lo que puede justificar los resultados de nuestro trabajo al tener una población con bajas ametropías (EE medio de $-0,57 \pm 0,38$ D en la población miope). Además, Ehsaei encontró un perfil refractivo elipsoide diferente del que muestran nuestra población, al estudiar un grupo de 31 miopes adultos (edad media de $23,06 \pm 4,63$ años) con una refracción sensiblemente mayor ($-5,73 \pm 1,80$ D) a la incluida en nuestro trabajo que puede explicarse por las diferencias descritas²⁵ entre el perfil refractivo en niños y adultos.

Este trabajo ha encontrado diferencias en el perfil refractivo (hipermetropización periférica relativa) de ojos con leve miopía tras 12 meses ausentes en ojos emétopes o hipermétropes que tienen que confirmarse con futuros trabajos cuidadosamente diseñados que permitan determinar el efecto clínico de la refracción periférica en la aparición y/o progresión de la miopía, descartando que se trate de una consecuencia de la elongación del globo ocular y que incorporen un tamaño muestral suficientemente representativo y un periodo de seguimiento amplio.

VII. Conclusiones

No se ha encontrado una refracción periférica hipermetrópica en ojos de niños miopes ni en aquellos que presentan un ligero cambio o progresión de la miopía.

Sin embargo, si que se ha encontrado un menor error refractivo miópico (hipermetropización periférica relativa) estadísticamente significativa en ojos miopes ausente en ojos emétopes o hipermétropes, que no se ha evidenciado en los ojos con progresión miópica de aquellos que presentaron una refracción estable.

Es necesario realizar más estudios que identifiquen el papel de la refracción periférica en la aparición y progresión de la miopía discriminando si es un factor de riesgo o una consecuencia del crecimiento axial. Además, la presencia de una hipermetropización periférica relativa y su posible relación con la aparición y/o progresión de la miopía tiene que ser evaluada en futuros trabajos.

VIII. Agradecimientos

Un agradecimiento especial va a mi tutor del Máster, Raul Martin Herranz, que me ha seguido en este trabajo con su gran competencia y dedicación acreciendo en mi la pasión por la materia.

Agradezco al profesor Giancarlo Montani, supervisor del Trabajo fin de Grado en Italia por la gran cortesía y por haberme propuesto este proyecto de investigación.

Un mérito también debe ir a la empresa Carl Zeiss Italia por haber puesto a disposición el biómetro IOL Master 4.0 que me permitió poner en marcha este proyecto.

IX. Bibliografía

1. McMonnies CW. Clinical prediction of the need for interventions for the control of myopia. *Clin Exp Optom* 2014;23.
2. A.Curtin BJ. Ocular findings and complications. In: *the miopia: basic science and clinical management*. Philadelphia:Harper and Row. 1985:277-385.
3. Mutti DO, MitvHELL GL, Simott LT, Jones-Jordan LA, Moeschberger ML, Cotter Sa, KleinSTEIN RN, Mamy RE, Twelker JD, Zadnik K, CLEERE Study Group. Corneal and crystalline lens dimensions before and after myopia onset. *Optom Vis Sci*. 2012;89:251-62.
4. Ortiz S, Mena L, Rio-San Cristobal A, Martin R. Relationships between central and peripheral corneal thickness in different degrees of myopia. *J Optom*. 2014;07:44-50.
5. Morgan IG. The biological basis of myopic refractive error. *Clin Exp Optom*. 2003;86:276-88.
6. Fulk GW, Cyert LA, Parker DE. A randomized clinical trial of bifocal glasses for myopic children with esophoria: results after 54 months. *Optometry*. 2002;73:470-6.
7. Saw SM, Nieto FJ, Katz J, Schein OD, Levy B, Chew SJ. Factors related to the progression of myopia in Singaporean children. *Optom Vis Sci*. 2000;77:549-54.
8. Fujikado T, Ninomiya S, Kobayashi T, Suzaki A, Nakada M, Nishida K. Effect of low-addition soft contact lenses with decentrated optical design on myopia progression in children: a pilot study. *Clin Ophthalmol* 2014;23:1947-56.
9. Lee Yin-Yang, Lo Chun-Ting, Sheu Shwu-Jivan, Lin Julia L. What factors are associated with Myopia in Young adults? A survey study in Taiwan Military Conscripts. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54:1026-33.
10. Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, Jones LA, Zadnik K. Parental Myopia, Near work, School Achievement and Children's Refractive Error. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:3633-40.
11. Gwiazda J, Thorn F, Baver J, Held R. Myopic children show insufficient accommodative response to blur. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993;4:690-4.
12. Grosvenor TP, Goss DA. *Clinical management of myopia*. Butterworth-Heinemann, 1999.

13. Stone RA, Flitcroft DI. Ocular shape and myopia. *Ann Acad Med Singapore*. 2004; 33:7–15.
14. Benavente-Pérez A, Nour A, Troilo D. Axial eye growth and refractive error development can be modified by exposing the peripheral retina to relative myopic or hyperopic defocus. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014;55:6765-73.
15. Smith EL. 3rd. Prentice Award Lecture 2010: A case for peripheral optical treatment strategies for myopia. *Optom Vis Sci* 2011;88:1029-44.
16. Qiao-Grider Y, Hung LF, Kee CS, Ramamirtham R, Smith EL. Recovery from form- deprivation myopia in rhesus monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004; 45:3361–72.
17. Smith EL, Hung LF. Form-deprivation myopia in monkeys is a graded phenomenon. *Vision Res*. 2000;40:371–81.
18. Smith EL, Hung LF. The role of optical defocus in regulating refractive development in infant monkeys. *Vision Res*. 1999;39:1415–35.
19. Troilo D, Nickla DL. The response to visual form deprivation differs with age in marmosets. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2005;46:1873–81.
20. Wildsoet CF, Schmid KL. Optical correction of form deprivation myopia inhibits refractive recovery in chick eyes with intact or sectioned optic nerves. *Vision Res*. 2000; 40:3273–82.
21. Schaeffel F, Howland HC. Properties of the feedback loops controlling eye growth and refractive state in the chicken. *Vision Res*. 1991; 31:717–34.
22. Schippert R, Schaeffel F. Peripheral defocus does not necessarily affect central refractive development. *Vis Research* 2006;46:3935-40.
23. Atchison DA. Comparison of peripheral refractions determined by different instruments. *Optom Vis Sci*. 2003;80:655-60.
24. Twelker JD, Miller JM, Sherrill DL, Harvey EM. Astigmatism and myopia in tohono o’odham native american children. *Optom Vis Science* 2013;90:1267-1273.
25. Chen X, Sankaridurg P, Donovan L, Lin Z, Li L, Martinez A, Holden B, Ge J. Characteristics of peripheral refractive errors of myopic and non-myopic Chinese eyes. *Vision Res*. 2010;50:31-5.
26. Fedtke C, Ehrmann K, Ho A, Holden BA. Lateral pupil alignment tolerance in peripheral refractometry. *Optom Vis Sci*. 2011;88:E570-9.

