



ARTÍCULO ORIGINAL

Espesor de la capa de fibras nerviosas y células ganglionares de la retina mediante tomografía de coherencia óptica en una población mexicana sana menor de 18 años



Wilehaldo Quiñónez Quiñónez^{a,*}, Ricardo Daniel Chávez Gutiérrez^b
y Karla Gabriela Chávez Gutiérrez^b

^a Cirujano Oftalmólogo, Centro de Investigación y Docencia en Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Sinaloa y Hospital Civil de Culiacán, Culiacán, Sinaloa, México

^b Cirujano oftalmólogo con alta especialidad en glaucoma del Centro de Investigación y Docencia en Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Sinaloa y Hospital Civil de Culiacán, Culiacán, Sinaloa, México

Recibido el 20 de febrero de 2016; aceptado el 5 de abril de 2016

Disponible en Internet el 18 de mayo de 2016

PALABRAS CLAVE

Células ganglionares;
Capa de fibras nerviosas;
Glaucoma;
Sospecha de glaucoma;
Glaucoma pediátrico

Resumen

Objetivos: Describir el valor promedio y la desviación estándar del grosor de la capa de fibras nerviosas y células ganglionares de la retina medidos por tomografía de coherencia óptica en población mexicana menor de 18 años.

Material y métodos: Estudio observacional, descriptivo, prospectivo, transversal. Niños que acuden al servicio de oftalmología del centro de Investigación y Docencia en Ciencias de la Salud-Hospital Civil de Culiacán, de octubre de 2014 a diciembre de 2015.

Resultados: La mínima de grosor de capa de fibras nerviosas fue de 90 μm y el máximo de 152 μm con una media de $112.5 \pm 9.9 \mu\text{m}$. El mínimo grosor del complejo de células ganglionares fue de 82 μm , un máximo de 111 μm , con una media de $96.3 \pm 5 \mu\text{m}$.

Conclusión: La tomografía de coherencia óptica puede ser aplicada en nuestra población, en pacientes menores de 18 años sospechosos de glaucoma, basándonos en los resultados obtenidos en el presente estudio.

© 2016 Publicado por Masson Doyma México S.A. en nombre de Sociedad Mexicana de Oftalmología. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia. Universidad Autónoma de Sinaloa, Centro de Investigación y Docencia en Ciencias de la Salud. Eustaquio Buelna n.º 91, Col. Gabriel Leyva, C.P. 80030, Culiacán, Sinaloa. Teléfonos: +667 7132606, 667 7137978.

Correo electrónico: wilehaldo1@hotmail.com (W. Quiñónez Quiñónez).

KEYWORDS

Ganglion cells;
Nerve fiber layer;
Glaucoma;
Suspected glaucoma;
Pediatric glaucoma

Nerve fiber layer and retinal ganglion cells layer thickness using optical coherence tomography in a healthy Mexican population under eighteen

Abstract

Purpose: To describe the mean value and standard deviation of the thickness of the nerve fiber layer and retinal ganglion cell measured by optical coherence tomography in Mexican population less than 18 years old.

Material and methods: Observational, descriptive, prospective, cross-sectional study. Children attending in the ophthalmology department of Centro de Investigación y Docencia en Ciencias de la Salud-Hospital Civil de Culiacán from October 2014 to December 2015.

Results: The minimum thickness of the nerve fiber layer was 90 μm and a maximum of 152 μm with a mean of $112.5 \pm 9.9 \mu\text{m}$. The minimum thickness of the ganglion cell complex was 82 μm , a maximum of 111 μm , with a mean of $96.3 \pm 5 \mu\text{m}$.

Conclusion: The optical coherence tomography can be applied in our population, in patients under 18 glaucoma suspects, and both RNFL thickness as the GCC are reliable for the assessment and reference can be taken from those obtained in this study.

© 2016 Published by Masson Doyma México S.A. on behalf of Sociedad Mexicana de Oftalmología. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El glaucoma es la segunda causa de ceguera en el mundo y un tipo de neuropatía óptica que lleva a la pérdida de células ganglionares de la retina¹⁻³. No representa una sola entidad clínica, más bien un grupo de enfermedades oculares con varias causas que se asocian con neuropatía óptica progresiva⁴.

El glaucoma es caracterizado por una pérdida progresiva de las células ganglionares de la retina con degeneración de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR), y adelgazamiento del anillo neuroretiniano, resultando en un aumento de la relación copa/disco⁵.

El glaucoma infantil es una enfermedad rara usualmente asociada a pérdida significativa de la visión. Consiste en un grupo heterogéneo de enfermedades que llevan a una neuropatía óptica y a cambios en el campo visual y puede ser categorizado en subtipos: primario, secundario y adquirido. El glaucoma primario en niños es, a su vez, dividido en: glaucoma primario congénito (desde el nacimiento a la primera infancia) y glaucoma juvenil primario de ángulo abierto (desde los 4 años hasta el inicio de la adultez). El glaucoma primario congénito ha sido reportado previamente como el tipo más común de glaucoma en niños. El glaucoma secundario es usualmente incluido en otros desórdenes sindrómicos u otras condiciones médicas presentes al nacimiento, tal como aniridia, síndrome de Axenfeld-Rieger, retinopatía de la prematuridad, síndrome de Rubinstein-Taybi, síndrome de Sturge-Weber, persistencia del vítreo primario y rubeola congénita. El glaucoma adquirido, a menudo clasificado como glaucoma secundario, es el resultado de otros procesos no presentes al nacimiento, tal como inflamación, drogas, trauma y cirugía⁶.

Muchos factores se han utilizado para evaluar la función visual en niños, tal como la agudeza visual, la visión a color y campos visuales. Sin embargo, este examen requiere interacción y participación y en algunos niños esto puede ser complicado y los resultados difíciles de interpretar^{7,8}.

La determinación de la magnitud de las aberraciones estructurales requiere mucha experiencia clínica y la facilidad en la obtención de medidas objetivas resultaría de gran valor. Los recientes desarrollos técnicos han resultado en 2 técnicas para la imagen del disco óptico y de la CFNR: HRT y la tomografía de coherencia óptica (OCT). Ambas técnicas pueden ser utilizadas en niños ya que son fáciles de realizar y no invasivas. Proveen información objetiva de la configuración del disco óptico y el grosor de la CFNR y pueden representar una herramienta valiosa en la valoración de niños con visión subnormal y niños con enfermedades conocidas que pueden afectar el nervio óptico, como un craneofaringioma o un glioma. En niños con visión binocular subnormal es necesaria una base normativa para tener un punto de comparación. De igual manera, para evaluar a niños con visión monocular subnormal, se necesita saber el rango normal de diferencias entre ambos ojos⁷. Asimismo el diagnóstico, manejo y seguimiento del glaucoma es problemático, especialmente en niños^{9,10}.

Los métodos convencionales para la evaluación del disco óptico y los campos visuales para la monitorización del glaucoma no son rentables en niños, dificultando su manejo en la edad pediátrica. Esto plantea un gran obstáculo para la monitorización de estos pacientes a largo plazo¹¹. La monitorización de niños con sospecha o diagnóstico de glaucoma representa un desafío clínico, ya que se dificulta la realización de campos visuales confiables y otras mediciones objetivas de la progresión o estabilidad de la enfermedad^{12,13}.

Aunque la evaluación cualitativa de la cabeza del nervio óptico es importante en el diagnóstico de la neuropatía óptica, un conocimiento de cómo los parámetros del disco óptico varían con el tamaño del mismo y otros parámetros oculares y demográficos en la población general, es de gran valor para diferenciar nervios sanos de enfermos e identificar discos ópticos en riesgo de enfermedad¹⁴. Esto es particularmente importante en niños porque la pérdida

de la visión asociada influye adversamente en su completo desarrollo¹⁵.

La OCT ha venido adquiriendo popularidad en la oftalmología pediátrica¹⁶. La OCT es una técnica de imagen médica sin contacto similar a los rayos X y a la resonancia magnética. Utiliza la luz reflejada para producir los detalles de un corte transversal del ojo. La imagen capturada es no invasiva, rápida y sin dolor^{14,17}. Proporciona información muy precisa sobre el diagnóstico y tratamiento de las neuropatías ópticas, distrofias retinianas, anomalías en el nervio óptico e incluso lesiones intracraneales^{18,19}.

La spectral-domain OCT (SD-OCT, también llamada Fourier-domain OCT) proporciona imágenes de ultraalta resolución y ultraalta velocidad. A diferencia de la primera generación de TD-OCT, SD-OCT usa un espectrómetro en vez de un fotodetector. La profundidad es obtenida analizando el patrón de interferencia, el cual es formado en el espectro de los rayos reflejados de los tejidos oculares. Después, los datos obtenidos con el espectrómetro son expuestos al transformador Fourier para generar una imagen tridimensional, produciendo 2 veces más resolución axial y 43-100 veces más velocidad de escaneo. SD-OCT incrementa significativamente el número de datos obtenidos en cada sesión, los artefactos de movimiento son significativamente reducidos. Tiene mejor repetitividad y reproductibilidad y se logra un aumento de la relación señal ruido en comparación con la TD-OCT²⁰.

La OCT es fácil de realizar en niños cooperadores y con medios oculares claros, se ha utilizado en ojos de niños normales pero las publicaciones son escasas²¹.

Wang et al. demostraron reproducibilidad del grosor de CFNR y de la retina con Stratus OCT²².

Tariq et al. realizaron un estudio con OCT de la CFNR en 1,756 niños. Los niños con bajo peso al nacer (< 2,500 g) tuvieron una CFNR más delgada (98.2 μm vs. 103.5 μm ; $p < 0.0001$)²³.

Jun y Lee llevaron a cabo un estudio de 102 ojos de 51 niños de 4-15 años. Encontraron que al progresar la hiperopía a miopía, la longitud axial se hace mayor y el área de disco más pequeña ($r = 0.442$, $p = 0.000$) y la distancia desde el margen del disco óptico al del círculo del scan del OCT (OD-CS) mostró una tendencia a aumentar ($r = 0.471$, $p = 0.000$). Como la OD-CS se agrandó, la medida de CFNR disminuyó significativamente ($r = 0.248$, $p = 0.012$)²⁴.

Huynh et al. con una muestra de 1,765 niños de 6 años encontraron que el grosor total de CFNR estuvo moderadamente correlacionado en ambos ojos²⁵.

Kerblom et al. en un estudio realizado en 62 niños nacidos antes de las 32 semanas de gestación (media de edad en el momento del examen: 8.6 años) y un grupo control de 52 niños nacido a término y peso normal al nacer (media de edad al momento de examen 10.1), encontraron diferencias significativas entre ambos grupos principalmente atribuidas a menor grosor de CFNR de los niños con retinopatía de la prematuridad severa previa. Además en el grupo pretérmino se encontró que el grosor de CFNR se incrementaba conforme el peso al nacer pero esta correlación no se halló con la edad gestacional al nacimiento²⁶. De la misma manera Wang et al. en un estudio realizado en Texas con 25 niños nacidos pretérmino (10.6 \pm 3.7 años de edad al momento del estudio) estudiando, en cada uno, solo el ojo derecho y 54 niños nacido a término como grupo control (9.8 \pm 3.2 años

de edad en el momento del estudio). Encontraron que la CFNR de los niños pretérmino fue un 8% más delgada que la de los nacido a término. Evidenciaron además que el grosor de la CFNR en niños nacidos pretérmino se correlaciona con la edad gestacional²⁷.

Turkyılmaz K et al. compararon 40 ojos de 40 niños turcos con anemia por deficiencia de hierro y 40 ojos de 40 niños sanos de la misma edad y género. La media de edad fue de 11.3 \pm 2.7 años. Encontraron diferencias significativas entre ambos grupos siendo más delgada la CFNR en niños con anemia lo cual también se correlacionó con el nivel de hemoglobina²⁸.

Kee et al. no encontraron diferencias significativas ni en el grosor foveal ni en la CFNR entre niños con ambliopía²⁹.

Samarawickrama et al. realizaron un estudio en Sydney con 1,765 niños de 6 años de edad y compararon los parámetros de la cabeza del nervio óptico utilizando la imagen de fotografía digital y la OCT. Se encontró que los diámetros vertical, horizontal y área, tanto del disco como de la copa, fueron un 10% más pequeños en la medida del OCT; sin embargo, en la relación copa disco en los 3 parámetros no hubo diferencia significativa³⁰.

Gerth et al. realizaron un estudio con 30 niños de 7 meses a 9.9 años de edad con el objetivo de conocer la factibilidad y aplicabilidad de un escáner portátil de FD OCT para obtener imágenes de la retina en niños. Las imágenes fueron útiles en todos los pacientes. Se pudo realizar la prueba con el paciente consciente y tan jóvenes de hasta 3 años. Todos los niños toleraron la prueba bien. El único problema fue la falta de fijación. A pesar de este problema la calidad de la imagen fue comparable con la obtenida en la población adulta³¹.

Sin embargo, como la base normativa del software del dispositivo se extiende solamente a adultos mayores de 18 años, la utilidad de la OCT en niños es limitada. El objetivo de este estudio es obtener una muestra normativa para dicha población.

Material y métodos

Estudio observacional, descriptivo, prospectivo, transversal. Se realizó en niños que acudieron al servicio del Hospital Civil de Culiacán de octubre de 2014 a diciembre de 2015.

Se incluyeron todos los individuos sanos menores de 18 años a los cuales se les pueda realizar OCT.

Se excluyeron del estudio todos aquellos niños con diagnóstico de glaucoma o sospecha del mismo, error refractivo mayor a 2 dioptrías, ambliopía, estrabismo, nacido pretérmino, bajo peso al nacer, cirugías oculares previas y uso de colirios (mióticos, corticoesteroides).

Las variables categóricas se describen en frecuencias y porcentajes; las numéricas con media \pm desviación estándar.

Para estimar el espesor promedio de la capa de fibras nerviosas y células ganglionares de la retina se utilizará un intervalo de confianza del 95%.

Para analizar la relación entre el espesor de fibras nerviosas y células ganglionares de la retina con variables categóricas se utilizó las pruebas t o ANOVA según el caso (2 categorías y 3 o más categorías respectivamente). Un valor de probabilidad de 0.05 se considerará estadística-

Tabla 1 Estadísticos descriptivos

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Excavación	0.10	0.4	0.3	0.03
CFNR	90	152	112.5	9.9
Superior	100	217	136.9	16.8
Inferior	75	183	144.9	16.6
Nasal	64	131	83.1	11
Temporal	58	129	84.7	11.7
A. de disco	1.29	3.4	2.1	0.4
GCC	82	111	96.3	5
Paquimetría	445	613	539	33.2

A.: área; CFNR: capa de fibras nerviosas de la retina; GCC: complejo de células ganglionares.

mente significativo. Se utilizará SPSS v15 para el análisis de los datos.

Para estimar el promedio del grosor de la capa de fibras nerviosas y células ganglionares de la retina se requiere una muestra de al menos 180 ojos; se utilizó para su cálculo el estadístico T, con una confianza del 95%, una precisión de ± 2.5 y una desviación estándar de 17. Tipo de muestreo: aleatorio sistemático.

Resultados

Se revisaron un total de 180 ojos de 90 individuos, de los cuales el 50% (45 individuos o 90 ojos) fueron mujeres y el otro 50% hombres (45 individuos o 90 ojos). La edad mínima fue 8 años y la máxima 17 años con una media de 11.17 ± 2.6 años.

En cuanto a la excavación, la mínima fue de 0.1 y la máxima de 0.4 con una media de 0.3.

La mínima de grosor de capa de fibras nerviosas fue de $90 \mu\text{m}$ y la máxima de $152 \mu\text{m}$ con una media de $112.5 \pm 9.9 \mu\text{m}$ (tabla 1). Por cuadrantes se encontraron en el siguiente orden de mayor a menor grosor: inferior ($144.9 \pm 16.6 \mu\text{m}$), superior ($136.9 \pm 16.8 \mu\text{m}$), temporal ($84.7 \pm 11.7 \mu\text{m}$) y por último nasal ($83.1 \pm 11 \mu\text{m}$).

El mínimo grosor del complejo de células ganglionares (GCC) fue de $82 \mu\text{m}$, un máximo de $111 \mu\text{m}$, con una media de $96.3 \pm 5 \mu\text{m}$.

El área de disco tuvo un mínimo de $1.29 \mu\text{m}^2$, un máximo de $3.4 \mu\text{m}^2$ y una media de $2.1 \pm 0.4 \mu\text{m}^2$.

De la paquimetría se obtuvo una mínima de $445 \mu\text{m}$ y una máxima de $613 \mu\text{m}$ con una media de $539 \pm 33.2 \mu\text{m}$.

Tabla 3 Diferencia de medidas entre sexo masculino y femenino

	Género	N	Media	Desviación estándar	Sig.
CFNR	H	90	111.2	11.6	0.083
	M	90	113.7	7.7	
GCC	H	90	95.4	5	0.013
	M	90	97.2	4.8	

CFNR: capa de fibras nerviosas de la retina; GCC: complejo de células ganglionares; H: hombres; M: mujeres; N: número; Sig.: significación.

Se realizó una prueba t para la igualdad de medias entre ambos ojos y no se encontró diferencia significativa, con un intervalo de confianza del 95% en la CFNR que va desde -2.549 a 3.282 con una media de 0.367 ($p=0.804$); y en el GCC, desde -1.427 a 1.516 con una media de 0.044 ($p=0.953$) (tabla 2). La misma prueba se realizó para la diferencia de medidas entre hombres y mujeres (tabla 3) encontrando diferencia estadísticamente significativa en el GCC ($p=0.013$), sin hallar diferencia significativa en la CFNR ($p=0.083$).

Se observó una baja correlación entre edad y CFNR, al igual que entre edad y GCC. Entre CFNR y GCC la correlación fue alta y significativa estadísticamente ($r=0.637$, $p=0.000$).

Discusión

El presente estudio es el primero realizado en población mexicana, donde se carece de una base normativa para la población menor de 18 años. Existen varios estudios realizados en diferentes países (tabla 4). Ningún estudio previo ha medido el GCC. La variabilidad es considerable entre estudios. En cuanto al grosor de la CFNR, los resultados son semejantes a los obtenidos por Leung et al. en Hong Kong ($113.5 \mu\text{m}$ [desviación estándar 9.8] y $113.1 \mu\text{m}$ [10.8] en el ojo derecho e izquierdo respectivamente)⁴, así como los de Qian et al. en Shangai ($112.36 \pm 9.21 \mu\text{m}$).

El área de disco fue de $2.1 \pm 0.4 \mu\text{m}^2$ muy parecida a la reportada por Huynh S et al. ($2.20 \pm 0.39 \text{mm}^2$)¹⁵.

No encontramos relación con la edad, a diferencia de otros estudios previos, donde sí hallan diferencia significativa. Tampoco se encuentra diferencia entre sexos en lo que respecta al grosor de la CFNR, lo cual coincide con estudios anteriores.

Tabla 2 Diferencia de medidas entre ojo derecho e izquierdo

	Prueba t para la igualdad de medias					
	Derecho	Izquierdo	Diferencia de medias	Sig.	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
CFNR	112.15 ± 9.82	112.8 ± 9.98	0.367	0.804	-2.549	3.282
GCC	96.26 ± 5.15	96.34 ± 4.86	0.044	0.953	-1.427	1.516

CFNR: capa de fibras nerviosas de la retina; GCC: complejo de células ganglionares; Sig.: significación.

Tabla 4 Resultados de estudios previos

Estudio	Muestra	Edades	CFNR	Otros hallazgos reportados	Lugar de realización
Türk A et al. (2012)	107 ojos de 107 niños	10.46 ± 2.94 años (rango 6-16)	106.45 ± 9.41 μm (rango 83.33-141.17)	Sin relación con edad, longitud axial o equivalente esférico	Turquía
Leung M et al. (2010)	104 niños ambos ojos	6-17 años (media de edad 9.75 años [rango 6.08 a 17.58 años])	113.5 μm (desviación estándar 9.8) y 113.1 μm (10.8) en el ojo derecho e izquierdo respectivamente		Hong Kong
Larson E et al. (2011)	56 niños	5-16 años	98.4 μm (desviación estándar de 7.88 μm)	No se encontró diferencia entre la edad o el género. El límite de la diferencia entre los 2 ojos fue de un rango de -9 μm a 9 μm	Suecia
Qian J et al. (2011)	398 ojos de 199 niños	5 a 18 años (una media de 10.4 ± 2.7 años)	112.36 ± 9.21 μm	Superior (148.73 ± 17.06 μm) e inferior (142.08 ± 16.03 μm) μm, temporal (83.82 ± 13.53 μm) y nasal (74.84 ± 15.03 μm). No diferencias significativas entre hombres y mujeres. Diferencia significativa entre ambos ojos (p < 0.01). Se correlacionó positivamente con la edad y los errores refractivos (p < 0.01) ⁹	Shangai
Rao A et al. (2013)	148 ojos de 74 niños (37 niños y 37 niñas)	10 ± 3.4 años (rango de 4-17 años)	94 ± 10.9 μm y de 93 ± 10.6 μm en el ojo derecho e izquierdo respectivamente	El espesor de CFNR total y nasal disminuyen 1.9 μm por cada dioptría de miopía (p < 0.001), y 1.9 μm por cada mm de aumento en la longitud axial (p < 0.001). No encontraron efecto de la edad y CFNR	India
Salchow DJ et al. (2006)	117 sujetos	de 4-17 años (media de edad 9.7 ± 2.7 μm)	107 ± 11.1 μm (rango 78.1-134.6 μm)	Inferior (136.9 ± 16.9 μm) superior (135.4 ± 19.3 μm) nasal (83 ± 18 μm) y temporal (72.5 ± 13.4 μm). Efecto significativo de la edad (p < 0.013) y los errores refractivos (p < 0.001). La edad tuvo un efecto significativo en la refracción (p < 0.001). Al ajustar la edad a la refracción la edad pierde significación	Nueva York
Yani SE et al. (2013)	83 niños, un ojo por sujeto	5-15 años	107.6 ± 1.2 μm		Texas
Barrio BJ et al. (2013)	283 ojos de 283 niños caucásicos sanos	9.58 ± 3.12 años (rango 4-17)	97.40 ± 9.0 μm (rango de 77-121.7 μm)	Correlación positiva con el equivalente esférico (p 0.014). No correlación con edad y sexo	España

CFNR: capa de fibras nerviosas de la retina.

La diferencia encontrada entre hombre y mujer en el GCC fue estadísticamente significativo ($p=0.013$) pero clínicamente no tiene tanta relevancia, ya que es solo $2\ \mu$ más gruesa en las mujeres (95.4 en hombres y 97.2 en mujeres).

Las diferencias consideradas como normales entre ambos ojos con un intervalo de confianza del 95% en la CFNR van desde -2.549 a 3.282 con una media de 0.367 ; y en el GCC, desde -1.427 a 1.516 con una media de 0.044 . Es de notarse la poca diferencia que existe entre un ojo y el otro, por lo cual la comparación entre ambos es un aspecto importante en la valoración del glaucoma, considerándose anormales las cifras que queden fuera de estos rangos.

Entre CFNR y GCC la correlación fue alta y significativa estadísticamente ($r=0.637$, $p=0.000$), lo cual ha de ser tomado en cuenta al realizar OCT en ojos normales, es decir lo esperado es que para una CFNR gruesa encontremos un GCC igualmente grueso y viceversa. Esto también nos da una idea de la alta confiabilidad que tiene la medición del GCC en la valoración de glaucoma, lo cual no ha sido tomado en cuenta en estudios previos.

En conclusión, la OCT puede ser aplicada en nuestra población, en pacientes menores de 18 años sospechosos de glaucoma, y tanto el espesor de la CFNR como el del GCC resultan confiables para la valoración y se pueden tomar medidas de referencia a partir de las obtenidas en este estudio.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Turk A, Ceylan O, Arici C, et al. Evaluation of the nerve fiber layer and macula in the eyes of healthy children using spectral-domain optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2012;153:552-9.
- Samarawickrama C, Hurnh SC, Liew G, et al. Birth weight and optic nerve head parameters. *Ophthalmology.* 2009;116:1112-8.
- Tas M, Öner V, Türkcü F, et al. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in hyperopic children. *Optom Vis Sci.* 2012;89:1009-13.
- Leung MM, Huang R, Lam A. Retinal nerve fiber layer thickness in normal Hong Kong Chinese children measured with optical coherence tomography. *J Glaucoma.* 2010;19:95-9.
- Samarawickrama C, Wang J, Huynh S, et al. Ethnic differences in optic nerve head and retinal nerve fibre layer thickness parameters in children. *Br J Ophthalmol.* 2010;94:871e876.
- Aponte EP, Diehl N, Mohny B. Incidence and clinical characteristics of childhood glaucoma: a population based study. *Arch Ophthalmol.* 2010;128:478-82.
- Larson E, Eriksion U, Albert A. Retinal nerve fibre layer thickness in full-term children assessed with Heidelberg retinal tomography and optical coherence tomography: Normal values and interocular asymmetry. *Acta Ophthalmol.* 2011;89:151-8.
- El-Dairi MA, Asrani SG, Enyedi LB, et al. Optical coherence tomography in the eyes of normal children. *Arch Ophthalmol.* 2009;127:50-8.
- Qian J, Wang W, Zhang X, et al. Optical coherence tomography measurements of retinal nerve fiber layer thickness in chinese children and teenagers. *J Glaucoma.* 2011;20:509-13.
- El-Dairi M, Holgado S, Asrani S, et al. Optical coherence tomography (OCT) measurements in black and white children with large cup-to-disc ratios. *Exp Eye Res.* 2011;93:299e307.
- Rao A, Sahoo B, Kumar M, et al. Retinal nerve fiber layer thickness in children < 18 years by spectral-domain optical coherence tomography. *Semin Ophthalmol.* 2013;28:97-102.
- Prakalapakorn SG, Freedman S, Likhnygina Y, et al. Longitudinal reproducibility of optical coherence tomography measurements in children. *J AAPOS.* 2012;16:523-8.
- Salchow DJ, Oleynikov Y, Chiang M, et al. Retinal nerve fiber layer thickness in normal children measured with optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 2006;113:786-91.
- Yanni SE, Wang J, Cheng CS, et al. Normative reference ranges for the retinal nerve fiber layer, macula, and retinal layer thicknesses in children. *Am J Ophthalmol.* 2013;2:354-60.
- Huynh SC, Wang XY, Rochtchina E, et al. Distribution of optic disc parameters measured by OCT: Findings from a population-based study of 6-year-old Australian children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006;47:3276-85.
- Altemir I, Pueyo V, Elia N, et al. Reproducibility of optical coherence tomography measurements in children. *Am J Ophthalmol.* 2013;155:171-6.
- Maldonado RS, Izatt J, Sarin N, et al. Optimizing hand-held spectral domain optical coherence tomography imaging for neonates, infants, and children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2010;51:2678-85.
- Elia N, Pueyo V, Altemir I, et al. Normal reference ranges of optical coherence tomography parameters in childhood. *Br J Ophthalmol.* 2012;96:665-70.
- Hess DK, Asrani S, Bhide M, et al. Macular and retinal nerve fiber layer analysis of normal and glaucomatous eyes in children using optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol.* 2005;139:509-17.
- Barrio BJ, Noval S, Galdós M, et al. Multicenter Spanish study of spectral-domain optical coherence tomography in normal children. *Acta Ophthalmol.* 2013;91:e56-63.
- El-Dairi MA, Holgado S, Asrani S, et al. Correlation between optical coherence tomography and glaucomatous optic nerve head damage in children. *Br J Ophthalmol.* 2009;93:1325-30.
- Wang XY, Huynh S, Burlutsky G, et al. Reproducibility of and effect of magnification on optical coherence tomography measurements in children. *Am J Ophthalmol.* 2007;143:484-8.

23. Tariq YM, Pai A, Li H, et al. Association of birth parameters with OCT measured macular and retinal nerve fiber layer thickness. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52:1709–15.
24. Jun JH, Lee S. The effects of optic disc factors on retinal nerve fiber layer thickness measurement in children. *Korean J Ophthalmol.* 2008;22:115–22.
25. Huynh SC, Wang X, Burlutsky G, et al. Symmetry of optical coherence tomography retinal measurements in young children. *Am J Ophthalmol.* 2007;143:518–20.
26. Kerblom HA, Holmström G, Eriksson U, et al. Retinal nerve fibre layer thickness in school-aged prematurely-born children compared to children born at term. *Br J Ophthalmol.* 2012;96:956–60.
27. Wang J, Spencer R, Leffler J, et al. Characteristics of peripapillary retinal nerve fiber layer in preterm children. *Am J Ophthalmol.* 2012;153:850–5.
28. Turkyılmaz K, Oner V, Ozkasap S, et al. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in children with iron deficiency anemia. *Eur J Ophthalmol.* 2013;23:217–22.
29. Kee SY, Lee S, Lee Y. Thicknesses of the fovea and retinal nerve fiber layer in amblyopic and normal eyes in children. *Korean J Ophthalmol.* 2006;20:177–81.
30. Samarawickrama C, Pai A, Huynh S, et al. Measurement of optic nerve head parameters comparison of optical coherence tomography with digital planimetry. *J Glaucoma.* 2009;18:571–5.
31. Gerth C, Zawadzki R, Héon E, et al. High-resolution retinal imaging in young children using a handheld scanner and Fourier-domain optical coherence tomography. *J AAPOS.* 2009;13:72–4.