

Dimensiones del ojo del recién nacido a término mediante ultrasonografía: Una revisión de alcance.

Term newborn's eye dimensions taken by ultrasonography: a scope review.

Segundo Rogelio Cruz-Bejarano ^{1,a}, Elva Ester Sánchez-Burga ^{2,b}

¹ Instituto Nacional de Salud del Niño, San Borja-Lima. Perú.

² Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Trujillo. Perú.

^a Médico especialista en pediatría, magister en Pediatría.

^b Médico especialista en oftalmología, doctora en Medicina.



© 2022. Publicado por Facultad de Medicina, UNT. Este es un artículo de libre acceso. Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0.

Correspondencia: Segundo Rogelio Cruz Bejarano.

✉ scruc@insnsb.gob.pe

Recibido: 15/09/2022

Aceptado: 29/09/2022

Citar como: Cruz-Berajano SR, Sánchez-Burga EE. Dimensiones del ojo del recién nacido a término mediante ultrasonografía: Una revisión de alcance. Rev méd Trujillo.2022;17(3):085-090. doi: <https://doi.org/10.17268/rmt.2022.v17i2.4860>

RESUMEN

Objetivo: Describir las dimensiones del ojo del neonato a término mediante ultrasonografía. **Métodos:** Revisión de alcance. Se obtuvieron datos para la profundidad de la cámara anterior, el grosor del cristalino, la profundidad vítrea y la longitud del eje axial ocular. La búsqueda de información se realizó para el periodo 1990 a 2020, encontrándose seis estudios conteniendo datos sobre las mediciones en 384 ojos para la profundidad de la cámara anterior y el grosor del cristalino, 212 ojos para la profundidad vítrea y 436 ojos para el eje axial ocular. **Resultados:** La media ponderada para las dimensiones fue: profundidad de la cámara anterior: 2,4 mm, grosor de cristalino: 3.7 mm, profundidad vítrea:10.8 mm y longitud del eje axial ocular: 16.9 mm. **Conclusión:** Las medidas de la cámara anterior, profundidad vítrea y eje axial ocular presentan amplias variaciones, en tanto que la variación en la medida del grosor del cristalino es mínima.

Palabras Clave: ultrasonografía, ojo, recién nacido (Fuente: DeCS BIREME).

SUMMARY

Objective: To describe the dimensions of the eye of the term neonate by ultrasonography. **Methods:** Scope review. Data were obtained for anterior chamber depth, lens thickness, vitreous depth, and ocular axial axis length. The information search was carried out for the period 1990 to 2020, finding six studies containing data on measurements in 384 eyes for the depth of the anterior chamber and the thickness of the lens, 212 eyes for the vitreous depth and 436 eyes for the axial axis. **Results:** The weighted mean for the dimensions was: anterior chamber depth: 2.4 mm, lens thickness: 3.7 mm, vitreous depth: 10.8 mm, and ocular axial axis length: 16.9 mm. **Conclusion:** The measurements of the anterior chamber, vitreous depth and ocular axial axis present wide variations, while the variation in the measurement of the lens thickness is minimal.

Key words: ultrasonography, eye, newborn (Source: MeSH).

INTRODUCCIÓN

En pediatría el estudio por imágenes permite identificar alteraciones morfológicas en diversos órganos mediante rayos X, ultrasonido, resonancia electromagnética y emisión de positrones; permitiendo describir distintos órganos con mayor detalle y precisión [1-5].

En niños la ultrasonografía ocular es usada para la exploración de alteraciones orbitales y del globo ocular, sobre todo cuando el examen oftalmoscópico no es concluyente; así, es útil para mejorar la precisión diagnóstica de anoftalmos, microftalmos, nanoftalmos, vasculatura fetal persistente, coloboma, catarata, neoplasias benignas o malignas, uveítis y lesiones traumáticas entre otras alteraciones [6].

En neonatos, además de las malformaciones congénitas, la ultrasonografía contribuye a precisar el diagnóstico de retinoblastoma, catarata congénita, así como en el cribado o hallazgos en la retinopatía de la prematuridad [7-10]; y si bien, existen detalladas descripciones de diversos órganos mediante ultrasonografía, no es el caso de los ojos, sobre los cuales los estudios son escasos.

Larsen J, en 1971, publicó dos estudios sobre la medición, por ultrasonido, de la longitud del eje axial y del segmento posterior ocular relacionando sus resultados con la refracción ocular (miopía, emetropía e hipermetropía), observó 80 neonatos a término y 846 niños de 6 meses a 13 años de edad, y sus resultados mostraron diferencias en las curvas de los valores correspondientes a miopía, emetropía e hipermetropía en los niños de 1 a 3 años de edad, afirmando que probablemente los defectos de refracción se desarrollan desde edad más temprana, siendo necesario tener referencias en edades más tempranas [11,12].

En 1979, Blomdahl S, reportó medidas para la profundidad de la cámara anterior, el grosor del cristalino y la longitud del eje axial de 28 neonatos a término, encontrando correlación significativa entre la longitud del eje axial ocular con la longitud del radio corneal [13].

Posteriormente, Gordon y Donzis, en 1985, en un estudio sobre desarrollo refractivo del ojo en 148 ojos normales de 79 pacientes con un rango de edad desde recién nacidos hasta adultos de 36 años, encontraron un patrón trifásico de

crecimiento del eje axial ocular con rápido incremento antes de los 2 años de edad, disminuyendo entre los 2 a 3 años de edad, y mucho más lento después de los 5 a 6 años [14].

Al igual que las medidas somatométricas son útiles en la identificación de alteraciones del crecimiento en el niño, sería también de utilidad contar con mediciones del globo ocular de tal manera que se pueda predecir o detectar alteraciones tomando como referencia dichas dimensiones.

El propósito de esta revisión de alcance fue determinar el estado actual de conocimiento respecto a la medición de las dimensiones oculares de los neonatos a término.

MATERIAL Y MÉTODOS

Es un estudio de tipo revisión de alcance, examinando la información disponible sobre las dimensiones del globo ocular del neonato respecto a: profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino, profundidad vítrea y longitud del eje axial.

Esta revisión usó como guía el formato de Arksey y O'Malley [15], que incluye cinco etapas: 1. Identificación de la pregunta de investigación, 2. Identificación de los estudios relevantes, 3. Selección de los estudios relevantes, 4. Tabulación de los datos y 5. cotejo, resumen e informe de los resultados.

Criterios de inclusión y exclusión

Fueron elegidos los estudios que incluyeron neonatos a término en quienes se realizó la ultrasonografía de los globos oculares y que reportaron todas o alguna de las medidas de interés.

Fueron excluidos estudios que incluyeron neonatos con alteraciones en ambos globos oculares, solamente neonatos pretérmino o con intervenciones quirúrgicas previas en los globos oculares.

Estrategia de búsqueda

Una profesional experta en bibliotecología realizó la búsqueda de artículos para el periodo 1990 - 2020 en las siguientes bases de datos: MEDLINE, Embase y Cochrane Library; combinando los términos que representan ojo, ocular, eje axial, tamaño y ultrasonografía. La búsqueda se restringió a escritos en los idiomas inglés y español.

Las estrategias utilizadas fueron:

- Estrategia #1: (((ocular)) OR (eye)) AND (axial length), título y abstract.
- Estrategia #2: ((ocular [Title/Abstract]) OR (eye [Title/Abstract])) AND (size [Title/Abstract]).
- Estrategia #3: ((ocular [Title/Abstract]) OR (eye [Title/Abstract])) AND (sonography [Title/Abstract]).
- Estrategia #4: ((ocular [Title/Abstract]) OR (eye [Title/Abstract])) AND (ultrasonography [Title/Abstract]).

Complementariamente se hizo una revisión de las referencias para detectar algunos estudios no encontrados siguiendo el método de búsqueda propuesto inicialmente.

Selección de estudios

Los artículos recuperados fueron cribados, manualmente, primero por el título y resumen (nivel 1), luego por texto completo (nivel 2), con la finalidad de identificar los artículos potencialmente relevantes. El cribado fue realizado por dos revisores, quienes hicieron la lectura de los resúmenes en forma independiente; mientras que los textos completos fueron revisados por los dos investigadores,

también de manera independiente; no hubo discrepancias en la selección de los artículos.

Extracción de datos.

Fueron recolectados los siguientes datos: título del artículo, revista, año del estudio, año de publicación, diseño de estudio, características de las personas incluidas en el estudio, técnica de ultrasonido utilizada, hallazgos descritos (cualitativos y cuantitativos).

Resultado de interés: Para la descripción de los globos oculares se obtuvieron datos para las siguientes medidas: profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino, profundidad vítrea y longitud del eje axial.

Evaluación de la calidad

La evaluación de la calidad de los artículos fue realizada por dos revisores independientes utilizando la Herramienta de Evaluación de Métodos Mixtos (MMAT) versión 2018.14 [16].

Análisis de los datos

Se obtuvo los siguientes datos sobre los artículos incluidos en la revisión: año de publicación, autor principal, número de neonatos observados, número de ojos examinados, medidas de la longitud de la cámara anterior, grosor del cristalino, profundidad vítrea y longitud del eje axial.

Se hizo una presentación narrativa y una tabulación de los hallazgos, calculándose el promedio ponderado para cada una de las variables de interés.

RESULTADOS

Se recuperaron, en total, 430 registros a través de la búsqueda de datos; después de la eliminación de los duplicados y la selección, seis estudios cumplieron con los criterios de inclusión (Figura 1).

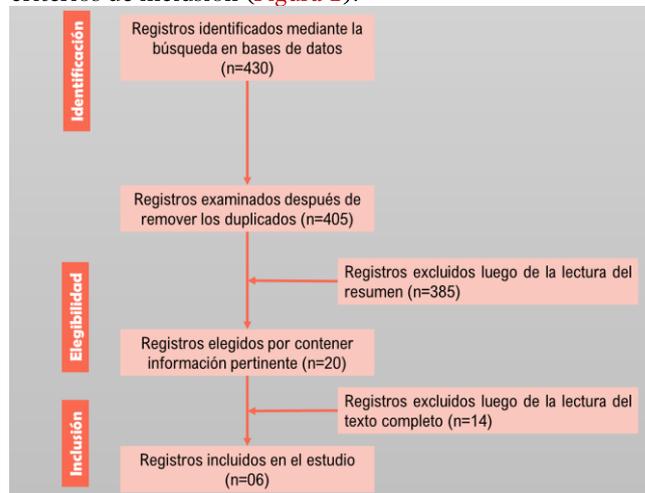


Figura 1. Diagrama de flujo.

Características de los estudios

Los estudios incluidos fueron de tipo descriptivo y transversal, todos incluyeron recién nacidos a término. La longitud del eje axial fue reportada en los seis estudios, la profundidad de la cámara anterior y el grosor del cristalino en cinco y la profundidad vítrea en tres estudios. Las técnicas de medición fueron ultrasonido modo A en siete y modo B en uno. Las características se muestran en la Tabla 1.

Calidad de los estudios

Tres estudios cumplieron cuatro de los cinco criterios de evaluación, siendo de calidad aceptable; en cambio los otros tres cumplieron solamente tres (Tabla 2).

Profundidad de la cámara anterior

Se encontraron datos sobre la dimensión de la cámara anterior en 5 estudios, un total de 192 niños y 384 ojos. En un estudio se agruparon según sexo. Los resultados se muestran en la Tabla 3; la media ponderada es 2.4 mm.

Grosor del cristalino

Se encontraron datos sobre la dimensión de la cámara anterior en cinco estudios, un total de 192 niños y 384 ojos.

En un estudio se reportaron los datos según sexo (Tabla 4). La media ponderada es 3.7 mm.

Profundidad vítrea.

Se encontraron datos sobre la dimensión de la profundidad vítrea en tres estudios, un total de 106 niños y 212 ojos, siendo la media ponderada 10.8 mm. (Tabla 5).

Longitud del eje axial ocular

Se encontraron datos sobre la longitud del eje axial en los seis estudios, un total de 218 niños y 436 ojos. En dos estudios se reportaron los datos según sexo (Tabla 6). La media ponderada es 16.9 mm.

Tabla 1. Descripción de los estudios incluidos.

Año de publicación	Primer autor	País	Número neonatos	Número de ojos	Medidas	Técnica de medición
1992	Fledelius H	Dinamarca	25	50	Profundidad de cámara anterior, grosor del cristalino, profundidad vítrea, longitud del eje axial.	Ultrasonido modo A
1994	Stafford J	USA	26	52	Longitud del eje axial.	Ultrasonido modo A
1995	Isemberg S	USA	16	32	Profundidad de cámara anterior, grosor del cristalino, profundidad vítrea, longitud del eje axial.	Ultrasonido modo A
2001	Pennie F	Reino Unido	20	40	Profundidad de cámara anterior, grosor del cristalino, longitud del eje axial.	Ultrasonido modo A
2006	Axel S	Israel	66	132	Profundidad de cámara anterior, grosor del cristalino, longitud del eje axial.	Ultrasonido modo A
2017	Zha Y	China	65	130	Profundidad de cámara anterior, grosor del cristalino, profundidad vítrea, longitud del eje axial.	Ultrasonido modo A

Tabla 2. Calidad de los estudios.

ID	Primer Autor	Año	¿Es la estrategia de muestreo relevante para abordar la pregunta de investigación?	¿Es la muestra representativa de la población objetiva?	¿Son adecuadas las medidas?	¿Es bajo el riesgo de sesgo por falta de respuesta?	¿Es adecuado el análisis estadístico para responder a la pregunta de investigación?
1	Fedelius H	1992	No	No	Si	Si	Si
2	Stafford J	1994	No	No	Si	Si	Si
3	Isemberg S	1995	No	Si	Si	Si	Si
4	Pennie F	2001	No	No	Si	Si	Si
5	Axer S	2007	No	Si	Si	Si	Si
6	Zha Y	2017	No	Si	Si	Si	Si

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Calidad de los estudios.

Investigador Principal	País	Número de neonatos	Número de ojos	Sexo M/F	Promedio en mm	Desviación estándar en mm
Fledelius H	Dinamarca	25	50		2,65	0.25
Isemberg S	USA	16	32		2,00	0.40
Pennie F	Reino Unido	20	40		1,91	0.27
Axel S	Israel	66	132	34	2,30	0.20
				32	2,30	0.20
Zha Y	China	65	130		2,55	0.26
Global		192	384		2.4*	

*Promedio ponderado.

Tabla 4. Grosor del cristalino del neonato a término.

Investigador Principal	País	Número de neonatos	Número de ojos	Sexo M/F	Promedio en mm	Desviación estándar en mm
Fledelius H	Dinamarca	25	50		3,7	0.1
Isemberg S	USA	16	32		3,8	0.3
Pennie F	Reino Unido	20	40		3,7	0.2
Axel S	Israel	66	132	34	3,7	0.1
				32	3,6	0.1
Zha Y	China	65	130		3,7	0.2
Global		192	384		3.7*	

*Promedio ponderado.

Tabla 5. Profundidad vítrea del neonato a término.

Investigador Principal	País	Número de neonatos	Número de ojos	Sexo M/F	Promedio en mm	Desviación estándar en mm
Fledelius H	Dinamarca	25	50		10,8	0.7
Isemberg S	USA	16	32		10,5	0.5
Zha Y	China	65	130		11,0	0.5
Global		106	212		10.8*	

*Promedio ponderado.

Tabla 6. Longitud del eje axial ocular del neonato a término.

Investigador Principal	País	Número de neonatos	Número de ojos	Sexo M/F	Promedio en mm	Desviación estándar en mm
Fledelius H	Dinamarca	25	50		17.2	0.7
Stafford J	USA	26	52		17.1	0.7
Isemberg S	USA	16	32		16.2	0.7
Pennie F	Reino Unido	20	40		17.0	0.4
Axel S	Israel	66	132	34	16.6	0.4
				32	16.6	0.5
Zha Y	China	65	130		17.2	0.5
Global		218	436		16.9*	

*Promedio ponderado.

DISCUSIÓN

Se identificaron seis estudios conteniendo información sobre las medidas de la profundidad de la cámara anterior, el grosor del cristalino, la profundidad vítrea y el eje axial ocular en neonatos a término [17-22].

Según la procedencia, dos estudios se realizaron en USA, uno en Reino Unido, uno en Dinamarca, uno en Israel y uno en China. En cinco de estos se utilizó la ultrasonografía modo A y en uno el modo B.

La medición de la profundidad de la cámara anterior y el grosor del cristalino se realizó en 384 ojos, la medición de la profundidad vítrea en 212 ojos y el eje axial en 436 ojos. Las medidas se reportaron en milímetros, los valores se presentaron como promedio y desviación estándar.

Fledelius H [17], en Dinamarca, observó 25 neonatos a término, quienes fueron el grupo control como parte del estudio del crecimiento ocular en recién nacidos pretérmino, midieron la profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino, profundidad vítrea y longitud del eje axial.

Isenberg et al. [18], en USA, hicieron las mediciones en 16 neonatos a término, como parte de un estudio sobre crecimiento del ojo de recién nacidos a término y

pretérmino saludables, midieron la profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino y eje axial ocular; la profundidad vítrea fue calculada restando a la longitud del eje axial las correspondientes a la cámara anterior y grosor del cristalino.

Pennie et al. [19] estudiaron 20 neonatos a término, atendidos en el Hospital Universitario Aintree, en Reino Unido, sobre cambios refractivos y biométricos durante el primer año de vida; hicieron mediciones de la profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino y eje axial.

Axer et al. [20] en el estudio de la estructura temprana de los ojos de neonatos a término concebido in vitro y naturalmente, nacidos en el Helen Schneider Women's Hospital of Rabin Medical Center, Israel, obtuvieron mediciones en 66 neonatos en total (33 en cada grupo) sobre la profundidad de la cámara anterior, grosor del cristalino y eje axial ocular.

Zha et al. [21] hicieron un estudio sobre la longitud del eje axial y desarrollo ocular en 76 neonatos pretérmino sin ROP, teniendo como grupo control a 65 recién nacidos a término, atendidos en el Departamento de Neonatología del 2nd Affiliated Hospital of Wenzhou Medical University, China.

Stafford et al. [22], a propósito de un estudio sobre exposición prenatal a cocaína y el desarrollo del ojo, realizaron mediciones del eje axial ocular en 26 neonatos a término que constituyeron el grupo control; los niños fueron atendidos en el Babies Hospital and the Allen Pavilion of the Columbia-Presbyterian Medical Center, USA.

Las medidas de la profundidad de la cámara anterior mostraron diferencias en todos los grupos estudiados, los mayores valores (2,55 y 2,65 mm) correspondieron a neonatos de China y Dinamarca respectivamente, en tanto que los menores valores (1,91 y 2,00 mm) se encontraron en neonatos de Reino Unido y USA; los valores intermedios (2,30 mm) se hallaron en los neonatos de Israel.

En cuanto al grosor del cristalino, las medidas fueron obtenidas también en cinco estudios [17-21], siendo similares los valores de los promedios. La diferencia entre la menor y mayor medida es de solamente 0.2 mm. En este particular caso, dada la similitud entre los valores del grosor del cristalino, estos podrían ser un referente para neonatos a término; a diferencia de las medidas de la cámara anterior.

Las medidas de la profundidad vítrea se reportaron en tres estudios [17,18,21], los valores estuvieron comprendidos en el intervalo de 10.5 a 11.0 mm, con una variación máxima de 0.5 mm entre el mayor y menor de los valores.

La longitud del eje axial fue reportada en seis estudios [17-22], los valores oscilaron entre 16.2 y 17,3 mm, mostrando diferencia de hasta 1.1 mm. entre el grupo de neonatos de un estudio en USA y otro grupo en un estudio realizado en China.

Respecto a la utilidad de las medidas oculares, aunque no en neonatos, hay estudios en niños mayores.

Rozeman et al. [23] estudiaron los cambios biométricos antes y después del inicio de la miopía en una cohorte de niños de Singapur sobre factores de riesgo para miopía, comparando los cambios en la biometría ocular longitudinal entre niños que padecieron miopía durante el periodo de seguimiento (n=303), niños emétopes (n=490) y niños con miopía al inicio del estudio (n=509); encontraron que los niños que presentaron miopía tuvieron tasas de crecimiento más altas del eje axial que los emétopes, aún mucho antes del inicio de su inicio.

Así mismo, en un estudio realizado por Hashemi et al. [24] en Irán, examinaron 377 varones y 306 mujeres de 6 a 18 años; encontrando que la miopía se asocia con un incremento en la longitud del eje axial y la profundidad de la cámara anterior, en tanto que la hipermetropía lo hace con el incremento del grosor del cristalino y una disminución en la profundidad de la cámara anterior.

Hallazgos similares obtuvieron Sanz Diez et al. [25] al realizar un estudio para elaborar un modelo clínico para la predicción del desarrollo de miopía basada en curvas de percentiles de la longitud del eje axial ocular en niños escolares en China; mostraron que la probabilidad de sufrir miopía durante la adolescencia está incrementada cuando los valores del eje axial estuvieron sobre el primer cuartil; por lo cual, estas curvas podrían ser una herramienta para observar las tasas de crecimiento anual del eje axial y ser utilizadas para predecir el desarrollo refractivo en la edad escolar.

En otro estudio, Tideman et al. [26] calcularon los percentiles de la longitud del eje axial ocular de niños europeos para ser utilizados en el monitoreo del crecimiento ocular y poder detectar excesivo crecimiento del ojo a temprana edad, facilitando así la toma de decisiones para la prevención y/o

control de miopía; incluyeron niños de Países Bajos e Inglaterra, la biometría ocular mediante sonografía fue realizada en 6084 niños de 6 años, 5295 niños de 9 años y 2495 niños de 15 años; a partir de los valores de los percentiles se identificaron 354 niños con acelerado crecimiento del eje axial y medidas mayores del percentil 10, de éstos 162 (45.8%) fueron miopes a los 9 años de edad, comparado con el 4.8% de los niños cuyo incremento fue menor del percentil 10.

Truckenbrod et al. [27] sostienen que las curvas de percentiles de las dimensiones del eje axial ocular pueden ser usados como medida predictiva de miopía, ellos estudiaron 1965 niños entre 3 y 18 años de edad; el promedio de cambio de la media fue 0,3 mm por año en niños de 3 años de edad, disminuyendo a 0,1 mm en niños de 13 años; encontraron que, la prevalencia de miopía es mayor en los valores altos del eje axial ocular.

CONCLUSIONES

Esta revisión de avance ha permitido mostrar las medidas de la cámara anterior, grosor del cristalino, profundidad vítrea y eje axial ocular en seis estudios; encontrándose diferencias en sus valores, siendo mínimas en las dimensiones del grosor del cristalino. A fin de contar con valores que puedan servir de referencia para uso clínico, se requiere realizar más estudios en diferentes poblaciones de neonatos, teniendo en cuenta las características étnicas de manera particular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Maliborski A, Zegadlo A, Placzyńska M, Sopińska M, Lichosik M, Jobs K. The role of modern diagnostic imaging in diagnosing and differentiating kidney diseases in children. *Dev Period Med.* 2018;22(1):81-7. doi: 10.34763/devperiodmed.20182201.8187.
- [2] Lowe L, Johaneck A, Moore C. Sonography of the neonatal spine: part 1, Normal anatomy, imaging pitfalls, and variations that may simulate disorders. *AJR Am J Roentgenol.* 2007 Mar;188(3):733-8. doi: 10.2214/AJR.05.2159
- [3] Lowe L, Johaneck A, Moore C. Sonography of the neonatal spine: part 2, Spinal disorders. *AJR Am J Roentgenol.* 2007 Mar;188(3):739-44. doi: 10.2214/AJR.05.2160
- [4] Hwang M, Piskunowicz M, Darge K. Advanced Ultrasound Techniques for Pediatric Imaging. *Pediatrics.* 2019 Mar 1;143(3). doi: https://doi.org/10.1542/peds.2018-2609
- [5] Zember J, Loomis J, Vyas P, Badalyan V, Shet N. Advances in Diagnostic Imaging in Pediatric Gastroenterology. *Curr Gastroenterol Rep.* 2020 Mar 19;22(5):22. doi: 10.1007/s11894-020-00762-6
- [6] Silva C, Brockley C, Crum A, Mandelstam S. Pediatric ocular sonography. *Semin Ultrasound CT MR.* 2011 Feb;32(1):14-27. doi: 10.1053/j.sult.2010.09.005
- [7] Aerts I, Lumbruso-Le Rouic L, Gauthier-Villars M, Brisse H, Doz F, Desjardins L. Retinoblastoma. *Orphanet J Rare Dis.* 2006 Aug 25;1:31. doi: 10.1186/1750-1172-1-31
- [8] Trivedi R, Wilson M. Axial length measurements by contact and immersion techniques in pediatric eyes with cataract. *Ophthalmology.* 2011 Mar;118(3):498-502. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.06.042
- [9] Jokl D, Silverman R, Nemerofsky S, Kane S, Chiang M, Lopez R, et al. Is There a Role for High-Frequency Ultrasonography in Clinical Staging of Retinopathy of Prematurity? *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2006;43(1):31-5. doi: 10.3928/01913913-20060101-04
- [10] Muslubas I, Karacorlu M, Hocaoglu M, Yamanel C, Arf S, Ozdemir H, et al. Ultrasonography Findings in Eyes With Stage 5 Retinopathy of Prematurity. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina.* 2015 Dec;46(10):1035-40. doi: 10.3928/23258160-20151027-08
- [11] Larsen J. The sagittal growth of the eye. 3. Ultrasonic measurement of the posterior segment (axial length of the vitreous) from birth to puberty. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1971;49(3):441-53. doi: 10.1111/j.1755-3768.1971.tb00969.x
- [12] Larsen J. The sagittal growth of the eye. IV. Ultrasonic measurement of the axial length of the eye from birth to puberty. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1971;49(6):873-86. doi: 10.1111/j.1755-3768.1971.tb05939.x
- [13] Blomdahl S. Ultrasonic measurements of the eye in the newborn infant. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1979;57(6):1048-56. doi: 10.1111/j.1755-3768.1979.tb00536.x

- [14] Gordon R, Donzis P. Refractive development of the human eye. *Arch Ophthalmol Chic Ill*. 1960. 1985 Jun;103(6):785–9. doi: 10.1001/archopht.1985.01050060045020
- [15] Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *Int J Soc Res Methodol*. 2005 Feb 1;8(1):19–32. doi: <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- [16] Hong Q, Pluye P, Fàbregues S, Bartlett G, Boardman F, Cargo M, et al. Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), version 2018. Registration of Copyright (#1148552), Canadian Intellectual Property Office, Industry Canada. Disponible en: [https://www.nccmt.ca/knowledge-repositories/search/232%20\(accessed%20May%202017\)](https://www.nccmt.ca/knowledge-repositories/search/232%20(accessed%20May%202017))
- [17] Fledelius H. Pre-term delivery and the growth of the eye. An oculometric study of eye size around term-time. *Acta Ophthalmol Suppl*. 1992;(204):10–5. doi: 10.1111/j.1755-3768.1992.tb04915.x
- [18] Isenberg S, Neumann D, Cheong P, Ling Y, McCall L, Ziffer A. Growth of the internal and external eye in term and preterm infants. *Ophthalmology*. 1995 May;102(5):827–30. doi: 10.1016/s0161-6420(95)30950-5
- [19] Pennie F, Wood I, Olsen C, White S, Charman W. A longitudinal study of the biometric and refractive changes in full-term infants during the first year of life. *Vision Res*. 2001 Sep;41(21):2799–810. doi: 10.1016/s0042-6989(01)00169-9
- [20] Axer-Siegel R, Herscovici Z, Davidson S, Linder N, Sherf I, Snir M. Early structural status of the eyes of healthy term neonates conceived by in vitro fertilization or conceived naturally. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007 Dec;48(12):5454–8. doi: <https://doi.org/10.1167/iovs.07-0929>
- [21] Zha Y, Zhu G, Zhuang J, Zheng H, Cai J, Feng W. Axial Length and Ocular Development of Premature Infants without ROP. *J Ophthalmol*. 2017; 2017:6823965. doi: 10.1155/2017/6823965
- [22] Stafford J, Rosen T, Zaider M, Merriam J. Prenatal cocaine exposure and the development of the human eye. *Ophthalmology*. 1994 Feb;101(2):301–8. doi: 10.1016/s0161-6420(94)31335-2
- [23] Rozema J, Dankert S, Iribarren R, Lanca C, Saw S. Axial Growth and Lens Power Loss at Myopia Onset in Singaporean Children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2019 Jul 19;60(8):3091–9. doi: <https://doi.org/10.1167/iovs.18-26247>
- [24] Hashemi H, Jafarzadehpur E, Ghaderi S, Yekta A, Ostadimoghaddam H, Norouzirad R, et al. Ocular components during the ages of ocular development. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 2015 Feb;93(1):e74-81. doi: 10.1111/aos.12498
- [25] Sanz Diez P, Yang L, Lu M, Wahl S, Ohlendorf A. Growth curves of myopia-related parameters to clinically monitor the refractive development in Chinese schoolchildren. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol*. 2019 May;257(5):1045–53. doi: 10.1007/s00417-019-04290-6
- [26] Tideman J, Polling J, Vingerling J, Jaddoe V, Williams C, Guggenheim J, et al. Axial length growth and the risk of developing myopia in European children. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 2018 May;96(3):301–9. doi: 10.1111/aos.13603
- [27] Truckenbrod C, Meigen C, Brandt M, Vogel M, Sanz Diez P, Wahl S, et al. Longitudinal analysis of axial length growth in a German cohort of healthy children and adolescents. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2021;41(3):532–40. doi: <https://doi.org/10.1111/opo.12817>