

Determinación ecográfica de los valores del diámetro del nervio óptico en adolescentes clínicamente sanos de 15 a 17 años.

Dra. Dénise Delgado Gutiérrez¹ <https://orcid.org/0000-0002-1956-2260>

Dr. Reinier Pérez Milián¹ <https://orcid.org/0000-0002-5643-3716>

Dra. Liem Laguna Oliva¹ <https://orcid.org/0000-0002-7504-5487>

¹Hospital Militar Central "Dr. Luis Díaz Soto". La Habana. Cuba.

Resumen: Introducción: Los accidentes constituyen la segunda causa de muerte en la población pediátrica cubana de 1 a 18 años y la incidencia de traumatismo craneoencefálico es elevada. La hipertensión intracraneal complejiza el manejo del paciente neurocrítico y repercute en la morbimortalidad. La monitorización directa de la presión intracraneal es un proceder de costo inaccesible, lo que motiva evaluar la capacidad diagnóstica del ultrasonido del nervio óptico en la hipertensión intracraneal en el paciente pediátrico, para lo cual resulta indispensable la estimación del rango normal del diámetro del nervio óptico en adolescentes supuestamente sanos. **Objetivo:** Determinar los valores normales del diámetro del nervio óptico en adolescentes sanos según edad, sexo y provincia de procedencia. **Metodología:** Se estudiaron 1242 individuos que acudieron al chequeo médico del Hospital Naval, de noviembre 2018 a febrero 2020, con criterios de inclusión de ambos sexos, entre 15 y 17 años, emétopes y clínicamente sanos. La medición del diámetro transversal del nervio óptico fue realizada con transductor de 7,5 MHz del ultrasonido Aloka Alfa 5, mediante técnica transparpebral. **Resultados:** El diámetro fue superior en 0,102 mm en el sexo masculino; en los sujetos de 17 años se obtuvo la media mayor en el diámetro (4,2 mm) y los individuos procedentes de Santi Spíritus mostraron el diámetro mayor (4,217 mm). **Conclusiones:** Se determinó el rango del diámetro del nervio óptico entre 3,6 y 4,2 mm, en los adolescentes clínicamente sanos estudiados. **Palabras clave:** Pediatría; adolescentes; ecografía; nervio óptico; mensuración; diámetro; hipertensión intracraneal.

INTRODUCCIÓN

La complejidad y variabilidad de la asistencia médica resulta notoria en el diagnóstico y tratamiento del paciente neurocrítico, que ha sufrido un traumatismo craneoencefálico (TCE). La revisión documental realizada en torno a la incidencia de los TCE refleja que "llegan a ocasionar el 1% de todas las muertes. Son la causa del 25% de las muertes por traumatismo y del 50% de las muertes ocasionadas por accidentes de tráfico...".⁽¹⁾ Así mismo, el Anuario Estadístico de Cuba 2019 incluye a los accidentes dentro de las principales causas de muerte de todas las edades.⁽²⁾

El traumatismo craneoencefálico (TCE) es la causa más frecuente de morbimortalidad infantil y el origen del 25 al 30% de las muertes de origen traumático en la infancia. La etiología del TCE varía según la edad del niño; en niños en edad escolar, las causas más frecuentes son los accidentes de bicicleta, caídas o atropellos; en niños mayores o adolescentes, los más prevalentes son los deportivos y los acontecidos con ciclomotores.⁽³⁾

A su vez, la hipertensión intracraneal (HIC) es la causa más frecuente de muerte en los pacientes neuroquirúrgicos, argumento esencial que conduce a la inclusión de la monitorización continua de la presión intracraneal, mediante la colocación de transductor o sensor de presión en un compartimento intracraneal, dentro de las guías de práctica clínica actuales, como "prueba de oro" para el diagnóstico y elemento indispensable en el manejo del paciente neurocrítico.⁽⁴⁾

El alto costo de un transductor de presión, diseñado para ser utilizado en una sola ocasión, no permite un suministro sostenible en economías de bajos ingresos y, a pesar de los esfuerzos del Sistema Nacional de Salud, por garantizar una asistencia médica óptima y de excelencia, la aplicación de este método de monitorización en Cuba es casi nula en los tres niveles de atención en salud. Por otro lado, el abordaje intracraneal para la colocación del sensor de presión, no está exento de riesgos y complicaciones, que se potencializan en el paciente pediátrico.

De allí, que para la evaluación de la hipertensión intracraneal se reconocen, por estudios anteriores basados en la evidencia científica, varios métodos indirectos tales como los potenciales evocados visuales, el desplazamiento de la membrana timpánica o timpanometría, el ultrasonido doppler de los vasos

intracraneales, la fontanometría, la medición de la presión ocular y de los vasos de la retina, la resonancia magnética, entre otros.^{5,6} Son los signos tomográficos de hipertensión intracraneal, en asociación con la clínica y el ultrasonido doppler, el proceder tecnológico más utilizado actualmente, por contribuir al diagnóstico etiológico y valorar el daño cerebral en general. Estos procedimientos diagnósticos tienen las desventajas de requerir instrumental específico y equipamiento sofisticado y un nivel elevado de calificación y especialización del personal que los manipula.

Desde la década del 70 del siglo pasado se constatan los primeros resultados sobre el empleo del ultrasonido como técnica no invasiva en la evaluación de la presión intracraneal, al detectar el incremento del diámetro del nervio óptico en pacientes con hipertensión intracraneal.

El nervio óptico, por su origen del ectodermo neural, constituye una prolongación del cerebro, cubierto por las tres capas meníngeas, y entre sus vainas se conservan los espacios intervaginales correspondientes a los espacios intermeníngeos cerebroespinales. Varias investigaciones, arrojan la validación de la ecografía del nervio óptico con transductor de 7,5 MHz para el diagnóstico y el manejo de pacientes con hipertensión intracraneal aguda.⁷⁻¹¹

La literatura internacional obtenida hasta el presente, que aborda la utilización del ultrasonido del nervio óptico con transductor de 7,5 MHz para el estudio de la HIC, muestra resultados basados en casuísticas limitadas o de estudio de pacientes con cuadro clínico de HIC sin casos control.^{12,13} No se encontraron estudios realizados en Cuba que ilustren esta aplicación.

Al considerar estos elementos se decidió desarrollar una investigación con el objetivo de determinar los valores normales del diámetro del nervio óptico en adolescentes sanos, como etapa previa de un estudio subsiguiente para evaluar la capacidad diagnóstica del ultrasonido del nervio óptico, en pacientes con hipertensión intracraneal aguda por traumatismo craneoencefálico.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo, de corte transversal en el Hospital Militar Central “Dr. Luis Díaz Soto”, desde noviembre de 2018 a febrero de 2020. El universo estuvo conformado por 3962 adolescentes atendidos en la sala de chequeo médico de dicho hospital.

De los 3962, sometidos al examen médico de aptitud y selección, se definieron como sanos 3054 individuos. De estos se seleccionó una muestra de 1242 sujetos a partir de un muestreo aleatorio simple.

Para evaluar su estado de salud, se utilizó la Lista de Afecciones Médicas del Personal de Vuelo y Subacuático, luego de la realización de investigaciones diagnósticas y pruebas especiales valoradas por el personal médico del centro en las consultas médicas dispensarizadas y en las consultas curativas especializadas. Se realizaron exámenes de laboratorio, estudios radiográficos, pruebas funcionales, pruebas oftalmológicas y pruebas psicológicas de aptitud. Criterios de inclusión para el estudio: individuos entre los 15 y los 17 años de edad, emétopes y clínicamente sanos.

A todos los sujetos se les midió el diámetro transversal del nervio óptico con transductor de 7,5 MHz del ultrasonido Aloka Alfa 5, mediante técnica transparpebral. Se calculó la medida a partir de tres mediciones tomadas de cada ojo, 3 mm por detrás de la papila.

Una diferencia mayor de 0,5 mm entre los diámetros de los dos nervios ópticos se considera patológica.

El examen ultrasonográfico fue realizado por un médico especialista en Imagenología que recibió entrenamiento en el Centro Internacional de Retinosis Pigmentaria Camilo Cienfuegos.

Se tomaron los datos de la planilla de recolección aportados en el interrogatorio y la información obtenida de la historia clínica de los sujetos.

Las variables estudiadas fueron: la edad, el sexo, el color de la piel, la provincia de procedencia y los diámetros del nervio óptico por ecografía. Todos los datos obtenidos se almacenaron en una base de datos de Microsoft Office Excel 2016. Para determinar las medidas de resumen para variables cualitativas se emplearon las proporciones y para las medidas de resumen de datos cuantitativos la tendencia central (media) y la dispersión (desviación estándar). Se contrastaron la hipótesis nula de homogeneidad entre estas variables con el empleo como estadígrafos de los Test de Chi Cuadrado y de Pearson para variables cualitativas y los Test de Student y Anova para las cuantitativas. Se consideró como significativo un valor $p < 0,05$.

Consideraciones éticas. Para la realización de la investigación se tuvo en cuenta la Declaración de Helsinki y del Comité de Ética del HMC "Dr. Luis Díaz

Soto”. A cada participante se le solicitó el consentimiento informado después de leer la hoja de información al paciente, previamente adjuntada. Se le garantizó la confidencialidad de la información obtenida y se le comunicó que la información aportada y los resultados alcanzados, serían para uso exclusivamente médico.

RESULTADOS

De los 1242 individuos estudiados, 1070 fueron masculinos y 172 femeninos. El valor mínimo del diámetro transversal del NO obtenido para toda la muestra fue de 3,6 mm y el valor máximo de 4,2 mm. (Tabla 1).

Tabla 1. Valores medios del diámetro del nervio óptico por ecografía en individuos sanos según el sexo.

Sexo	Media Aritmética		DS	Mínimo	Máximo	T	P
	OD	OI					
Femenino n=172	OD	3,99	0,10	3,7	4,2	0,62	0,53
	OI	3,99	0,13	3,7	4,11		
Masculino n=1070	OD	4,08	0,13	3,8	4,21	3,51	0,00
	OI	4,08	0,14	3,6	4,19		
Total n=1242	OD	4,07	0,13	3,7	4,07	3,37	0,00
	OI	4,09	0,14	3,6	4,15		

OD: Ojo derecho, OI: Ojo izquierdo

Para definir si existen variaciones individuales en los valores del diámetro del NO se compararon los valores medios de los mismos entre los varones y las hembras. En los resultados anteriores se evidenció que no existe diferencia significativa entre los diámetros del NO del ojo izquierdo y el derecho, por lo que se adopta el diámetro del ojo derecho como referencia.

Se identificó un incremento de los valores medios del diámetro del NO a medida que aumentó la edad, en el grupo de 15 años fue de 3,95 mm (DS: 0,09 mm) y en el grupo de 17 años el diámetro fue de 4,2 (DS: 0,09). (Tabla 2)

La comparación de medias de ambos ojos no mostró cambios significativos desde el punto de vista estadístico según la edad, solamente en el grupo de los

adolescentes de 16 años se observaron diferencias entre ambos ojos. OD: 4,08 (DS: 0,11) y OI: 4,11 (DS: 0,12), $p= 0,00$.

Tabla 2. Comparación de los diámetros del nervio óptico entre ambos ojos, según la edad.

Edad (años)	Sujetos sanos			T	P
	Ojo	X	DS		
15 n=316	OD	3,95	0,09	0,90	0,36
	OI	3,96	0,12		
16 n=696	OD	4,08	0,11	4,13	0,00
	OI	4,11	0,12		
17 n=230	OD	4,19	0,10	0,99	0,31
	OI	4,20	0,12		

OD: Ojo derecho, OI: Ojo izquierdo

Al contrastar los valores medios del diámetro del nervio óptico derecho por ecografía según la edad, se encontraron diferencias significativas entre los grupos, pero estas diferencias no fueron mayores de 0,5 mm, lo que no se traduce en una repercusión desde el punto de vista clínico.

Tabla 3 Comparación de los valores medios del diámetro del nervio óptico derecho medido por ecografía según la edad.

Edad (años)	Sanos			T	P
	N	X	DS		
15	316	3,95	0,09	19,45	0,00
16	696	4,08	0,11		
15	316	3,95	0,09	9,45	0,00
17	230	4,15	0,09		
16	696	4,08	0,11	12,86	0,00
17	230	4,19	0,10		

La estratificación de los valores medios del diámetro del NO según el color de la piel mostró que no hubo diferencias entre los diámetros de cada ojo en ningún grupo ($p \geq 0,05$). El color de la piel predominante fue la blanca, seguida de la mestiza y la negra, (Tabla 4).

Tabla 4. Valores medios del diámetro del nervio óptico por ultrasonido según el color de la piel.

Color de la piel	Adolescentes			T	P
	X		DS		
Blanca n=582	OD	4,08	0,13	1,37	0,17
	OI	4,09	0,14		
Negra n=198	OD	4,08	0,14	1,11	0,26
	OI	4,10	0,14		
Mestiza n=462	OD	4,07	0,12	1,72	0,08
	OI	4,09	0,15		

OD: ojo derecho, OI. Ojo izquierdo

Se observó que el diámetro del NO no está condicionado por el ojo que se mida ni por el sexo, ni por el color de la piel, solamente la edad mostró una correlación positiva en los sujetos sanos, pero sin una diferencia clínicamente significativa. Por lo que se procedió a determinar la variabilidad del diámetro del NO según la provincia de origen de los individuos estudiados.

La evaluación de los valores medios de los diámetros del NO izquierdo y derecho según la provincia no arrojó diferencia significativa entre los mismos, $p \geq 0,05$. (Tabla 5). Los adolescentes de la provincia de Pinar del Río presentaron diámetros menores del NO con 3,95 mm (DS: 0,09) y los diámetros mayores los mostraron los de Sancti Spíritus con 4,217 mm (DS: 0,10)

Tabla 5. Valores medios del diámetro del nervio óptico por ultrasonido en los sujetos estudiados según la provincia.

Provincia	n	X	DS	t	P
Pinar del Río	71	3,95	0,11	0,99	0,42
Artemisa	96	4,201	0,09	1,22	0,16
La Habana	238	4,125	0,10	0,88	0,31
Mayabeque	106	4,206	0,13	0,71	0,18
Matanzas	53	4,21	0,04	1,13	0,25
Villa Clara	71	3,97	0,08	1,11	0,32
Sancti Spíritus	58	4,217	0,13	1,09	0,37
Cienfuegos	40	4,14	0,11	0,72	0,21
Ciego de Ávila	26	4,15	0,12	0,55	0,19
Camagüey	52	3,99	0,09	1,01	0,2
Holguín	91	4,16	0,12	0,82	0,11
Granma	61	4,15	0,10	0,48	0,42
Las Tunas	21	4,171	0,11	1,27	0,23
Santiago de Cuba	204	4,127	0,13	1,36	0,17
Guantánamo	32	3,98	0,06	0,81	0,54
Isla de la Juventud	22	4,02	0,06	0,41	0,12

DISCUSIÓN

En la información científica revisada aparecen investigaciones referentes al tema, que definen los diámetros del NO en sujetos sanos, pero basados en casuísticas limitadas, en comparación con los 1242 individuos estudiados en la presente investigación, lo que incrementa el valor de los resultados obtenidos. Solamente Korber y cols ⁽¹⁴⁾ reportan las mediciones realizadas en 483 niños en edades comprendidas entre 4 días y 14 años, con síntomas de elevación de la PIC (presión intracraneana), de los cuales 466 no presentaron signos de HIC

por TAC y/o Resonancia Magnética y se tomaron como valores normales. La media del diámetro del NO por ultrasonido en estos pacientes con PIC normal fue de 3,4 mm en comparación con el incremento a 5,6 mm en los 17 pacientes con HIC.

Newman y colaboradores registraron el valor promedio normal del NO en 4.5 mm en una muestra de 102 niños menores de 15 años sin HIC, para emplear como patrón en la evaluación de HIC por hidrocefalia con catéter de derivación disfuncional. Se observó un incremento del diámetro del nervio óptico a 5.6 mm.

(15)

El valor mínimo del diámetro del NO de los sujetos sanos examinados en la presente investigación fue de 3,6 mm y el valor máximo de 4,2 mm. Estos resultados son similares a los descritos por otros autores.

Autores	Año	Muestra	Valor Mínimo	Valor Máximo
Ballantyne y cols ¹⁶	1999	n=102	2,1 mm	4,3 mm
Blaivas y cols ¹⁷	2003	n=21	4,15 mm	4,72 mm
Rivas-Rangel ¹⁸	2020	n=21	2,9 mm	3,6 mm
Cour- Anlauer y cols ¹⁹	2022	n=31	4,1 mm	4,8 mm

Al analizar la variabilidad del diámetro del NO en dependencia del ojo medido se observó que el diámetro del NO en los dos ojos no presentó diferencias significativas en las hembras, no así en los varones, pero estas diferencias no fueron mayores de 0,2 mm, lo cual indica que no existen diferencias clínicamente significativas y por lo tanto se infiere que la medida del diámetro de un nervio óptico es reflejo del diámetro del nervio contralateral, en los sujetos normales de ambos sexos. Ballantyne y cols⁽¹⁶⁾ obtuvieron resultados similares al no reportar diferencias significativas en la medición del diámetro del nervio óptico entre niños y niñas (P=0,59) o entre los ojos derecho e izquierdo (P=0,66) en un estudio realizado a 102 niños que asistían al hospital por otras razones y sin cuadro clínico de hipertensión intracraneal. Kerscher y cols⁽²⁰⁾ determinaron el diámetro del nervio óptico en 72 niños con HIC y compararon los valores de la media binocular con la presión intracraneal, lo que se interpreta como no registrarse diferencias significativas entre las mediciones de los dos ojos.

La bibliografía consultada ^(5-8,17-20) enfatiza los criterios antes mencionados, al definir que ambos ojos no deben diferir más de 0,5 mm y resalta que el diagnóstico de la patología del nervio óptico surge de la comparación con el nervio contralateral y solo si la patología es bilateral, como ocurre en el engrosamiento del nervio óptico y sus vainas por hipertensión intracraneal, se recurre a los valores normales estándar.

El comportamiento de los diámetros de los nervios ópticos según la edad, mostró que no existieron diferencias entre los ojos derecho e izquierdo en todos los grupos de edades, pero se observó diferencias en los diámetros entre los grupos de edades, los de menor edad presentaron diámetros menores que los de edades mayores.

Este resultado concuerda con lo reportado por J Ballantyne y cols ⁽¹⁶⁾ en un estudio longitudinal prospectivo para establecer el diámetro normal del nervio óptico en 102 niños de hasta 15 años de edad, con el empleo de un transductor ultrasonográfico de 7,5 MHz, se observó que hubo diferencias entre los grupos de edades y a medida que aumentó la edad aumentó el diámetro del nervio óptico, en los niños de 0-2 meses el NO midió 2,57 (DS: 0,30) y en los de 10-12 años el NO medía 3,26 (DS: 0,35). Igualmente, WD Newman y cols ⁽¹⁵⁾ reportaron que existen variaciones del diámetro del nervio óptico según la edad, ellos al igual que en el presente estudio, observaron una relación directa y proporcional del diámetro del NO con la edad. A pesar de estas diferencias no se observaron diámetros de los NO mayores de 5 mm en los voluntarios sanos. Malayeri y cols ⁽²¹⁾ encontraron diferencias significativas ($p < 0,001$) entre un grupo control de 78 niños con PIC normal y una media de 3,3 mm en el diámetro del NO y un grupo de 78 niños con HIC y valor promedio del NO en 5,6 mm.

En los resultados obtenidos de la exploración ecográfica de los valores medios de los diámetros del NO izquierdo y derecho según la provincia no se identificó diferencia significativa entre los mismos, $p \geq 0,05$. (Tabla 5). No se encontraron referencias en las investigaciones revisadas, que permitan contrastar estos resultados, a consecuencia de la selección de la muestra de los sujetos estudiados en zonas demográficas de perímetros limitados, sin el alcance nacional de la investigación desarrollada por los autores.

CONCLUSIONES

El rango del diámetro del nervio óptico en adolescentes clínicamente sanos estuvo entre 3,6 y 4,2 mm. Su valor en adolescentes sanos no está determinado por el sexo, por el color de la piel, ni por la provincia de origen de los sujetos estudiados. El diámetro del nervio óptico aumentó discretamente con la edad. La medida del diámetro transversal del nervio óptico en el ojo en que se tome la medición no presenta diferencias significativas con el contralateral, por lo que la medida de un ojo puede ser tomada como representativa del contralateral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Martín Roldán IL. Actualización en el diagnóstico y tratamiento del traumatismo craneoencefálico. Rev NPunto Electrón. [Internet]. 2020 Abr [citado 2022 Mayo 20]; 3 (25). Disponible en: <https://www.npunto.es/revista/25/actualización-en-el-diagnóstico-y-tratamiento-del-traumatismo-craneoencefálico>
- 2- Oficina Nacional de Estadística e Información. Anuario Estadístico de Cuba 2019. La Habana: Ministerio de Salud Pública; 2020.
- 3- González Balenciaga M. Traumatismo craneal. Protoc diagn ter pediatr. 2020;1: 233-245. Disponible en: www.aeped.es/protocolos/
- 4- Kochanek PM, Tasker RC, Carney N, Totten AM, Adelson PD, Selden N, et al. Guidelines for the Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury, Third Edition: Update of the Brain Trauma Foundation Guidelines. Pediatr Crit Care Med. [Internet]. 2019 March [citado 2022 Dic 20]; 20(Suppl 3): S1-82. Disponible en: www.pccmjournal.org
- 5- Piriz AR, Abdo- Cuza A, De la Cruz HR. Ecografía Doppler Transcraneal para estimar la presión intracraneal y presión de perfusión cerebral en pacientes pediátricos neurocríticos. Rev Cubana Pediatr [Internet]. 2022 Jun [citado 2022 Nov 20]; 94(2): e1597. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312022000200021&lng=es. Epub 01-Jun-2022.
- 6- Pérez-Calatayud A, Carrillo R, Gasca-Aldama JC, Linarte-Basilio M, Anica E. Neuromonitoreo ultrasonográfico en el perioperatorio: diámetro de la vaina del nervio óptico y Doppler Transcraneal. Cir. cir. [Internet]. 2019 Oct [citado 2022 Nov 18]; 87(5): 580-586. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2444-054X2019000500580&lng=es. Epub 29-Nov-2021

- 7- Ponce y Ponce de León G, Mayagoitia Witrón JJ, Mayagoitia Ponce A. Medición del diámetro de la vaina del nervio óptico con ultrasonido ocular y su correlación con hallazgos tomográficos de edema cerebral en pacientes con traumatismo craneoencefálico. Revista Iberoamericana de las Ciencias de la Salud. 2019[citado 22 Sep 2021]; 8 (15):[aprox. 6 p.].
- 8- García J. Utilidad diagnóstica de la ecografía de vaina de nervio óptico (EVNO), como método no invasivo para la detección de hipertensión intracraneal. Estudio prospectivo de 95 mediciones comparado con monitoreo invasivo en Chile. Rev. Chil. Neurocirugía 45: 38-44, 2019
- 9- Aslan N, Yildizdas D, Ozcan N, Horoz O, Altunbasak S. Optic Nerve Sheath Diameter and Retinal Artery Resistive Index Measurements with Bedside Ophthalmic Ultrasound in Pediatric Patients with Pseudotumor Cerebri Syndrome. J. Pediatr. Intensiv. Care 2020, 9,181-187.
- 10- Kavak R, Ozdemir M, Kavak N, Ertan N, Kulak B. La concordancia de las mediciones del diámetro de la vaina del nervio óptico con el curso clínico en niños con traumatismo craneoencefálico. Revista Turca de Trauma y Cirugía de Emergencia: TJTES. [Internet]. 2020 [citado 2022 Sep 1]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-concordance-of-optic-nerve-sheath-diameter-with-Kavak-%C3%96zdemir/d906d17f849fa07ea5ed6ca5ea6fb9183055a9d1>
- 11- Cannata G, Pezzato S, Espósito S, Moscatelli A. Ultrasonido del diámetro de la vaina del nervio óptico: un enfoque no invasivo para evaluar el aumento de la presión intracraneal en pacientes pediátricos críticamente enfermos. Diagnósticos. [Internet]. 2022 [citado 2022 Sep 22]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/optic-Nerve-Sheath-Diameter-Ultrasound%3A-A-Approach-Cannata-Pezzato/e79ac7f25faac8a1ab67c25e871cd6aecc90d2da>
- 12- Senmez B, Temel E, Iscauli M, Yilmaz F, Guloksuz U, Parlak S, Uckun O. ¿El diámetro inicial de la vaina del nervio óptico es pronóstico de un traumatismo craneoencefálico específico en los servicios de urgencias? Diario de la Asociación Médica Nacional. [Internet]. 2019 [citado 2022 Sep 22]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Is-initial->

- [optic-nerve-sheath-diameter-prognostic-S%C3%B6nmez-Temel/d32d205cee520d64a1914ed0b4730e674ac986fa](https://www.semanticscholar.org/paper/Correlation-between-optic-nerve-sheath-diameter-on-Jenjitrant-Tunlayadechanont/a545d9c6b21f2ba25005d005af183ca01a4dbfaae)
- 13-Kaan C, Demiryurek BE. La asociación entre la presión intracraneal y el diámetro de la vaina del nervio óptico en pacientes con traumatismo craneoencefálico. Archivos de Neuro-Psiquiatría. [Internet]. 2021 [citado 2022 Sep 18]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Correlation-between-optic-nerve-sheath-diameter-on-Jenjitrant-Tunlayadechanont/a545d9c6b21f2ba25005d005af183ca01a4dbfaae>
 - 14- Korber F, Scharf M, Moritz J, Dralle D, Alzen G. Sonography of the optical nerve – experience in 483 children. Rofo. 2005; 177(2): 229-35.
 - 15- Newman WD. Measurement of optic nerve sheath diameter by ultrasound: a means of detecting acute raised intracranial pressure in hydrocephalus. British Journal of Ophthalmology 2002; 86:1109-13.
 - 16- Ballantyne J, Hollman AS, Hamilton R, Bradnam MS, Carachi R, Young DG, Dutton GN. Transorbital optic nerve sheath ultrasonography in normal children. Clinical Radiology 1999; 54:740-2.
 - 17-Blaivas M, Theodoro D, Sierzenski PR. Elevated intracranial pressure detected by bedside emergency ultrasonography of the optic nerve sheath. Ann Emerg Med 2005; 45(3): 336-7.
 - 18-Cour-Andlauer F, Portefaix A, Wroblewski I, Rabilloud M, Bordet F, Cogniat B, Didier C, Pouyau R, Valla F. Valor predictivo del diámetro de la vaina del nervio óptico para el diagnóstico de hipertensión intracraneal en niños con lesión cerebral grave. Frontera en Pediatría. [Internet]. 2022 [citado 2022 Sep 18]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Predictive-Value-of-Optic-Nerve-Seath-Diameter-for-Cour-Andlauer-Portefaix/641f0aa637122e27da70a1380556775cd502ad5d>
 - 19- Kersch S, Schoni D, Hurth H, Neunhoeffer F, Haas-Lude K, Wolff M, Schuhmann M. La relación del diámetro de la vaina del nervio óptico (ONSD) y la presión intracraneal (ICP) en la práctica de neurocirugía pediátrica – Parte I: Correlaciones, dependencia de la edad y valores de corte. [Internet]. 2019 [citado 2022 Sep 22]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-relation-of-optic-nerve->

[sheath-diameter-\(ONSD\)-Kerscher-](#)

[Sch%C3%B6ni/8a27ca1ad4b1e2a9645ee31fca86eda853607b6](#)

- 20- Rivas-Rangel J, Gargía- Arellano M, Márquez J. Correlación del diámetro de la vaina del nervio óptico y el tiempo de circulación extracorpórea. Anales de Pediatría. 2020. [Internet]. 2019 [citado 2022 Sep 22]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.09.021>
- 21- Malayeri AA, Bavarian S, Mehdizadeh M. Sonographic evaluation of optic nerve diameter in children with raised intracranial pressure. J Ultrasound Med 2005; 24(2):143-7.