

Descriptores volumétricos del sistema ventricular encefálico en imágenes de tomografía computarizada multicorte

Volumetric Descriptors of the Encephalic Ventricular System in Multislice Computed Tomography Images

Ada María Chávez Rodríguez¹ <http://orcid.org/0009-0000-5149-343X>

Adrián Alberto Mesa Pujals² <http://orcid.org/0000-0003-0643-5315>

Argenis Rodríguez Cascaret³ <https://orcid.org/0009-0006-1017-7274>

Katherine Susana Hernández Cortés^{1*} <http://orcid.org/0000-0001-9293-9450>

Arquímedes Montoya Pedrón⁴ <https://orcid.org/0000-0001-9415-4585>

¹Facultad de Medicina # 1. Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, Cuba.

²Centro de Biofísica Médica. Santiago de Cuba.

³Hospital Oncológico Docente Provincial Conrado Benítez García. Santiago de Cuba, Cuba.

⁴Hospital General Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso. Santiago de Cuba, Cuba.

*Autor para la correspondencia: ksusanahernandezcortes@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La morfología cerebral y su asociación con el desarrollo, el funcionamiento y los procesos neurodegenerativos relacionados con la edad es crucial para el desarrollo de las neurociencias, así como el diagnóstico y seguimiento de diversas entidades nosológicas.



Objetivo: Determinar las variaciones volumétricas del sistema ventricular encefálico según el sexo en una población con funciones cognitivas globales normales.

Métodos: Se realizó un estudio observacional de corte transversal que se extendió desde julio hasta diciembre del año 2021 llevado a cabo en el Hospital Oncológico Conrado Benítez de Santiago de Cuba, mediante imágenes de tomografía computarizada multicorte. Se utilizó una muestra no probabilística de 30 adultos con examen físico neurológico, evaluación psiquiátrica y estado neuropsicológico negativos, con edades entre 45 y 54 años, con indicación previa de una tomografía computarizada de cráneo simple, cuyos resultados fueron informados en su totalidad como negativos en cuanto a alteraciones estructurales antiguas o recientes.

Resultados: Al evaluar los posibles factores relacionados con la volumetría, solo la distribución según sexo y los valores volumétricos del III ventrículo del encéfalo mostraron significación estadística ($p = 0,013$). Los volúmenes del IV ventrículo y de los laterales no arrojaron significación estadística ($p = 0,35$).

Conclusiones: El sexo tuvo un efecto significativo al correlacionarse con la volumetría del III ventrículo, observándose mayores magnitudes de esta cavidad en el sexo masculino. Las cavidades del IV ventrículo y los laterales mostraron un comportamiento similar, aunque sin significación estadística.

Palabras clave: funciones cognitivas; tomografía; variaciones volumétricas; ventrículo cerebral; identidad de género.

ABSTRACT

Introduction: Brain morphology and its association with development, functioning, and age-related neurodegenerative processes is crucial for the advancement of neurosciences, as well as for the diagnosis and monitoring of various nosological entities.

Objective: To determine volumetric variations of the encephalic ventricular system according to sex, in a population with normal global cognitive functions.

Methods: An observational cross-sectional study was conducted from July to December 2021 at the Conrado Benítez Oncological Hospital in Santiago de Cuba,



using multislice computed tomography images. A non-probabilistic sample of 30 adults aged between 45 and 54 years was used. All subjects had negative neurological physical examination, psychiatric evaluation, and neuropsychological status, and had a prior indication for a simple cranial computed tomography, the results of which were entirely reported as negative for old or recent structural alterations.

Results: When evaluating potential factors related to volumetry, only the distribution according to sex and the volumetric values of the third ventricle of the brain showed statistical significance ($p = 0.013$). The volumes of the fourth ventricle and the lateral ventricles did not show statistical significance ($p = 0.35$).

Conclusions: Sex had a significant effect when correlated with the volumetry of the third ventricle, with greater magnitudes of this cavity observed in males. The cavities of the fourth ventricle and the lateral ventricles showed similar behavior, although without statistical significance.

Keywords: Cognitive functions; tomography; volumetric variations; cerebral ventricle; gender identity.

Recibido: 08/02/2025

Aprobado: 21/02/2026

Introducción

El empleo de la tomografía computarizada ha sido de gran importancia en el conocimiento de la morfología y morfometría del sistema ventricular encefálico, al proporcionar información diagnóstica sobre enfermedades neurológicas que afectan dicho sistema.^(1,2) En las diferencias de la morfometría del sistema ventricular, la edad es un factor que afecta su morfología. Con el envejecimiento, se conduce a la reducción progresiva del volumen cerebral y disminuciones funcionales en varios dominios cognitivos.^(3,4) Es de consenso general en el campo de las neurociencias, el aumento de volumen del sistema ventricular encefálico según la edad.^(5,6,7)



Sin embargo, varios autores han analizado las variaciones de los volúmenes ventriculares con relación al sexo y los resultados discrepantes; pues dependen de factores como los genéticos y los métodos de estudios empleados.^(8,9,10) Por otro lado en la práctica clínica habitual, los radiólogos con frecuencia deben decidir si los ventrículos están dentro de límites normales o agrandados para la edad del paciente. Tales decisiones la basan en su experiencia, por lo que puede estar sujeta a errores de juicio y resultar un diagnóstico erróneo.⁽¹⁾

Para la evaluación cuantitativa de los ventrículos laterales, la forma más común en la práctica clínica habitual en Cuba es a partir de la obtención del índice ventricular de Evans que debe ser superior a 0,3 milímetros.^(3,10) Aunque existen otros como los de cuernos occipitales, frontooccipital, bicaudado y Huckman que demandan mucho tiempo, se necesitan software especializados y la experiencia del evaluador en el conocimiento de la anatomía del sistema nervioso central.⁽¹¹⁾

Sobre los efectos del dimorfismo sexual en los volúmenes ventriculares no existe un consenso, ya que un mayor volumen de sustancia gris o blanca en los hombres, puede ser un mero reflejo de un volumen intracraneal más grande.^(9,10,12,) Independientemente de los parámetros calculados y los métodos morfométricos empleados en el estudio del sistema ventricular encefálico, existe una coincidencia en la importancia del conocimiento de estas estructuras, sus valores mínimos y máximos y sus diferencias con respecto no solo a la edad sino también al sexo.⁽¹²⁾

Los estudios de Tomografía Computarizada (TC) y Resonancia Magnética Nuclear confirman que los hombres presentan un mayor volumen ventricular, especialmente el III ventrículo, así como estructuras subcorticales. La dilatación ventricular puede ser indicativa de atrofia cerebral, una medición precisa ajustada por sexo es vital en el diagnóstico de enfermedades como la hidrocefalia, tumores y trastornos neurodegenerativos.⁽¹³⁾

Con la introducción de las técnicas modernas de aprendizaje automático en las neuroimágenes ha sido posible desarrollar sistemas de clasificación automáticos y descubrir biomarcadores de envejecimiento.^(1,14) Por tal motivo la presente investigación tiene como objetivo determinar las variaciones volumétricas del sistema



ventricular encefálico según el sexo, en una población con funciones cognitivas globales normales.

Métodos

Se realizó un estudio observacional, de corte transversal. El período de estudio se extendió de julio a diciembre de año 2021. La población estuvo conformada por los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión siguientes:

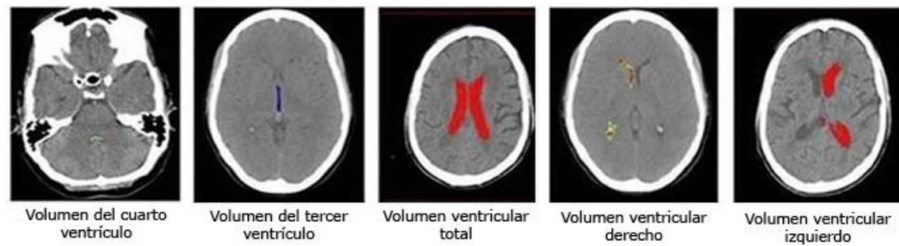
- Resultados negativos del examen físico neurológico, evaluación psiquiátrica y del estado neuropsicológico
- Rango de edades entre 45 y 54 años
- Indicación previa de una TC de cráneo simple, cuyos diagnósticos radiológicos fueron informados como negativos a alteraciones estructurales encefálicas (ausencia de huellas de procesos isquémicos o vasculares antiguos o recientes).

De esa población se seleccionó una muestra no paramétrica de pacientes que acudieron al servicio de Imagenología del Hospital Oncológico Provincial Conrado Benítez García, la que quedó conformada por 30 pacientes adultos luego de haber expresado el consentimiento informado para participar en la investigación.

Las variables estudiadas fueron las volumétricas, que miden el volumen de las estructuras cerebrales expresadas en milímetros cúbicos (mm^3) y utilizó el método de volumetría cerebral basada en vóxel. Se segmentaron las regiones de interés, a partir de la cuantificación de los parámetros obtenidos en imágenes de TC multicorte, como se muestra en la Figura 1.

- volumen del cuarto ventrículo (V IV)
- volumen del tercer ventrículo (V III)
- volumen total de ventrículos laterales (VTVL)
- volumen ventricular lateral derecho (VVLD)
- volumen ventricular lateral izquierdo (VVL I)





Fuente: Colección de imágenes en formato DICOM del departamento de Imagenología del Hospital Oncológico Conrado Benítez.

Fig. 1. Estimación volumétrica en cortes tomográficos de las estructuras ventriculares encefálicas.

También se tuvo en cuenta como variable de control, el sexo. Fue caracterizada la muestra de estudio según la frecuencia absoluta y relativa de las diferentes variables. Se empleó como estadígrafo de los estadísticos descriptivos la media aritmética, desviación estándar y mediana. Para las variables cualitativas se utilizaron como medidas de resumen el porcentaje y las frecuencias absolutas. Para identificar asociación entre variables se aplicó el test de independencia Chi-cuadrado de homogeneidad y de diferencia de medias, considerando significación estadística cuando p sea menor que 0,05. El manejo de los datos se realizó mediante el sistema estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Versión 22.

Para la validación de las mediciones se utilizó un cuerpo físico denominado maniquí o *phantom*.^(11,14) En primer lugar hubo comprobación de las condiciones técnicas del tomógrafo y se verificó la alineación de la mesa utilizada y con ello la cabeza de un maniquí como ejemplificación para mostrar el procedimiento. Se utilizó una configuración de 25 miliamperes (mA) por segundo, 130 kilo volt (kV) con duración de 8 segundos y cortes a 0,6 milímetros (mm).

El topograma realizado tuvo una longitud de 512 mm. Se evaluaron las dimensiones externas e internas del maniquí, en ambas direcciones (vertical y horizontal) mediante la herramienta que ofrece el sistema Somaris/5 Syngo CT V40. Finalmente se procedió a comprobar las mediciones obtenidas mediante el iMagis 3.0.

La manera de determinar el criterio cuantitativo de la segmentación efectuada se realizó a través del cálculo del coeficiente Dice, determinado por la ecuación:

$$DSC = \frac{2/X \cap Y/}{/X/+ /Y/}$$



Este coeficiente mide el grado de similitud entre los conjuntos, sea cual sea el tipo de elementos. Es un valor normalizado que alcanza valores cercanos a uno cuando la coincidencia es grande y cercana a cero si la similitud entre la región segmentada y la real es poca, donde se obtiene un valor de 0.96.⁽¹⁴⁾

Para el desarrollo de la investigación se recibió la aprobación del Consejo Científico y del Comité de Ética de la investigación en salud. La inclusión y permanencia de los sujetos en el estudio se cumplió teniendo en cuenta el principio de la voluntariedad y se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes por escrito. Se garantizó la confidencialidad y el resguardo de los datos. Es importante destacar que la TC se ejecutó en todos los casos a pacientes que mostraron una indicación previa de una TC de cráneo simple, por lo que esta prueba diagnóstica no se realizó con fines investigativos.

Resultados

Los resultados de esta investigación demostraron la factibilidad de obtener valores volumétricos del sistema ventricular encefálico y factores relacionados con los mismos. En ese sentido, al relacionar la capacidad del IV ventrículo con el sexo (tabla 1), se apreció que los mayores valores volumétricos de esta cavidad en las mujeres estuvieron en el rango entre 1301 y 1600 milímetros cúbicos (mm³) y en los hombres entre 1001 y 1300 mm³. Sin embargo, estos volúmenes no tuvieron significación estadística con relación al sexo ($p > 0.05$).

Tabla 1. Pacientes según valores volumétricos del IV ventrículo y sexo.

Volumen IV ventrículo (mm ³)	Sexo					
	Femenino		Masculino		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
400-700	2	7,0	1	3,3	3	10
701-1000	0	0,0	2	7,0	2	7,0
1001-1300	3	10,	4	13,3	7	23,3
1301-1600	6	20,0	2	7,0	8	27,0



1601-1900	2	7,0	2	7,0	4	13,3
1901-2220	1	3,30	2	7,0	3	10,0
2221-2500	0	0,0	2	7,0	2	7,0
2501-2800	1	3,3	0	0,0	1	3,3
Total	15	50,0	15	50,0	30	100,0

Chi-cuadrado = 7,8 p= 0,35

Los valores de la volumetría del III ventrículo relacionado con el sexo exhibieron, como se muestra en la tabla 2, que la mayor proporción de pacientes (23,3 %) tuvo volúmenes entre 401 y 600 mm³. En las féminas los volúmenes predominantes (20,0 %) estuvieron entre 200 y 400 mm³; sin embargo, en pacientes masculinos, predominaron entre 601 y 800 mm³, con diferencias estadísticamente significativas de esta volumetría en ambos sexos.

Tabla 2. Pacientes según valores volumétricos del III ventrículo y sexo.

Volumen III ventrículo(mm³)	Sexo					
	Femenino		Masculino		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
200 a 400	6	20,0	0	0,0	6	20,0
401-600	5	17,0	2	7,0	7	23,3
601-800	1	3,3	5	17,0	6	20,0
801-1000	3	10,0	2	7,0	5	17,0
1001-1200	0	0,0	1	3,3	1	3,3
1201-1600	0	0,0	3	10,0	3	10,0
1601-1800	0	0,0	2	7,0	2	7,0
Total	15	50,0	15	50,0	30	100,0

Chi-cuadrado = 16,152 p=0,013

Los valores volumétricos totales de los ventrículos laterales y el sexo (tabla 3) mostraron un predominio de los volúmenes entre 12001 y 16000 mm³, preponderancia que también se constató en el sexo femenino (13,30 %) donde prevalecieron los volúmenes entre 16001 y 20000 mm³. Para ello no existió una significación estadística entre los valores volumétricos y el sexo.

Tabla 3. Pacientes según valores volumétricos totales de los ventrículos laterales y sexo.



VTVL (mm ³)	Sexo					
	Femenino		Masculino		Total	
	No.	%	No.	%	No.	%
8000-12000	2	7,0	2	7,0	4	13,3
12001-16000	8	27,0	2	7,0	10	33,3
16001-20000	3	10,0	4	13,3	7	23,3
21001-24000	0	0,0	1	3,3	1	3,3
24001-28000	0	0,0	3	10,0	3	10,0
28001-32000	1	3,3	2	7,0	3	10,0
32001-36000	1	3,3	0	0,0	1	3,3
36001-40000	0	0,0	1	3,3	1	3,3
Total	15	50,0	15	50,0	30	100,0

Chi-cuadrado =10, 07 p=0, 18

Los principales estadígrafos descriptivos de los volúmenes obtenidos en la medición de las cavidades derecha e izquierda del ventrículo lateral de forma independiente y su relación con el sexo (tabla 4), evidenciaron que existían mayores diferencias entre los rangos de volumen del sexo masculino en ambos ventrículos con 9156,70 mm³ para el VTVL derecho y 21471,70 mm³ para el VTVL izquierdo. Al realizar la comparación entre ambos sexos en cada hemisferio, arrojó como resultado mayor volumen VTVL derecho en las féminas con 13874, 90 mm³, mientras que en el VTVL izquierdo los mayores volúmenes correspondieron al sexo masculino con 21421,70 mm³.

Tabla 4. Pacientes según estadígrafos de valores volumétricos de los ventrículos laterales derecho e izquierdo y sexo.

Estructuras	Sexo	n	Rango	Mínimo	Máximo	Mediana	Desviación estándar	p
VVLD	Femenino	15	13874,90	3042,90	16917,80	7313,80	3902,80	0,1
	Masculino	15	9156,70	4468	13624,70	9601,20	2971,90	0,2
VVLI	Femenino	15	11698,40	3745	15443,40	7433,90	3317,60	0,2
	Masculino	15	21421,70	4690,70	26112,40	11552,20	6053,30	0,2



Discusión

El sistema ventricular encefálico en el hombre ocupó un volumen medio de 20000 mm³, que variaba de 10000 a 50000 mm³ según estudios realizados por Mazorra y col,⁽¹⁵⁾ Estos ventrículos fueron examinados por TC y ultrasonografía en sujetos normales y en pacientes que sufrían de enfermedad de Parkinson, en la que se observó que los ventrículos laterales representaron alrededor de 90,0 % del volumen total del sistema ventricular encefálico, lo que coincidió con los resultados del presente estudio.

La inexistencia de diferencias significativas en los valores volumétricos del IV ventrículo y el sexo que se encontró en dicho trabajo, se asemejaron a los resultados encontrados por Mustafiz y col,⁽¹³⁾ quienes analizaron los efectos transversales del sexo sobre los volúmenes ventriculares y descubrieron que las tasas de cambio en los volúmenes del IV ventrículo no difirieron significativamente para hombres y mujeres.

Por el contrario, Hernández y col⁽¹⁶⁾ y DeCasien y col⁽¹²⁾ encontraron que las mujeres en realidad tenían un mayor aumento en el volumen del IV ventrículo a diferencia de los hombres y aunque este estudio no aportó significación estadística con relación a esta diferencia para ambos sexos, en los resultados obtenidos se pudo observar mayor capacidad de volumen en el sexo femenino.

La atrofia cerebral fue un hecho fisiológico del envejecimiento normal, aunque en las enfermedades neurodegenerativas esta ocurrió de forma precoz y más acelerada.⁽¹⁷⁾ Para el diagnóstico de ella fueron tomados como referencia los signos de atrofia a nivel de los tálamos ópticos con el correspondiente agrandamiento del III ventrículo, así como la dilatación de los ventrículos laterales y la disminución de la sustancia gris periventricular.^(17,18)

Según los informes de Mauro,⁽¹⁹⁾ las capacidades de los ventrículos III y IV eran mayores en los hombres que en las mujeres, aunque esta diferencia fue estadísticamente significativa solo para el III ventrículo, resultados que se asemejaron con los encontrados en la presente investigación.

Hernández y col,⁽¹⁶⁾ con respecto a los volúmenes ventriculares, no encontraron dimorfismo sexual sobre el aumento en el volumen del ventrículo lateral. Hallazgos negativos similares fueron reportados por la mayoría de los estudios que han



examinado los ventrículos laterales y que corroboraron que el agrandamiento ventricular relacionado con la edad ocurrió como resultado de la contracción de la materia cerebral periventricular y por compensación a la disminución del volumen cerebral.

En cuanto a los hombres, se manifestó un aumento significativo en el volumen ventricular lateral, así mismo, Blatter y col, ⁽²⁾ observaron mayores volúmenes en hombres que en mujeres entre el sexo y el volumen del ventrículo lateral, pero nuevamente estos datos no tuvieron significación estadística.

Las características morfológicas del cerebro en humanos parecieron ser sensibles a los efectos del género, y los datos convergentes sugirieron que esta variable pudo interactuar para influir en el tamaño del cerebro y el sistema ventricular. ⁽¹²⁾ Hernández y col, ⁽¹⁶⁾ analizaron la diferencia izquierda-derecha en el volumen del ventrículo lateral, y no se mostró efecto estadísticamente significativo según el sexo, el cual coincidió con los resultados de la presente investigación. Se tuvo en cuenta a su vez, que los volúmenes difirieron y fue mayor para los hombres. También hubo resultados negativos para la relación entre el volumen del ventrículo lateral derecho e izquierdo entre hombres y mujeres.

Sin embargo, Shanmugan y col, ⁽¹⁸⁾ encontraron que la relación del volumen ventricular para ambos sexos era más pronunciada en el hemisferio izquierdo que en el derecho, diferencia que atribuyeron principalmente a los hombres y que fue similar a los resultados ofrecidos en esta investigación, en la cual, sin significación estadística, se observó el predominio de los volúmenes izquierdos sobre los derechos para ambos sexos, principalmente el masculino.

Como se supone, el cerebro a medida que envejece va perdiendo capacidades, sin embargo, los últimos hallazgos indicaron que a medida que esto ocurría se generaban mecanismos de compensación y reorganización que permitían cubrir las deficiencias que se estaban originando. Este descubrimiento relacionado con la reorganización funcional del cerebro visto a partir de las distintas técnicas de neuroimágenes disponibles mostró que estos factores protectores iban apareciendo a medida que avanzaba el proceso de envejecimiento. ⁽¹⁹⁾



Años atrás, una buena parte de los estudios que habían explorado las diferencias de volumen cerebral entre ambos sexos no controlaban explícitamente las diferencias relacionadas al tamaño del cráneo en los hombres y las mujeres. Otros trabajos más rigurosos al respecto mostraron que estas diferencias volumétricas ligadas al sexo disminuyeron o desaparecían al incluir el tamaño de la cabeza como covariables en los análisis estadísticos.^(7,12)

Los conocimientos sobre cómo y dónde el cerebro difiere en función del sexo con una precisión considerablemente mayor que en investigaciones anteriores, permitió exámenes más específicos en los dominios psiquiátricos y psicológicos. A medida que la investigación biomédica se acercó a los ideales de la medicina fue aún más indispensable la comprensión de las diferencias y similitudes en la estructura y función del cerebro entre los sexos.⁽²⁰⁾

Como limitación de esta investigación se consideró su diseño transversal. En estos estudios los diseños longitudinales fueron preferibles, pero también más difícil de lograrse. El pequeño tamaño muestral se consideró como otra de las limitaciones por lo que se recomienda ampliarla en futuras investigaciones.

La novedad científica radica en el diseño y aplicación de un protocolo de volumetría del sistema ventricular encefálico en imágenes de TC multicorte, apoyado en la técnica de volumetría cerebral global basada en vóxel, la que permitió estimar con precisión el volumen de estas cavidades. Dichos resultados constituyeron un aporte a la Anatomía Humana como ciencia rectora en la formación de los profesionales de la salud y mejoraría la efectividad de la evaluación de los procedimientos diagnósticos de las neuroimágenes para el diagnóstico clínico.

En conclusión, el protocolo de adquisición de neuroimágenes implementado permite obtener los parámetros volumétricos encefálicos normales, con un preciso y elevado nivel de la medición en una población con funciones cognitivas globales normales. El sexo tiene un efecto significativo al correlacionarse con la volumetría del III ventrículo y obtiene magnitudes mayores de estas cavidades en el sexo masculino.



Referencias bibliográficas

1. Hernández Cortés KS, Mesa Pujals A, Romero García I, Sagaró del Campo M, Montoya Pedrón A. Volumetría encefálica en imágenes de tomografía computarizada en adultos con funciones cognitivas normales. *Neurol Arg.* 2023[citado 26/01/2025];15(2):78-86. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1853002822000623?via%3Dihub>
2. Blatter DD, Bigler ED, Gale SD, Johnson SC, Anderson CV, Burnett BM, et al. Análisis volumétrico cuantitativo de la resonancia magnética cerebral: base de datos normativa que abarca 5 décadas de vida. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1995 [citado 24/02/2025];16(2):241-51. Disponible en: <https://www.ajnr.org/content/ajnr/16/2/241.full.pdf>
3. De Arriba Heras DC, Plasencia Martínez DJM, Trejo Gallego DC, Jiménez Leciñena DC, Sánchez Serrano DI, Vázquez Olmos DC, et al. Ventriculomegalia cerebral: reproducibilidad y rendimiento diagnóstico del índice de Evans con un estándar de referencia visual. *Seram.* 2022[citado 24/01/2025];1(1). Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/8443>
4. Aboian M, Bousabarah K, Kazarian E, Zeevi T, Holler W, Merkaj S, et al. Implementación clínica de inteligencia artificial en neurorradiología con el desarrollo de un nuevo sistema de archivo y comunicación de imágenes con flujo de trabajo eficiente basado en la segmentación automatizada de tumores cerebrales y la extracción de características radiómicas. *Front. Neurosci.* 2022 [citado 24/01/2025];16. Disponible en: <https://pubs-rsna.org.translate.goog/doi/full/10.1148/radiol.212151? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>
5. Saracgil A, Kapakin S. Morphometric and volumetric analysis of lateral ventricles by magnetic resonance imaging: a study on age and gender. *Surg. Radiol. Anat: SRA.* 2025[citado 26/01/2025];47:16. Disponible en: [https://www.ijars.net/articles/PDF/2928/65902_CE\[Ra1\]_F\(IS\)_QC\(KK_Vi_SHU\)_PF1\(AvG_SHU\)_redo_PFA\(SHU\)_PN\(SHU\).pdf](https://www.ijars.net/articles/PDF/2928/65902_CE[Ra1]_F(IS)_QC(KK_Vi_SHU)_PF1(AvG_SHU)_redo_PFA(SHU)_PN(SHU).pdf)



- 6.Salk I, Atalar MH, Sezer F, Egilmez H, Cetin A., Arslan M. An MRI study of age-related changes in the dimensions related temporal lobe. International journal of clinical and experimental medicine. Int J Clin Exp Med. 2014[citado 02/012/2025];7(3): 515–22. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3992388/>
- 7.Mohammed Ambarak OO, Abtehag TA, Mohammad A, Abdalla, Elsherif A, Azza S Greiw H. Morphometric Evaluation of Fourth Ventricle by Using Magnetic Resonance Imaging. RAS Medical Science. 2021[citado 06/01/2026]. Disponible en:[https://www.academia.edu/64210756/Morphometric Evaluation of Fourth Ventricle by Using Magnetic Resonance Imaging](https://www.academia.edu/64210756/Morphometric_Evaluation_of_Fourth_Ventricle_by_Using_Magnetic_Resonance_Imaging)
- 8.Statsenko Y, Habuza T, Smetanina D, Simiyu GL, Uzianbaeva L, Neidl Van Gorkom K, et al. Brain Morphometry and Cognitive Performance in Normal Brain Aging: Age- and Sex-Related Structural and Functional Changes. Front Aging Neurosci. 2022 [citado 26/01/2025];13:713680. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8826453/>
- 9.Basak D, Yesmin N, Tasmia K, Chowdhury K, Zahur T, Roy S, et al. Frontal Horn of Lateral Ventricle of Brain and Its Relation with Age, Gender and Side: Morphometric Study by Computed Tomography among Bangladeshi Population. IAHS Med. J. 2024[citado 19/02/2026];7(1):54-9. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/385283933 Frontal horn of lateral ventricle of brain and its relationship with age gender and Side Morphometric study by computed tomography among Bangladeshi population](https://www.researchgate.net/publication/385283933_Frontal_horn_of_lateral_ventricle_of_brain_and_its_relationship_with_age_gender_and_Side_Morphometric_study_by_computed_tomography_among_Bangladeshi_population)
- 10.Mesa Pujals AA, Hernández Cortés KS, Montoya Pedrón A, Bolaños Vaillant S, Álvarez Guerra ED. Análisis de texturas homogéneas para la estimación volumétrica de la materia cerebral por tomografía computarizada. RCIM 2022 [citado 03/01/2025];14(1). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v14n1/1684-1859-rcim-14-01-e512.pdf>
- 11.DeCasien AR, Guma E, Liu S, Raznaham A. Sex differences in the human brain: a roadmap for more careful analysis and interpretation of a biological reality. Biol Sex Differ. 2022[citado 03/2025];13:43. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13293-022-00448-w>



12. Mustafiz M, Sidney NZ, Shahnewaz SS. A study of third and fourth ventricular sizes in Bangladeshi adults using computed tomography scan. *Int Surg J.* 2024[citado 11/03/2025];11(2):179-83. Disponible en: <https://www.ijurgery.com/index.php/isj/article/view/10191>
13. Hernández Cortés KS, Sagaró del Campo NM, Montoya Pedrón A. Morfometría del sistema ventricular encefálico en adultos con funciones cognitivas normales. *Rev Cubana Med Milit.* 2023[citado 24/01/2025];52(3):e02303014. Disponible en: <https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/3014/2162>
14. Mazorra Pazos MJ. Enfermedad de párkinson como inicio de hidrocefalia de presión normal. Presentación de un caso. *Rev. Finlay.* 2022[citado 26/02/2026];12(4):485-90. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222124342022000400485&lng=es
15. Hernández Cortés KS. Morfometría de los ventrículos laterales en imágenes de Tomografía Computarizada propio del envejecimiento. *Cuba Salud.* 2022 [citado 26/01/2025]:7. Disponible en: <https://convencionsalud.sld.cu/index.php/convencionsalud22/2022/paper/viewFile/8/831>
16. Hamidu AU, David SE, Olarinoye Akorede SA, Danborno B, Jimoh A, Fatai O. Third and Fourth Cerebral Ventricular Sizes among Normal Adults in Zaria-Nigeria. *Sub-Saharan Afr J Med.* 2016[citado 26/01/2025];2(2):89-2. Disponible en: https://journals.lww.com/ssjm/fulltext/2015/02020/third_and_fourth_cerebral_ventricular_sizes_among.7.aspx
17. Shanmugan S, Seidlitz J, Cui Z, Adebimpe A, Bassett DS, Bertolero MA, et al. Diferencias de sexo en la topografía funcional de las redes de asociación en jóvenes. *PNAS.* 2024[citado 26/01/2025];119(33): e590660. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov.translate.google/articles/PMC11071409/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=tc



18. Stellmann JP, Wanke N, Maarouf A, Gellißen S, Heesen C, Audoin B. El rendimiento cognitivo muestra asociaciones específicas del dominio con el grosor cortical regional en la esclerosis múltiple. *NeuroImage: Clinica*. 2021[citado 26/01/2025];30:12606. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com.translate.goog/science/article/pii/S2213158221000504? x tr sl=en& x tr tl=es & x tr hl=es& x tr pto=tc>
19. Del Mauro G, Del Maschio N, Sulpizio S, Fedeli D, Perani D, Abutalebi J. Investigating sexual dimorphism in human brain structure by combining multiple indexes of brain morphology and source-based morphometry. *Brain Struct. Funct.* 2022[citado 26/01/2025];227:11–21. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/354648943_Investigating_sexual_dimorphism_in_human_brain_structure_by_combining_multiple_indexes_of_brain_morphology_and_source-based_morphometry

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de autoría

1. Conceptualización: Katherine Hernández Cortés, Arquímedes Montoya Pedrón.
2. Curación de datos: Ada María Chávez Rodríguez, Argenis Rodríguez Cascaret, Katherine Hernández Cortés.
3. Análisis formal: Ada María Chávez Rodríguez, Argenis Rodríguez Cascaret, Katherine Hernández Cortés.
4. Investigación: Ada María Chávez Rodríguez, Argenis Rodríguez Cascaret, Katherine Hernández Cortés.
5. Metodología: Ada María Chávez Rodríguez, Adrián Alberto Mesa Pujals, Argenis Rodríguez Cascaret, Katherine Hernández Cortés.
6. Administración del proyecto: Katherine Hernández Cortés, Arquímedes Montoya Pedrón.
7. Recursos: Ada María Chávez Rodríguez, Argenis Rodríguez Cascaret, Adrián Alberto Mesa Pujals, Katherine Hernández Cortés, Arquímedes Montoya Pedrón.



8.Software: Adrián Alberto Mesa Pujals

9.Supervisión: Katherine Hernández Cortés, Arquímedes Montoya Pedrón.

10.Validación: Katherine Hernández Cortés, Arquímedes Montoya Pedrón.

11.Visualización: Ada María Chávez Rodríguez, Katherine Hernández Cortés.

12.Redacción: Ada María Chávez Rodríguez, Katherine Hernández Cortés.

13.Redacción – revisión y edición: Ada María Chávez Rodríguez, Katherine Hernández Cortés.

Katherine Hernández Cortés 60 %

Arquímedes Montoya Pedrón 10%

Ada María Chávez Rodríguez 10%

Argenis Rodríguez Cascaret 10%

Adrián Alberto Mesa Pujals 10%

Revisores: Dr. C Ricardo Hodelín Tablada

MsC Laura María Pons Porrata

Corregido por: Lic. Eslaine Regalado Juan

