



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO **ISSSTE**

Facultad De Medicina

División de Estudios de Postgrado

**INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL Y SERVICIOS SOCIALES
DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO
HOSPITAL REGIONAL
“LICENCIADO ADOLFO LOPEZ MATEOS”**

**TESIS: EXPLICACIÓN SIMPLIFICADA DEL USO Y METODOLOGÍA
DE LOS CÁLCULOS DEL MARCO ESTEREOTÁXICO BROWN-
ROBERTS-WELLS PARA PROCEDIMIENTOS NEUROQUIRÚRGICOS**

Para obtener el título de especialista en

NEUROCIRUGÍA

Presenta:

DR. URES EDUARDO CAMPOS RODRIGUEZ

Asesores de Tesis:

DR. OCTAVIO ANTONIO SALAZAR CASTILLO

DR. JAVIER VALDÉS GARCÍA

DR. GUY GILBERT BROCH HARO

CIUDAD DE MÉXICO 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR DANIEL ANTONIO RODRÍGUEZ ARAIZA
COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

DRA. FLOR MARÍA DE GUADALUPE ÁVILA FEMATT
JEFE DE ENSEÑANZA MEDICA

DRA. MARTHA EUNICE RODRÍGUEZ ARELLANO
JEFE DE INVESTIGACIÓN

HOJA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS

DR. OCTAVIO ANTONIO SALAZAR CASTILLO
PROFESOR TITULAR Y ASESOR DE TESIS

DR. JAVIER VALDÉS GARCÍA
CO-ASESOR DE TESIS

DR. GUY GILBERT BROCHARO
JEFE DE SERVICIO DE NEUROCIRUGIA

Dr. Ures Eduardo Campos Rodríguez
Residente de Neurocirugía

Número de Registro: 673.2019

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN.....	17
CONCLUSIONES.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19
ANEXOS.....	22

RESUMEN.

Título: Explicación simplificada del uso y metodología de los cálculos del marco estereotáxico Brown-Roberts-Wells para procedimientos neuroquirúrgicos

Material y método: Se realizó un estudio, retrospectivo, observacional, longitudinal, en el Hospital Regional “Licenciado Adolfo López Mateos” en el Servicio de Neurocirugía que incluyó a 50 pacientes de 28 a 76 años, en un periodo de enero de 2006 a diciembre 2018, quienes ameritaron de toma de biopsia guiada por estereotaxia utilizando el sistema estereotáxico Brown-Roberts-Wells (Radionics inc., Estados Unidos de América, Burlington California), con uso del propio software de planeación estereotáctica STAX-84K para el ordenador Epson 20-HX que venía incluido en el sistema originalmente al momento de su venta en el año 1984. Se aplicó estadística descriptiva para comparar los resultados del software original vs el método propuesto que es mediante el diseño de un marco estereotáxico Brown-Robert-Wells construido con el software de código abierto Geogebra, comparándose los resultados con el fantasma base del sistema estereotáxico. La precisión y confiabilidad del modelo propuesto fueron evaluados comparando los tres métodos mencionados: El software original STAX-84K, el fantasma base del marco Brown-Roberts-Wells y el modelo virtual que proponemos diseñado en Geogebra.

Resultados: La precisión utilizando imágenes en formato no DICOM de cortes axiales de tomografías para planeación con el sistema Brown-Robert-Wells fue de 2.71 ± 0.76 mm (Intervalo de confianza al 95% 2.27-2.98), utilizando imágenes DICOM totalmente digitalizadas para uso de diagnóstico médico fue de 0.75 ± 0.51 mm (Intervalo de confianza al 95% 0.48 – 1.01). La precisión entre los dos métodos al ser comprobados en el fantasma base fue mayor utilizando imágenes en formato DICOM ($p < 0.01$). La precisión entre el marco Brown-Roberts-Wells virtual construido en el programa Geogebra entre varias pruebas al comparar los targets y las coordenadas < 0.75 mm, siendo así un nivel excelente de confianza para las coordenadas del sistema Brown-Robert-Wells virtual construido en Geogebra (coeficiente de correlación intraclassa ≥ 0.9) fue revisado en todos los posibles escenarios.

Conclusión: El poder reproducir un sistema estereotáxico virtual, de alta complejidad no basado en arco centrado como el Brown-Roberts-Wells con una precisión y exactitud aceptables pueden ser herramientas a crear partiendo de software de código abierto para otros sistemas estereotáxicos donde se carezca de un software de planeación o incluso

para el diseño de nuevos sistemas o aprender el mecanismo de sistemas ya discontinuados.

Palabras clave: Sistema Estereotáctico, Brown-Robert-Wells, B RW, Target, Punto de Entrada, Software de Planeación Estereotáctica

ABSTRACT.

Title: Simplified Explanation of the Use and Methodology of the Brown-Roberts Wells Stereotaxic Frame Calculations for Neurosurgical Procedures

Material and methods: An analytical, retrospective, observational, longitudinal study was done in the Regional Hospital "Licenciado Adolfo Lopez Mateos". In the Neurosurgery Service that included 50 patients from 28 to 76 years old, in a period from January 2006 to December 2018. Those patients underwent to a stereotactic-frame-guided biopsy using the Brown-Roberts-Wells stereotactic system (Radionics Inc., United States of America, Burlington California), with use of the own STAX-84K stereotactic planning software for the Epson 20-HX computer that came originally included in the system at the time of its sale in 1984. We applied descriptive statistics to compare the results of the original software vs. the proposed method, comparing the results with the base phantom of the stereotactic system. We used a multidimensional regression to be able to compare the values of the three-dimensional coordinates of the target, entry point and depth of insertion of the needle for stereotactic biopsy based on the values calculated for the alpha, beta, gamma and delta angles to arrive to the desired target. A value of $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results: Precision using images in non-DICOM format of axial sections of tomography for planning with the Brown-Robert-Wells system was 2.71 ± 0.76 mm (95% confidence interval 2.27-2.98), using fully digitized DICOM images for diagnostic use. physician was 0.75 ± 0.51 mm (95% confidence interval 0.48 - 1.01). The precision between the two methods when verified in the base phantom was higher using images in DICOM format ($p < 0.01$). The precision between the virtual Brown-Roberts-Wells framework built in the Geogebra program between several tests when comparing the targets and the coordinates < 0.75 mm, thus being an excellent level of confidence for the coordinates of the virtual Brown-Robert-Wells system built in Geogebra (intraclass correlation coefficient ≥ 0.9) was reviewed in all possible scenarios.

Conclusion: Being able to reproduce a virtual, highly complex stereotactic system not based on a centered arc such as the Brown-Roberts-Wells with acceptable precision and accuracy. They can be tools create starting from open source software for other stereotactic systems where planning software is lacking or even for the design of new systems or to learn the mechanism of already discontinued systems.

Keywords: Stereotactic System, Brown-Robert-Wells, BRW, Target, Point of Entry, Stereotactic Planning Software

INTRODUCCIÓN.

La introducción de la tomografía computarizada para ayudar en la planificación de procedimientos estereotáticos fue un hito histórico significativo en neurocirugía. Russell A. Brown, un estudiante de medicina de tercer año, inventó el localizador N en mayo de 1978 [1]. Posteriormente, en agosto de 1978, diseñó el primer marco estereotático compatible con CT para probar el concepto del N-Localizer [2]. A partir del año siguiente, el N-localizador en Brown-Roberts-Wells (BRW) [3], Pfizer [4], Todd-Wells [3], Reichert-Munding [5], Kelly-Goerss Compass [6], Leksell [7] y Cosman-Robert-Wells (CRW) [8, 9, 10] marcos estereotáticos.

El número de serie 1 del cuadro BRW se le dio a Michael Apuzzo del Hospital General de Los Ángeles / USC. Este obsequio dio lugar a una gran cantidad de publicaciones que informaron sobre el uso de este marco estereotático [11, 12, 13]. Posteriormente, el N-localizador se convirtió en la técnica estándar para la transposición de datos de imágenes de TC al espacio estereotático. La combinación del marco BRW con el N-localizador integrado se convirtió en una herramienta innovadora para una amplia variedad de procedimientos neuroquirúrgicos basados en marcos y, posteriormente, se aplicó en radiocirugía y neuronavegación, y proporcionó el impulso para el desarrollo de sistemas sin marco [10, 11].

El marco BRW fue un instrumento prometedor. Sin embargo, requirió la calculadora científica HP-41CV y el programa de la calculadora BRWT para realizar los cálculos necesarios para alcanzar el objetivo deseado. Esta calculadora fue reemplazada posteriormente por la computadora portátil HX-20 y el programa S tax-84k para realizar la planificación quirúrgica. La complejidad de los cálculos matemáticos y el requisito de una calculadora de mano o una computadora portátil hicieron que la popularidad del BRW decayera y resultó en su eventual reemplazo por otros marcos estereotácticos. Estos otros marcos tenían geometrías más fáciles de entender y sus cálculos se podían realizar incluso con papel y lápiz. Esta característica fue particularmente importante en hospitales donde no era posible encontrar reemplazos para la calculadora HP-41CV o la computadora HX-20 o comprar una licencia para una de las herramientas de software de planificación quirúrgica disponibles actualmente [14, 15, 16].

Por lo tanto, decidimos comenzar desde cero [17] y aprender cómo funciona un marco estereotáxico junto con el N-localizador para resucitar el marco BRW de nuestro hospital. Mi solución fue trabajar con el software Geogebra [18] para construir un modelo virtual del marco BRW y el N-Localizador. Este enfoque me permitió comprender la función de un marco estereotáxico junto con el N-localizador. A continuación, explicamos de forma simplificada cada paso del proceso, comenzando con la colocación del N-localizador en el cráneo del paciente y terminando con los parámetros del marco estereotáxico necesarios para alcanzar el objetivo deseado.

MATERIALES Y MÉTODOS.

El presente estudio observacional y retrospectivo incluyó pacientes que habían sido hospitalizados con lesiones cerebrales y había sido recomendados para realizarse una biopsia estereotáctica basada en el marco Brown-Robert-Wells de enero de 2006 a diciembre de 2018. No se realizó ninguna biopsia con las coordenadas calculadas por el marco Brown-Roberts-Wells virtual construido en el

software Geogebra. El comité de ética de la investigación aprobó el presente estudio, y todos los pacientes no requirieron de consentimiento al tratarse de un estudio retrospectivo que mantiene el anonimato de los posibles indicadores de los pacientes.

El tamaño de la muestra se calculó bajo el supuesto de un 1mm de diferencia en la distancia euclidiana entre los Objetivos medidos en el tomógrafo en 2D y la planificación estereotáctica estándar, con una desviación estándar común de 1mm. Para prueba T de 2 colas para muestras no emparejadas con un nivel de 0,05 y potencia del 90%, se determinó el tamaño de grupo necesario. Fueron 50 pruebas para cada grupo. Por lo tanto, 50 pacientes fueron incluidos en el presente estudio. Todos los pacientes incluidos tenían lesiones supratentoriales, tenía 18 años al menos.

Se empleó el Sistema estereotáctico de marco Brown-Roberts-Wells (BRW) (Radionics Inc., Burlington, California, E. E. UU.) para la toma de biopsias. La planificación quirúrgica se basó en tomografías computarizadas de cráneo (tomografía helicoidal en reconstrucción en cortes axiales de las adquisiciones con un tomógrafo Philips), con un grosor de corte tanto en fase simple como contrastada. Durante cada procedimiento se recolectaron varias muestras de tejido a biopsiar con agujas de biopsia Radionics o Integra tipo Nashold. Las muestras de tejido fueron enviadas para estudios histopatológicos o cultivos dependiendo del caso.

Se empleó el software de planificación estereotáctica original Stax-84K (Trent-Wells Inc.) propio del ordenador portátil Epson HX-20, un solo examinador definió las coordenadas estereotácticas para el objetivo de la biopsia cerebral. El software Stax-84K es el software aprobado originalmente en el set original del sistema estereotáctico Brown-Roberts-Wells por agencias reguladoras asignándoles valor de producto y software de uso médico. La identificación de las coordenadas X y Y de las 9 barras a nivel del punto de entrada y del nivel del target para su posterior cálculo matemático a transformación en coordenadas 3D y poder obtener así los parámetros para llegar al target mediante el software fueron realizados de modo

manual. Las tomografías computarizadas no se ajustaron clásicamente en Gantry 0° ni se estableció la a veces sugerida línea CA-CP para planeación clásica. Usamos como referencia un marco estereotáctico original BRW No .389 y N-localizador (Trent-Wells Inc.). Modelamos el marco N-localizador y BRW en el programa de código abierto de Geogebra. Luego buscamos en la base de datos de imágenes del hospital las tomografías computarizadas obtenidas para planificar procedimientos estereotácticos. Encontramos 50 pacientes diferentes tratados desde enero de 2006 hasta diciembre de 2018 con la ayuda de la guía por TC a través del N-localizador. Transformamos las coordenadas 2D de la tomografía computarizada en un espacio estereotáctico 3D y simulamos un procedimiento de planificación utilizando el fantasma base del marco para obtener de manera tangible y confirmar que había coincidencia entre la aguja del fantasma base y la aguja de simulación al poner los parámetros necesarios para alcanzar un objetivo específico a través del marco BRW real y el virtual. (Figura 1), (Figura 2), (Figura 3) , (Figura 4)



Figura 1 Arco Vertical del Sistema Brown-Roberts-Wells Número de serie 389



Figura 2 Arco Horizontal del Sistema Brown-Robert-Wells Número de serie 389

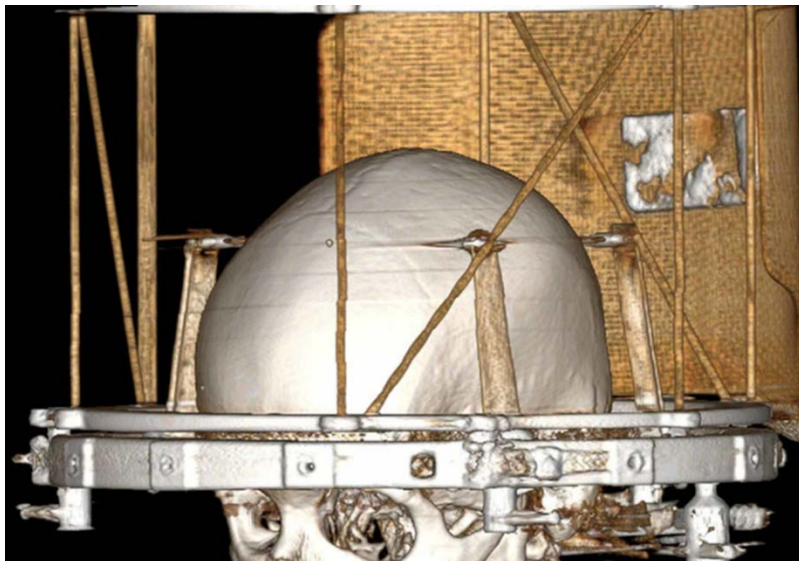


Figura 3 Reconstrucción tridimensional partiendo de las adquisiciones de cortes axiales por tomografía mostrando el anillo base y los localizadores "N"



Figura 4 El sistema estereotáctico Brown-Roberts-Wells demostrando comprobación de valores obtenidos con el fantasma base

Para construir un marco BRW virtual, se midió el N-localizador físico y sus dimensiones se ingresaron en Geogebra. Comenzamos dibujando un círculo que se ajustaba a las coordenadas 2D (obtenidas por tomografía computarizada) de las barras verticales del N-localizador.

Para una tomografía computarizada axial que es paralela al anillo horizontal del marco BRW, los centros de las seis barras verticales encajan perfectamente en un círculo. Por lo tanto, cuando las seis barras verticales encajan perfectamente en un círculo, sabemos que el plano de la tomografía computarizada es paralelo al plano del anillo base. Para una serie de tomografías computarizadas que son todas paralelas al anillo horizontal, y asumiendo que no hay movimiento de la cabeza del paciente entre tomografías computarizadas sucesivas, las posiciones de las barras verticales permanecerán fijas en todas las tomografías. Solo cambiarán las posiciones de las varillas horizontales.

Hasta este punto todo parece fácil; sin embargo, las imágenes axiales solo nos dan coordenadas 2D. Necesitamos saber cómo se representan esas coordenadas en el espacio estereotáctico 3D. Esto se hace mediante transformaciones, y las barras diagonales nos dan referencias (también conocidas como fiduciales) para calcular las coordenadas 3D del objetivo en el espacio estereotáctico. Incluso si la cabeza está inclinada de manera que la tomografía computarizada no sea paralela al anillo horizontal, es posible calcular las coordenadas 3D del objetivo.

Una vez que se calculan las coordenadas en el espacio estereotáctico, podemos proceder con el sistema estereotáctico BRW para dirigir una sonda al objetivo. La trayectoria de la sonda está determinada por cuatro ángulos: dos horizontales (Alfa y Beta) y dos verticales (Gamma y Delta). Una vez que se calculan estos cuatro ángulos, también se puede calcular la profundidad de inserción de la aguja (H)

El análisis estadístico para evaluar la precisión de las coordenadas del sistema Brown-Roberts-Wells virtual diseñado en el programa Geogebra se efectuó al calcular la distancia lineal entre cada uno de las coordenadas estereotácticas (X, Y y Z) en sus respectivos ejes cartesianos y la distancia lineal entre objetivos en cualquier orientación espacial utilizando geometría euclidiana para medir las distancias dentro de un espacio tridimensional. Se empleó la siguiente ecuación para definir la distancia euclidiana entre dos targets:

$$d = \sqrt{2(x_2 - x_1)^2 + 2(y_2 - y_1)^2 + 2(z_2 - z_1)^2} / 2$$

donde d es la distancia entre los targets y x_n , y_n y z_n son las coordenadas de cada target. La confiabilidad de las coordenadas del sistema estereotáctico Brown-Roberts-Wells virtual construido en el programa Geogebra fue efectuado por el estudio de concordancia usando el coeficiente de relación interclase (ICC). Un excelente nivel de acuerdo y fiabilidad. entre las coordenadas se definió como $ICC \geq 0.9$

También se recolectaron las características radiológicas de las lesiones y la clínica que presentaban los pacientes. Las diferencias entre la precisión de El empleo del marco estereotáctico virtual Brown-Robert-Wells construido con el software geogebra entre los 2 métodos de entrada de imágenes (DICOM vs no DICOM) se utilizó la prueba t de 2 colas. Se realizó la misma prueba para investigar controlar la influencia de las características clínicas y radiológicas en el precisión de la aplicación. Todos los análisis se realizaron utilizando el Software Minitab 18. El significado del nivel de significancia se dejó asignado al 5%.

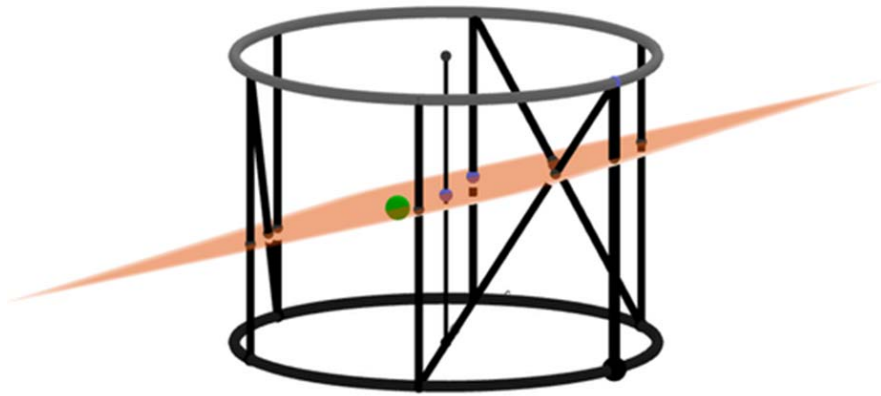


Figura 5, ubicación del Target dentro del Universo Estereotáctico del “N” Localizador

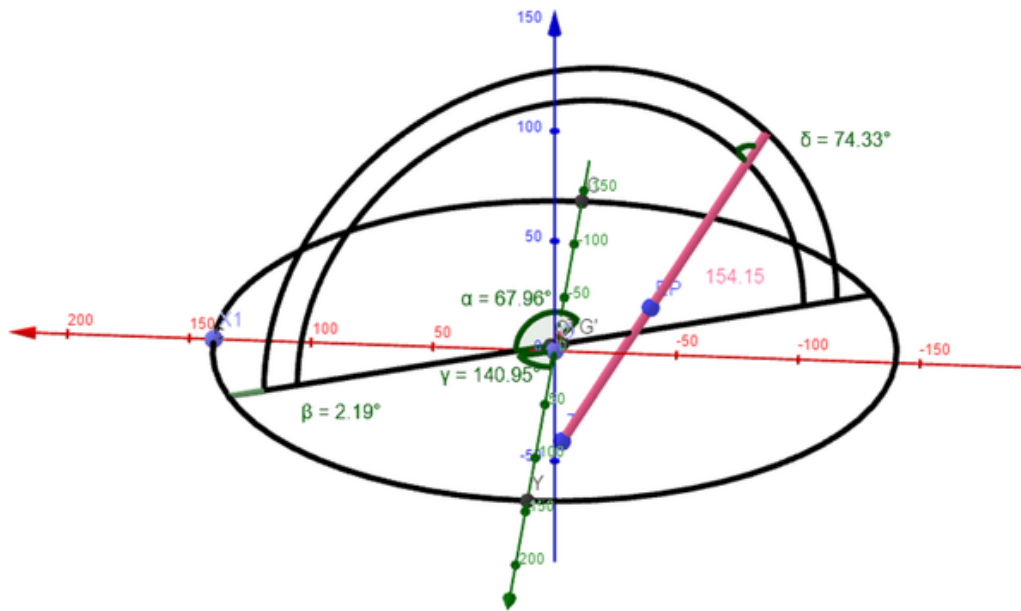


Figura 6 Modelo Virtual Totalmente Funcional del Marco Brown-Robert-Wells diseñado en Geogebra, mostrando los valores de los cuatro ángulos y de la profundidad de inserción de la aguja para llegar al target.

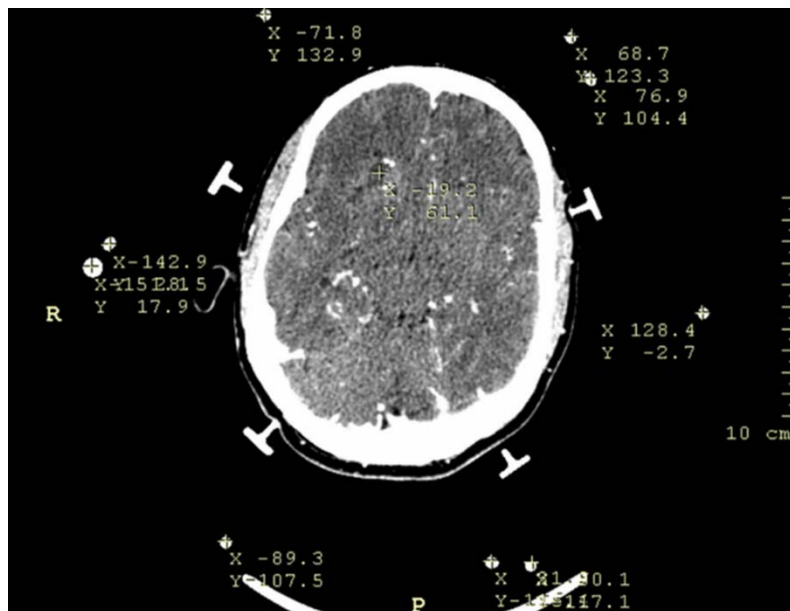


Figura 7 Un corte axial de tomografía mostrando las seis barras verticales del N-localizador

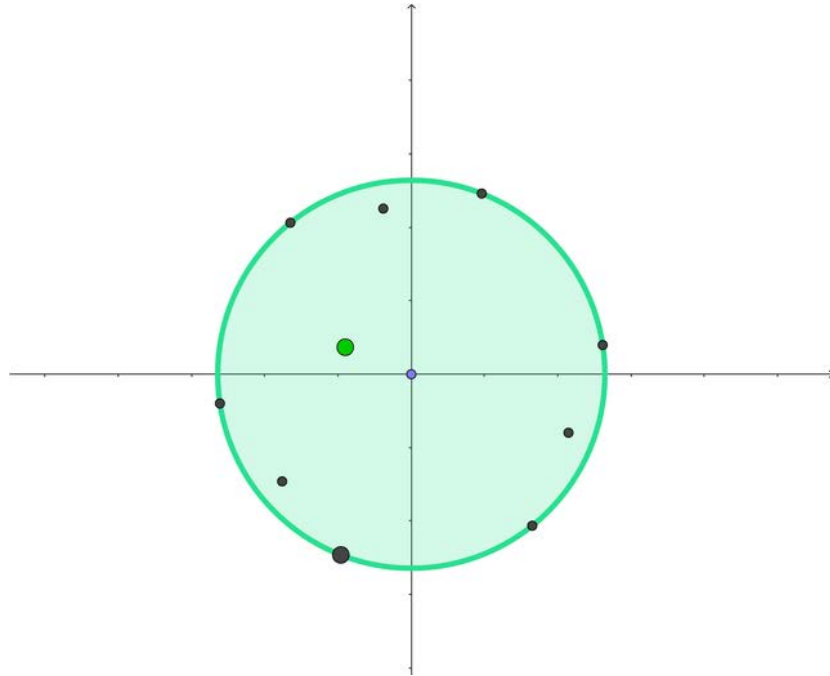


Figura 8 Círculo que abarca perfectamente seis barras verticales del N-Localizador. El punto verde representa el target en dos dimensiones

RESULTADOS.

De los 50 pacientes, la mayoría eran hombres ($n = 42$; 84%). El rango de edad fue entre 27 y 76 años de edad). Las biopsias estereotáxicas dieron lugar al diagnóstico de 38 pacientes por una tasa de diagnóstico del 76%. Los tumores fueron las neoplasias más comunes diagnosticadas 60%. Las localizaciones más frecuentes de las lesiones cerebrales.

fueron el lóbulo frontal (70,0%) y el hemisferio cerebral izquierdo (76%). Se observó un diámetro > 15 mm en el 70% de las lesiones (tamaño medio, 26.4 ± 16.9 mm; rango desde 0.9mm hasta 71mm

La evaluación de la precisión entre los métodos utilizados requirió de 1500 mediciones para cada planeación. Usando las fotografías de

el monitor de pantalla, la distancia media entre los objetivos Stax-84K y el marco estereotáctico Brown-Roberts-Wells virtual construido en el programa Geogebra, calculado utilizando la distancia euclidiana, fue $2.71 \pm 0.76\text{mm}$ (Intervalo de confianza al 95% 2.27-2.98), utilizando imágenes DICOM totalmente digitalizadas para uso de diagnóstico médico fue de $0.75 \pm 0.51\text{mm}$ (Intervalo de confianza al 95% 0.48 – 1.01). La precisión entre los dos métodos al ser comprobados en el fantasma base fue mayor utilizando imágenes en formato DICOM ($p < 0.01$). La precisión entre el marco Brown-Roberts-Wells virtual construido en el programa Geogebra entre varias pruebas al comparar los targets y las coordenadas $< 0.75\text{mm}$, siendo así un nivel excelente de confianza para las coordenadas del sistema Brown-Robert-Wells virtual construido en Geogebra (coeficiente de correlación intraclase ≥ 0.9) fue revisado en todos los posibles escenarios.

Se realizó un número similar de pruebas (1500, siendo para cada caso de planeación 10 para el método con el software Stax-84K, 10 para prueba con fantasma y 10 para el Marco estereotáctico virtual Brown-Roberts-Wells construido en el software Geogebra para la evaluación de la precisión.

El coeficiente de correlación interclase estuvo muy cerca al valor de 1.0, para todos los ejes y en sayos estudiados. Esto demuestra la gran utilidad del programa Geogebra para realizar sistemas estereotácticos virtuales totalmente funcionales con un muy alto grado de precisión.

DISCUSIÓN.

Utilizando las técnicas descritas anteriormente, pudimos apreciar cómo funciona un marco estereotáctico desde el punto en que el N-localizador se fija a la cabeza del paciente hasta el punto en que la sonda alcanza el objetivo. Ahora entendemos cómo las coordenadas 2D de la exploración de TC se transforman en coordenadas 3D estereotácticas y cómo estas coordenadas 3D se utilizan para obtener la configuración del marco BRW, es decir, cuatro ángulos y la profundidad de inserción de la sonda).

CONCLUSIONES.

Este trabajo demuestra cómo construir un marco estereotáxico virtual desde cero utilizando solo los datos obtenidos de las tomografías computarizadas axiales junto con el conocimiento de la geometría del marco estereotáxico. Para trabajos futuros, sería interesante comparar la configuración del marco BRW obtenida mediante la técnica Geogebra con la configuración del marco obtenida mediante el uso de algunos de los programas de software de planificación quirúrgica comercial disponibles. Siendo así este trabajo demuestra que el software de código abierto Geogebra es en potencia una herramienta matemática geométrica con gran precisión en integrar sistemas geométricos que puedan desenlazar en la realización de un sistema estereotáxico virtual.

Además, este método propuesto podría ser una referencia en el futuro para construir e incluso realizar el procedimiento de planificación de otros modelos de marcos estereotáxicos desde cero cuando no sea posible tener disponible un software de planificación. Además, puede ser una herramienta poderosa para aprender la geometría de los marcos estereotáxicos o para diseñar nuevos dispositivos de forma económica mediante este método.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Brown RA, Nelson JA: Invention of the N-localizer for stereotactic neurosurgery and its use in the Brown-Roberts-Wells stereotactic frame. *Neurosurgery*. 2012, 70:173-176. 10.1227/NEU.0b013e318246a4f7
2. Brown RA: A computerized tomography-computer graphics approach to stereotaxic localization. *J Neurosurg*. 1979, 50:715-720. 10.3171/jns.1979.50.6.0715
3. Brown RA, Roberts TS: A stereotaxic frame and computer software for use with CT body scanners. *Stereotactic Cerebral Irradiation: Proceedings of the INSERM Symposium on Stereotactic Irradiation*. Szikla G(ed): Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam. 1979, 12:25-27. 10.1097/00004424-198007000-00006
4. Brown RA, Roberts TS, Osborn AE: Stereotaxic frame and computer software for CT-directed neurosurgical localization. *Invest Radiol*. 1980, 15:308-312. 10.1097/00004424-198007000-00006
5. Perry J H, Rosenbaum A E, Lunsford LD, Swink C A, Zorub D S: Computed tomography guided stereotactic surgery: conception and development of a new stereotactic methodology. *Neurosurgery*. 1980, 7:376-381. 10.1097/00006123-198010000-00011
6. Goerss S, Kelly PJ, Kall B, Alker GJ Jr: A computed tomographic stereotactic adaptation system. *Neurosurgery*. 1982, 10:375-379. 10.1097/00006123-198203000-00014
7. Munding F: CT-stereotactic biopsy of brain tumors: *Tumors of the Central Nervous System in Infancy and Childhood* Voth, D. Gutjahr, P. and Langmaid, C. (ed): Springer-Verlag, New York; 1982. 1:234-246. 10.1007/978-3-7091-8813-2_10

8. Dubois PJ, Nashold BS, Perry J, et al.: CT-guided stereotaxis using a modified conventional stereotaxic frame (<http://www.ajnr.org/content/ajnr/3/3/345.full.pdf>). *AJNR Am J Neuroradiol.* 1982, 3:345-351.
9. Kelly PJ, Earnest F 4th, Kall BA, Goerss SJ, Scheithauer B: Surgical options for patients with deep-seated brain tumors: computer-assisted stereotactic biopsy. *Mayo Clin Proc.* 1985, 60:223-229. 10.1016/S0025-6196(12)60314-0
10. Leksell L, Leksell D, Schwebel J: Stereotaxis and nuclear magnetic resonance. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1985, 48:14-18. 10.1136/jnnp.48.1.14
11. Couldwell WT, Apuzzo ML: Initial experience related to the use of the Cosman-Roberts-Wells stereotactic instrument. Technical note. *J Neurosurg.* 1990, 72:145-148. 10.3171/jns.1990.72.1.0145
12. BROWN RUSSELL A. MD; ROBERTS, THEODORE S. MD; OSBORN, ANNE G: *MD Investigative Radiology: July-August.* 1980, p:308-312.
13. Michael L.J.Apuzzo Veronica M.Pagán Rodrick Faccio Charles Y. Liu: A Bosphorus Submarine Passage and the Reinvention of Neurosurgery. *Neurosurgeons meeting, Istanbul, Turkey, June. 2011, 21:27.* 10.1016/j.wneu.2012.11.004
14. George Samandouras, Michael Appuzzo: *Advanced Technologies in the operating theatre. The Neurosurgeon's Handbook.* Samandouras, George (ed): Oxford, United Kingdom; p 181; 2010.
15. Khedr, A. S., Alaminos-Bouza, A. L., & Brown, R: Use of the Brown-Roberts-Wells Stereotactic Frame in a Developing Country. 2018. 10.7759/cureus.2126
16. Heilbrun MP, Roberts TS, Wells TH Jr, et al.: *Technical Manual: Brown-Roberts-Wells (BRW) CT stereotaxic Guidance System.* Burlington, MA: Radionics, Inc. 1982,

17. Yuval Lirov, Michael W: Vannier, System analysis of stereotactic neurosurgery based on C T s cans. Computers & Mathematics with Applications, Volume. 1986, 839:858.
10.1016/0898-1221(86)90030-1
18. Hohenwarter M.: www.geogebra.org. <http://www.geogebra.org>.

ANEXOS

INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO

HOSPITAL REGIONAL “LICENCIADO ADOLFO LOPEZ MATEOS”

TÍTULO: EXPLICACIÓN SIMPLIFICADA DEL USO Y METODOLOGÍA DE LOS CÁLCULOS DEL MARCO ESTEREOTÁXICO BROWN-ROBERTS WELS PARA PROCEDIMIENTOS NEUROQUIRÚRGICOS

ANEXO I. Instrumento de recolección de datos

EXPLICACIÓN SIMPLIFICADA DEL USO Y METODOLOGÍA DE LOS CÁLCULOS DEL MARCO ESTEREOTÁXICO BROWN-ROBERTS WELS PARA PROCEDIMIENTOS NEUROQUIRÚRGICOS				Folio	
Fecha de revisión del Expediente		Día	Mes	Año	
A	FICHA DE IDENTIFICACIÓN GENERAL				
1	Sexo				HRLALM
2	Fecha de nacimiento			Día	Mes Año
3	Lugar de nacimiento:	Estado			
B	Variables				
B.1	Localización de la lesión a biopsiar por sistema estereotáctico BRW				
	1. Supratentorial		2. Infratentorial		
B.2	Lado				
	Izquierdo	Derecho	Frontal	Temporal Occipital	Temporal Parietal Cerebeloso Tallo
B.3	Utilidad de la Biopsia				
	1. Diagnóstica		2. No diagnóstica		

ANEXO II. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue a conveniencia ya que se trató de un estudio retrospectivo y descriptivo.

ANEXO III. Consideraciones éticas.

Esta tesis ha sido diseñada con base a los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos adoptados por la 18ª. Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia de junio de 1964 y enmendada por la 29ª. Asamblea Médica Mundial en Tokio, Japón de octubre; 35ª. Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia de octubre de 1983; 41ª. Asamblea Médica Mundial de Hong Kong de septiembre de 1989; 48ª. Asamblea General Somerset West, Sudáfrica de octubre de 1996 y la 52ª. Asamblea General de Edimburgo, Escocia de octubre de 2000. Nota de clarificación del párrafo 29, agregada por la Asamblea General de la AMM Washington 2002, nota de clarificación del párrafo 30, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004.

También se realizó de acuerdo con el reglamento de la Ley general de salud en materia de investigación para la salud en su título segundo, capítulo primero, artículo 16, artículo 17 fracción I, II, III y en la obligación de los investigadores clínicos. Además, se ajusta a las normas institucionales en materia de investigación científica.

Se consideró un estudio que no representa ningún riesgo de acuerdo a la Ley General de Salud en materia de Investigación en Salud, ya que se trata de un estudio retrospectivo, basado en una revisión de expedientes (fuente documental). Se seleccionaron a través de los expedientes clínicos tanto físicos como electrónicos a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, tomando los datos del mismo. La información que se manejó conservó la privacidad de los datos obtenidos, asignándose un número de folio a cada paciente sin mostrar

nombre o número de seguridad social y únicamente registrándose estadísticamente las variables de la presente investigación. Al ser un estudio sin riesgo no requirió carta de consentimiento informado, dado que se revisaron expedientes clínicos de donde se recolectaron los datos para su descripción y análisis en la presente investigación.

ANEXO IV. Diseño Metodológico.

Diseño del estudio	Descriptivo
Por la maniobra del investigador	Observacional
Por el número de mediciones	Longitudinal
Por el tipo de recolección de datos	Retrospectivo

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Captura de datos con programa Microsoft Excel en tablas de concentración.

- Análisis descriptivo estadístico para medidas de tendencia central y variables demográficas
- Prueba estadística utilizada para variables numéricas con prueba T de dos colas
- Prueba estadística para coeficiente de correlación interclase

En todos los casos, un valor de $p < 0.05$ será considerado estadísticamente significativo. Para el procesamiento de los datos se utilizará el paquete estadístico Minitab 18 para Windows