

Localización preoperatoria de la trepanación inicial en el abordaje retrosigmoideo. Revisión de literatura y aplicación quirúrgica

Premio Junior “Jorge Shilton”, Neuromar 2019

Florencia Rodríguez Basili, Matías Dorman, Axel Angerami, Lucas Toibaro

Hospital General de Agudos “J.M. Ramos Mejía”. C.A.B.A., Argentina.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar una técnica eficaz y reproducible que permita determinar el sitio de la trepanación inicial en el abordaje retrosigmoideo.

Materiales y métodos: Se empleó una muestra de 22 pacientes a fin de analizar la relación de la transición transversal – sigmoidea (TTS) con el asterion y la ranura digástrica. Todos los casos contaban con TC de cortes finos (1 mm de espesor). Se subdividieron los pacientes en dos grupos. Grupo 1: pacientes con patologías variables, sin alteraciones estructurales en la fosa posterior. Grupo 2: pacientes en los que se realizó un abordaje retrosigmoideo con planificación prequirúrgica del sitio de trepanación inicial.

Discusión: Las referencias óseas (asterion y punto digástrico) pudieron identificarse en la totalidad de las TC 3D analizadas. Se analizaron las distancias empleando un sistema de coordenadas. La TTS se registró en el 78% de los casos anterior e inferior al asterion. En ningún caso se encontró la TTS superior al asterion, la ubicación en sentido inferior varió entre 0 mm y 25,5 mm (media 12,5 mm). En el plano anteroposterior, se registró una distancia entre -6,41 mm y 14,5 mm (media 4,09 mm), demostrando una gran variabilidad individual, comparable con lo descrito en la literatura. En el grupo 2, pudo predecirse de manera precisa la localización de la TTS, exponiendo la misma con la trepanación inicial.

Conclusión: Se describe un método sencillo, eficaz, de libre acceso, que permite la ubicación del keyhole en el abordaje retrosigmoideo.

Palabras clave: Trepanación Inicial; Planificación Quirúrgica; Abordaje Retrosigmoideo; Tomografía Computada; Keyhole

ABSTRACT

Objective: To assess an effective and reproducible technique that allows determining the emplacement of the initial burr-hole in the retrosigmoid approach.

Materials and methods: A sample of 22 patients was used to analyze the relation among the transverse - sigmoid transition (TTS), the asterion and the digastric groove. All cases had a thin-slice, 1-mm-thick Computed Tomography (CT). Patients were subdivided into two groups. Group 1: patients with variable pathologies, without structural modification of posterior fossa anatomy. Group 2: patients in which a retrosigmoid approach was performed with preoperative surgical planning of the initial burr-hole.

Discussion: Bone references (asterion and digastric point) could be identified in the totality of the analyzed 3D CT. The distances were measured using a coordinate system. TTS was recorded in 78% of the cases inferior and anterior to the asterion. In no case the TTS was found superior to the asterion. It was 0 mm to 25.5 mm (mean 12.5 mm) inferior; and a distance between -6.41mm to 14.5mm (mean 4.09mm) in the anteroposterior plane was recorded, demonstrating a large individual variability. In group 2, the location of the TTS could be accurately predicted, exposing it with the initial burr-hole.

Conclusion: A simple, effective and access free method is described, which allows the emplacement of the keyhole in the retrosigmoid approach.

Keywords: Initial Burr-Hole; Surgical Planning; Retrosigmoid Approach; Computed Tomography; Keyhole

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes en los abordajes destinados a resolver patologías del tronco cerebral y cisterna del ángulo ponto-cerebeloso es la localización de los senos venosos transversal y sigmoideos. El abordaje retrosigmoideo es el más utilizado para acceder a estas áreas y presenta como límite superolateral el ángulo inferior y medial de la transición del seno transversal y sigmoideos (TTS).^{15,16} El conocimiento preoperatorio de la ubicación de la TTS ha adquirido un interés creciente en los últimos años, permitiendo la correcta colocación del agujero de trépano inicial en estos abordajes. La exposición rápida y segura de este punto (también denominado keyhole)

mejora la eficiencia quirúrgica y minimiza la morbilidad potencial asociada con una sobreexposición innecesaria de los senos venosos o defectos óseos de gran tamaño.^{6,9,11}

El asterion fue el reparo óseo clásicamente utilizado para la ubicación de los senos venosos, pero se encontraron grandes variaciones anatómicas en dicha relación.^{1,7,10,13,20} De esta forma, la literatura internacional describe diversos estudios cadavéricos e imagenológicos destinados a estimar la ubicación del sitio de trepanación inicial idóneo. Sin embargo, no existe hasta el momento un consenso sobre cuál representa el método más confiable.⁹ La Tomografía Computada (TC) preoperatoria ha sido descrita como un método sencillo y confiable, capaz de brindar datos morfométricos individualizados, de gran utilidad en la ubicación del keyhole del abordaje retrosigmoideo.^{3,5,8,9,10,12}

Se propone como objetivo del trabajo la presentación de

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Florencia Rodríguez Basili

frodriguezbasili2@gmail.com

una serie de casos evaluando una técnica eficaz y reproducible en nuestro medio que permita determinar el sitio de la trepanación inicial en estos abordajes, haciendo una revisión de la literatura para comparar técnicas y resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó una muestra de 22 pacientes a fin de analizar la relación de la TTS con el asterion y la ranura digástrica. Los mismos fueron subdivididos en dos grupos: Grupo 1= se incluyeron 15 pacientes con patologías cerebrales variables (sin alteraciones estructurales a nivel de la fosa posterior) y tomografía volumétrica preoperatoria, obteniendo un total de 30 lados analizados; Grupo 2= se incluyeron 7 pacientes con patología de fosa posterior que requirieron un abordaje retrosigmoideo: n=4 schwannomas vestibulares, n=1 glioma de bajo grado, n=2 neuralgia de trigémino. En este último grupo se realizó una correlación entre los hallazgos por tomografía y la precisión en la exposición durante el procedimiento quirúrgico. Todos los pacientes analizados contaban con TC de 1 mm de espesor (tomógrafo multislice Siemens Somatom de 16 filas), la cual fue reconstruida en formato 3D utilizando el software de libre acceso RadiAnt DICOM Viewer, disponible para Sistema Windows.

Se realizó una revisión bibliográfica en PubMed empleando las palabras claves “retrosigmoid approach”; “surgical planning”; “initial burr-hole”, con el fin de identificar los estudios que informaran sobre la ubicación del sitio de trepanación inicial en el abordaje retrosigmoideo.

RESULTADOS

En los 37 lados analizados se empleó la técnica descripta por Lei X et al.¹² para evaluar la relación de la TTS con el asterion y la ranura digástrica en la TC 3D (fig. 1). Una vez obtenidas las imágenes 3D a partir de la TC, con herramientas de corte se aisló 1 hemicráneo, se posicionó simulando la visión intraoperatoria; se rotó la imagen 180°, en el endocráneo se realizó una simulación de un orificio de trépano de 14mm de diámetro en el ángulo inferomedial de la TTS. Nuevamente se rotó la imagen 180°, en el exocráneo, utilizando un sistema de coordenadas se relacionó la distancia entre el centro del orificio de trépano, la ranura digástrica y el asterion. La línea desde el punto digástrico (inicio de ranura digástrica) y el asterion se denominó eje “X” (representando el eje cefalocaudal), el eje “Y” (plano anteroposterior) fue perpendicular al eje “X”, atravesando el asterion. Así se estableció un sistema de coordenadas a partir del cual se midieron las distancias entre las referencias óseas y el centro del trépano inicial.

El asterion, el punto digástrico y la TTS pudieron iden-

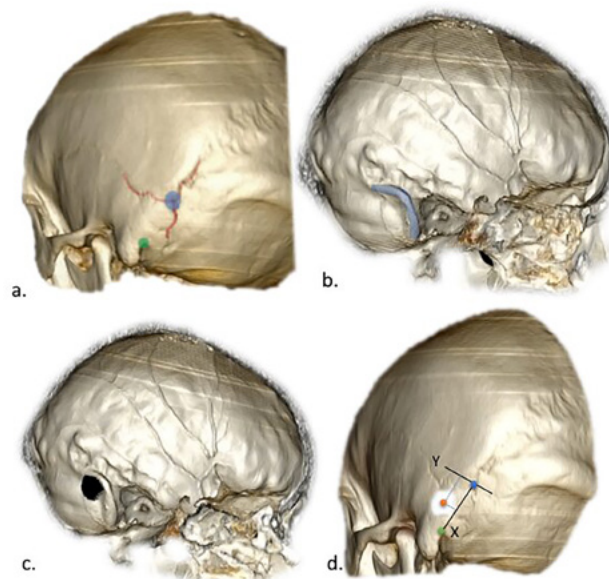


Figura 1: Demostración paso a paso de la planificación quirúrgica. a) Identificación de asterion y punto digástrico simulando la vista intraquirúrgica; b) Identificación de la transición transverso-sigmoidea en el endocráneo; c) Simulación de trepanación de 14mm de diámetro; d) Medición de la distancia del centro del agujero de trépano en relación con el punto asterion (punto azul) y punto digástrico (punto verde).

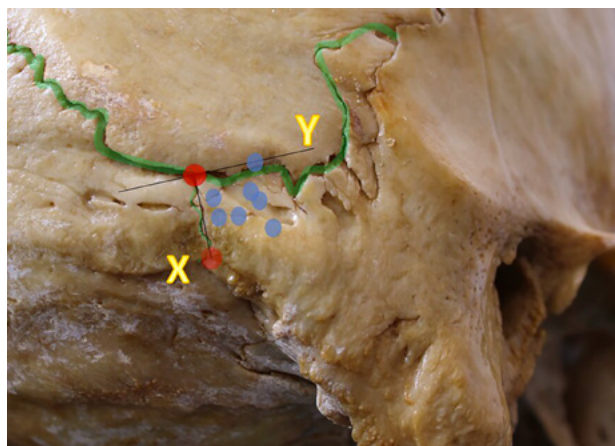


Figura 2: Representación a escala en cráneo seco de la ubicación del centro del trépano inicial planificado para pacientes del Grupo 2.

tificarse en la totalidad de las tomografías de los pacientes analizados, en la gráfica 1 se representa en un gráfico de dispersión las distancias encontradas, en la figura 2 se realiza una representación a escala de los resultados obtenidos en el Grupo 2. El tiempo requerido para la planificación fue de 10 minutos. En el 78% (29) de los casos el agujero inicial se encontraba anterior e inferior respecto al asterion, en 5 oportunidades se encontraba en el mismo plano del eje cefalocaudal y sólo en 1 caso se encontraba exactamente debajo del mismo. En ninguno de los casos se identificó la TTS superior al asterion. La ubicación en sentido inferior varió de 0 mm a 25,5 mm (media 12,5 mm); en el plano anteroposterior de -6,41 mm a 14,5 mm (media 4,09 mm).

En el Grupo 2, se realizó un abordaje retrosigmoideo en posición semisentada, incisión retroauricular lineal, co-

menzando superior al conducto auditivo externo y finalizando a nivel del tip mastoideo. Cranealmente se profundizó hasta el periostio y se realizó una disección muscular en sentido lateral. El tejido correspondiente a partes blandas en relación con las suturas óseas fue extraído utilizando monopolar y gasas embebidas en solución fisiológica. En todos los casos, tanto el asterion (sitio de unión de sutura lambdoidea, occipitomastoidea y parietomastoidea) como el punto digástrico pudieron identificarse. Tomando como guía las distancias obtenidas durante la planificación prequirúrgica, se realizó una trepanación inicial utilizando un acracut de 14 mm de diámetro y trepanador

eléctrico. Las distancias fueron medidas intraquirúrgicamente utilizando una regla milimetrada estéril. No existieron lesiones a los senos venosos. La exposición de la TTS fue adecuada en el 100% de los pacientes planificados (Tabla 1). La TC postoperatoria demostró una correcta correlación entre la ubicación de la trepanación planificada y la realizada (fig. 3).

DISCUSIÓN

El abordaje retrosigmoideo es el más utilizado para acceder a la región petroclival en neurocirugía vascular,

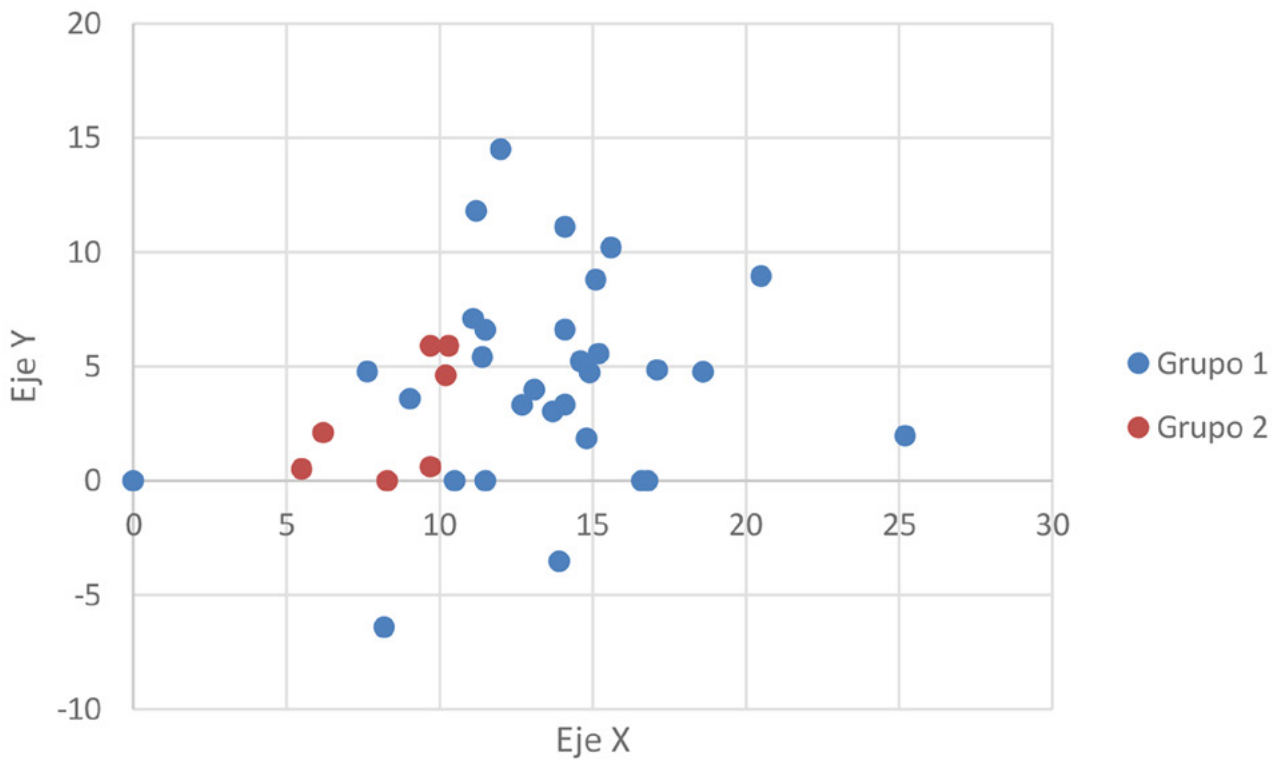


Gráfico 1: Dispersión que evidencia la ubicación del centro del orificio de trépano en relación con las referencias óseas en TC 3D. El eje “X” es una línea que conecta el punto asterion (punto 0) y el punto digástrico; el eje “Y” es perpendicular a eje “X”.

TABLA 1: RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDIENTES AL GRUPO 2

Paciente	Sexo	Edad	Lado	X	Y	Asterion visible	Dx	TTS adecuada / inadecuada	Ampliación abordaje
1	F	25	Izquierdo	8,3	0	Si	Schwannoma vestibular	Adecuada	No
2	F	28	Izquierdo	10,3	5,9	Si	Glioma de bajo grado	Adecuada	No
3	M	47	Derecho	10,2	4,6	Si	Neuralgia V	Adecuada	No
4	M	63	Izquierdo	9,7	0,6	Si	Neuralgia V	Adecuada	No
5	F	48	Derecho	9,7	5,9	Si	Schwannoma vestibular	Adecuada	No
6	M	54	Derecho	6,21	2,1	Si	Schwannoma vestibular	Adecuada	No
7	F	60	Izquierdo	5,5	0,5	Si	Schwannoma vestibular	Adecuada	No

neoplásica y funcional.¹⁰ Para la correcta colocación del punto de entrada en el compartimento craneal, es necesaria la localización del complejo sinusal transverso-sigmoideo subyacente, permitiendo una menor apertura ósea, disminuyendo el riesgo de daño iatrogénico sinusal y tiempo quirúrgico.⁶

El asterion, representado por la unión de las suturas parietomastoidea, lambdoidea y occipitomastoidea fue considerado clásicamente como la principal referencia ósea para la realización del agujero de trépano inicial.¹ Coincidente con nuestros resultados, diversos estudios han refutado esta relación.^{4,5,7,9,10,12,19} En función de esto, se describen en la literatura otros puntos de referencia como el plano horizontal de Frankfurt, la raíz cigomática, el inion, la espina suprameatal, el tip mastoideo, entre otros.^{2,4,6,7,17,19} Desafortunadamente muchos de estos re-

paros no pueden observarse durante el abordaje quirúrgico o implican aumentar el área de exposición.

El primer estudio que introduce un procedimiento que utiliza imágenes de TC 3D para proyectar la TTS en la superficie externa del cráneo sin utilizar dispositivos de neuronavegación, fue realizado por Hamasaki et al en el año 2009,¹⁰ los autores no mencionan cómo proyectar la información de la estación de planificación al cráneo del paciente durante el procedimiento quirúrgico, evitando su reproducción. Sheng et. Al., en el año 2011,³ describen la utilidad de utilizar sustracción a partir de angiografía para individualizar la ubicación de los senos venosos. Luego, Lei X. et al.,¹² detallan un método a partir de la reconstrucción 3D de TC donde se simula el agujero de trépano inicial y luego mediante un sistema de coordenadas utilizando como referencia el asterion y la ranura

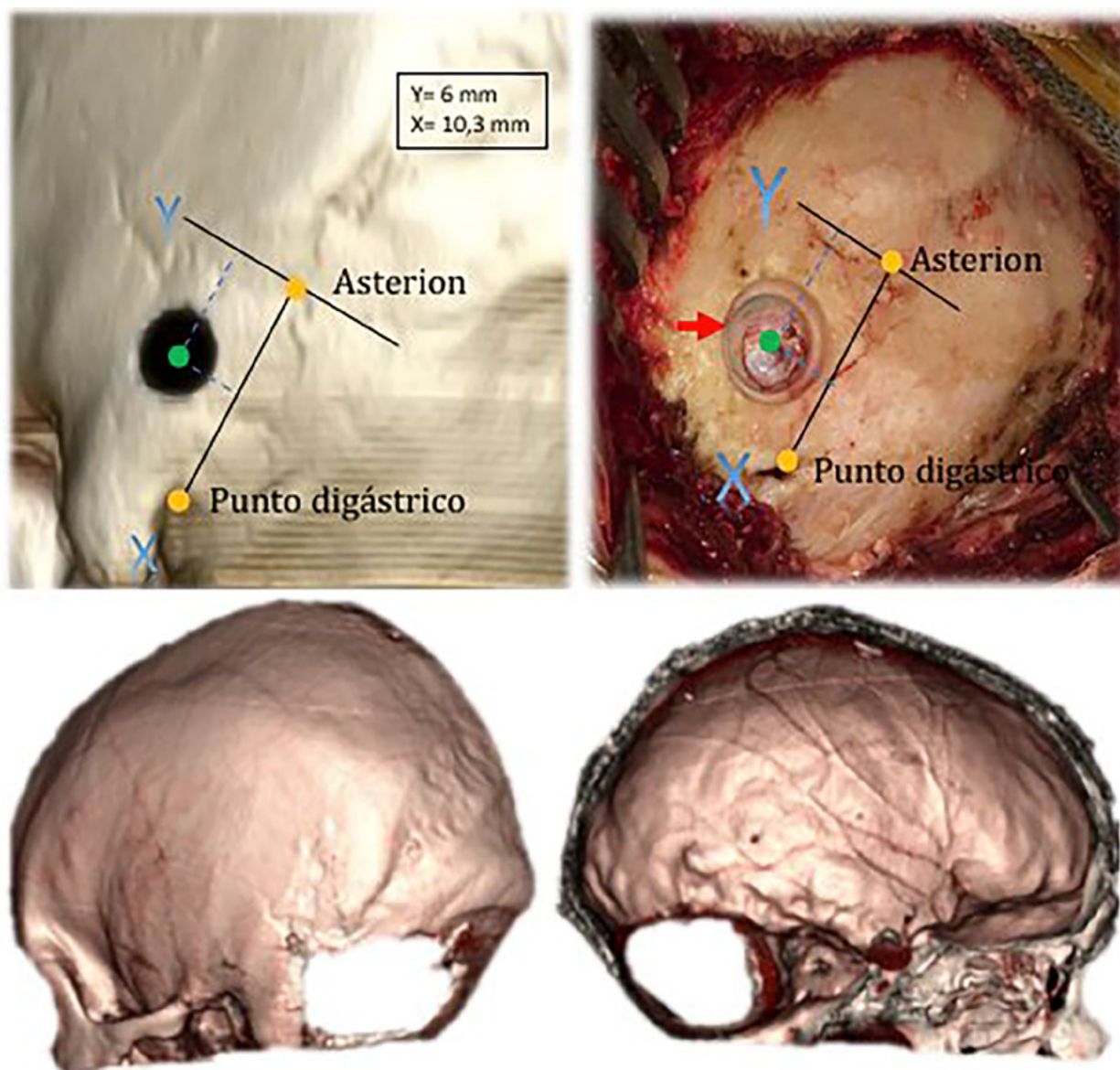


Figura 3: Caso ilustrativo. a) Planificación prequirúrgica en TC 3D. b) Imagen intraquirúrgica donde se evidencia proyectada la planificación realizada, se identifica en la porción superior de la trepanación la TTS (señalada por una flecha roja). c) Control postquirúrgico de craniotomía realizada, evidenciándose en el endocráneo la relación del keyhole con la TTS.

TABLA 2: RESUMEN DE TÉCNICAS DESCRIPTAS PARA LOCALIZACIÓN DEL KEYHOLE

Autor (año)	Método	Sitio de trepanación inicial
Lang and Samii (1991) ¹¹	37 hemisferios (16 femeninos, 21 masculinos)	Masculino: 50 mm detrás de la espina suprameatal, 11,5 mm debajo del Plano Horizontal de Frankfurt. Femenino: 45-50 mm debajo de la espina suprameatal y 11,5 mm debajo del Plano Horizontal de Frankfurt.
Day et al (1996) ⁶	15 preparados cadavéricos	Debajo de la línea nuchal superior, con la porción anterior del agujero de trépano incluyendo el margen posterior de la apófisis mastoidea.
Day and Tschabitscher (1998) ⁷	100 cráneos secos (200 hemisferios)	Inferior a línea nuchal superior, detrás de la cresta delimitada por el cuerpo de la apófisis mastoides.
Uz et al (2001) ²⁰	50 cráneos secos	Medial y 2 cm inferior al asterion.
Avci et al. (2003) ²	12 cadáveres y 10 cráneos secos	1 cm debajo de la línea nuchal superior y 1 cm medial a la porción superior del surco mastoideo.
Ribas et al. (2005) ¹⁴	25 cráneos secos (50 lados)	1 cm anterior al asterion y con la base superior en la sutura parietomastoidea.
Bozbuga et al. (2006) ⁴	84 cráneos secos	Debajo de la línea nuchal superior y posterior al eje definido por la unión del tip mastoideo y las suturas escamosa – parietomastoidea.
Urceler and Grovsa (2006) ¹⁹	100 cráneos adultos (200 lados)	La mitad del diámetro debajo de una línea horizontal paralela al borde superior del arco cigomático, medial a una línea vertical que conecta la muesca mastoidea superiormente a la sutura escamosa.
Hamasaki et al. (2009) ¹⁰	38 pacientes	Localización individualizada basado en medidas preoperatorias y referencias anatómicas.
Sheng et. Al. (2011) ³	100 pacientes	Localización individualizada utilizando sustracción a partir de TC con contraste endovenoso.
Lei X. et al (2012) ¹²	18 pacientes	Localización individualizada usando TC 3D y referencias anatómicas.
Teranishi (2014) ¹⁸	88 pacientes	6.5 mm inferior, 6.5 mm lateral al asterion.
Wang et al. (2018) ²¹	108 pacientes	Localización individualizada utilizando TC 3D y marcadores en cuero cabelludo.
Zhou et al. (2019) ²²	16 hemisferios y 20 pacientes	Localización de punto prequirúrgico basado en cálculos preoperatorios y referencias anatómicas.

digástrica se calcula en el cráneo del paciente. En el año 2018 Wang et al.,²¹ localizan el agujero de trépano inicial utilizando mediciones tomográficas empleando marcadores cutáneos colocados durante la TC preoperatoria. Recientemente, Zhou et al. (2019),²² describen un nuevo método a partir de TC 3D, tomando los mismos puntos de referencia utilizados por L. Zia et al., requiriendo para la transferencia al cráneo un calibrador digital (Tabla 2).

Se decide utilizar la técnica descrita por Lei X., siendo ésta la única que permite individualizar la anatomía del paciente utilizando TC preoperatoria, sin requerir la implementación de marcadores cutáneos o medios contrastados. Otorga la posibilidad de calcular las distancias teniendo en cuenta referencias óseas visibles durante el abordaje quirúrgico, sin implicar aumentar el área de exposición, ni precisar de herramientas adicionales para medir las distancias en el cráneo. Los autores realizan

una clara descripción de la técnica, permitiendo su reproducción, utilizando un software con herramientas básicas de corte para la simulación.

Hall et al.⁹ realizan el mayor estudio comparativo entre diferentes métodos. Coinciden en que no existe una técnica con superioridad clara debido a que los resultados obtenidos no demuestran grandes diferencias cualitativas y cuantitativas. Exponen que las técnicas propuestas por Ribas¹⁴ (1 cm anterior al asterion, con la base superior en la sutura parietomastoidea) y Teranishi¹⁸ (6.5 mm inferior, 6.5 mm lateral al asterion) son las más apropiadas en la búsqueda intraquirúrgica del keyhole del abordaje retrosigmoides. Los autores no analizan la técnica elegida por nuestro estudio y no llevaron a la práctica clínica los resultados obtenidos. Cuando se analiza la medición propuesta comparada con nuestra serie (graf. 2), existe una correlación con la ubicación más frecuentemente encon-

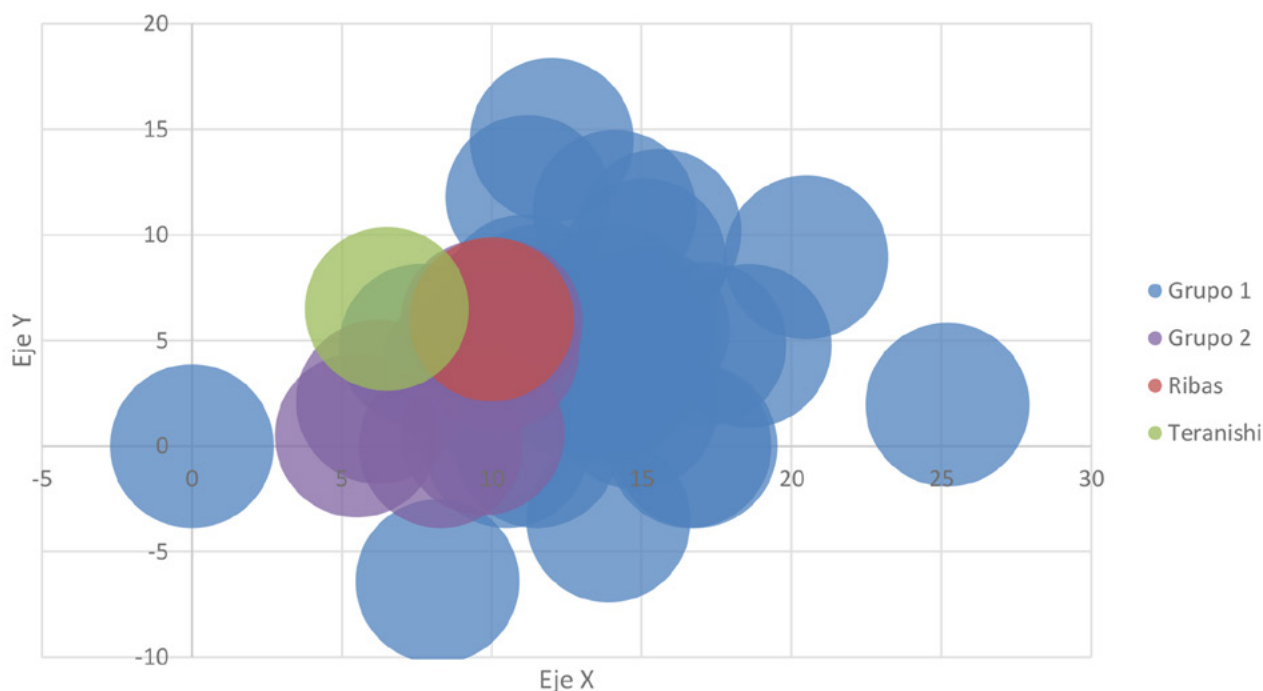


Gráfico 2: Dispersión donde se representan los resultados obtenidos en nuestra serie en relación con las distancias propuestas por Ribas y Teranishi.

trada, pero se evidencian casos donde las diferencias de las distancias encontradas fueron mayores a 15 mm, pudiendo tener implicancias clínicas.

Debido a la variabilidad inherente en diferentes cráneos humanos y evidenciando la gran dispersión encontrada en la ubicación de la TTS, es imposible confiar estrictamente en una medición promedio para la localización precisa de cualquier estructura profunda.

La neuronavegación representa la solución ideal para este problema proporcionando una identificación anatómica del paciente en tiempo real.⁵ En nuestro medio no disponemos de dicho recurso, por ello se precisa de un método rápido, de libre acceso, que permita individualizar al paciente utilizando información anatómica específica obtenida de imágenes preoperatorias.

Identificar el asterion durante la exposición quirúrgica podría representar una limitante en el uso de la técnica. Avci y col.² informan que el asterion se identifica fácilmente en cráneos secos, mientras que sólo pudo identificarse claramente en el 60% de las muestras cadavéricas. La diferencia se debería a la presencia de tejido blando

en las suturas óseas. Algunos autores proponen utilizar H₂O₂ en el campo quirúrgico, permitiendo que las suturas óseas se visualicen como las del cráneo seco.¹² De no ser identificado, otros reparos como la vena emisaria mastoidea podrían ser utilizados.

CONCLUSIÓN

La evaluación preoperatoria a través de TC 3D en la planificación del abordaje retrosigmoideo, representa un método eficaz y reproducible en nuestro medio. Así como reporta la literatura, la variabilidad interindividual evidenciada durante el acto quirúrgico excede a los reparos anatómicos aislados como el asterion o los sitios de trepanación universales. Es así como identificando en la TC 3D puntos de reparo sencillos como el asterion y la ranura digástrica empleando un sistema de coordenadas simples, es factible la exposición con exactitud de la TTS reduciendo el tiempo quirúrgico y minimizando el riesgo iatrogénico de lesión venosa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Mefty O, Fox JL, Smith RR. Petrosal approach for petroclival meningiomas. *Neurosurgery*.1998. Vols. 22(3):510-517.
2. Avci E, Kocaogullar Y, Fossett D, Caputy A. Lateral posterior fossa venous sinus relationships to surface landmarks. *Surg Neurol*. 2003. Vols. 59(5):392-397.
3. Bo S, Furong L, Zhibo X, Yu O, Fajin Lv, Jinmu D, et al. Anatomical relationship between cranial surface landmarks and venous sinus in posterior cranial fossa using CT angiography. *Surg Radiol Anat*. 2012. Vols. 34:701-708.
4. Bozbuga M, Boran BO, Sahinoglu K Surface anatomy of the posterolateral cranium regarding the localization of the initial burr-hole for a retrosigmoid approach. *Neurosurg Rev*.2006. Vols. 29:61-63.
5. da Silva EB Leal AG, Milano JB, da Silva LFM, Clemente RS, Ramina R0 Image- guided surgical planning using anatomical landmarks in the retrosigmoid approach. *Acta Neurochir*.2010. Vols. 152(5):905-91.
6. Day JD, Kellogg JX, Tschabitscher M, Fukushima T. Surface and superficial surgical anatomy of the posterolateral cranial base:

- Significance for surgical planning and approach. *Neurosurgery*. 1996. pp.38:1079-1084.
7. Day JD, Tschabitscher M. Anatomic position of the asterion. *Neurosurgery*. 1998. - Vols. 42(1):198-199.
 8. Gharabaghi A, Rosahl SK, Feigl GC, Samii A, Liebig T, Heckl S, et al. Surgical planning for retrosigmoid craniotomies improved by 3D computed tomography venography. *EJSO*. 2008. Vol. 34. - págs. 227-231.
 9. Hall S, Yee-chiung PG. Anatomical localization of the transverse-sigmoid sinus junction : Comparison of existing techniques. *SNI*. 2019. Vol. 10:186.
 10. Hamasaki T, Morioka M, Nakamura H, Yano S, Hirai T, Kuratsu J. A 3-dimensional computed tomographic procedure for planning retrosigmoid craniotomy. *Neurosurgery*. 2009. Vols. 64(5 Suppl 2):241-246).
 11. Lang J, Samii A. Retrosigmoidal Approach to the Posterior Cranial Fossa. An Anatomical Study. *Acta Neurochir*. 1991. Vols. 111:147-153.
 12. Lei X, Mingshan Z, Yanming Q, Ming R, Haoran W, Hongwei Z, et al. Localization of transverse-sigmoid sinus junction using preoperative 3D computed tomography: application in retrosigmoid craniotomy. *Neurosurgery Rev*. 2012. págs. 35(4):593-599.
 13. Rhoton A. The cerebellopontine angle and posterior fossa cranial nerves by the retrosigmoid approach. *Neurosurgery*. 2000. Vols. 47(3 Suppl):S93-129.
 14. Ribas GC, Rhoton AL, Cruz OR, Peace D. Suboccipital burr holes and craniectomies. *Neurosurg Focus*. 2005. Vol. 19(2):E1.
 15. Samii J, Lang A. Retrosigmoidal Approach to the Posterior Cranial Fossa. An Anatomical Study. *Acta Neurochir*. 1991. págs. 111:147-153.
 16. Samii M, Draf W. *Surgery of the skull base*. Berlin, New York, Tokyo. Springer. 1989. Vol. p. 385-387.
 17. Samii M, Tatagiba M, Carvalho GA. Retrosigmoid intradural suprameatal approach to Meckel's cave and the middle fossa: surgical technique and outcome. *JNS*. 2000. Vols. 92(2):235-241.
 18. Teranishi Y, Kohno M, Sora S, Sato H. Determination of the keyhole position in a lateral suboccipital retrosigmoid approach. *Neurol Med Chir*. 2014. Vols. 54:261-6.
 19. Ucerler H, Govsa F. Asterion as a surgical landmark for lateral cranial base approaches. *JCS*. 2006. Vols. 34:415- 420.
 20. Uz A, Ugur HC, Tekdemir I. Is the asterion a reliable landmark for the lateral approach to posterior fossa? *J Clin Neurosci Off J Neurosurg Soc Australia*. 2001. Vols. 8(2):146-147.
 21. Wang C, Han G Y, Chao L, Chuangxi L. Clinical application of scalp markers and three-dimensional sliced computed tomography reconstructions of the skull transverse-sigmoid sinus groove in the retrosigmoid approach. *Turkish Neurosurgery*. 2018. Vols. 28(3):356-363.
 22. Zhou C, Evins AL, Boschi A, Tang Y, Li S, Przepiorka L, et al. Preoperative identification of the initial burr hole site in retrosigmoid craniotomies: A teaching and technical note. *International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*. 2019. 3 : Vol. 15.