

Miscelánea



Neuronavegación en tumores cerebrales: Costo-efectividad.

Neuronavigation in brain tumors: cost-effectiveness

Chong C. ¹

RESUMEN

El Neuronavegador podría definirse como una herramienta en neurocirugía que se basa en un sistema computacional que permite visualizar y seguir en la pantalla de un computador la posición y orientación de cada uno de los procesos que el neurocirujano realiza durante un procedimiento neuroquirúrgico. Entre los objetivos fundamentales de la neuronavegación que apoyarían su uso estarían: a) Ayuda en la planificación y brinda precisión en el acceso a lesiones, y simultáneamente evita áreas elocuentes, b) Es una guía adicional en el manejo de las lesiones subcorticales, c) Reduce la exposición de las lesiones cerebrales (craneotomías mínimas). La contraparte es que si se cumplieran estos objetivos se pudiera considerar que el costo del mismo estaría justificado por el beneficio que representa en el paciente.

En el presente estudio se realizó revisión de literatura concerniente al tema en pubmed, google médico y de la experiencia en 178 cirugías realizadas con Neuronavegador en Hospital Solca -Guayaquil desde Agosto 2014 a Mayo 2017 se pudo obtener las siguientes conclusiones: 1) El neuronavegador es una herramienta de alta tecnología permite el abordaje quirúrgico aumentando su precisión desde la piel hasta el objetivo lesión. 2) Permite abordaje anatómico y por imágenes en tiempo real siendo una ventaja comparativa para obtener buenos resultados quirúrgicos. 3) Si bien puede incrementar el tiempo quirúrgico inicialmente, en la curva de aprendizaje puede disminuir ostensiblemente el tiempo. El mismo que está compensado cuando se llega a lesión de forma directa y segura. 4) El Neuronavegador en una organización salud, puede representar inversión inicial, pero el retorno estaría justificado por la precisión, seguridad y despeño del neurocirujano. El retorno económico puede acortarse ya que hay una tendencia a utilizarse en múltiples patologías en un Servicio Neurocirugía. 4) Estudios en el futuro que pudieran aumentar la casuística y la evaluación en el tiempo de esta herramienta neuroquirúrgica que ampliarían estas conclusiones. Por todo lo anterior, recomendamos activamente la utilización del Neuronavegador en diferentes patologías neuroquirúrgicas.

Palabras claves: Tumor cerebral, neuronavegación, costo-efectividad, calidad.

1. Neurocirujano Hospital Alcívar y Solca, Guayaquil, Ecuador.



ABSTRACT

The Neuronavigation could be defined as a computer system that allows to see and follow on the computer screen the position and orientation of each of the processes (steps) that the neurosurgeon performs during the neurosurgical procedure. Among the fundamental objectives of neuron navigation that would support its use would be that it helps in planning and provides precision in access to injuries, while simultaneously avoiding eloquent areas. Another factor is that it can give additional guidance in the management of subcortical lesions, and can further reduce exposure to brain lesions (minimal craniotomies). The counterpart is that if these objectives were met it could be considered that the cost of the same would be justified by the benefit that it represents in the patient.

In the present study we carried out a literature review concerning the subject in pubmed, google doctor and our experience in 178 surgical procedures performed with Neuronavegador in Hospital Solca Guayaquil from August 2014 to May 2017 the following conclusions could be obtained: 1) The neuronavigation is a High-tech tool allows surgical approach by increasing its accuracy from the skin to the target lesion. 2) It allows real-time anatomical and imaging approach being a comparative advantage to obtain good surgical results. 3) Although it can increase the surgical time initially, in the learning curve can significantly shorten the time. The same one that is compensated when it arrives to injury of direct and safe form. 4) The Neuronavigation in a health organization may represent an initial investment, but the return would be justified by the neurosurgeon's precision, safety and accuracy. The economic return may be shortened since there is a tendency to be used in multiple pathologies in a Neurosurgery Service. 4) Future studies that could increase the casuistry and the evaluation in time of this neurosurgical tool that would expand these conclusions. For all of the above, we strongly recommend the use of the Neuronavigation in different neurosurgical pathologies.

Key Words: Brain tumor, neuronavigation, cost-effectiveness; quality.

INTRODUCCION

La Neuronavegación se podría definir como un sistema computacional que permite ver y seguir en la pantalla de un computador la posición y orientación de cada uno de los procesos (pasos) que el neurocirujano realiza durante el

procedimiento neuroquirúrgico. El neuronavegador se basa en una planificación determinada de imágenes preoperatorias (RMN, y/o TAC), por consiguiente, actúa como un sistema de guía que ayuda al neurocirujano a

realizar con precisión el abordaje, adquiriendo la posición real en cada parte del proceso con respecto a un sistema de referencia.

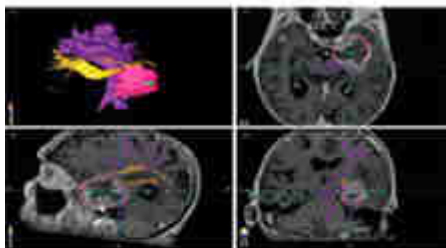
Entre los objetivos fundamentales de la neuronavegación se pueden citar: 1. **Planificar** con precisión acceso a lesiones y evitar áreas elocuentes 2. **Guiar** en el manejo de las lesiones subcorticales. 3. **Reducir** al máximo exposición de lesiones cerebrales (craneotomías mínimas). (ver cuadro 1)

Objetivos de Neuronavegación

Planificar con precisión acceso a lesiones y evitar áreas elocuentes

Guiar en el manejo de las lesiones subcorticales

Reducir al máximo exposición de lesiones cerebrales (craneotomías mínimas).

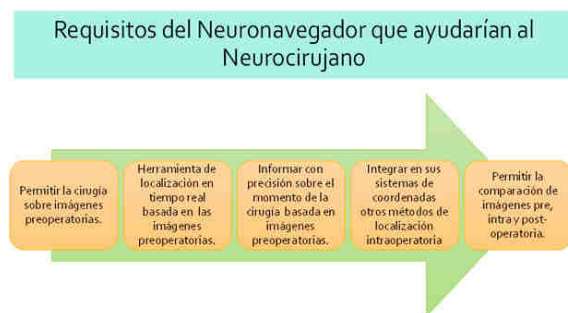


CUADRO 1: Objetivos de la Neuronavegación.



El neuronavegador como un equipo de tecnología representa un costo que en las actividades de salud deben ser justificados con resultados, sobre el aporte que implica y si pueden cambiar positivamente los resultados pudieran relacionarse a: disminuir las complicaciones y déficit neurológico, reducir el tiempo quirúrgico, tiempo hospitalización, mejorar el desempeño del neurocirujano y consecuente a estos aspectos dar seguridad y resultados visibles en beneficio del pacientes. Estos y otros aspectos serían analizados en el presente trabajo. Para cumplir estos propósitos es importante que el Neuronavegador mantenga ciertas características y requisitos (cuadro2)

Cuando en una tecnología o equipo, tal es el caso del neuronavegador se pudiera evidenciar efectividad en los resultados los costos tienden a perder prioridad y la optimización del mismo va en relación a los resultados obtenidos. Por otro lado no es común que la tecnología aplicada a equipos tienen tendencia a disminuir su costo en el tiempo, y cuando es una herramienta útil que en economía puede ser usada de forma cuantitativamente importante (en escala) por sus beneficios, este es otro factor que incide en el costo (11).



CUADRO 2: Requisitos del Neuronavegador para contribuir en una ayuda efectiva al Neurocirujano

METODOLOGIA

En primera instancia se procedió a recopilar información respecto a publicaciones previas relacionadas al tema vía on-line, utilizando filtros apropiados. En PubMed (biblioteca Médica de Estados Unidos de América) se evidenció que desde 1993 hasta 2016 existieron 1250 publicaciones de Neuronavegación en tumores cerebrales. Cuando se centra la búsqueda a costo-efectividad en neuronavegación se localizaron 14 publicaciones. Por lo anterior, existe relativa limitada publicación de Neuronavegación cerebral relacionadas a costo-efectividad, alrededor del 1%. Mediante Google académico se evidenció que sobre Costo-efectividad en Neuronavegación cerebral existían 85 publicaciones, cuando se filtró búsqueda hacia tumores cerebrales hay 63 publicaciones. De ellos solo 8 están relacionados a costo-efectividad.

En el Servicio Neurocirugía Hospital Solca –Guayaquil, centro referencia Nacional Oncológico se realizan aproximadamente 120-130 cirugías

/año. Se utiliza Neuronavegación en 70% casos aproximadamente. Desde Agosto 2014 hasta Octubre Mayo 2017, se ha utilizado Neuronavegación en 178 casos de los cuales 172 casos a nivel cerebral y 6 casos en columna vertebral

Los pacientes fueron valorados neurológicamente, se solicitaron exámenes preoperatorios que incluyeron biometría hemática, Resonancia Magnética con protocolo de neuronavegación en días recientes previos a intervención quirúrgica, valoración cardiológica incluyendo riesgo quirúrgico. Cuando se sospechaba de metástasis se realizó estadiaje (Tomografía con emisión de positrón -pet scan-, gamagrafía ósea, marcadores tumorales séricos) conjuntamente con el servicio de Oncología clínica. En el acto operatorio se utilizó habitualmente el Neuronavegador, Aspirador ultrasónico, coagulómetro, se realizó reposición hemática y biopsia por congelación según los casos. En el post-operatorio, el paciente fue monitoreado en Unidad de Cuidados Intensivos, se realiza TAC craneal o RMN craneal entre las 6 y 24h posterior a la intervención quirúrgica.

El uso del neuronavegador se sustentó como metodología en el cumplimiento de una serie de procesos (Ver Cuadro 3) que permitieron llevar a efecto el objetivo planteado. Estos pasos ya han sido publicados previamente por el autor (2) e incluyeron:



1. Estudios por imágenes, TAC y/o RMN cerebral del paciente bajo protocolo.
2. En quirófano, se hace un reconocimiento (inalámbrico o fiduciario) del contorno de ciertas estructuras anatómicas prominentes del paciente (nariz, ojos, tabique nasal)
3. Utilización de un lector infrarrojo que detecta continuamente movimientos y reconstruye las imágenes del paciente en forma tridimensional (axial, coronal y sagital).
4. Transferencia Imágenes al computador del Neuronavegador.
5. Cirugía procede guiada por el Neuronavegador.

considerarse los detalles que serán ampliados en el apartado de Discusión.



Cirugía con y sin neuronavegación?

En el Servicio Neurocirugía se han aproximadamente 150 procedimientos al año, de ellos aproximadamente el 75%-80% está relacionado a patología tumoral de características compleja que incluyen craneal y raquimedular al ya que se trata de un hospital de referencia de todo el país y el 20 %-25% aproximadamente a procedimientos neuroquirúrgicos de menor complejidad entre ellos colocación sistema derivativo, evacuación hematoma subdural, patología columna degenerativo entre otros.

Proceso de Neuronavegación



Para efecto disminuir los posibles errores que si bien se pudieran presentar son poco frecuentes y con el cumplimiento de los diferentes pasos esto pueden llegar a inexistente es importante cumplir minuciosamente los pasos y para disminuir los cambios ocasionados por el brain shift deben

Hasta antes de la adquisición por parte de la institución del Neuronavegador se realizaban procedimientos de complejidad y con resultados que fueron considerados aceptables por sus resultados. Se realizaban Biopsias con marco estereotáxico, a partir del advenimiento del Neuronavegador se utiliza el marco estereotáxico únicamente en lesiones profundas y pequeñas conforme el criterio aún existente y que se ha publicado previamente por el autor (2)

A partir de Agosto de 2014 se adquiere equipo de Neuronavegación Brainlab Curve en Hospital solca Guayaquil, (Ver Figura 1)



FIGURA 1: Neuronavegador Brain Lab modelo Curve

CIRUGÍA SIN NEURONAVEGADOR

CASO CLINICO 1

Paciente femenina, 44 años edad, ingresa a través de Emergencia, transferida desde Manta (Hospital del Ministerio Salud Pública). Presentando deterioro del nivel de conciencia. La clínica había iniciado 2 meses atrás con cefalea, hemiparesia derecha progresiva y deterioro del estado de conciencia hace 48 horas.

Exploración neurológica: no obedecía órdenes, tendencia al sueño, hemiparesia derecha, Glasgow 12/15.

Exámenes Complementarios: Biometría Hemática y Electrocardiograma dentro de normalidad. TAC craneal. Evidencia voluminosa lesión localizada en región temporo-parietal izquierda que capta el medio de contraste de forma regular,

hacia parte central se observa área no capta el contraste que pudiera corresponder a necrosis. Además se observa importante edema perilesional digitiforme. Esta lesión ejerce efecto de masa y compresión del sistema ventricular y desviación de línea media.

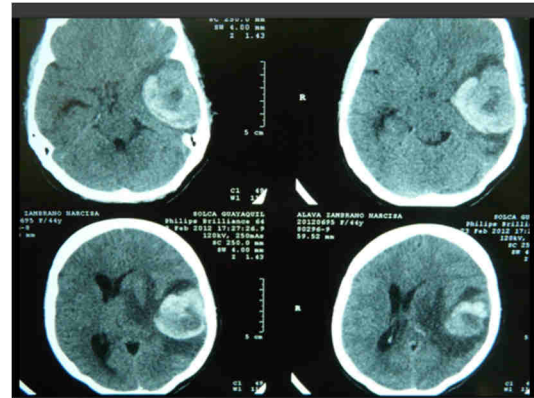


FIGURA 2: TAC craneal con contraste, evidencia voluminosa lesión localizada en región temporo-parietal izquierda que capta el medio de contraste de forma regular, hacia parte central se observa área no capta el medio contraste que pudiera corresponder a necrosis, obsérvese además importante edema perilesional digitiforme (Ver flecha). Esta lesión ejerce efecto de masa compresión del sistema ventricular y desviación de línea media.

Resonancia Magnética (RMN) cráneo: En secuencia T1 en cortes axial, coronel y sagital con contraste evidencia captación irregular de contraste, cuyo diámetro mayor mide 55.6mm (tumor gigante), comprimiendo el sistema ventricular (asta anterior) y desviación de línea media.

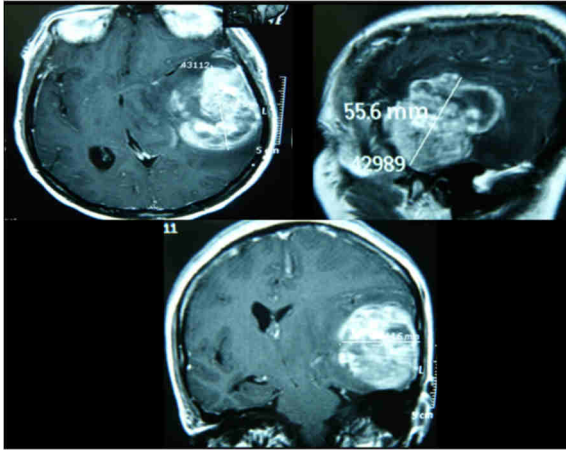


FIGURA 3: RMN craneal con contraste, en secuencia T1 en cortes axial, coronel y sagital evidencia captación irregular de contraste. Obsérvese lesión cuyo diámetro mayor corresponde a 55.6mm (tumor gigante), comprimiendo el sistema ventricular y desviación de línea media.

En el acto quirúrgico, se consigue exéresis total de lesión (Ver Figura 4 D).

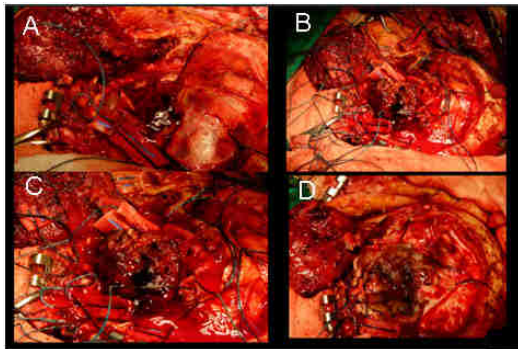


FIGURA 4: Obsérvese lesión tumoral en diferentes fases de disección **A,B, Y C**, en **D** se observa exéresis total. Se evidencia en C flecha con aneurismas vascular tumoral relacionada a la alta vascularización de lesión tumoral.

En el post-operatorio inmediato paciente evoluciona favorablemente Glasgow 15 sin déficit neurológico agregado y se da el alta a los 10 días del post-operatorio. El TAC craneal de control con contraste evidencia cambios post-quirúrgicos no hay captación patológica del medio de contraste en

relación a exéresis total de lesión y ya no hay desviación de línea media observada en imágenes preoperatorias. (Ver Figura 5)

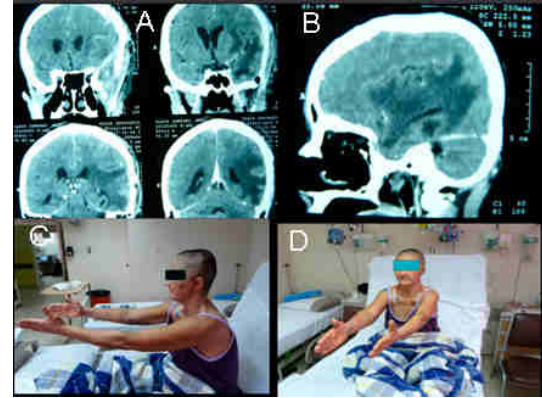


FIGURA 5: TAC craneal de control post-operatorio con contraste A y B, evidencia cambios post-quirúrgicos no hay captación patológica del medio de contraste en relación a exéresis total de lesión. Obsérvese que ya no hay desviación de línea media observada en imágenes preoperatorias. En C y D obsérvese paciente a las 72 horas post-operatorio, sin déficit neurológico agregado, Glasgow 15.

La Anatomía patológica reveló Glioblastoma multiforme y por ello el paciente recibió radioterapia externa: dosis de 6200 cgy en fracción de 200 cgy, y quimioterapia con temodal en dosis según protocolo establecido.

La RMN craneal con contraste (Ver Fig.6), a las 8 semanas del post-operatorio se observa cambios post-quirúrgicos, sistema ventricular centrado, discreta captación en región cortical que fue interpretado como cambios post-quirúrgicos. La paciente continuó controles por Oncología clínica, radioterapia y Neurocirugía a los 18 meses presentó recurrencia tumoral y fue considerada fuera de recursos terapéuticos.



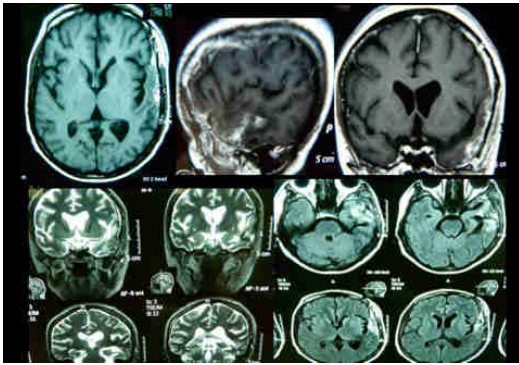


FIGURA 6: La RMN craneal con contraste, a las 8 semanas del post-operatorio se observa cambios post-quirúrgicos, sistema ventricular centrado, discreta captación en región cortical que fue interpretado como cambios post-quirúrgicos.

CIRUGÍA CON NEURONAVEGADOR

CASO CLINICO 2

Paciente sexo femenino, 17 años, ingresa a través de Emergencia presentando cefalea holocraneana y amaurosis bilateral, esta última de aproximadamente 2 meses de evolución. Neurológicamente: hemiparesia derecha, algo desorientada, amaurosis bilateral, Glasgow 14-15. Se realizó TAC craneal con contraste evidenciaba voluminosa lesión frontal izquierda que captaba de forma irregular el medio de contraste, ejercía efecto de masa sobre el sistema ventricular y desviación de línea media. En secuencia ventana ósea se observaba imagen lítica del hueso frontal derecho en relación a invasión del tumor (VER Figura 7)

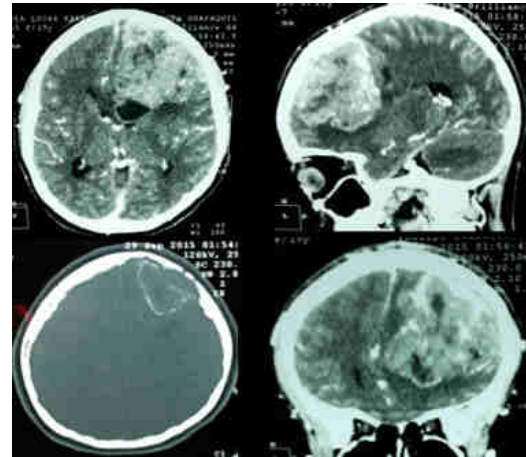


FIGURA 7. TAC craneal con contraste evidencia voluminosa lesión frontal izquierda que captaba de forma irregular el medio de contraste, ejercía efecto de masa sobre el sistema ventricular y desviación de línea media. En secuencia ventana ósea se observaba imagen lítica del hueso frontal derecho en relación a invasión del tumor.

Se realizó RMN craneal con contraste en secuencia T1 en cortes axial, coronal y sagital evidenció lesión que capta el contraste de forma irregular con efecto de masa desviación de hoz cerebral y extensión de lesión hacia el asta anterior del sistema ventricular que está colapsada (Ver Figura 8).

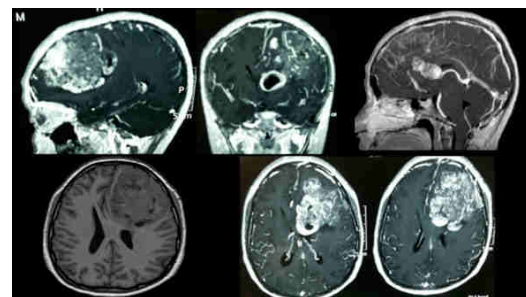


FIGURA 8. RMN craneal con contraste en secuencia T1 en cortes axial, coronal y sagital, evidenció lesión que capta el contraste de forma irregular con efecto de masa desviación de hoz cerebral y extensión de lesión hacia el asta anterior del sistema ventricular que está colapsada.



Cirugía. Se realizó con planificación con Neuronavegador, se utilizó puntos de referencias en áreas prominentes que sirvieron de referencia anatómica (glavela, conductos auditivos externos, canto interno y externo de párpados). La posición de la cabeza girada 70° hacia la derecha y con elevación hombro izquierdo (Ver Figura 9A). Se realiza límites de lesión tumoral y se centra incisión sobre la mismo, para ello se establece extensión del límite del tumor con la imagen proporcionada por el Neuronavegador (Ver Figura 9B).

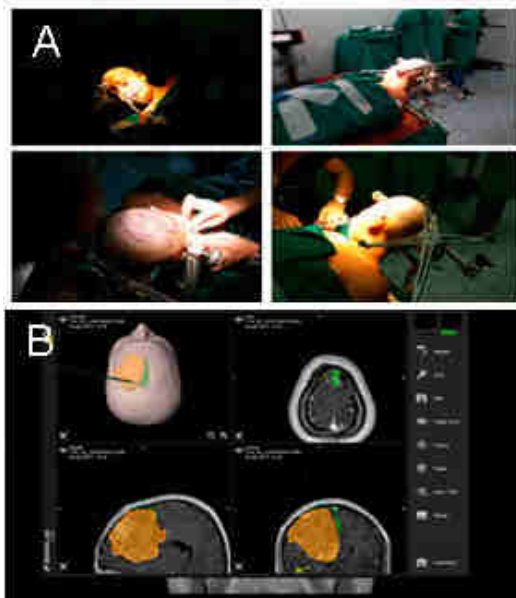


FIGURA 9A,B: Planificación con Neuronavegador, utilizando punto de referencias en áreas prominentes que sirvieron de referencias fiduciarias (glavela, conducto auditivos externos, canto interno y externo de párpado) utilizando estrella del neuronavegador. La posición de la cabeza girada 70° hacia la derecha y con elevación hombro izquierdo (Ver Figura 9A). Los límites de la lesión tumoral en las 3 dimensiones establecidos con neuronavegador permitirán que centra incisión sobre el mismo, para ello se establece extensión del límite del tumor con

la imagen proporcionada por el Neuronavegador (Ver Figura 9B)



El desarrollo de la cirugía y la disección tumoral se apoya en el uso del neuronavegador en todas las instancias incluyendo el área de craneotomía (**Figura. 10A**) y como se profundiza en la lesión en esta fase se apoya de técnica microquirúrgica y la descompresión tumoral intracapsular mediante el uso del Aspirador ultrasónico y respetando la cápsula que separa el tumor del cerebro circundante y sus estructuras vasculares. En las imágenes del neuronavegador se observa estas diferentes fases quirúrgicas (Ver Figura 10B)

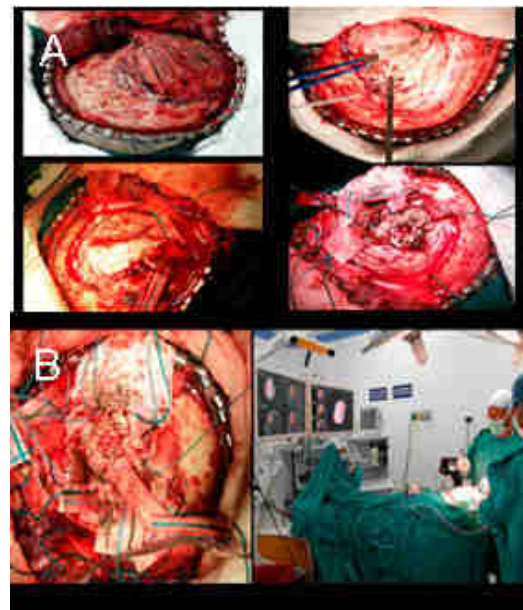


FIGURA 10 A,B: El desarrollo de la cirugía y la disección tumoral se apoya en el uso del neuronavegador en todas las instancias incluyendo el área de craneotomía (**fig 10A**) y como se profundiza en la lesión en esta fase se apoya de técnica microquirúrgica y la descompresión tumoral intracapsular mediante el uso del Aspirador ultrasónico y respetando la cápsula que separa el tumor del cerebro circundante y sus estructuras vasculares (ver figuras . En las imágenes

del neuronavegador se observa estas diferentes fases quirúrgicas (Ver Figura 10B)

En las figuras 11 A y B, se observa en detalle en planos axial, coronal y sagital las instancias en que se va disecando el tumor y su relación con las estructuras circundantes incluyendo vasculares (seno longitudinal superior) en la fig. 11B Se observa que está llegando a la parte más profunda del tumor hasta conseguir la exéresis macroscópica total de lesión

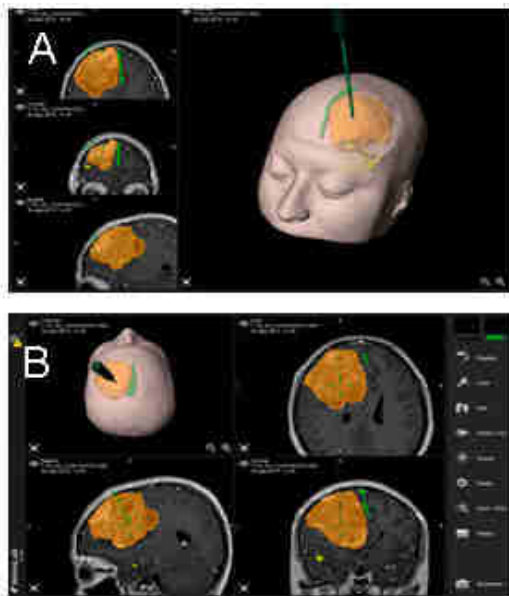


FIGURA 11 A y B: Obsérvese en detalles en planos axial, coronal y sagital las instancias en que se va disecando el tumor y su relación con las estructuras circundantes incluyendo vasculares (seno longitudinal superior), ver flecha. En la fig. 11B Se observa que está llegando a la parte más profunda del tumor hasta conseguir la exéresis macroscópica total de lesión.

En el post-operatorio la paciente evoluciona favorablemente Glasgow 15 y no hay déficit neurológico agregado. Se realiza TAC craneal control aproximadamente a las 24h post-

operatorio evidencia cambios postquirúrgicos en craniotomía fronto-parietal izquierda. No se observa captación patológica en relación a exéresis total de lesión. La anatomía patológica revelóependimoma.

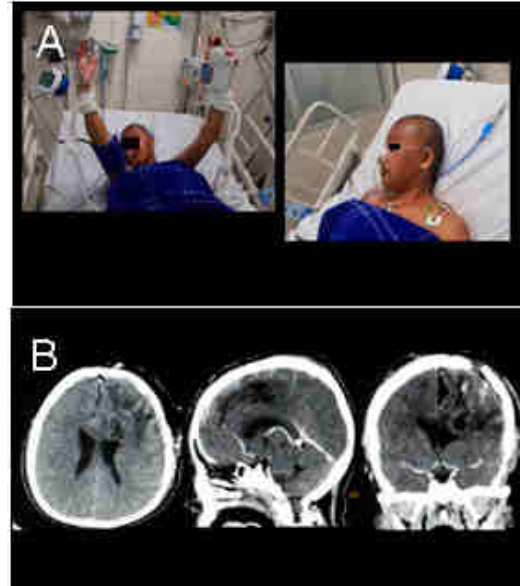


FIG 12A y B: Paciente evoluciona favorablemente Glasgow 15 y no hay déficit neurológico agregado. TAC craneal control post-operatorio 24h evidencia cambios postquirúrgicos en craniotomía fronto-parietal izquierda. No se observa captación patológica en relación a exéresis total de lesión.

Aproximadamente después de 8 semanas de post-operatorio se realizó RMN craneal, que evidencia en secuencia T1 en cortes coronal, axial y sagital se observan cambios postquirúrgicos en región fronto-parietal izquierdo con discreta área de encefalomalacia y dilatación del asta anterior izquierda del sistema ventricular, no se observa captación patológica en relación a exéresis total de lesión (Ver Figura 13^a). PET Scan Se practicó a las 12 semanas

aproximadamente que estableció en reconstrucción cortes coronal, sagital y axial (Ver figura 13B) ausencia de actividad metabólica en lecho tumoral en relación a ausencia de residuo tumoral.

RMN craneal , que evidencia en secuencia T1 en cortes coronal, axial y sagital se observan cambios postquirúrgicos en región fronto-parietal izquierdo con discreta área de encefalomalacia y dilatación del asta anterior izquierda del sistema ventricular, no se observa captación patológica en relación a exéresis total de lesión (Ver Figura 13^a). Se practicó a las 12 semanas aproximadamente PET scan que estableció en reconstrucción cortes coronal, sagital y axial (Ver figura 13B) ausencia de actividad metabólica en lecho tumoral en relación a ausencia de residuo tumoral.

RMN craneal , que evidencia en secuencia T1 en cortes coronal, axial y sagital se observan cambios postquirúrgicos en región fronto-parietal izquierda con discreta área de encefalomalacia y dilatación del asta anterior izquierda del sistema ventricular, no se observa captación patológica en relación a exéresis total de lesión (Ver Figura 13^a). Se practicó a las 12 semanas aproximadamente PET scan que estableció en reconstrucción cortes coronal, sagital y axial (Ver figura 13B) ausencia de actividad metabólica en lecho tumoral en relación a ausencia de residuo tumoral.

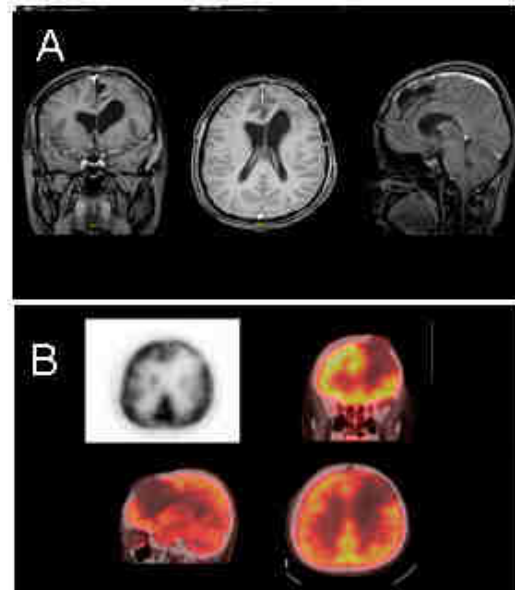


FIGURA 13 A y B: RMN craneal , en secuencia T1 en cortes coronal, axial y sagital (13 A) se observan cambios postquirúrgicos en región fronto-parietal izquierdo con discreta área de encefalomalacia y dilatación del asta anterior izquierda del sistema ventricular, no se observa captación patológica en relación a exéresis total de lesión. Se practicó a las 12 semanas aproximadamente PET scan (13B) que estableció en reconstrucción cortes coronal, sagital y axial (Ver figura 13B) ausencia de actividad metabólica en lecho tumoral en relación a ausencia de residuo tumoral.

Se ha podido demostrar que es posible realizar intervenciones neuroquirúrgicas con y sin neuronavegador con resultados favorables. Sin embargo la percepción del autor y apoyada en otros trabajos (1,2, 3,4,5,6) el Neuronavegador ofrece mayor seguridad en cada acción del neurocirujano, le permite mayor posibilidad de exéresis total que es fundamental para el pronóstico y sobrevida del paciente, puede disminuir el tiempo quirúrgico y con ello las

complicaciones post-operatorias asociadas a esta variable.

Costo-Efectividad de Cirugía de tumores Cerebrales con Neuronavegador

En nuestro medio el promedio de procedimientos quirúrgicos en un Servicio Neurocirugía es aproximadamente 200 cirugías al año. De ellas dependiendo complejidad de abordajes, aproximadamente entre 60-80% de Cirugías está justificado el uso Neuronavegación esto representa aproximadamente entre 120-160 cirugías /año. Esto supondría recuperación inversión en menos de 2 años

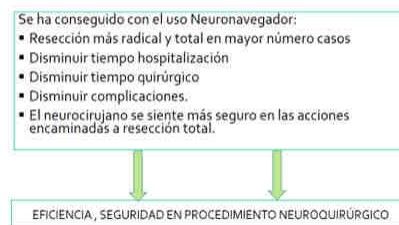
En Ecuador el costo aproximado de 1 día en Terapia Intensiva equivale a 50% de alquiler neuronavegador. Por tanto dos días de prolongación en Terapia = costo alquiler neuronavegador.

Existen publicaciones previas que avalizan el uso del Neuronavegador en Neurocirugía. Previamente se ha publicado el uso de estereotaxia y neuronavegador (1), el presente trabajo se enfoca en el Neuronavegador con sus ventajas incluyendo análisis de medición económica. Se ha podido establecer que hasta 20% más alto costo entre Neurocirugía convencional v.s. uso de neuronavegador (2), que puede ahondar en la ventaja medible del neuronavegador. Existen otras publicaciones previas que indican las ventajas comparativas objetivas del

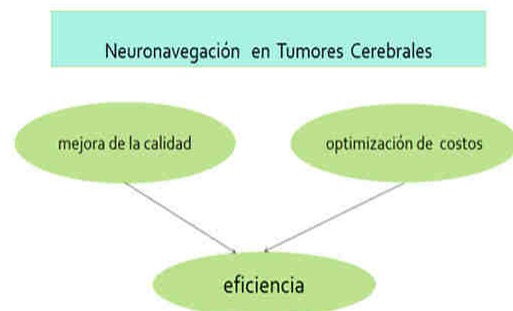
neuronavegador en la actividad neuroquirúrgica y que posiblemente con el tiempo justifiquen que sea una herramienta básica y necesaria para realizar los procedimientos neuroquirúrgicos y obtener resultados mejorados en beneficio de los pacientes.

Lo más importante es el paciente: seguridad y resultados visibles en beneficio paciente.

Costo Eficiencia de Neuronavegacion en Tumores Cerebrales



CUADRO 4: COSTO EFICIENCIA DE NEURONAVEGACION EN CIRUGIA DE TUMORES CEREBRALES.



CUADRO 5: RELACION CALIDAD, COSTO Y EFICIENCIA EN NEURONAVEGACION

La neuronavegación en tumores cerebrales podría considerarse que el objetivo prioritario que pretende alcanzar es la Eficiencia, para ello intenta en todo momento ofrecer: 1) mejora en calidad y 2) optimización de





costos. A continuación se describirá estos dos aspectos:

Qué es la calidad?

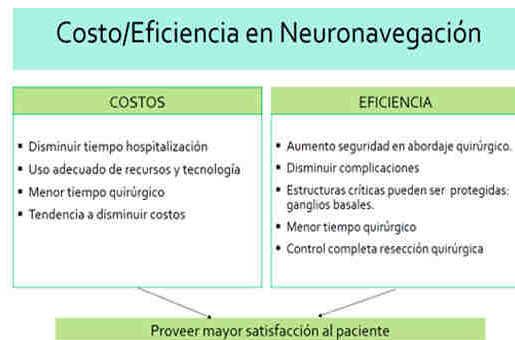
- Definición de la norma ISO 9000: "Calidad: grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos."¹
- Real Academia de la Lengua Española: "Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie".
- Philip Crosby: "Calidad es cumplimiento de requisitos."²
- Joseph Juran: "Calidad es adecuación al uso del cliente."³
- Armand V. Feigenbaum: "Satisfacción de las expectativas del cliente."⁴
- Genichi Taguchi: "Calidad es la pérdida (monetaria) que el producto o servicio ocasiona a la sociedad desde que es expedido".
- William Edwards Deming: "Calidad es satisfacción del cliente."⁵
- Walter A. Shewhart: "La calidad como resultado de la interacción de dos dimensiones: dimensión subjetiva (lo que el cliente quiere) y dimensión objetiva (lo que se ofrece)."⁶

Existen muchos conceptos que tratan de establecer en que consiste la **calidad** que va en relación a la perspectiva que se quiera tomar. Según la Real Academia Lengua española: "propiedad inherente a una cosa que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie". Existen otras definiciones de diferentes autores que van en relación al servicio a un usuario, cliente en un esquema de administración y los resultados que se pretender obtener con un servicio o producto brindado. (VER CUADRO 6).

En Neurocirugía la calidad puede ser considerada según *criterio del autor*: En realizar las actividades inherentes técnicamente bien, cumpliendo los procesos planificados y con una buena percepción (satisfacción, entendimiento) del paciente de lo realizado.

En referencia a optimización de costos mediante el uso del neuronavegador es posible que se consiga a través de varios parámetros entre ellos: disminución tiempo hospitalización, menor tiempo quirúrgico, uso de tecnología disponible que llevaría a

disminución de costos económicos. La incidencia en mejora de calidad y optimización de costos llevarían a **eficiencia en los resultados** que se verían reflejados en aumento seguridad del abordaje quirúrgico, disminución de complicaciones, evitar lesiones en áreas elocuentes, menor tiempo quirúrgico y resección total de lesión (VER CUADRO 7).



CUADRO 7: RELACION COSTO EFICIENCIA EN NEURONAVEGACION

Por tanto la Neuronavegación no remplaza a la microneurocirugía, RMN trans-operatoria, u otras herramientas de la técnica neuroquirúrgica, sino complementa. Por ello el neuronavegador debe ser considerado como un valor agregado para neurocirujano en las intervenciones quirúrgicas.

Tipos mediciones Costo-Efectividad

Mediciones económicas

Mediciones no económicas:

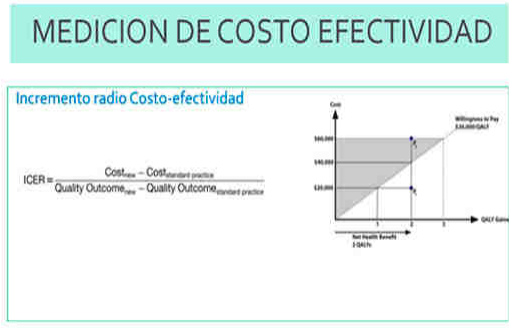
- Mediciones Pronóstico pacientes
- Tiempo de sobrevida
- Tiempo libre de enfermedad
- Calidad de vida

CUADRO 8: TIPOS DE MEDICIONES COSTO EFECTIVIDAD



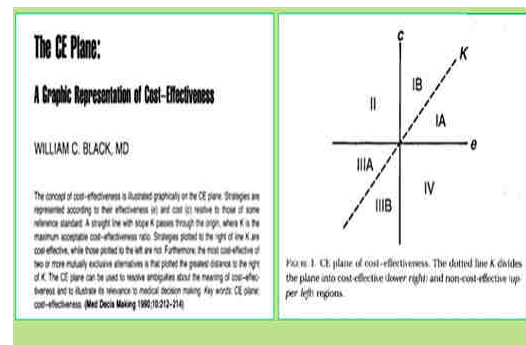
Es importante establecer metodologías que permitan establecer mediciones de costo-efectividad en el uso del Neuronavegador en neurocirugía (VER CUADRO 8). En las actividades médicas han existido tradicionalmente mediciones no económicas a la que en forma habitual permite analizar resultados en la actividades médicas tales como: tiempo sobrevivida, tiempo libre enfermedad, calidad de vida y que permiten medir resultados referente a las opciones terapéuticas, evolución natural enfermedad y el objetivo prioritario es la valoración del impacto en la calidad de vida de los pacientes.

Otro concepto importante y que consideran los administradores, directores hospitalarios, jefes unidades y servicio es la medición económica que representa el impacto económico directo y cuantificado cuando se implementa una nueva tecnología, equipo o herramienta. Esto toma cada vez mayor vigencia ya que los recursos se convierten en limitados frente a las necesidades por resolver en la problemática de salud, por ello en el análisis se priorizan a veces decisiones considerando el costo-efectividad. Indudablemente en Medicina, la resolución de una problemática de un paciente curando, reincorporando a su actividad laboral o social es el objetivo anteponiendo otras causas.



CUADRO 9: Medición de Costo Efectividad modelo radio costo-efectividad

Entre las mediciones económicas se puede considerar: El incremento radio Costo-efectividad (ICER), cuya fórmula está planteada en CUADRO 8. En esta relación se establece la diferencia entre costo nuevo y el costo estándar (ya existente), dividido para la diferencia entre la calidad nueva ganada (resultado ganado) y la calidad estándar (ya existente). Por tanto cuando mayor radio exista, es mejor opción para un costo determinado porque es más eficiente.



CUADRO 10: Modelo del Plano Cartesiano en la graficación de Costo efectividad

Otra metodología que puede ayudar a determinar el costo efectividad es utilizando el modelo cartesiano (VER



CUADRO 9), en que se puede valorar que la línea discontinua representa a K, que es el máximo valorable en costo-efectividad, por ello todo lo que se ubica hacia la derecha es costo-efectivo, y hacia la izquierda no es costo efectivo, siendo el cuadrante IA obviamente el que genera mayor relación costo-efectividad.

Estas metodologías son útiles para tomar decisiones objetivas y al comparar dos escenarios que pudieran ser neurocirugías realizadas con Neuronavegador y sin neuronavegador en un momento dado y cuando se obtienen los resultados de un Centro en particular servirán para apoyar una decisión en utilizar el equipo y con ello replicar resultados basados en un modelo demostrable.

DISCUSION

Existen factores que podrían afectar la precisión del neuronavegador entre otros factores se encuentran: 1. Dependencia en general en las imágenes preoperatorias. 2. Pérdida de fluidos. 3. Deformaciones locales cefalorraquídeo (shift brain). 4. Solventar por medio de procedimientos intra-operatorios. Se ha podido identificar fundamentalmente dos tipos de errores e imprecisiones: 1. relacionados al equipo, que con la tecnología avanzada están restringidos al mínimo existente y 2. Relacionados al equipo humano que opera y es parte del procedimiento neuroquirúrgico aparentemente este es el principal

origen del error (1). No obstante, el valor y beneficio de la neuronavegación está sustentado en publicaciones previas (2,3)

Se recomiendan algunos métodos para minimizar el impacto del desplazamiento cerebral (brain shift) que condiciona imprecisión, y deformación del tejido cerebral local para la adecuada resección del tumor entre ellos: 1. Uso trayectoria quirúrgica verticales, 2. Minimizar el uso de diuréticos y la hiperventilación (ajustar en consecuencia), 3. Resecar el tumor en bloque, 4. Definir los límites tumorales más críticos al inicio., 5. Evitar la punción de quiste o ventricular, al menos precozmente, 6. Marcadores de lugar en los límites críticos. Todas estas recomendaciones incidirían en mejorar la certeza del neuronavegador en los abordajes neuroquirúrgicos. No obstante, en la experiencia personal del autor en ciertas ocasiones en que hay que utilizar diurético antes de la apertura de la dura, por existir gran tensión cerebral y el riesgo de contusión cortical, más aún si se trata de área elocuente con el riesgo que representa y esto no ha alterado la precisión del neuronavegador en el procedimiento neuroquirúrgico.

El análisis coste-efectividad (ACE) es de uso frecuente en el ámbito de los servicios de salud, donde puede ser inapropiado monetizar el efecto sobre la salud. Normalmente, el ACE se expresa en términos de una relación donde el denominador es una ganancia en la salud en cierta medida (años de vida,

nacimientos prematuros evitados, vista-años ganados) y el numerador es el costo asociado con el aumento de la salud. Sin embargo, es importante indicar sin desconceptualizar los argumentos tradicionales de Medicina, la salud como otras áreas de actividades humanas los recursos son limitados pero las necesidades pueden no serlo, por ello hay que priorizar el gasto y que este sea de calidad (11). Para objetivar y racionalizar lo anterior es necesario medir desde el punto de vista económico (ver cuadro 10) y que complementan las mediciones no económicas que ya se han venido utilizando en el tiempo en el ámbito médico y neuroquirúrgico (tiempo libre enfermedad, calidad de vida, tiempo sobrevida entre otros). Estos dos parámetros de mediciones permiten un análisis objetivo y de mayor precisión en el costo efectividad. Además al optimizar recursos mediante un análisis apropiado de costo-efectividad esto permitiría recuperar recursos económicos que pudieran ser utilizados en reinversión en salud en aspectos prioritarios y útiles demostrados objetivamente, creándose un círculo virtuoso a través de costo-efectividad y priorización con calidad del gasto.

El neuronavegador que es un equipo de alta tecnología, en ese sentido es una inversión en salud, que conlleva mejores resultados y beneficios para el paciente y una posible optimización en los gastos a través de disminución tiempo hospitalización, menos complicación, seguridad en el desempeño del

neurocirujano y en definitiva seguridad y mejores resultados para el paciente.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El neuronavegador es una herramienta alta tecnología permite abordaje quirúrgico aumentando su precisión desde la piel hasta el objetivo lesión. Permite abordaje anatómico y por imágenes en tiempo real siendo una ventaja comparativa para obtener buenos resultados quirúrgicos.
- Si bien puede incrementar el tiempo quirúrgico inicialmente, en la curva de aprendizaje puede disminuir ostensiblemente el tiempo. El mismo que está compensado cuando se llega a lesión de forma directa y segura.
- El Neuronavegador en una organización salud, puede representar inversión inicial, pero el retorno estaría justificado por la precisión, seguridad y desempeño del neurocirujano. El retorno económico puede acortarse ya que hay una tendencia a utilizarse en múltiples patologías en un Servicio Neurocirugía.
- Estudios en el futuro que pudieran aumentar la casuística

y la evaluación en el tiempo de esta herramienta neuroquirúrgica ampliarían estas conclusiones. Por todo lo anterior, recomendamos la

utilización del Neuronavegador en diferentes patologías neuroquirúrgicas y en especial si es oncológico.



REFERENCIAS

1. Spetzger. Error analysis in cranial neuronavigation. Minim Invas Neurosurg 2002;45: 6-10.
2. Chong C. Stereotaxia v.s. Neuronavegación versus Biopsia estereotáxica con marco en tumores cerebrales. Actas Médicas Hospital Alcívar 2015 Vol.5: 66-74
3. A. Rasmussen J, F. Lindseth, O. M. Rygh, E. M. Berntsen, T. Selbekk, T. A. Nagelhus Hernes. Functional neuronavigation combined with intraoperative 3D ultrasound: Initial experiences during surgical resections close to eloquent brain areas and future directions in automatic brain shift compensation of preoperative data. Acta Neurochir (Wien) (2007) 149: 365–378. DOI 10.1007/s00701-006-1110-0.
4. Peter W. A. Willems, M.D., Ph.D., Martin J. B. Taphoorn, M.D., Ph.D., Huib Burger, M.D., Ph.D., Jan Willem Berkelbach Van Der Sprenkel, M.D., Ph.D., And Cees A. F. Tulleken, M.D., Ph.D. Effectiveness of neuronavigation in resecting solitary intracerebral contrast-enhancing tumors: a randomized controlled trial. J Neurosurg 104:360–368, 2006.
5. G. Evren Keles. Intracranial neuronavigation with intraoperative magnetic resonance imaging. Curr Opin Neurol 17:497–500. DOI:10.1097/01.wco.0000137543.14610.fd.
6. Paula Eboli, M.D., 1bob Shafa, M.D., an D Marc MaybErg, M.D. Intraoperative computed tomography registration and electromagnetic neuronavigation for transsphenoidal pituitary surgery: accuracy and time effectiveness. J Neurosurg 114:329–335, 2011.
7. Eberhard Uhl, Stefan Zausinger, M.D. Dominik Morhard, M.D. et al. DINTROPERATIVE COMPUTED TOMOGRAPHY WITH INTEGRATED NAVIGATION SYSTEM IN A MULTIDISCIPLINARY OPERATING SUITE Neurosurgery 64 Suppl 2]:ons231–ons240, 2009. DOI: 10.1227/01.NEU.0000340785.51492.B 5.
8. R. Dammers¹, I. K. Haitzma¹, J. W. Schouten¹, J. M. Kros², C. J. J. Avezaat¹, A. J. P. E. Vincent. Safety and efficacy of frameless and frame-based intracranial biopsy techniques. Acta Neurochir (Wien) (2008) 150: 23–29. DOI 10.1007/s00701-007-1473-x.
9. John G. Golfinos, M.D., Brian C. Fitzpatrick, M.D., Lawrence R. Smith, B.S.E., And Robert F. Spetzler, M.D. Clinical use of a frameless stereotactic arm: results of 325 cases. J Neurosurg 83:197–205, 1995

10. Mary G. Parreño & Xiao Bo & Okezie O. Kanu & Shlomi Constantini & Andrew A. Kanner. Frameless stereotactic procedures in pediatric patients: safety and diagnostic efficacy. Childs Nerv Syst (2011) 27:2137–2140. DOI 10.1007/s00381-011-1506-x
11. Chong C. Neurocirugía Oncológica y Economía de la Salud . Rev.Oncología, Volumen 19 Número 1 - 2 Enero - Junio, 2009 (61-64)
12. Bohnstedt BN, Tubbs RS, Cohen-Gadol AA. The use of intraoperative navigation for percutaneous procedures at the skull base including a difficult-to-access foramen ovale. Neurosurgery. 2012 Jun;70(2 Suppl Operative):177-80. doi: 10.1227/NEU.0b013e3182309448. Review
13. Lu Y1, Yeung C2, Radmanesh A2, Wiemann R2, Black PM2, Golby AJ2. Comparative effectiveness of frame-based, frameless, and intraoperative magnetic resonance imaging-guided brain biopsy techniques. World Neurosurg. 2015 Mar;83(3):261-8. doi: 10.1016/j.wneu.2014.07.043. Epub 2014 Aug 1.



Correspondencia:

Cèsar Chong Loor
Email: drcesarchong@hotmail.com

Recibido : 20/09/17

Aprobado : 29/09/17

Conflicto de intereses : Los autores declaran no presentar conflicto de intereses