



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**  
**HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO**

**El uso de tractografía cerebral como estrategia de planeación neuroquirúrgica en pacientes con lesiones tumorales supratentoriales en el hospital Juárez de México de marzo del 2019 a agosto del 2023.**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA  
NEUROCIRUGÍA**

**PRESENTA:**

**LUIS ALBERTO EVERARDO PÉREZ**

**DIRECTORES DE TESIS**

**DR. ARTURO AYALA ARCIPRESTE**

**DRA. EN C. DULCE MILAGROS RAZO BLANCO HERNANDEZ**



**CDMX, JULIO 2023**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

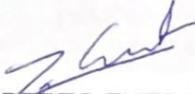
**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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.

# AUTORIZACIÓN DE TESIS;

número de registro de tesis; HJM 043/22-R

  
\_\_\_\_\_  
LUIS ALBERTO EVERARDO PÉREZ

Tesista

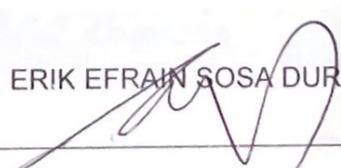
DR. ARTURO AYALA ARCIPRESTE  
DRA. DULCE MILAGROS RAZO BLANCO HERNANDEZ

  
\_\_\_\_\_  
Directores de Tesis

(Clínico y Metodológico)

  
\_\_\_\_\_  
DRA. ERIKA GÓMEZ ZAMORA

Subdirectora De Enseñanza

  
\_\_\_\_\_  
DR. ERIK EFRAIM SOSA DURAN

Jefe De Posgrado

**El uso de tractografía cerebral como estrategia de planeación neuroquirúrgica en pacientes con lesiones tumorales supratentoriales en el hospital Juárez de México de marzo del 2019 a agosto del 2023**

# Índice

- Marco teórico.....3
  - o Sustancia blanca: Fibras de asociación, comisurales y de proyección.....5
  - o Bases de la resonancia magnética en difusión y la tractografía.....6
  - o Aplicación de la tractografía en tumores intracraneales.....7
  
- Justificación.....9
- Planteamiento del Problema .....10
- Pregunta de Investigación .....10
- Hipótesis.....10
- Metodología.....11
- Resultados.....14
- Discusión.....17
- Conclusión.....20
- Referencias.....21

El uso de tractografía cerebral como estrategia de planeación neuroquirúrgica en pacientes con lesiones tumorales supratentoriales en el hospital Juárez de México de marzo del 2019 a agosto del 2023

## Marco teórico

Los tumores del sistema nervioso central (SNC) se refieren a un grupo de tumores heterogéneos que nacen de las células del SNC. En adultos los gliomas representan el 75% de los tumores malignos de SNC, que son derivados de las células gliales o precursores de estos, e incluyen astrocitomas, oligodendrogliomas y ependimomas. <sup>i</sup>

Los tumores primarios del SNC son originados de elementos intracraneales, como la base del cráneo, hemisferios cerebrales, núcleos de la base, cerebelo o tallo encefálico. Los tumores secundarios (metástasis) del sistema SNC se originan de otra área del cuerpo y llegan a invadir las estructuras del SNC. Con una incidencia global de 10.82 por 100,000 personas por año. <sup>ii</sup>

La presentación clínica usualmente se divide en focal o generalizada, pudiendo presentarse de días a meses y depende de la velocidad de crecimiento del tumor y la localización de este a lo largo del SNC. <sup>ii</sup>

Los tumores que se manifiestan con síntomas focales según el lóbulo o regiones que afecte será la sintomatología neurológica. Si afecta el lóbulo frontal puede causar debilidad contralateral o algún grado de disfasia, en el lóbulo parietal como apraxias, agnosias, con heminegligencia y desorientación, lóbulo temporal u occipital con afectación de campimetría. Cuando se presentan de forma generalizada con signos y síntomas no específicos una sola región, por ejemplo, cefalea, convulsiones o datos de hipertensión intracraneal. <sup>i</sup>

El diagnóstico se realiza con la clínica, en la cual se corrobora con un estudio de imagen (tomografía o resonancia magnética nuclear) cerebral, usualmente complementado con medio de contraste. <sup>iii</sup>

El objetivo del tratamiento de las neoplasias intracraneales es maximizar el grado de resección tumoral y minimizar el déficit neurológico resultado del trauma al cerebro funcional durante el procedimiento quirúrgico. <sup>iii</sup>

El grado de resección continúa siendo un punto crítico determinante en el desenlace de los pacientes con gliomas de bajo o alto grado. El beneficio real requiere del balance en la cito reducción quirúrgica y la preservación de la función neurológica. <sup>iv</sup>

Los principales tumores cerebrales que se encuentran desplazando y modificando la anatomía normal del parénquima cerebral son los gliomas de bajo y alto grado, metástasis y meningiomas. <sup>iv</sup>

## **Gliomas de bajo y alto grado**

Los gliomas de bajo grado acontecen cerca del 15% de los tumores primarios en adultos, principalmente ocurren en la región supratentorial, particularmente en la ínsula y las áreas motoras suplementarias. <sup>iii</sup>

Los factores de riesgo como la edad menor a 40 años, escala de Karnofsky mayor a 70, ausencia de realce al medio de contraste y oligodendrogliomas se asocian con un mejor pronóstico. <sup>iii</sup>

El grado de resección es probablemente la variable que se correlaciona con mejor sobrevida, teniendo en mente que la resección depende de la localización a áreas elocuentes. La corteza motora-sensitiva, áreas de lenguaje y la tractografía cerebral se usan para asistir en tumores que se encuentran a estas áreas críticas. <sup>iii</sup>

La radioterapia es usada comúnmente en los gliomas de bajo grado y mejora la supervivencia libre de enfermedad, pero no extiende la supervivencia total. <sup>iii</sup>

Los gliomas de alto grado pueden progresar de un tumor de bajo grado (secundarios) o aparecer de Novo (primarios). <sup>iii</sup>

La edad de presentación (joven), el bajo grado histológico del tumor y un alto Karnofsky se asocia a mejor pronóstico para gliomas de alto grado. <sup>iii</sup>

Con excepción de los gliomas grado I, el resto son muy difíciles de curar únicamente con cirugía, y la mayoría de los pacientes van a experimentar una forma de recurrencia y a requerir diferentes terapéuticas. <sup>iii</sup>

## **Metástasis cerebrales**

Más de la mitad de los tumores cerebrales diagnosticados son metástasis, siendo los tumores primarios más comunes para producir metástasis a SNC son el colorrectal, próstata, mama y pulmón, siendo estos últimos dos los más proclives a diseminarse al cerebro. <sup>v</sup>

Hay ocasiones en las que el paciente debuta con una metástasis cerebral sin un primario conocido, y hasta en el 50% de los casos no se encontrara este. <sup>v</sup>

Los determinantes para que un paciente con metástasis cerebral sea candidato a un manejo quirúrgico va a depender del Karnofsky, comorbilidades, estatus de enfermedades sistémicas, número de metástasis, tamaño y localización. <sup>v</sup>

La mayoría de estos pacientes van a sucumbir a las propiedades malignas del tumor primario que los origina, por lo que el tratamiento quirúrgico queda restringido a casos selectos, con el objetivo de tener un mayor impacto en la sobrevida. <sup>v</sup>

## **Meningiomas**

Los meningiomas son de los tumores más comunes en el cerebro y pueden tener una amplia variedad de clínica o presentaciones, que se cree derivan de una capa de células

aracnoideas alrededor de granulaciones aracnoideas cerca de senos venosos, cisternas, ventrículos o cerebro. <sup>vi</sup>

Pueden encontrarse en cualquier lugar a lo que haya duramadre, aracnoides o piamadre y pueden presentarse desde benignos hasta extremadamente agresivos e incluso pueden ser incidentales. <sup>vi</sup>

La resección completa del meningioma es el tratamiento de elección y puede ayudarse de radioterapia, radiocirugía o terapia hormonal en aquellos que persistan o no se hayan quitado por completo. <sup>vi</sup>

Todas estas lesiones que crecen dentro del cráneo pueden comprimir, desviar o destruir las áreas corticales y subcorticales del encéfalo, modificando la sustancia blanca subyacente. Es importante conocer los principales tractos de sustancia blanca que se van a encontrar distorsionados por estas lesiones. <sup>vi</sup>

### **Sustancia blanca: Fibras de asociación, comisurales y de proyección**

La sustancia blanca se puede clasificar como fibras de asociación, comisurales y de proyección dependiendo las áreas que van conectando. <sup>ii</sup>

Las **fibras de asociación** interconectan regiones corticales ipsilateral e incluyen el fascículo longitudinal superior (FLS) que interviene en el lenguaje, atención, memoria, emociones y función visuoespacial. <sup>ii</sup>

El FLS tiene 4 porciones:

- FLS I: conecta el lóbulo parietal superior y el área motora suplementaria en el giro frontal superior (GFS)
- FLS II: conecta el lóbulo parietal inferior con la corteza prefrontal
- FLS III: conecta el lóbulo parietal inferior con el opérculo frontal del giro frontal inferior (GFI)
- Fascículo arcuato: conecta el opérculo frontal con el opérculo temporal

El Fascículo longitudinal inferior (FLI) conecta el lóbulo occipital con el lóbulo temporal. <sup>ii</sup>

El cíngulo interconecta la parte medial del frontal, parietal y temporal. <sup>ii</sup>

El fascículo frontooccipital inferior (FFOI) participa en el procesamiento del lenguaje. <sup>ii</sup>

El fascículo uncinado (FU) conecta el polo del lóbulo temporal, uncus, parahipocampo y amígdala con la corteza orbitofrontal lateral, cíngulo y el polo del lóbulo frontal. <sup>ii</sup>

El tracto frontal de Aslant (TFA) conecta el giro frontal superior y el giro frontal inferior ipsilateral, que se relaciona con el inicio del habla y fluencia verbal. <sup>ii</sup>

Los **tractos comisurales** interconectan regiones corticales entre los hemisferios opuestos. Se atraviesan de izquierda a derecha y viceversa. <sup>ii</sup>

El cuerpo caloso es el tracto comisural más grande, junto con la comisura anterior que comunica el lóbulo temporal izquierdo con el temporal derecho. <sup>ii</sup>

Las **fibras de proyección** son aquellas que comunican regiones corticales con regiones más profundas. El principal es el tracto cortico espinal que nace del giro precentral, pasan por la cápsula interna para formar el tracto piramidal. <sup>vii</sup>

En los últimos años se han desarrollado estrategias para realizar abordajes craneales a lesiones con un grado mayor de resección y una menor morbilidad al paciente. El estándar de oro para determinar áreas que son consideradas “elocuentes”, es la estimulación eléctrica cortical intraoperatoria (EECI). Sin embargo, esta modalidad requiere un abordaje multidisciplinario y adiestramiento específico por neuro anestesiología, neuropsicología y neurocirugía, además de requerir mayor infraestructura y tecnología. Otra limitante de la EECI es que no ofrece un panorama de la funcionalidad de los tractos de sustancia blanca, debido a que su enfoque es la determinación cortical. <sup>viii</sup>

Por lo que se han buscado alternativas como la tractografía cerebral que se puede obtener por resonancia magnética, siendo este método una manera no invasiva en donde podemos ver una adecuada visualización de la relación espacial entre un tumor y los tractos subcorticales, contribuyendo a una planeación más precisa y guiarnos a una mejor resección. <sup>ix</sup>

### **Bases de la resonancia magnética en difusión y la tractografía**

La resonancia magnética descubierta en la década de los 80s permitió una manera de observar el parénquima cerebral de forma no invasiva y con gran detalle de la anatomía normal y de las condiciones patológicas. En los 90s la tractografía por difusión permitió la visualización “en vivo” de la arquitectura de los fascículos de sustancia blanca, que previamente solo se tenía conocimiento por las disecciones post mortem o animales de forma experimental. <sup>x</sup>

La tractografía fue descrita con la observación de que los tractos de fibras blancas coinciden con la dirección máxima de difusión del agua. En la difusión anisotropía, el agua se encuentra en la arquitectura axonal y no va en todas las direcciones, si no que respeta la membrana axonal y las vainas de mielina, para el movimiento browniano del agua fluya paralelo a los axones. <sup>x</sup>

Cuando las moléculas de agua se encuentran en los axones su movimiento queda restringido al axón y a la membrana dendrítica, células gliales y las vainas de mielina. Su resultado es que la difusión es mayor en la dirección paralela de las fibras. Mientras más estructurado y organizado se encuentre el tejido axonal en un voxel, se dice que es más anisotrópico. <sup>x</sup>

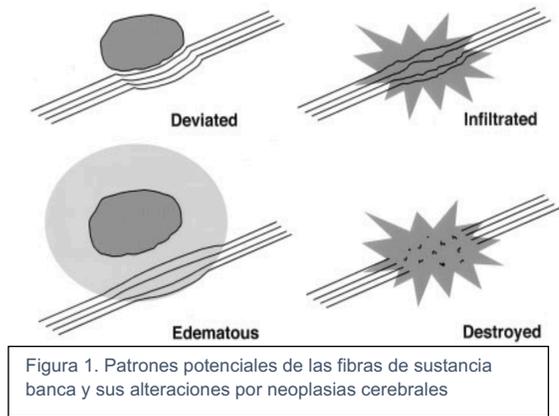
Al aplicar de forma apropiada el gradiente del campo magnético la imagen por resonancia magnética se puede volver sensible al movimiento (difusión) de las moléculas de agua en dirección al campo de gradiente y mediante algoritmos resultar en una representación 3D de los tractos de sustancia blanca. <sup>x</sup>

Los tractos de sustancia blanca usualmente son identificados con el vector principal donde se coloca el voxel y hacia donde se dirige la máxima difusión del agua, asignando colores rojos para horizontales, verde para anteroposteriores y azul para craneocaudal. <sup>xi</sup>

La tractografía permite la visualización de los tractos de sustancia blanca, revelando la infiltración o el desplazamiento por las lesiones intracraneales para informar de la planeación quirúrgica. <sup>xi</sup>

### Aplicación de la tractografía en tumores intracraneales

Los tumores intracraneales se pueden presentar de diversas maneras según la naturaleza de este, Jellison clasifica los patrones de alteración de las neoplasias como desviación de los tractos blancos, edema de la sustancia blanca, infiltración de los tractos y destrucción de los tractos blancos. Los patrones pueden coexistir mutuamente. Figura 1. <sup>xi</sup>



### Uso de la tractografía en la evaluación perilesional de la sustancia blanca

Los tumores primarios del cerebro poseen una histopatología heterogénea característica, su crecimiento puede ser difuso o intracapsular y puede diseminarse en diferentes planos anatómicos, pudiendo afectar intralesional o perilesional con edema o necrosis. <sup>ix</sup>

Se ha observado que los tumores benignos o que no son derivados de estructuras neuronales, como los meningiomas o cavernoma, causan un desplazamiento de tractos de sustancia blanca, mientras que los que proliferan difusamente como los gliomas producen infiltración o destrucción de los tractos blancos a medida que el grado histológico es mayor. <sup>ix</sup>

De forma cualitativa, la tractografía puede usarse para visualizar el desplazamiento, disrupción o infiltración de la sustancia blanca alrededor de la lesión. <sup>ix</sup>

El desplazamiento está definido como una simple desviación de la trayectoria de la sustancia blanca por una lesión que de otra manera estaría destruyendo las fibras. Esto es común de los meningiomas o de las metástasis, que tienden a desplazar más que dañar o destruir. <sup>ix</sup>

La disrupción está definida como el rompimiento o adelgazamiento de las trayectorias de sustancia blanca, secundario a una lesión. Los gliomas de alto grado que contienen tejido neuronal aberrante usualmente infiltran los tractos de sustancia blanca, causando una combinación de desplazamiento, disrupción y destrucción de la sustancia blanca. <sup>ix</sup>

Los tractos de sustancia blanca que se encuentran desplazados pueden regresar a su posición normal posterior a la resección la lesión con mínimo déficit residual. Aquellos que ese haya visualizado rotos o adelgazados en la tractografía preoperatoria pueden regresar

a su apariencia normal cuando se reseca la lesión que estaba haciendo presión sobre este.

ix

Es importante que conozcamos qué se puede tomar equivocadamente que los tractos de sustancia blanca pueden estar dañados u oscurecidos en la tractografía secundario al edema. Esto nos puede guiar a elegir otro método complementario como la estimulación eléctrica cortical intraoperatoria para definir las áreas de sustancia blanca que son elocuentes y guiarnos en la profundidad de la resección.<sup>ix</sup>

Existe controversia acerca de qué la tractografía no ofrece una información funcional, por lo que el estándar de oro sigue siendo la estimulación eléctrica intraoperatoria, sugiriendo que la combinación de ambas sería un mejor abordaje neuro oncológico en cuanto a función y estructura cerebral. x

La Escala KPS fue la primera escala que se desarrolló para evaluar la capacidad funcional. Esta escala evalúa diferentes dimensiones de individuo como nivel de actividad, capacidad de trabajo, nivel de cuidados requeridos, gravedad y progresión de la enfermedad y necesidad de hospitalización. Esta escala va de 100 (salud normal) a 0 (muerte), descendiendo en valores 10 en 10. Figura 2.<sup>xii</sup>

<i>Puntuación</i>	<i>Situación clínico-funcional</i>	
100	Normal, sin quejas ni evidencia de enfermedad.	
90	Capaz de llevar a cabo actividad normal pero con signos o síntomas leves.	un
80	Actividad normal con esfuerzo, algunos signos y síntomas de enfermedad.	
70	Capaz de cuidarse, pero incapaz de llevar a cabo actividad normal o trabajo activo.	
60	Requiere atención ocasional, pero es capaz de satisfacer la mayoría de sus necesidades.	
50	Necesita ayuda importante y asistencia médica frecuente.	de
40	Incapaz, necesita ayuda y asistencia especiales.	
30	Totalmente incapaz, necesita hospitalización y tratamiento de soporte activo.	
20	Muy gravemente enfermo, necesita tratamiento activo.	
10	Moribundo irreversible.	
0	Muerto.	

## Justificación

Figura 2. Escala de Karnofsky

Los tumores intracraneales supratentoriales intra y extra axiales deforman la anatomía normal del cerebro en su crecimiento, desplazando o destruyendo los principales tractos de sustancia blanca en diferentes grados y direcciones, por lo que el entendimiento de esta anatomía cerebral es crucial para elegir el abordaje craneal que sea más directo y con menor morbilidad para el paciente, obteniendo un grado de resección mejor y una recuperación funcional para afrontar las siguientes etapas que tendrán los pacientes con estas patologías.

Es importante que conozcamos la anatomía de estos tractos de sustancia blanca y su relación con las lesiones intracraneales que las afectan, con el objetivo de minimizar la morbilidad de los pacientes en nuestra institución a consecuencia de una resección que pudiera ser agresiva, sugiriendo que debería hacerse este estudio en todos los casos que

se presenten con tumores supratentoriales intra y extra axiales que pudieran afectar los principales tractos de sustancia blanca.

## Planteamiento del Problema

Identificar los tractos de la sustancia blanca, ayuda a contemplar las modificaciones que pueden presentarse de la anatomía cerebral cuando existen lesiones intracraneales.

El abordaje quirúrgico debe de realizarse con el mínimo de resección para garantizar el menor daño posterior al retiro de las lesiones intracraneales

Por lo que la tractografía permite dirigir de una manera más eficiente el abordaje de las lesiones intracraneales lo cual puede disminuir la morbilidad de los pacientes.

## Pregunta de investigación

¿Cuál es la utilidad de la tractografía cerebral para mejorar la estrategia neuroquirúrgica de abordaje en lesiones tumorales supratentoriales y su relación con el estado funcional?

## Hipótesis

La resonancia magnética cerebral con tractografía es útil ya que aumenta el grado de resección de tumores intracraneales supratentoriales intra y extra axiales, disminuyendo la morbilidad mediante la adecuada planeación del abordaje craneal respetando los principales tractos de sustancia blanca.

## Objetivos

### Objetivo general

- Identificar mediante la resonancia magnética y tractografía la mejor estrategia neuroquirúrgica para abordar los tumores intracraneales supratentoriales y obtener el mejor resultado funcional y grado de independencia de los pacientes.

### Objetivos específicos

- Identificar el estado funcional de los pacientes que tienen tumores supratentoriales previo a su cirugía
- comparar el estado funcional posquirúrgico inmediato de los pacientes con tractografía operados.

# Metodología

**Diseño de investigación:** Estudio transversal retrospectivo descriptivo y observacional.

## Población

La población de estudio fueron todos los pacientes con tumores supratentoriales que acuden a los servicios de neurocirugía para resección del tumor. La muestra se obtuvo de pacientes adultos con tumores cerebrales supratentoriales intra y extra axiales en los que se les realizó tractografía cerebral previo a la intervención quirúrgica del tumor en el hospital Juárez de México.

La muestra se obtuvo por conveniencia en el que se incluyeron todos los casos que cumplieran con los criterios de selección en el periodo de estudio de marzo 2019 a agosto 2023

### **Criterios de inclusión:**

1. Paciente mayor de 18 años.
2. Atendidos en el Hospital Juárez de México por el servicio de Neurocirugía.
3. Diagnóstico de tumor cerebral supratentorial intraaxial y extra axial.
4. Pacientes que se les realizó tractografía cerebral preoperatoria
5. Seguimiento postoperatorio de por lo menos tres meses posteriores a su procedimiento.

### **Criterios de exclusión:**

1. Expedientes incompletos.
2. Expedientes faltantes.
3. Pacientes que no continuaron su seguimiento.
4. Pacientes que no se realizaron tractografía cerebral preoperatoria.

### **Definición de variables.**

#### **Tractografía**

- Definición conceptual: trayectoria de la sustancia blanca

- Definición operacional: desplazamiento de tractos de sustancia blanca mediante resonancia magnética para evaluar la desviación o no por lesiones intracraneales.
- Tipo de variable: Categórica.
- Unidad de medición: Si o No

### **Tumores intracraneales**

- Definición conceptual: grupo heterogéneo de neoplasias que incluye desde lesiones bien diferenciadas y relativamente benignas, hasta lesiones altamente invasivas y poco diferenciadas que se localizan dentro del cráneo
- Definición operacional: se registrará aquellos pacientes que tienen una neoplasia intracraneal al cual se les haya realizado tractografía cerebral
- Tipo de variable: Categórica.
- Unidad de medición: Si o No

### **Escala de Karnofsky**

- Definición conceptual: escala numérica del 0 al 100, muy empleada en oncología para expresar de forma reducida el estado general de salud y la calidad de vida de un paciente. Se trata de un método habitual para evaluar su capacidad de llevar a cabo actividades cotidianas
- Definición operacional: se registrará la escala numérica del paciente previo a la intervención quirúrgica y se comparará con la misma escala en el posquirúrgico. mediato
- Tipo de variable: Categórica.
- Unidad de medición: Numérica

### **Duración de los síntomas:**

- Definición conceptual: Tiempo que ha transcurrido el paciente con el síntoma principal de diagnóstico.
- Definición operacional: Se registrará el tiempo de sintomatología expresada en meses al momento de realización de base de datos.
- Tipo de variable: Cuantitativa
- Unidad de medición: Discontinua (meses al momento de la inclusión)

### **Edad:**

- Definición conceptual: Tiempo que ha vivido una persona, animal o vegetal.
- Definición operacional: Se registrará la edad expresada en años al momento de realización de base de datos.
- Tipo de variable: Cuantitativa
- Unidad de medición: Discontinua (años cumplidos al momento de la inclusión).

## Descripción operativa

Cuando nos disponemos a planear una cirugía neurológica para un tumor debemos considerar algunos aspectos en el preoperatorio, estos son la posible etiología y patología del tumor, la localización de el tumor y su relación con los principales tractos de sustancia blanca que se observan en la tractografía, el abordaje quirúrgico adecuado para ese tumor en particular, la posición del paciente según el abordaje, considerando las comorbilidades que el pacientes pueda tener y la accesibilidad del tumor.

Al analizar la resonancia magnética con la tractografía tenemos que considerar la naturaleza de la enfermedad sospechada es decir, si se trata de una lesión benigna o maligna, intraaxial o extraaxial, si tiene o no edema perilesional y como se encuentra la línea media, con esto valorar la posibilidad de que el paciente amerite además de la resección del tumor una cirugía de descompresión y que se quede sin el hueso de la craneotomía, esto secundario al edema tan importante que producen algunos tumores o a la manipulación quirúrgica.

Por lo general los gliomas de bajo grado son lesiones infiltrativas en las cuales no podemos delimitar hasta donde es tejido infiltrado y donde es tejido sano, a diferencia de los gliomas de alto grado que el daño es más evidente pero la vasculatura es mayor y la posibilidad de conseguir una resección total es menor.

Con lesiones como meningiomas que por lo común son extraaxiales y no infiltran el parénquima cerebral, la resección total es la norma general, al igual que las metástasis cerebrales tienen un plano de disección que facilitan su resección, su pronóstico se ve opacado por la enfermedad primaria y su control.

El principal tracto analizado en todas las resonancias magnéticas es el tracto corticoespinal, esto debido a que es el que nos da la movilidad y fuerza del hemicuerpo contralateral, se puede observar de forma efectiva en casi todas las resonancias magnéticas, y se traduce clínicamente en un paciente que ha perdido fuerza y muchas veces su grado de independencia.

Al escoger el abordaje quirúrgico dependiendo de la lesión a tratar, valoramos la localización de la lesión, como se encuentra el tracto y su desplazamiento o destrucción, si el tracto se encuentra desplazado hacia medial, debemos escoger un abordaje lateral o superior, si el tracto analizado se encuentra hacia lateral debemos considerar un abordaje medial, superior contralateral o por vía interhemisférica, siempre tratando de escoger una ruta por cisuras o por cisternas de la base que se vuelven corredores naturales donde es menor la posibilidad de dañar alguna estructura elocuente.

Si nos enfrentamos a una lesión tumoral que se puede abordar por diferentes ángulos debemos considerar cual es la ruta más corta y donde vamos a hacer menos daño en el parénquima cerebral. De ser necesario se miden las distancias desde la parte que se encuentre hacia la convexidad y hasta llegar a la lesión, considerando el desplazamiento de los principales tractos de sustancia blanca y la corteza cerebral que se encuentra en la superficie de la lesión.

En ocasiones no podemos acceder por cisuras y se tienen que hacer la resección tumoral por vía transcortical, por lo que debemos tener en cuenta al momento de hacer la resección de la lesión la disposición del tracto que estamos tratando de preservar para limitar el daño a esta estructura y que no haya un déficit neurológico en el posoperatorio.

Cuando las lesiones son extraaxiales o que se presentan con un plano de disección como en los meningiomas, podemos resecar el tumor prácticamente sin tocar el tejido circundante del cerebro, sin embargo cuando son intraaxiales y no existe un plano de disección o no se observan de forma macroscópica sus límites podemos resecar parte de estas fibras de sustancia blanca que conformen los tractos.

Otra consideración importante en la planeación quirúrgica es la accesibilidad de la lesión con respecto a las estructuras que se encuentran profundas y que se consideran zonas que no son accesibles a cirugías por el daño tan importante e irreparable de estas estructuras cuando son transgredidas, como los núcleos de la base.

Por lo que se revisarán los expedientes de pacientes que cumplan con los criterios de selección y se analizarán las lesiones tumorales, se valorará la resonancia magnética y la tractografía, los datos demográficos y posterior se realizará la escala funcional de Karnofski.

## Análisis estadístico

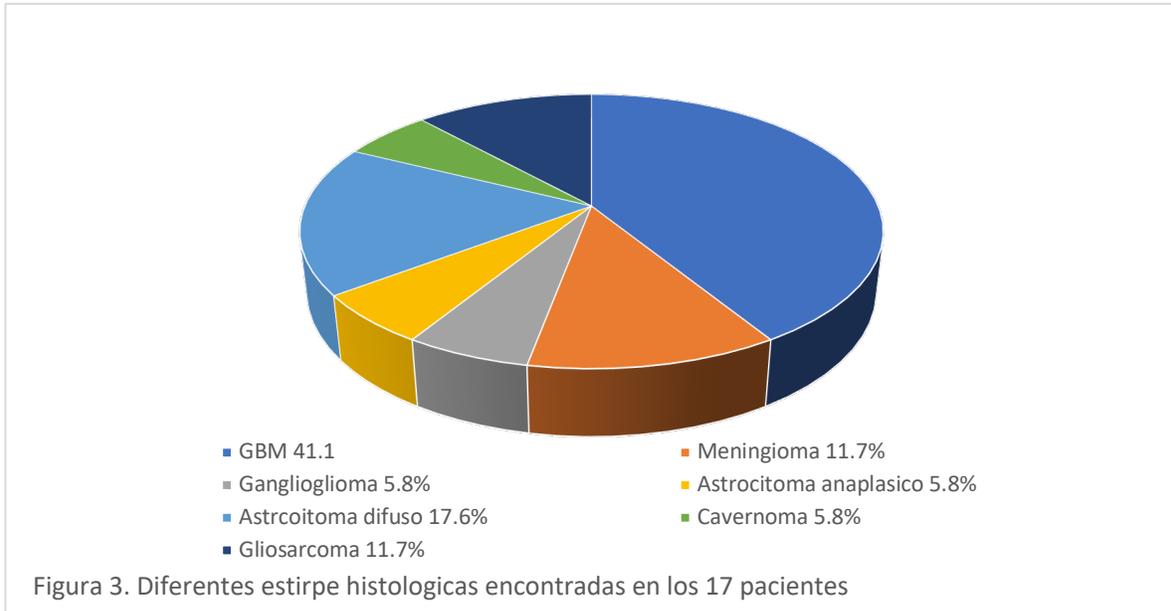
Al ser un estudio descriptivo, solo se emplean las medidas de tendencia central para las variables cuantitativas descritas mediante media y desviación estándar y para las variables cualitativas se empleó la frecuencia y porcentaje.

## Resultados

Se revisaron 17 pacientes que cumplían los criterios de inclusión, con lesiones tumorales supratentoriales en los cuales se pudo realizar de forma preoperatoria una resonancia magnética con difusión y reconstrucción de tractografía.

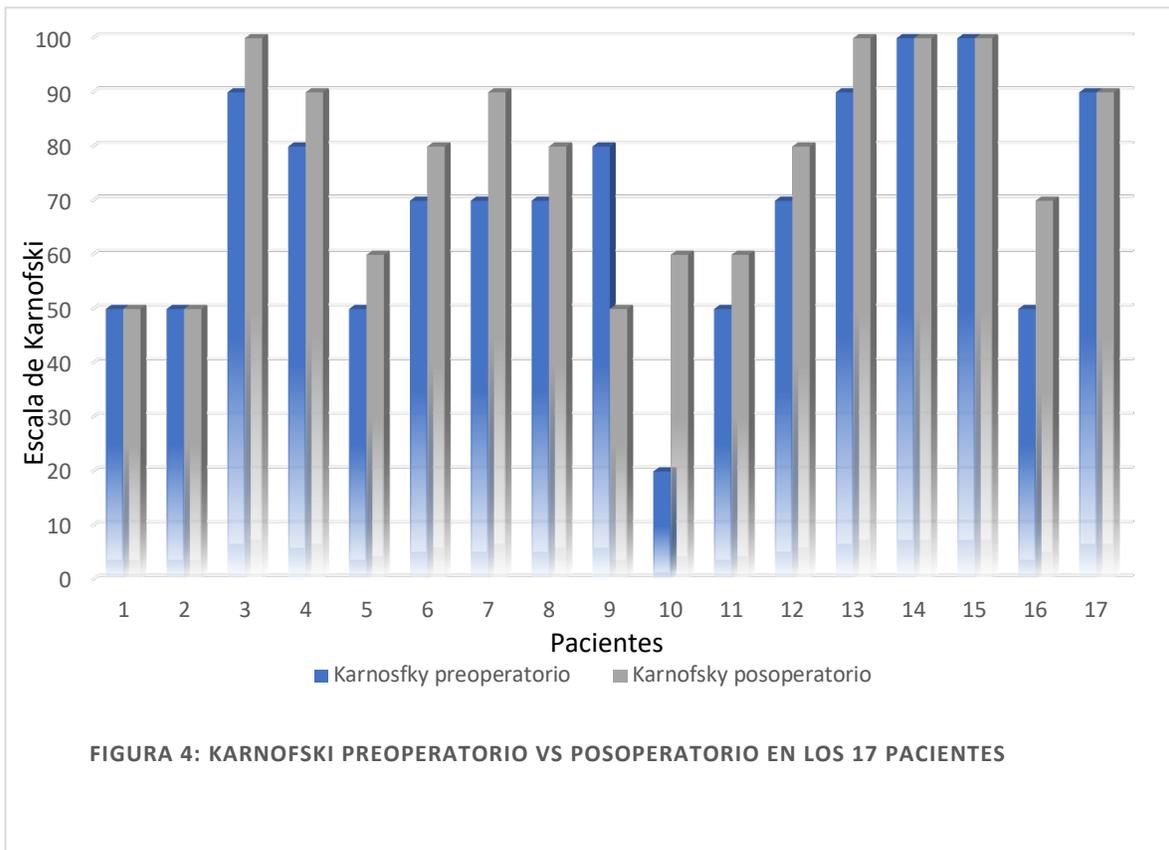
De los pacientes seleccionados 10 fueron del sexo masculino y 7 del sexo femenino, con un promedio de edad de 46 años (30-63 años), la localización más frecuente del tumor fue en el lóbulo frontal en 9 casos (52.9%), con predominio en el hemisferio izquierdo en 11 casos (64.7%).

De los diagnósticos histopatológicos se muestran en la figura 3. Donde la estirpe glial fue la más frecuente en 13 casos (76.4%), identificando 9 casos con un grado IV de la OMS (7 casos de glioblastoma y 2 casos de gliosarcoma), 3 casos con grado II de la OMS y 1 caso (5.8%) grado III de la OMS. Del resto de lesiones y neoplasias hubo 2 casos (11.6%) que resultaron ser meningiomas, 1 caso (5.8%) de ganglioglioma y 1 caso (5.8%) que correspondió a un cavernoma.



Al realizar la resonancia magnética se identificó la tractografía en la cual se encontró que el tracto corticoespinal, fue el más frecuentemente afectado ya que se encontró desplazado en 16 casos (94.1%) y solo en 1 caso (5.9%) se encontró con destrucción de este u otro tracto.

Con ello se estableció la mejor vía de abordaje de la lesión y posterior a este se realizó el análisis funcional. El cual se muestra en la figura 4. El Karnofski preoperatorio promedio fue de 70 (20-100), y el Karnofski posoperatorio promedio fue de 80 (50-100), en 11 casos (64.7%) el Karnofski posoperatorio en la primera semana aumento en al menos 10 puntos, en 5 casos (29%) se mantuvo en el mismo en el preoperatorio y posoperatorio en la primera semana, y solo en 1 caso (5.8%) empeoro en los primeros 7 días del posoperatorio.



En cuanto a la espectroscopia se encontró en 14 casos (82.3%) un pico de colina, en 2 casos (11.7%) pico de lactato y hubo 1 caso (5.8%) que corresponde al paciente con el diagnóstico de cavernoma el cual no se realizó espectroscopia.

La mejor estrategia neuro quirúrgica para abordar este tipo de lesiones es analizar el estudio de resonancia magnética junto con la tractografía y trazar la trayectoria más corta hacia la lesión, es decir centrar el abordaje y la craneotomía dirigida a la lesión. Con esto preservamos los principales objetivos de la medicina, primero no hacer daño.

Conociendo el desplazamiento de los tractos de sustancia blanca y su disposición con la lesión podemos evitarlos y no dañarlos. Además de que al centrar el abordaje dirigido a la lesión podemos evitar dañar el resto del parénquima cerebral sea o no una área altamente especializada y así disminuir la morbilidad para poder aumentar el grado de independencia basado en la escala de Karnofski.

En este estudio los pacientes fueron analizados por medio de la escala de Karnofski de forma preoperatoria y se compararon con el posoperatorio, si este disminuyó, se mantuvo o aumentó, con el cual comparamos de forma directa el grado de independencia que tenían los pacientes y cómo se comportaron en el posoperatorio mediato.

Es importante mencionar que aunque en la mayoría de los casos que estudiamos, la escala de Karnofski se mantuvo o aumentó, el estado funcional y pronóstico a mediano y largo plazo depende de otras variables que no fueron analizadas en nuestro estudio, como la patología principal(enfermedad benigna o enfermedad maligna), si se trata o no de una

enfermedad multisistémica, comorbilidades asociadas así como la prontitud en la búsqueda de atención.

La tractografía cerebral impacta en la calidad de vida que puedan tener estos pacientes, debido a que conociendo la anatomía y cómo se comporta con las lesiones cerebrales podemos trazar rutas quirúrgicas que “esquiven” los principales tractos de sustancia blanca que puedan resultar en déficit neurológicos que disminuyen la independencia de los pacientes y que puedan resultar en una incapacidad temporal o permanente, afectando también la economía de nuestro país.

Cuando se planea una cirugía neurológica siempre hay consideraciones importantes como el hemisferio a operar, si es dominante o no, si la lesión se encuentra en una zona que se considere operable o resecable, según el grado de infiltración y la localización, si se encuentra en una área o región considerada altamente especializada. Esto por que al operar podemos dañar las estructuras adyacentes al momento de buscar el mayor grado de resección posible, por lo que debe haber un equilibrio entre el grado de resección y no hacer daño a las estructuras, sobre todo cuando son lesiones que son infiltrativas.

Cómo se advierte en los resultados previamente descritos casi todas las lesiones supratentoriales desplazan los principales tractos de sustancia blanca por el efecto de volumen y de vector que realiza la misma lesión y junto con el edema perilesional que se produce en algunas lesiones en diferentes grados.

Cuando el tracto se encuentra destruido se traduce clínicamente en un mayor déficit neurológico o una mayor discapacidad dependiendo el caso, y esto va a impactar de forma directa en el pronóstico y en el resultado funcional independientemente de que el resultado quirúrgico sea adecuado. Por lo que podemos inferir y advertir al paciente y familiares acerca de la posibilidad de recuperación.

Esto es necesario considerarlo debido a que al momento de realizar la cirugía no siempre es posible diferenciar los tejidos que se encuentran infiltrados o únicamente distorsionados de su anatomía secundario al edema, por lo que es necesario tener en el armamento la tractografía cerebral para tener esas precauciones.

## Discusión

El identificar la tractografía mediante la resonancia magnética permite al cirujano planear el mejor abordaje con la finalidad de evitar el daño a las estructuras cerebrales y con ello que el pronóstico funcional sea el mejor posible. En este estudio se identificó que más del 96% presentaba un desplazamiento del tracto corticoespinal lo que ayudo a idear el mejor plan de abordaje quirúrgico. Uno de los principales retos en la cirugía de tumores cerebrales supratentoriales e infratentoriales consiste tener el mayor grado de resección tumoral de forma segura, acompañado de la preservación de los tejidos circundantes que pudieran llevar a un déficit o pérdida de alguna función e impactar directamente en la calidad de vida del paciente.

Esto se vuelve complicado en lesiones tumorales que presentan un grado de infiltración o que no tiene un margen definido o plano de disección que pueda servir para delimitar la lesión de forma adecuada y evitar lesionar las estructuras adyacentes.

Como neurocirujanos planeamos en la parte preoperatoria cual sería el mejor abordaje y estrategia para realizar una cirugía y obtener el menor grado de morbimortalidad, teniendo en cuenta áreas elocuentes, predominancia hemisférica del lenguaje, localización, tiempo quirúrgico, tratamiento futuros complementarios y posibles complicaciones, es por eso que la planeación es fundamental, y entre más información tengamos para decidir la ruta a utilizar, se puede concientizar al paciente y su familia sobre posibles secuelas.

La secuencia de resonancia magnética en difusión por medio de diferentes algoritmos y software que puede delimitar los principales tractos de sustancia blanca subcorticales para evitar dañarlos durante el procedimiento quirúrgico, pudiendo observar la relación espacial que tiene la lesión con estos tractos.

La tractografía puede proveer una visualización acertada de la relación espacial que existe entre un tumor intraaxial, y los tractos subcorticales, contribuyendo a una mejor planeación y guiando a la resección del tumor intraoperatoria. Múltiples estudios han demostrado la replicabilidad de la imagen con los tractos de sustancia blanca, incluidos el haz corticoespinal, radiaciones ópticas y aquellos involucrado en el lenguaje como el fascículo arcuato.<sup>xiii</sup>

- *Naturaleza de la enfermedad glial*

Los tumores gliales son complejos de tratar debido a su naturaleza infiltrativa y recurrente. Las células tumorales individuales migran e invaden los tejidos circundantes, borrando la frontera entre el tejido encefálico normal y el parénquima que se encuentra infiltrado.<sup>xiv</sup>

Hay estudios que reportan que las células tumorales gliales pueden encontrarse hasta varios centímetros alejados de tumor principal, llevando a muchos autores a la conclusión de que la resección completa es virtualmente imposible. <sup>xii</sup>

Debido a la falta de un plano de disección entre el tumor y el parénquima cerebral normal, es difícil situarse en el límite de resección, teniendo en consideración que el grado de resección es uno de los criterios que tienen mayor impacto en la sobrevida de las neoplasias gliales. <sup>xii</sup>

Las características de estos tumores hacen un reto alcanzar el mayor grado de resección sin lesionar el tejido encefálico normal, motivo por el cual cada vez hay más propuestas que nos pueden ayudar a tener un balance entre el grado de resección y el desenlace neurocognitivo.

Cuando se trata de lesiones que no son de estirpe glial como las descritas en este estudio, la tractografía preoperatoria nos ayuda a no dañar los tejidos circundantes y poder realizar la resección total de la lesión cuando es posible.

Con base en lo antes descrito es importante mencionar que el uso de la secuencia de difusión de resonancia magnética nuclear nos ayude a reconstruir los principales tractos de sustancia blanca para poder planear el mejor abordaje quirúrgico para cada paciente de

forma individual, observando cómo se comportan estas fibras con respecto a la lesión, ya sea por desplazamiento o destrucción de estos y tener la mejor trayectoria a la lesión y lo que debemos evitar.

En uno de los estudios revisados en los gliomas de alto grado, (III o IV) el patrón más frecuente observado fue la destrucción de los tractos de sustancia blanca, en los gliomas de bajo grado (I o II) no se encontró destrucción, únicamente desplazamiento, así como lo más frecuente que encontraron fue el edema-infiltración con desplazamiento.<sup>xv</sup>

En nuestro estudio corroboramos lo que se describe a nivel mundial con relación al uso de la tractografía en la planeación y estrategia neuroquirúrgica, sin embargo, hay otros medios como la estimulación cortical (EC) que es el estándar de oro para evaluar el grado de funcionalidad de una región cerebral en particular, con las limitaciones que tiene propiamente cada uno.

Sin embargo, la estimulación cortical es un procedimiento transoperatorio que, si bien es el estándar de oro, no es posible realizarlo en todos los pacientes a diferencia de la RMN en difusión, esto debido a que el paciente requiere de un protocolo preoperatorio con neuropsicología, así como la ayuda de diferentes estrategias de neuro anestesia para que el paciente puede cooperar en el transoperatorio, el cual no es motivo de esta investigación.

Otro medio que nos ayuda en la planeación estratégica prequirúrgica es la neuro navegación que nos ayuda a orientarnos cuando se trata de estructuras que se encuentren cortico-subcorticales y que cuando se unen la tractografía y la navegación obtenemos un grado de seguridad mayor para obtener un mejor resultado neurocognitivo.

La integración de la tractografía con la neuro navegación nos puede ayudar a localizar la lesión y a planificar aún mejor el abordaje. Para lesiones que se encuentran sin límites bien definidos puede incluso juzgar el grado de resección y la relación con las áreas corticales funcionales.<sup>xvi</sup> Sin embargo esto se traduce en costos y en contar con la tecnología por lo que no es posible realizarlo en cualquier lugar.

Al realizar una planeación quirúrgica a la medida del paciente, individualizando las lesiones y los tractos que pueden afectar, esto debido a que por cada tracto que se quiera estudiar en la RMN con difusión se deben poner los puntos de interés personalizados, consumiendo al personal de imagen tiempo de hasta 43 minutos por estudio, motivo por el cual no siempre se realiza en una institución pública como la nuestra.<sup>xvii</sup>

La resolución de este tema es que el tratamiento tiene que ser individualizado, dependiendo donde se encuentre determinada lesión en relación con el parénquima cerebral y sus áreas elocuentes, podremos solicitar que se realice la determinación de uno o varios tractos particulares que serían los más próximos o que podrían lesionarse durante la intervención y con eso poder planear un abordaje con una ruta que los pueda evitar o dañar menos y no comprometer su función.

Todo esto se vuelve de suma importancia porque en los tumores, principalmente los de origen glial, el mayor grado de resección va a conferir un mejor pronóstico en cuanto a la sobrevida y al tiempo libre de enfermedad.<sup>xviii</sup> Por lo tanto el grado de resección que

podamos tener en la primera cirugía se vuelve fundamental entrar a la cirugía con todas las herramientas posibles.

No es posible por fines bioéticos comparar los resultados funcionales de pacientes con tumores cerebrales con y sin tractografía cerebral preoperatoria, sin embargo, como nuestro estudio determina que el realizar la tractografía cerebral preoperatoria los pacientes no disminuyeron su grado de independencia y funcionalidad en el posoperatorio mediato.

Una de las limitaciones del estudio fue que se realizó durante el periodo comprendido entre el año 2020 y 2021 por la pandemia de COVID-19 no fue posible atender pacientes y se tuvieron que derivar y en segundo lugar algunos pacientes no se pudo realizar la resonancia magnética en difusión debido a que consume más tiempo por lo que se realizó en algunas ocasiones sin la secuencia de difusión.

## Conclusión

La tractografía es útil para poder crear una estrategia preoperatoria en el caso de lesiones supratentoriales para identificar la mejor vía de acceso para el retiro del tumor con las menores complicaciones postquirúrgicas.

En los casos evaluados el estado funcional posterior a la cirugía mejoró en la mayoría de los casos. Lo que se ha relacionado con un buen abordaje quirúrgico de la lesión y el adiestramiento del cirujano para la realización de la misma.

Como esta descrito en la literatura mundial a mayor grado de resección de las lesiones gliales se correlaciona con una mayor sobrevida, por lo que es debería ser imperativo que se realice tractografía cerebral en todos los casos de lesiones supratentoriales para poder brindar un máximo grado de resección con el menor grado de morbimortalidad.

Consideramos que las diferentes modalidades para evaluar la funcionalidad de las áreas corticales o funcionales deben ser complementarias y no exclusivas para disminuir los riesgos y la morbimortalidad que se pueda presentar en el posoperatorio, ya que funcionan mejor juntas que cada una por separado.

## Aspectos éticos y manejo de datos personales

El presente estudio se considera es una investigación sin riesgo, de acuerdo con el artículo 17 de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

Nos comprometemos a tratar los datos personales a los que tengamos acceso con motivo de esta investigación, mediante un proceso de disociación de la información con la finalidad de proteger la identidad de los participantes, a fin de no permitir por su estructura, contenido o grado de desagregación la identificación de este, como lo establece la fracción XIII del

## Referencias

- i Lapointe S, Perry A, Butowski NA. Primary brain tumours in adults. *Lancet* [Internet]. 2018;392(10145):432–46. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)30990-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(18)30990-5)
- ii Monroy-Sosa A, Chakravarthi SS, de la Garza-Salazar JG, Meneses Garcia A, Kassam AB, editors. *Principles of neuro-oncology: Brain & skull base*. 1st ed. Cham, Switzerland: Springer Nature; 2022
- iii Di Cristofori A, Basso G, de Laurentis C, Mauri I, Sirtori MA, Ferrarese C, et al. Perspectives on (A)symmetry of arcuate fasciculus. A short review about anatomy, tractography and TMS for arcuate fasciculus reconstruction in planning surgery for gliomas in language areas. *Front Neurol* [Internet]. 2021;12:639822. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2021.639822>
- iv Azad TD, Duffau H. Limitations of functional neuroimaging for patient selection and surgical planning in glioma surgery. *Neurosurg Focus* [Internet]. 2020;48(2):E12. Available from: <http://dx.doi.org/10.3171/2019.11.focus19769>
- v Duffau H, editor. *Brain mapping: From neural basis of cognition to surgical applications*. Viena, Austria: Springer; 2011.
- vi Ellenbogen RG, Sekhar LN, Kitchen N. *Principles of neurological surgery*. 4th ed. Philadelphia, PA: Elsevier - Health Sciences Division; 2018.
- vii Henderson F, Abdullah KG, Verma R, Brem S. Tractography and the connectome in neurosurgical treatment of gliomas: the premise, the progress, and the potential. *Neurosurg Focus* [Internet]. 2020;48(2):E6. Available from: <http://dx.doi.org/10.3171/2019.11.focus19785>
- viii Smits M, Vernooij MW, Wielopolski PA, Vincent AJPE, Houston GC, van der Lugt A. Incorporating functional MR imaging into diffusion tensor tractography in the preoperative assessment of the corticospinal tract in patients with brain tumors. *AJNR Am J Neuroradiol* [Internet]. 2007;28(7):1354–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.3174/ajnr.A0538>
- ix Zoli M, Talozzi L, Martinoni M, Manners DN, Badaloni F, Testa C, et al. From neurosurgical planning to histopathological brain tumor characterization: Potentialities of arcuate fasciculus along-tract diffusion tensor imaging tractography measures. *Front Neurol* [Internet]. 2021;12:633209. Available from: <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2021.633209>
- x Panesar SS, Abhinav K, Yeh F-C, Jacquesson T, Collins M, Fernandez-Miranda J. Tractography for surgical neuro-oncology planning: Towards a gold standard. *Neurotherapeutics* [Internet]. 2019;16(1):36–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s13311-018-00697-x>
- xi Jellison BJ, Field AS, Medow J, Lazar M, Salamat MS, Alexander AL. Diffusion tensor imaging of cerebral white matter: a pictorial review of physics, fiber tract anatomy, and tumor imaging patterns. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2004;25(3):356–69.
- xii *Gastrolat.org*. [cited 2022 Jun 20]. Available from: <https://gastrolat.org/DOI/PDF/10.0716/gastrolat2014n300007.pdf>

- 
- <sup>xiii</sup> Zoli M, Talozzi L, Martinoni M, Manners DN, Badaloni F, Testa C, et al. From neurosurgical planning to histopathological brain tumor characterization: Potentialities of arcuate fasciculus along-tract diffusion tensor imaging tractography measures. *Front Neurol* [Internet]. 2021;12:633209. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fneur.2021.633209>
- <sup>xiv</sup> Vanderweyen DC, Theaud G, Sidhu J, Rheault F, Sarubbo S, Descoteaux M, et al. The role of diffusion tractography in refining glial tumor resection. *Brain Struct Funct* [Internet]. 2020;225(4):1413–36. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00429-020-02056-z>
- <sup>xv</sup> Camins À, Naval-Baudin P, Majós C, Sierpowska J, Sanmillan JL, Cos M, et al. Inferior fronto-occipital fascicle displacement in temporoinsular gliomas using diffusion tensor imaging. *J Neuroimaging* [Internet]. 2022;32(4):638–46. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jon.12992>
- <sup>xvi</sup> Shi J, Lu D, Pan R, Chen H, Teng H, Xu Y, et al. Applications of diffusion tensor imaging integrated with neuronavigation to prevent visual damage during tumor resection in the optic radiation area. *Front Oncol* [Internet]. 2022;12:955418. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fonc.2022.955418>
- <sup>xvii</sup> Costabile JD, Alaswad E, D’Souza S, Thompson JA, Ormond DR. Current applications of diffusion tensor imaging and tractography in intracranial tumor resection. *Front Oncol* [Internet]. 2019;9:426. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fonc.2019.00426>

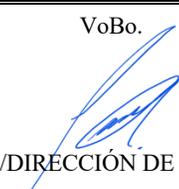


**Lista de Cotejo de Validación de Tesis de Especialidades Médicas**

<b>Fecha</b>	<b>06</b>	<b>julio</b>	<b>2023</b>
	día	mes	año

<b>INFORMACIÓN GENERAL</b> (Para ser llenada por el área de Posgrado)				
<b>No. de Registro del área de protocolos</b>	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	Número de Registro HJM 043/22-R
<b>Título del Proyecto:</b> ESTRATEGIAS DE PLANEACIÓN NEUROQUIRÚRGICA SUSTENTADA EN LA TRACTOGRAFÍA CEREBRAL EN PACIENTES CON LESIONES TUMORALES SUPRATENTORIALES EN EL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO				
<b>Nombre Residente</b>	LUIS ALBERTO EVERARDO PÉREZ			
<b>Director de tesis</b>	DR. ARTURO AYALA ARCIPRESTE			
<b>Director de tesis metodológico</b>	DRA. DULCE MILAGROS RAZO-BLANCO HERNÁNDEZ			
<b>Ciclo escolar que pertenece</b>	2019-2024	<b>Especialidad</b>	Neurocirugía	
<b>INFORMACIÓN SOBRE PROTOCOLO/TESIS</b> (Para ser validado por la División de Investigación/SURPROTEM)				
<b>VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD</b>	<b>HERRAMIENTA</b>	<b>PLAGIUS</b>	<b>PORCENTAJE</b>	9%
<b>COINCIDE TÍTULO DE PROYECTO CON TESIS</b>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	
<b>COINCIDEN OBJETIVOS PLANTEADOS CON LOS REALIZADOS</b>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	
<b>RESPONDE PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	SI		<b>NO</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>RESULTADOS DE ACUERDO CON ANÁLISIS PLANTEADO</b>	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b>	
<b>CONCLUSIONES RESPONDEN PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	SI		<b>NO</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>PRETENDE PUBLICAR SUS RESULTADOS</b>	SI		<b>NO</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>VALIDACIÓN</b> (Para ser llenada por el área de Posgrado)				
<b>Si</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Comentarios:</b>		
<b>No</b>		Su tesis queda validada para continuar su trámite de titulación en Enseñaza.		

VoBo.



SURPROTEM/DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



**SALUD**  
SECRETARÍA DE SALUD



Dirección de Investigación y Enseñanza  
Comité de Investigación

Ciudad de México, a 21 de Octubre de 2022

CI/366/2022

Asunto: Carta de Aceptación

**DR. LUIS ALBERTO EVERARDO PÉREZ**

Médico Residente  
Presente

En relación al proyecto de tesis titulado "ESTRATEGIAS DE PLANEACIÓN NEUROQUIRÚRGICA SUSTENTADA EN LA TACTOGRAFÍA CEREBRAL EN PACIENTES CON LESIONES TUMORALES SUPRATENTORIALES EN EL HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO" con número de registro **HJM 043/22-R**, bajo la dirección del DR. ARTURO AYALA ARCIPRESTE, fue evaluado por el Subcomité para Protocolos de Tesis de Especialidades Médicas, quienes dictaminan:

**"ACEPTADO"**

A partir de esta fecha queda autorizado y podrá dar inicio al protocolo. La vigencia para la culminación del proyecto es de un año, quedando como fecha límite para la entrega de este, el 20 de Octubre del 2023.

Le informo también que cualquier gasto adicional que sea necesario para el desarrollo de su proyecto deberá ser costeado por usted, por lo tanto, será necesario contar con recursos para cubrir los costos adicionales generados por el mismo.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

**Atentamente**

**Dr. en C. Juan Manuel Bello López**  
Presidente del Comité de Investigación  
Hospital Juárez de México

JMBL/DRB/AABB

Av. Instituto Politécnico Nacional No. 5160, Col. Magdalena de las Salinas C.P. 07760, Alcatraz Gustavo A. Madrigal CDMX  
Tel: 57-47-75-60 Ext. 7375



**2022** Ricardo Flores  
Año de Magón  
PROCESO DE LA REVOLUCIÓN MÉDICA



**SALUD**  
SECRETARÍA DE SALUD



Dirección de Investigación y Enseñanza  
**Comité de Investigación**

Ciudad de México, 29 de junio de 2023.  
CI/IO/164/2023.

Asunto: Aceptación de enmienda

**DR. LUIS ALBERTO EVERARDO PÉREZ**  
**DR. ARTURO AYALA ARCIPRESTRE**  
Investigadores Responsables  
Presente

En relación a su solicitud de enmienda del protocolo con número de registro:  
**HJM 043/22-R**, con Título: **"Estrategia de planeación neuroquirúrgica sustentada en la tractoraría cerebral en pacientes con lesiones tumorales en el hospital Juárez de México"**.

**Solicitud de enmienda:**

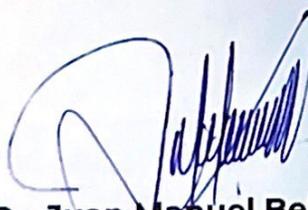
1.-Cambio de TITULO, se propone: **"El uso de tractografía cerebral como estrategia de planeación neuroquirúrgica en pacientes con lesiones tumorales supratentoriales en el hospital Juárez de México de marzo del 2019 a agosto del 2023"**.

2.- Así como agregar a la **Dra. en C. Dulce Milagros Razo Blanco Hernández** como **colaboradora y directora metodológica**.

En calidad de presidente del Comité de Investigación del Hospital Juárez de México, me permito informar a usted que es **Aceptada su solicitud** esperamos que esta decisión favorezca los resultados y cumplimiento de sus objetivos.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

**Atentamente**

  
**Dr. Juan Manuel Bello López**  
Presidente del Comité de Investigación  
Hospital Juárez de México  
JMBL/MALM

