



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

**EMBOLIZACIÓN PREQUIRÚRGICA DE
MENINGIOMAS: EFICACIA Y SEGURIDAD**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA

TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA

PRESENTA:

MARÍA JOSÉ ARÉVALO TORRES

DIRECTOR DE TESIS:

DR. GUSTAVO MELO GUZMÁN



CIUDAD DE MÉXICO, 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.

EMBOLOIZACIÓN PREQUIRÚRGICA DE MENINGIOMAS: EFICACIA Y SEGURIDAD

HJM 142/22-R
Número de Registro



María José Arévalo Torres
Tesista



Dr. Gustavo Melo Guzmán
Director de Tesis



Dra. Erika Gómez Zamora
Subdirectora de Enseñanza



Dr. Erik Efraín Sosa Duran
Jefe del Servicio de Posgrado

RESPONSABILIDAD

Los conceptos vertidos en este trabajo
son de exclusiva responsabilidad del autor.

Dra. María José Arévalo Torres.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Manuel y Carmen, gracias por creer y confiar en mí, por ser mi apoyo incondicional, gracias por darme esta oportunidad y permitirme crecer, gracias por ser mi mayor ejemplo de amor, perseverancia y constancia.

A mis hermanos Cayo y Diego, a mis sobrinos Kamila, Carlitos, Juanca, Juanjo, gracias por su amor y apoyarme en todo momento.

A Gustavo, gracias por estar e impulsarme a ser cada día mejor.

A mi Maestro Dr. Gustavo Melo Guzmán, infinitamente gracias, por guiarme en mi formación, por su tiempo, por sus recomendaciones y consejos. Gracias Maestro Dr. Julio César Soto Barraza, gracias por su entrega a mi formación, gracias eternamente por todo.

A la Dra. Teresa Cuesta, gracias por su apoyo total en esta investigación.

A mi compañera de residencia Dra Sophie Angelique d'Herbemont por el apoyo incondicional como profesional y como amiga, gracias a Carlitos, al personal de Hemodinamia por su amistad y su colaboración en este espectacular camino.

DEDICATORIA

A mi hijo Gabriel.

Te ama infinitamente mamá.

INDICE GENERAL

Marco Teórico.....	6
Introducción.....	6
Historia natural de los meningiomas	8
Principios de Embolización.....	8
Vascularización de los meningiomas.....	10
Base del cráneo anterior y media	10
Base posterior del cráneo	11
Suministro pial	11
Conexiones anastomóticas potencialmente peligrosas	12
Agentes embólicos	14
Complicaciones.....	15
Momento de la cirugía	16
Cambios histológicos inducidos por la embolización de meningiomas ...	17
Justificación	19
Pregunta de Investigación.....	19
Objetivo General.....	20
Objetivos Específicos	20
Metodología.....	20
Diseño de la investigación.....	20
Definición de la población.	21
Criterios de inclusión:	21
Criterios de exclusión:	21
Criterios de eliminación:	22
Definición de las variables.....	22
Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de la información.	26
Recursos Humanos	26
Aspectos éticos	26
Resultados	27
Discusión	45
Conclusiones.....	48
Recomendaciones.....	49
Bibliografía.....	50

Marco Teórico

Introducción

La embolización prequirúrgica de los tumores hipervascularizados se ha convertido en una opción de relevancia en las últimas décadas, con la finalidad de hacer que la resección quirúrgica sea más segura y exitosa ⁵, además de acortar el tiempo quirúrgico, la pérdida de sangre y la transfusión ^{5,6, 11}

Los tumores de la cabeza y del cuello que se benefician de una embolización prequirúrgica son: Nasoangiofibroma juvenil, hemangiopericitoma, glomus yugular, paragangliomas, lesiones metastásicas, meningiomas y hemangioblastomas. ¹⁵

Dentro de los tumores intracraneales, los meningiomas representan un tercio de los tumores cerebrales primarios no malignos, es decir cerca del 20% al 38% y tienen una prevalencia estimada de 97,5/100 000 ^{1,20}. Se producen en las leptomeninges, con origen en las células aracnoideas y fibroblastos duros intraduralmente. ¹⁴

La incidencia de meningioma aumenta con la edad. Los meningiomas son más comunes en mujeres que en hombres y representan el 38 % de los tumores intracraneales en mujeres y el 20 % en hombres. Los meningiomas también son más comunes en los negros no hispanos en comparación con los blancos no hispanos y los hispanos ²⁰

La vascularización de los meningiomas tiene implicaciones importantes en cuanto a la dificultad técnica de la cirugía, la capacidad para preservar la corteza circundante y el resultado a largo plazo de los pacientes con respecto al riesgo de recurrencia ¹¹. La resección quirúrgica de los meningiomas puede resultar en una pérdida de sangre significativa con un promedio de 200 ml a 2,2 L. ¹⁸

Las localizaciones más frecuentes de estos tumores son la convexidad 15%, parasagital siendo muy común entre 21% al 31%, meningiomas falcinos 8.5% , del surco olfatorio del del 9% al 18%, el ala del esfenoides, el tubérculo selar, clinideo, seno cavernoso y cerebello pontino entre 5% al 8%.^{20,23} Estos tumores tienen síntomas clínicos relacionados con su ubicación dentro del cráneo o aumento de la presión intracraneal. Debido a que son de crecimiento lento, el diagnóstico radiológico generalmente se realiza cuando el tumor alcanza un gran volumen^{16,17}. Los meningiomas pueden ser grandes (>3 cm) o gigantes (>5 cm) en el momento del diagnóstico.

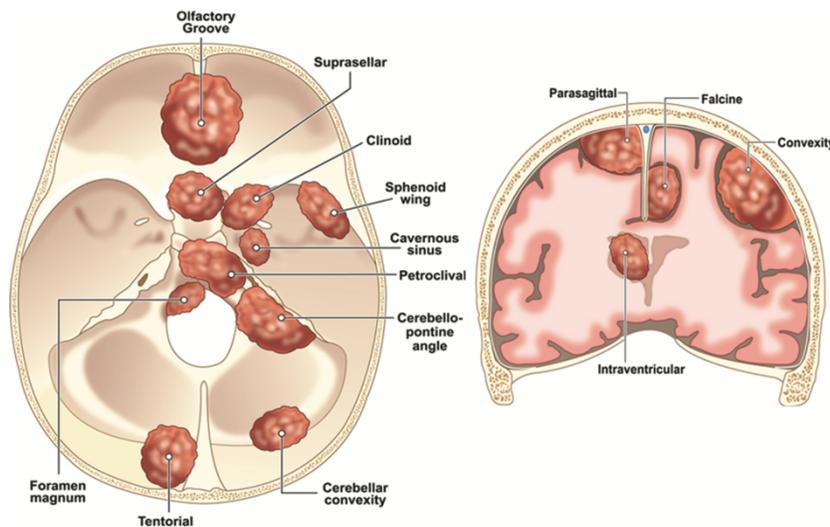


Figura 1. Ilustración que muestra la localización intracraneal de meningiomas (Tomado de Nanda A, et al. Relevance of Simpson grading system and recurrence-free survival after surgery for World Health Organization Grade I meningioma. J Neurosurg)

La supervivencia global estimada a 10 años para los meningiomas no malignos es del 81,4 %, mientras que para los malignos es del 57,1 %; en particular, es del 53 % para los tumores de grado II y del 0 % para los tumores de grado III. La tasa de recurrencia es aproximadamente del 50% para el grado II y del 90% para el grado III. La progresión de la enfermedad se define por el crecimiento del tumor residual o la transformación en un tumor de mayor grado¹⁶

Se ha demostrado que la morbilidad quirúrgica es del 30% y la mortalidad del 4% en la población general y 48% y 6,6%, respectivamente, en ancianos. ¹²

Historia natural de los meningiomas

Aunque la mayoría de los meningiomas son benignos, existe un subconjunto de meningiomas que muestran un comportamiento agresivo o son de naturaleza maligna. Además, la morbilidad asociada con la recurrencia de meningiomas benignos es significativa. La recurrencia es más común con tumores atípicos o anaplásicos, así como con tumores resecados subtotalmente. ²⁰

En 1957, Simpson sugirió que la resección agresiva de los meningiomas (el tumor completo junto con el hueso adyacente y la duramadre) se asocia con una menor recurrencia subsiguiente ^{21,23} Las tasas de recurrencia tumoral a cinco años relacionado a la extensión de la resección fueron 9% después de resección grado I, 19% en grado II, 29% en grado III y 44% en grado IV respectivamente . Agrupamientos de células meningoteliales fueron observados después en la duramadre, al menos 3 cm lejos del anclaje de meningiomas, sugiriendo la necesidad para la resección amplia de la duramadre, al menos 4cm desde el anclaje, y a este grado de resección no se le ha observado recurrencia alguna ²¹

Principios de Embolización

La embolización de estos tumores fue descrito por primera vez por Manelfe et al. en 1973. Se describe que los beneficios de la embolización preoperatoria se basan en la premisa de que la desvascularización induce necrosis histopatológica, inflamación y cambios fibrinoideos que suavizan la consistencia del tumor, facilitando así su resección y minimizando la pérdida de sangre.

El interés inicial en esta técnica fue impulsado posteriormente por los rápidos avances en la tecnología endovascular y de embolizado que se produjeron durante la última década.⁸ Aunque la penetración de agentes embolizantes en la vasculatura

del tumor disminuye la pérdida de sangre intraoperatoria, la hemorragia puede ser más común después de la embolización con cianocrilato que con partículas, secundaria al reflujo o la embolización distal en venas de drenaje fisiológicamente importantes.³

La tasa global de utilización de embolización prequirúrgica de meningiomas reportada es del 23,4% (rango 3,6-69,5%). Sin embargo en cuanto a las indicaciones para la embolización no se informan criterios específicos de selección de pacientes ni indicaciones para la embolización ⁸. De un metaanálisis se informaron que las indicaciones para la embolización fue la preferencia del cirujano y la experiencia del personal en el 23% como única indicación. Yoon N, et al refieren además como indicación el gran tamaño del meningioma $\geq 4\text{cm}$, alta vascularidad, suministro arterial con acceso intraoperatorio desafiante y suministro arterial de la arteria carótida externa (ECA) ^{3,12,18}

Los tumores irrigados exclusivamente por ramas de la ACI no son ideales para la embolización preoperatoria debido a la dificultad que implica un cateterismo seguro y la presencia de vasos de paso. ¹²

Las indicaciones actuales para la angiografía diagnóstica y la embolización subsiguiente incluyen la necesidad de caracterizar los principales vasos de alimentación, tumores muy grandes donde el suministro de sangre puede ser difícil de controlar de manera temprana y la evaluación del tumor con respecto a los senos venosos adyacentes (específicamente, evaluación de la permeabilidad del seno y la colateralización venosa). La angiografía puede ayudar a determinar las contribuciones relativas de los sistemas carotídeos interno y externo al suministro de sangre del tumor, lo que impulsa la candidatura de un paciente en particular para la embolización¹¹

Por otro lado, los factores a tener en cuenta para evitar la embolización preoperatoria se sugieren, la ubicación en la base del cráneo, la facilidad del acceso vascular intraoperatorio, la peligrosa anastomosis ECA-ICA, la presencia de

alimentadores de los nervios craneales, el suministro de sangre predominante en la ACI (> 50% en la angiografía) y alta tortuosidad o estrechez de los vasos de alimentación ⁸

Vascularización de los meningiomas

Base del cráneo anterior y media

Los meningiomas de la base anterior del cráneo pueden tener una variedad y suministro vascular complejo. Las arterias etmoidales anterior y/o posterior (AEA/AEP) son las principales fuentes de alimentación arterial en < 13 % de los meningiomas de la base del cráneo. El suministro vascular de los meningiomas en el surco olfatorio y el plano esfenoidal puede surgir de los alimentadores dural, transóseo e incluso pial. Las arteria meníngea media (AMM) irriga aproximadamente el 17 % de los meningiomas del reborde esfenoidal. Los tumores en la base anterior del cráneo también pueden ser alimentados por arterias que irrigan los bordes de la fisura orbitaria superior, como la rama anterior de la AMM, las ramas meníngeas recurrentes de la arteria oftálmica (AOph) y la arteria lagrimal, las ramas meníngeas de la arteria carótida interna (ACI), la rama tentorial del tronco meningohipofisario (TMH), la rama anterior del tronco inferolateral (TIL) y las ramas terminales de la arteria maxilar interna (AMI). Estas colateralizaciones predisponen a los meningiomas a una gran vascularización. La embolización endovascular de estos alimentadores puede dar lugar a complicaciones importantes, como la ceguera debido a la embolización retrógrada no intencionada de la AOph. La embolización de alimentadores que surgen de la AOph tiene pocas posibilidades de complicaciones si el microcatéter se coloca selectivamente distal a la arteria central de la retina para minimizar el reflujo del agente embólico, indicando que la técnica adecuada de posicionamiento del catéter puede permitir la embolización segura del OphA. ¹⁸

Base posterior del cráneo

Debido a que los meningiomas petroclivales surgen de los dos tercios superiores del clivus, su ubicación hace que la resección sea un desafío técnico. Los vasos de alimentación que surgen del lado opuesto del abordaje dificultan la desvascularización abierta temprana del tumor. Si bien esto hace que la embolización preoperatoria sea atractiva para estos tumores, la embolización endovascular segura puede impedirse mediante el suministro de sangre dual de la ACI (arteria carótida interna) y la ACE (arteria carótida externa). Los alimentadores pequeños y tortuosos de la ACI pueden surgir en ángulos agudos desde el TMH e TIL. La embolización puede provocar complicaciones como parálisis de los nervios craneales (NC) y diabetes insípida. Estas ramas pueden tener numerosos canales anastomóticos que cruzan la línea media, con tinción tumoral evidente durante las inyecciones de ACI contralaterales. Los alimentadores de ACE tienden a surgir de la AMM, AMI y la arteria faríngea ascendente. La embolización segura sin complicaciones suele ser incompleta, porque la embolización completa puede implicar complicaciones más graves. Los meningiomas del foramen magnum se localizan en el tercio inferior del clivus anteriormente. La afectación del sistema vertebrobasilar y los NC inferiores introduce complejidad a la resección. El suministro vascular variado e intrincado a la duramadre muestra ramas meníngeas que surgen de la arteria vertebral (VA) y las arterias faríngea ascendente, occipital, cerebelosa posteroinferior y espinal posterior lo que hace que la embolización preoperatoria sea particularmente riesgosa con respecto a las parálisis NC y la embolización no deseada. ¹⁸

Suministro pial

El suministro pial se define como la presencia de rubor tumoral alimentado por las arterias carótidas internas o la vascularización vertebro-basilar.

El suministro pial complica el tratamiento del tumor de varias maneras. Primero, el suministro de sangre pial evita la desvascularización completa del tumor durante la

embolización preoperatoria lo que puede hacer que las resecciones quirúrgicas sean más desafiantes. El suministro vascular pial también se asocia con una mayor adhesión tumoral al parénquima cerebral, tasas más altas de recurrencia y tasas potencialmente más altas de complicaciones durante la resección quirúrgica. Además, se ha informado que el suministro pial está asociado con la presencia de edema cerebral peritumoral y a un grado superior de acuerdo a la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) ¹⁹

Conexiones anastomóticas potencialmente peligrosas

El riesgo de embolización no intencionada de estructuras críticas a través de conexiones anastomóticas no visualizadas obliga al médico a tener conocimiento de estas posibles anastomosis. Estas conexiones anastomóticas siempre están presentes y, aunque pueden ser invisibles en la angiografía inicial, pueden aparecer repentinamente bajo una mayor presión intraarterial durante la embolización. Cuando se embolizan tumores en la fosa anterior, el principal riesgo es la oclusión no intencionada de la arteria central de la retina a través de las colaterales de la arteria oftálmica (OphA), lo que provoca ceguera. El flujo retrógrado a través de la OphA a la Arteria carótida interna (ACI) puede causar un accidente cerebrovascular embólico en el territorio de la arteria cerebral anterior distal o de la arteria cerebral media. Las ramas de la arteria lagrimal proximal, arteria lagrimal distal, AEA/PEA, arteria supraorbitaria y arteria nasal dorsal de la OphA participan en conexiones anastomóticas con la ECA. Estas arterias se conectan a la arteria carótida externa (ACE) a través de ramas de la arteria meninge media (AMM), la arteria maxilar interna (AMI), la arteria temporal superficial y la arteria facial. La embolización completa de los tumores de la base del cráneo que surgen de la fosa media (meningiomas petrosos, clivales y cavernosos) puede ser particularmente difícil de lograr porque pueden tener un suministro dual de la circulación tanto de la ECA como de la ACI. La arteria mandibular, la arteria caroticotimpánica, el tronco meningo hipofisiario (TMH), la arteria clival lateral y las ramas del tronco inferolateral (TIL) de los segmentos petroso y cavernoso de la ACI

pueden proporcionar suministro arterial al tumor, mientras forman parte de las conexiones anastomóticas con la circulación de la ACE. Las ramas de la ACE que se anastomosan con estas arterias incluyen ramas que surgen de la arteria faríngea ascendente. y la AMI. Las conexiones anastomóticas significativas en la fosa posterior involucran la arteria vertebral (AV). La arteria occipital mantiene su conexión fetal con la AV a través de ramas radicales anastomóticas posteriores y en ocasiones puede estar agrandada, o incluso puede ser el origen de la propia AV. La arteria estilomastoidea, que puede surgir de la arteria occipital, participa en la irrigación arterial de la AV, la arteria faríngea ascendente y las ramas ACE (a través de AMM) e ACI (a través de TIL y TMH). La arteria faríngea ascendente también tiene conexiones anastomóticas directas con la AV a través de las ramas musculoespinal y prevertebral. Los NC inferiores están en riesgo cuando se dirigen los alimentadores de ACE a los meningiomas que surgen de la fosa media y posterior. La rama neuromeningea de la arteria faríngea ascendente es particularmente importante porque está involucrada en el riego arterial de los segmentos foraminales de los CN IX-XII. La rama geniculada del CN VII está irrigada tanto por la rama petrosa de la AMM como por la rama estilomastoidea de la arteria auricular posterior¹⁸

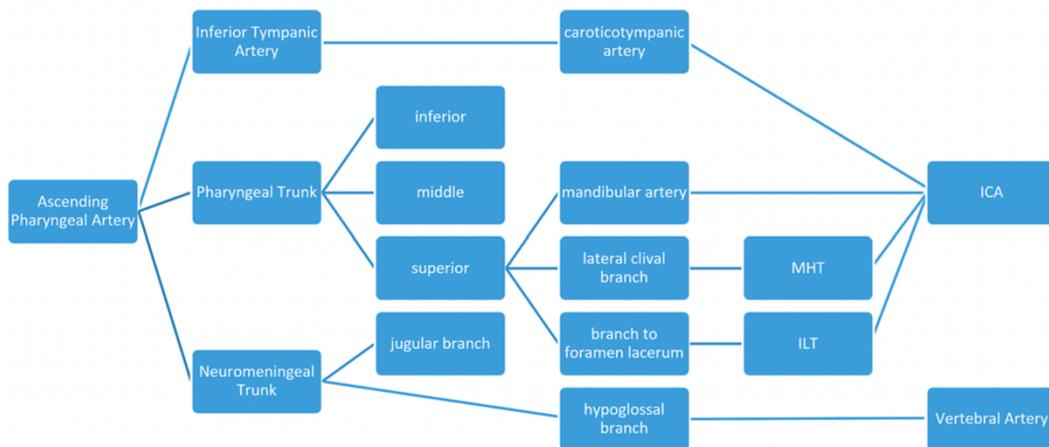


FIG. 3. Simplified schematic demonstrating the various anastomotic connections between the ascending pharyngeal artery and the ICA and VA.

(Tomado de Yoon N, Shah A, Couldwell WT, Kalani MYS, Park MS. Preoperative embolization of skull base meningiomas: current indications, techniques, and pearls for complication avoidance. *Neurosurg Focus*. 2018)

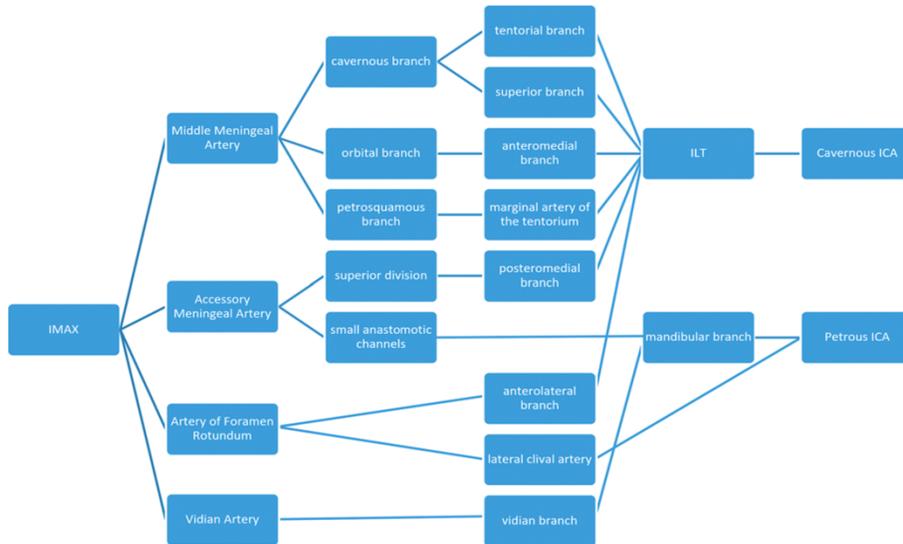


FIG. 4. Simplified schematic demonstrating the various anastomotic connections between the IMA (IMAX) branches and the ICA.

(Tomado de Yoon N, Shah A, Couldwell WT, Kalani MYS, Park MS. Preoperative embolization of skull base meningiomas: current indications, techniques, and pearls for complication avoidance. *Neurosurg Focus*. 2018)

Agentes embólicos

Se han utilizado muchos agentes embólicos diferentes para la embolización prequirúrgica, incluidos principalmente polvo de Gelfoam (Pfizer, Nueva York, NY, EE. UU.) o microesferas de alcohol polivinílico (APV) calibradas (Contour SE, Boston Scientific, Natick, MA, EE. UU.). Más recientemente, algunos informes describieron el uso de embólicos líquidos para la embolización de meningiomas prequirúrgicos, incluido el cianoacrilato de N-butilo (NBCA) (Histoacryl (B. Braun Aesculap, Tokio, Japón)) o el copolímero EVOH (alcohol etilvinílico) disuelto en un dimetilsulfóxido (DMSO), como Onyx (Medtronic, Irvine, EE. UU.), Squid (Balt, Montmorency, Francia) o Phil², se informa en cuanto a Onyx no permitió obtener una devascularización completa en caso de vascularización tumoral compleja que incluía suministro pial y alimentadores múltiples, siendo esta una limitación clásica de la técnica de embolización.

Los agentes embólicos líquidos, incluidos NBCA y Onyx, tienen un riesgo reducido de hemorragia intratumoral, requieren menos administración de contraste durante

el procedimiento, se pueden inyectar mediante punción directa y no se disuelven con el tiempo. En comparación con NBCA, Onyx permite una penetración tumoral más profunda con una precipitación más lenta, lo que reduce el riesgo de reflujo involuntario y oclusión de vasos proximales. Las partículas, incluidas las microesferas de gelatina de trisacril y APV, son más económicas que los agentes líquidos y se pueden inyectar en el suministro vascular cuando no se puede obtener el acceso distal.

Complicaciones

Se ha registrado que la tasa de complicaciones relacionadas con la embolización es del 4,6% ^{3,8} en una revisión sistemática de 2013, con una tasa de mortalidad de menos del 1 % ⁸. El Registro Japonés de Terapia NeuroEndovascular (JRNET3) utilizó datos de la mayoría de los principales institutos neuroquirúrgicos de Japón, y se considera que los datos reflejan la situación actual del tratamiento neuroendovascular. En JR-NET3, el 3,7 % de los 1544 pacientes que se sometieron a embolización prequirúrgica de tumores intracraneales presentaron complicaciones.

Estudios previos sobre la embolización de meningiomas han informado que un rango de incidentes de complicaciones va del 3 al 9%. En una revisión sistemática reciente, la tasa global de complicaciones de la embolización preoperatoria por meningiomas intracraneales fue del 4,6 % y, de estas, el 14,3 % fueron complicaciones mayores o fatales. ³

En otro estudio se reportaron complicaciones menores o transitorias que ocurrieron en el 2% de los casos, e incluyeron cefalea y vómitos durante el procedimiento (0,6%), déficit motor o craneal transitorio (0,4%) o exacerbación radiológica del edema (0,2%). Se informó necrosis del cuero cabelludo y hematomas en la ingle después del procedimiento en un subgrupo de pacientes (0,4 %). Por otro lado, se produjeron complicaciones graves en alrededor del 2,3% de los pacientes embolizados.

Las principales complicaciones comunes fueron hemorragia intratumoral (0,5 %), déficit del campo visual (0,4 %) y accidente cerebrovascular (0,3 %), seguido de perforación de vasos (0,2 %), déficits de los nervios craneales (0,2%) y aumento de la presión intracraneal (0,1%). La muerte relacionada directamente con el procedimiento de embolización se informó en solo 1 paciente (0,06%) debido a la oclusión carotídea iatrogénica. Las complicaciones posquirúrgicas y la mortalidad ocurrieron en el 35 % y el 0,8 % de los casos, respectivamente. ^{8,13}

Solo existe un metanálisis hasta la fecha, que compara los resultados quirúrgicos en 510 meningiomas embolizados versus no embolizados, lo que demuestra que la embolización preoperatoria redujo significativamente la pérdida de sangre y la duración de la cirugía. ⁹

Momento de la cirugía

El momento ideal es controvertido con respecto al momento de la cirugía, se informa que los meningiomas embolizados con alcohol polivinílico (APV) se ablandan en 7 a 9 días y se pueden extirpar fácilmente debido a la necrosis máxima. Se informa que los tumores embolizados con microesferas o perlas porosas de celulosa se ablandan continuamente, incluso más allá de los 7 días. ⁶

No se ha descrito al momento ningún informe sobre el ablandamiento del tumor después de la embolización con N-butil cianocrilato (NBCA), sin embargo, se puede esperar un efecto a largo plazo, particularmente en casos con poco suministro pial, porque la NBCA se usa a menudo para la embolización permanente de malformaciones vasculares pero la necrosis excesiva del tumor dificultaría la identificación del borde entre el cerebro normal y el tumor.

Los tumores grandes con edema marcado se asocian con un riesgo de deterioro sintomático después de la embolización como resultado del aumento del edema o sangrado intratumoral. En estos casos está indicada la cirugía urgente, y se debe prestar especial atención a la oclusión del drenador y al grado de embolización, así

como al momento de la cirugía. Los meningiomas de 6 a 8 cm de tamaño con necrosis o quistes asociados tienden a sangrar después de la embolización completa.⁶

No obstante, parece haber acuerdo en retrasar la resección quirúrgica tras la embolización, en mayor o menor grado. Algunos recomendaron realizar la cirugía al menos 24 h después de la embolización, mientras que otros recomiendan un retraso de al menos 7 días para lograr el máximo ablandamiento tumoral posible.

Cambios histológicos inducidos por la embolización de meningiomas

Las características histológicas del meningioma fueron descritas por primera vez por Virchow como una colección de calcio similar a la arena conocida como “cuerpos de psammoma”¹⁴

Se puede obtener información también útil sobre la historia natural de los meningiomas por el grado histológico. Sin embargo, se sabe que los tumores de bajo grado pueden recidivar a pesar de las resecciones amplias y totales macroscópicas. Estudios retrospectivos han examinado la aplicación de los criterios de la OMS a meningiomas previamente clasificados, lo que ha llevado a la reclasificación de hasta el 30 % de los tumores de alto a bajo grado o viceversa.²⁰

La clasificación de la OMS de 2016 distingue los meningiomas en diferentes grados. Los meningiomas de grado I pueden presentar una variedad de patrones histológicos diferentes que pueden simular otros tumores. Estas variantes son: meningotelial y fibrosa (que son las más frecuentes), transicional, psamomatosa, angiomatosa, microquística, secretora, rica en linfoplasmocitos y metaplásica. Los meningiomas atípicos (grado II) pueden tener una histología coroidea y de células claras, mientras que los meningiomas anaplásicos/malignos (grado III) pueden tener una histología papilar o rabdoide. Los marcadores inmunohistoquímicos para identificar el meningioma son el antígeno de membrana epitelial, el receptor de

somatostatina 2A, el receptor de progesterona (presente en el 70-80% de los casos) y el receptor de estrógeno (presente en aproximadamente el 5-30% de los casos) ¹⁶

Los cambios histológicos postembolización consisten en necrosis, cambios celulares isquémicos, necrosis fibrinoide vascular y aumento del índice proliferativo. Una característica diagnóstica importante descrita en los estudios histológicos es la morfología de la necrosis inducida por embolización, como un tipo agudo de necrosis de aspecto monofásico constituido por numerosos núcleos picnóticos. Probablemente esto se deba al corto tiempo transcurrido entre la embolización y la resección del tumor.

La necrosis también es común en los meningiomas anaplásicos de grado III. Las características citológicas informadas del meningioma anaplásico revelan atipia prominente, característica que se debe tener en cuenta. Ocasionalmente se observan cambios xantomatosos en los meningiomas y debe diferenciarse de los macrófagos observados en relación con la embolización. En lugar de una microvacuolización homogénea, estos últimos muestran abundantes restos celulares citoplasmáticos. Se cree que la ausencia de anormalidades inducidas por embolización probablemente refleje el hecho de que estos cambios están distribuidos irregularmente dentro del tumor, por lo que se debe siempre considerar la posibilidad de embolización, evitando así un diagnóstico erróneo.¹¹

Justificación

La embolización endovascular surgió como un complemento para la resección quirúrgica. La desvascularización de los tumores intracraneales especialmente de los meningiomas antes de la cirugía induce necrosis que ablanda el tumor, facilitando potencialmente la resección, reduciendo el tiempo de cirugía y la pérdida de sangre. A pesar de los beneficios, la evidencia actual sobre las ventajas de la embolización preoperatoria no es concluyente. Por ello la importancia de obtener estadísticas propias para tener una mejor perspectiva de la embolización preoperatoria. Las complicaciones asociadas se reportan del 4,6 %, con una tasa de mortalidad de menos del 1 %. La tasa global de utilización de embolización prequirúrgica de meningiomas es del 23,4%. Sin embargo, no se tiene claro cuales serían los criterios de selección de pacientes ni las indicaciones para la embolización. Existe variabilidad en la correlación de los resultados quirúrgicos con el grado de embolización. Algunos estudios muestran que el grado de embolización se correlaciona con un resultado quirúrgico específico, mientras que otros no muestran diferencias para el mismo resultado, el cual puede atribuirse en parte a factores de confusión como el tamaño y la ubicación del tumor, la afectación a estructuras neurovasculares, así como el sesgo de selección inherente.

Al momento no existen estudios en el Hospital Juárez de México que aborden la eficacia y seguridad de la embolización preoperatoria de meningiomas por lo que se plantea evaluar las características epidemiológicas, angiográficas e histológicas para determinar si los resultados obtenidos aseguran una resección quirúrgica completa mejorando el pronóstico de este tipo de pacientes.

Pregunta de Investigación

¿Cuál es la eficacia y la seguridad de la embolización prequirúrgica de meningiomas en los pacientes del Hospital Juárez de México?

Objetivo General

Identificar la eficacia y la seguridad de la embolización prequirúrgica de meningiomas en el servicio de Terapia Endovascular Neurológica del Hospital Juárez De México entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2022.

Objetivos Específicos

- Consignar el número total de casos de embolización prequirúrgica de meningiomas registrados en el servicio de Terapia Endovascular Neurológica del Hospital Juárez de México entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2022.
- Describir la indicación de embolización prequirúrgica
- Registrar la localización de los tumores cerebrales
- Describir el material utilizado para la embolización prequirúrgica
- Determinar el tiempo de espera transcurridos desde la embolización prequirúrgica hasta la resección quirúrgica
- Identificar complicaciones postembolización.
- Registrar el tiempo quirúrgico de la resección del tumor
- Describir la cantidad de pérdida sanguínea transquirúrgica
- Determinar los cambios histológicos que se producen tras la embolización
- Registrar los vasos sanguíneos embolizados

Metodología

Diseño de la investigación.

Estudio descriptivo, retrospectivo, transversal, observacional.

Se revisará la base de datos de los servicios de Terapia Endovascular Neurológica, Neurocirugía y Anatomía Patológica del Hospital Juárez de México entre el 1 de enero de 2015 y 31 de diciembre de 2022, y se realizará un listado con el número

de expedientes de la totalidad de reportes con diagnóstico de embolización prequirúrgica.

Se revisarán en el área de archivo clínico los expedientes clínicos del listado previamente realizado.

Se descargarán las siguientes variables en una base de datos de Excel: edad, género, diagnóstico de embolización prequirúrgica de meningioma, comorbilidades, tiempo de espera desde la embolización prequirúrgica hasta la resección quirúrgica, material embólico utilizado, tiempo de cirugía, complicaciones postembolización quirúrgicas, pérdida sanguínea.

Se describirán medidas de tendencia central edad, género, diagnóstico de embolización prequirúrgica de meningioma, comorbilidades, tiempo de espera desde la embolización prequirúrgica hasta la resección del tumor cerebral, material utilizado, tiempo de cirugía, complicaciones posquirúrgicas post embolización.

Se graficarán los valores de las variables de la base de datos.

Definición de la población.

Criterios de inclusión:

-Todo paciente a quien se haya integrado el diagnóstico de meningioma y que se haya sometido a embolización prequirúrgica en el Hospital Juárez de México, entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2022.

Criterios de exclusión:

- Recidiva tumoral
- Tumores de localización múltiple
- Menores de 18 años

Criterios de eliminación:

- Paciente con diagnóstico de meningioma embolizado por el servicio de Terapia Endovascular Neurológica del Hospital Juárez De México entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2022 y cuyo expediente clínico no se encuentre con las notas médicas necesarias para la obtención de datos para el estudio.

Definición de las variables

Género: Condición de un organismo que distingue entre masculino y femenino.

Edad al momento del diagnóstico: Tiempo cronológico de vida cumplido en años, por el paciente al momento de la revisión del expediente clínico.

Comorbilidades: Condición médica que existe como diagnóstico del paciente antes de la realización de su procedimiento quirúrgico.

Indicación de embolización prequirúrgica: Procedimiento sistematizado que se lleva a cabo en pacientes con finalidades terapéuticas y que por sus características requiere ser realizado en salas de operaciones.

Tiempo de espera entre la embolización prequirúrgica y la resección del tumor: Tiempo transcurrido entre que el paciente se realiza embolización prequirúrgica y la resección del tumor. Se dividirá en mayor a 7 días y menor a 7 días

Material utilizado para la embolización prequirúrgica: Herramienta indispensable y especialmente diseñada así como estéril, para realizar una embolización tumoral prequirúrgica, puede ser sólido o líquido

Tiempo quirúrgico: Tiempo comprendido desde el inicio de la cirugía hasta el término de la misma.

Complicaciones posquirúrgicas: Las complicaciones se definieron como cualquier déficit neurológico transitorio o permanente así como la muerte que ocurriera durante o después de la embolización. Se clasificaron como:

Complicaciones menores o transitorias como: cefalea, vómito, déficit motor o craneal transitorio, edema, necrosis del cuero cabelludo, hematoma en ingle.

Complicación mayor deterioro neurológico permanente como: déficit de campo de visual, accidente cerebrovascular, déficit de nervios craneales aumento de la presión intracraneal y hemorragia intratumoral que requieran cirugía urgente.

Aunque el objetivo es la resección completa del tumor, la resección debe adaptarse a cada paciente en función de los riesgos y la morbilidad quirúrgica.

Definición de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
GÉNERO	Condición de un organismo que distingue entre masculino y femenino	Femenino: género gramatical; propio de la mujer. Masculino : género gramatical, propio del hombre.	Nominal Ordinaria	1=femenino 2=masculio
EDAD AL MOMENTO DEL DIAGNÓSTICO	Tiempo cronológico de vida cumplido por el paciente al momento de la revisión del expediente clínico del Hospital Juárez De México	Años cumplidos al momento de la revisión del expediente clínico del servicio de Neurocirugía/ Terapia endovascular Neurológica del Hospital	Cuantitativa discreta	Años

		Juárez De México		
COMORBILIDADES	Condición médica que existe como diagnóstico del paciente antes de la realización de su procedimiento quirúrgico.	Antecedente patológico de Hipertensión arterial y/o Diabétes Mellitus	Nominal ordinaria	1=HTA 2=DMT
INDICACIÓN DE EMBOLIZACIÓN PREQUIRÚRGICA	Procedimiento sistematizado que se lleva a cabo en pacientes con finalidades terapéuticas	Patología o situación en la que se debe realizar intervencionism o como el mejor tratamiento posible o para evitar complicaciones graves de la enfermedad. Se incluirá criterios como: tamaño del tumor, ubicación del tumor, preferencia del cirujano	Nominal Ordinaria	1=Tamaño del tumor ≥4 2=ubicación del tumor 3= preferencia del cirujano 4=Suministr o de sangre compleja por ramas de ACE, ACI, Arteria Basilar
MOMENTO DE LA REALIZACIÓN DE LA CIRUGÍA POSTERIOR A LA EMBOLIZACIÓN	Tiempo transcurrido entre la embolización preoperatoria y la realización del procedimiento quirúrgico	Tiempo en días entre la embolización prequirúrgica hasta la realización de la resección quirúrgica Se dividirá menor a 7 días mayor a 7 días	Cuantitati va discreta	menor a 7 días mayor a 7 días
MATERIAL UTILIZADO PARA LA EMBOLIZACIÓN	Herramienta indispensable y especialmente diseñada así como estéril, para realizar una	Agentes embólicos sólidos: polvo, microesferas de alcohol polivinílico Líquidos: de N-butilo	Nominal Ordinaria	1= Sólido 2=Líquido

	embolización preoperatoria	cianoacrilato, copolímero EVOH (alcohol etilvinílico) disuelto en un dimetilsulfóxido (DMSO). como Onyx		
EFICACIA TENIENDO EN CUENTA CRITERIOS ANGIOGRAFICOS E HISTOPATOLÓGICOS	Capacidad de lograr el efecto que se desea teniendo en cuenta criterios angiográficos e histopatológicos	<p>Criterios angiográficos: principales ramas arteriales alimentadoras del tumor provenientes de Arteria carótida interna (ACI), arteria carótida externa (ACE) y arteria Vertebro-basilar (AB)</p> <p>Criterios histopatológicos: agente embólico dentro de los vasos sanguíneos y necrosis.</p>	Nominal Ordinaria	1= principales ramas arteriales embolizadas provenientes de ACI, ACE, AVB 3= agente embólico dentro de los vasos sanguíneos 4=necrosis
TIEMPO QUIRÚRGICO	Tiempo comprendido desde el inicio de la cirugía hasta el término de la misma	Se obtiene de la hoja de registro anestésico	Cuantitativa discreta	Mayor a 240min Menor a 240min
SANGRADO INTRAOPERATORIO	Pérdida de volumen sanguíneo tras procedimiento quirúrgico	Se obtiene de la hoja de registro anestésico	Cuantitativa discreta	Mayor a 500ml Menor a 500ml
RESULTADO HISTOPATOLÓGICO	Según la NIH (National Institutes of	Subtipo histológico de Meningioma a	Nominal	-

	Health) es el diagnóstico integrado posterior al estudio de células y tejidos enfermos bajo el microscopio.	la clasificación recomendada por la Organización mundial de la salud		
--	---	--	--	--

Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de la información.

Se descargarán las siguientes variables en una base de datos de Excel: Género del paciente, edad al momento del diagnóstico, comorbilidades, tiempo de espera entre la embolización prequirúrgica y la resección del tumor, material embólico utilizado, tiempo de cirugía, pérdida sanguínea durante la cirugía, presencia de riesgo para presentar complicaciones posterior a la embolización preoperatoria, evaluación de la eficacia de la embolización mediante criterios angiográficos e histopatológicos Hoja de recolección de datos, y se hará descripción de los datos a través de tablas y gráficas.

Recursos Humanos

Dra María José Arévalo Torres Investigadora principal

Dr. Gustavo Melo Guzmán. Asesor de tesis

Dra. Teresa Cristina Cuesta Méjias. Colaboradora en Anatomía Patológica

Aspectos éticos

EL Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación, en su Artículo 17, refiere que éste estudio se considera sin riesgo para la población estudiada. Es importante determinar que se mantendrá la confidencialidad de la

información recabada de cada sujeto participante y no se hará mal uso de esta, todos los datos serán tratados y protegidos de acuerdo con la normatividad vigente. Se tratarán los datos personales a los que se tenga 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.

Resultados

Se analizó la información de 97 pacientes sometidos a resección de meningioma en el Hospital Juárez de México en el período de enero del 2015 a diciembre del 2022, para evaluar la eficacia y seguridad de la embolización prequirúrgica. La muestra estuvo conformada en el 28.9% (n=28) por pacientes del género masculino y el 71.1% (n=69) del género femenino (figura 1). Los pacientes incluidos se encontraban entre los 22 y 81 años de edad, con una mediana de 46 años. Los percentiles 25 y 75 fueron de 40 y 57.5 años, respectivamente (figura 2 y 3).

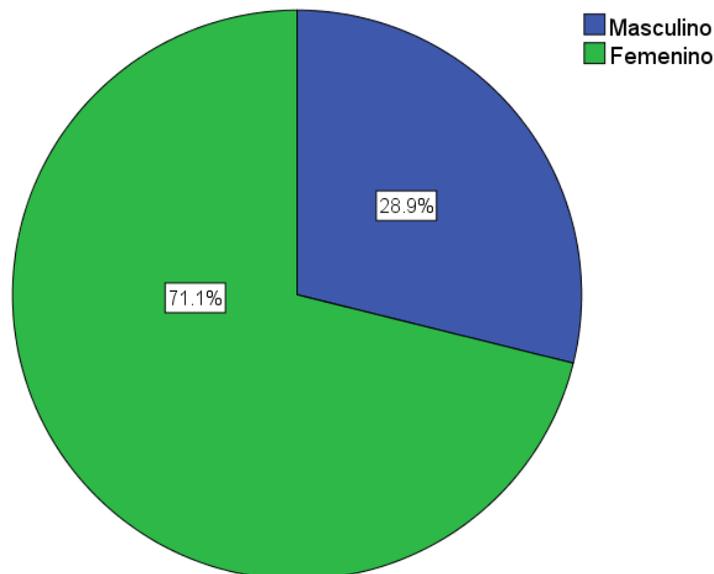


Figura 1. Proporción de género en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

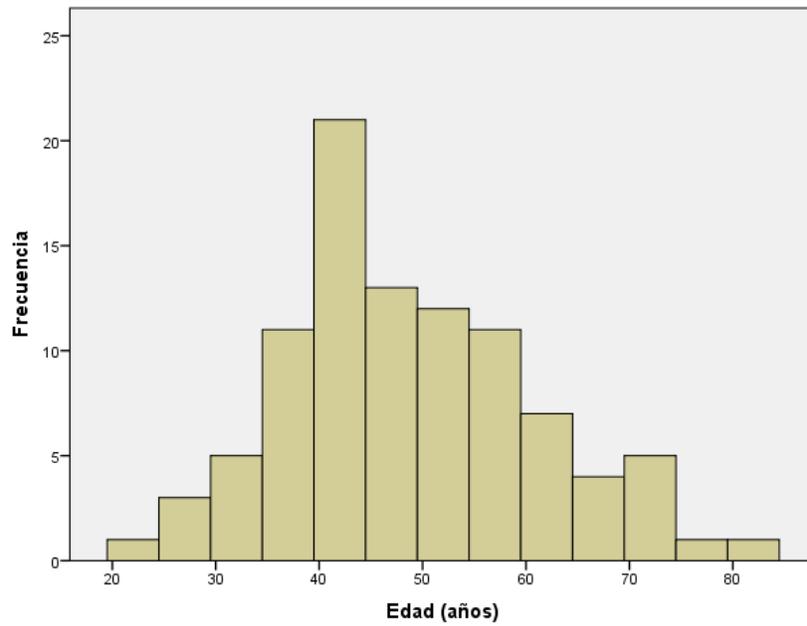


Figura 2. Frecuencia de edad en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

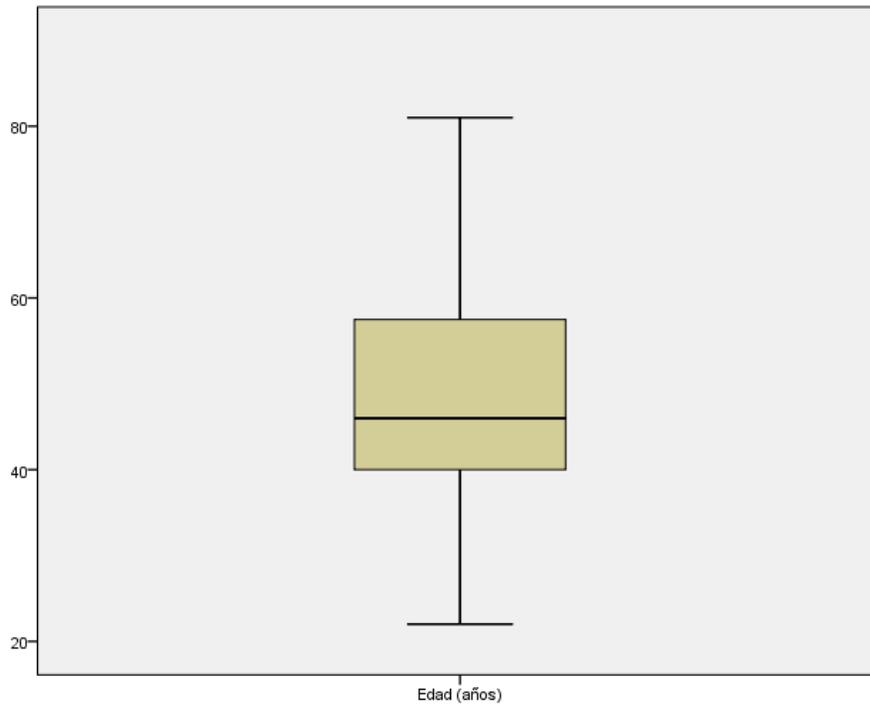
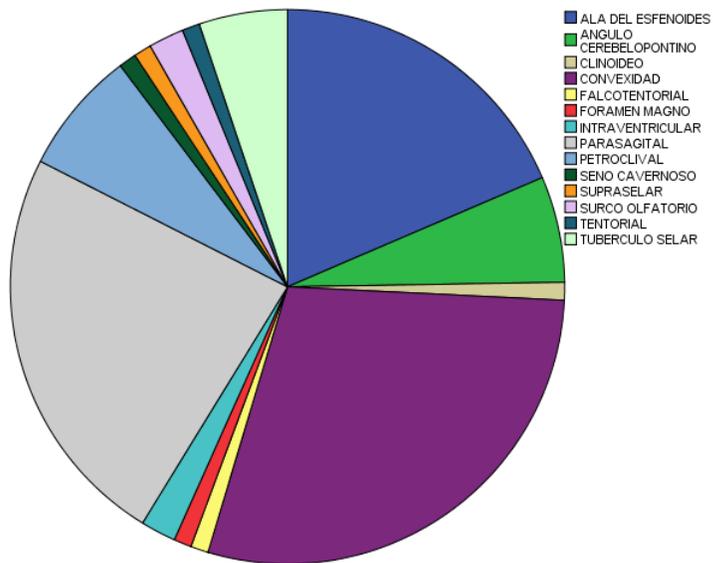


Figura 3. Distribución de edad en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

En la tabla 1 se muestra la frecuencia y proporción del sitio documentado del meningioma. La localización más frecuente fue la convexidad en el 28.9% (n=28), parasagital 23.7% (n=23), ala del esfenoides 18.5% (n=18), petroclival 7.2% (n=7), Angulo cerebelopontino 6.2% (n=6), tubérculo selar 5.2% (n=5), intraventricular y del surco olfatorio 2% (n=2), seguido de la localización en región clinoidea, falcotentorial, foramen magno, seno cavernoso, supraselar y tentorial del 1% (n=1). El 50.5% (n=49) de lo tumores se encontraron del lado izquierdo y el 29.9% (n=29) del lado derecho, el 19.6% (n=19) no tuvo lateralidad (figura 4).

Tabla 1. Sitio anatómico de localización de meningioma (n=97)

Localización	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Ala del esfenoides	18	18.5
Ángulo cerebelopontino	6	6.2
Clinoideo	1	1.0
Convexidad	28	28.9
Falcotentorial	1	1.0
Foramen magno	1	1.0
Intraventricular	2	2.1
Parasagital	23	23.7
Petroclival	7	7.2
Seno cavernoso	1	1.0
Supraselar	1	1
Surco olfatorio	2	2.1
Tentorial	1	1.0
Tuberculo selar	5	5.2



Localización de tumor en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

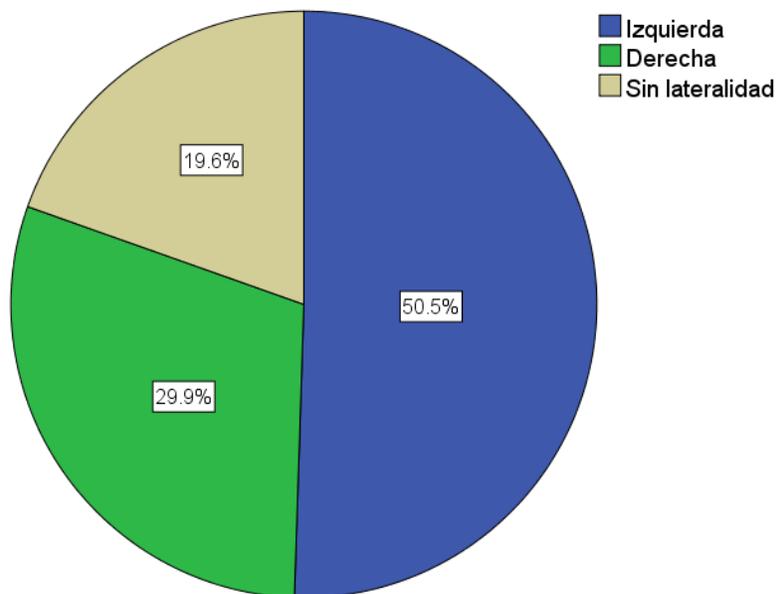


Figura 4. Proporción de lateralidad de tumor en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

El reporte histopatológico más frecuente tras la resección tumoral fue meningioma transicional en el 29.9% (n=29), seguido de fibroblástico en el 26.8% (n=26) y meningotelial en el 16.5% (n=16); angiomatoso 9.3% (n=9), microquístico 7.2% (n=7), y en menor proporción atípico, atípico cordoide, papilar y células claras de 3.1%, 2.1% y 1% respectivamente (tabla 2 y figura 5).

Tabla 2. Reporte histopatológico de meningioma (n=97)

Reporte	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Angiomatoso	9	9.3
Atípico	3	3.1
Atípico cordoide	2	2.1
Células claras	1	1.0
Cordoide	2	2.1
Fibroblástico	26	26.8
Meningotelial	16	16.5
Microquístico	7	7.2
Papilar	1	1.0
Transicional	29	29.9
Transicional y microquístico	1	1.0

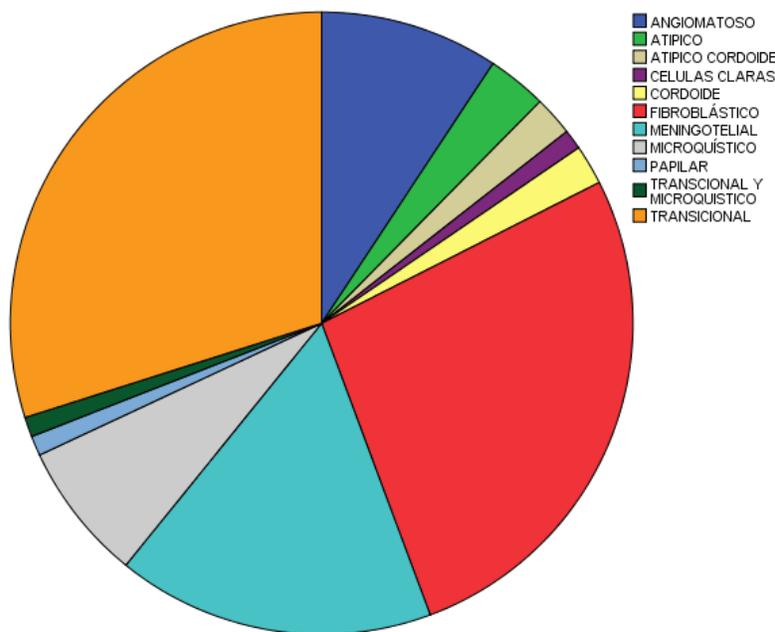
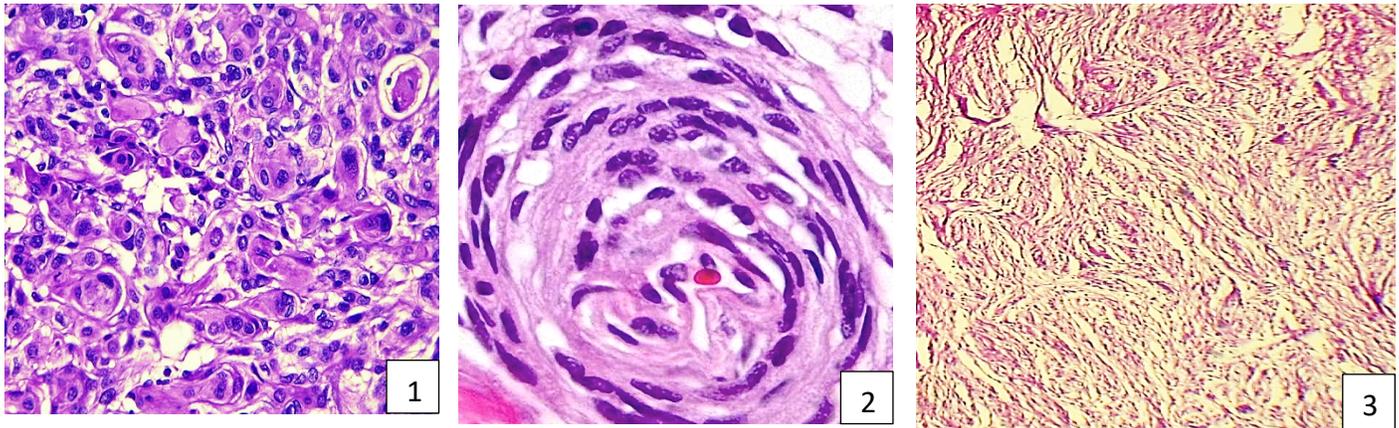


Figura 5. Reporte histopatológico de tumor en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)



Microfotografía 1. Subtipos de Meningiomas más frecuentes reportados en el Hospital Juárez de México. Servicio de Anatomía Patológica: meningeal (1) transicional (2) y fibroblástico (3)

La mediana del tiempo quirúrgico se registró en 320 minutos, con un valor mínimo de 80 minutos y máximo de 880 minutos. Los percentiles 25 y 75 fueron de 270 y 450 minutos, respectivamente (figura 6 y 7). Así mismo, la mediana del sangrado quirúrgico se registró en 800 mililitros, con un valor mínimo de 150 mililitros y máximo de 4000 mililitros. Los percentiles 25 y 75 fueron de 500 y 1200 mililitros, respectivamente (figura 8 y 9). Ambas variables se correlacionaron de forma positiva y significativamente, con un coeficiente de correlación de Spearman de 0.413 ($p < 0.001$) (figura 10). El 43.3% ($n=42$) de los pacientes se clasificó como SIMPSON IV, el 39.2% ($n=38$) como SIMPSON I, el 12.4% ($n=12$) como SIMPSON II y el 4.1% ($n=4$) SIMPSON III; un paciente (1%) no contó con clasificación (figura 11).

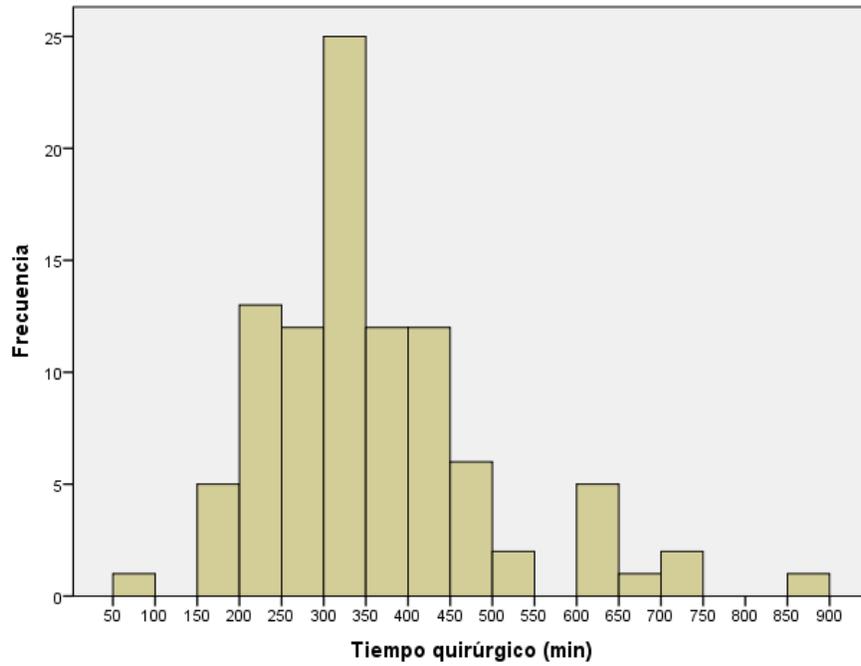


Figura 6. Frecuencia de tiempo quirúrgico en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

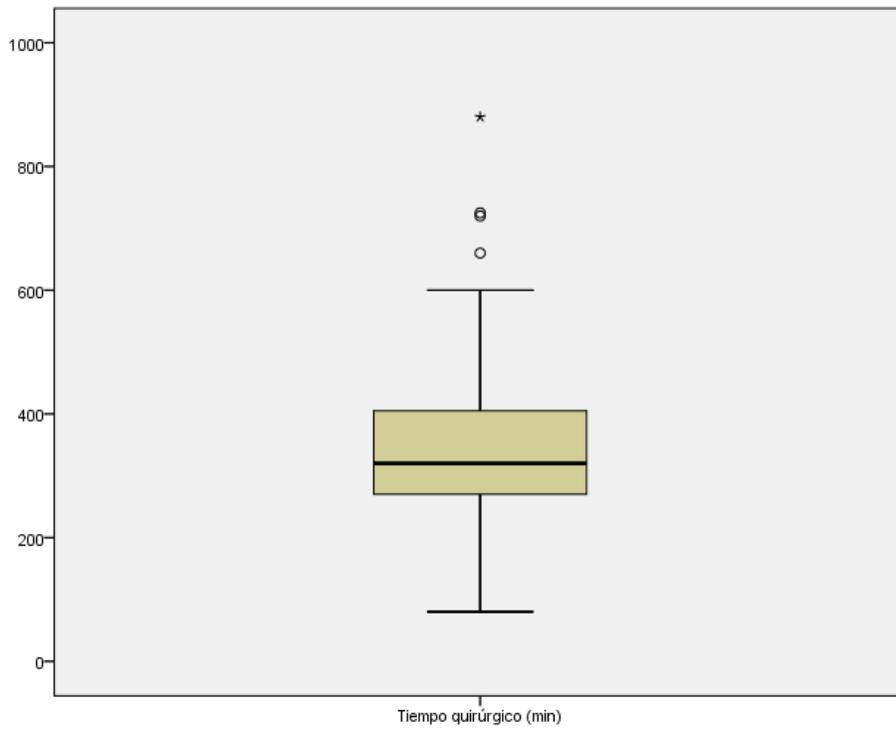


Figura 7. Distribución de tiempo quirúrgico en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

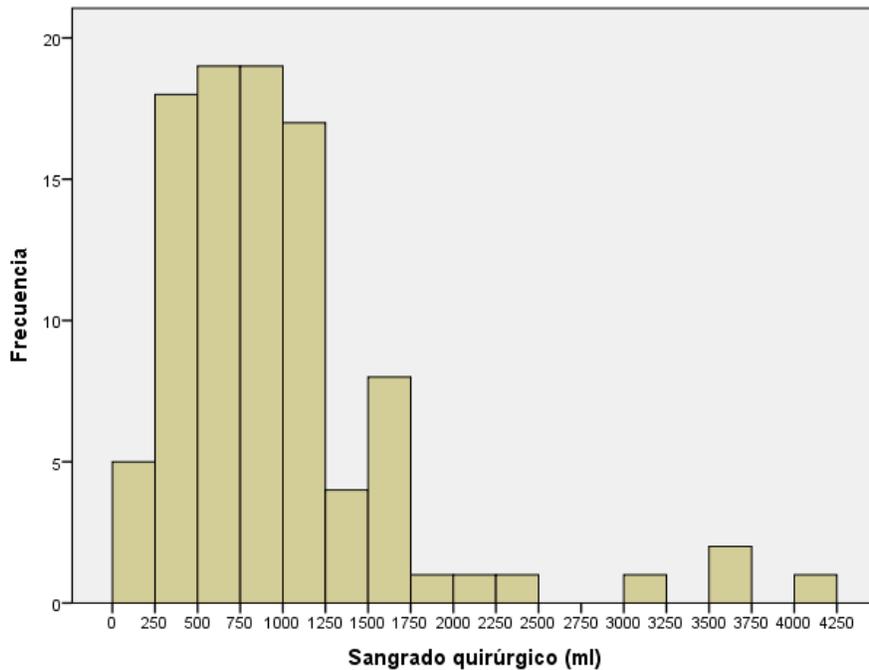


Figura 8. Frecuencia de sangrado quirúrgico en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

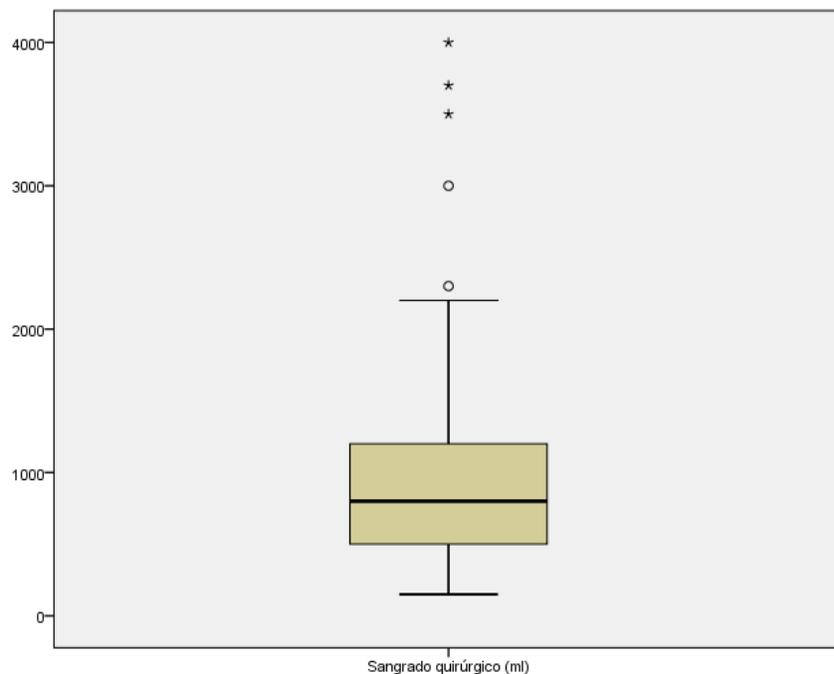


Figura 9. Distribución de sangrado quirúrgico en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

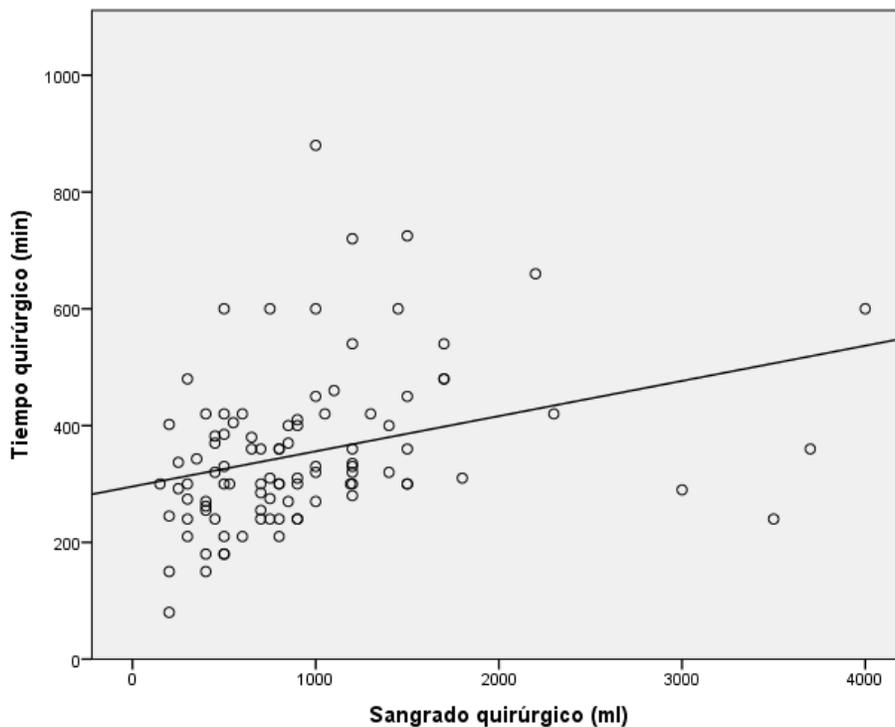


Figura 10. Correlación de tiempo y sangrado quirúrgico en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

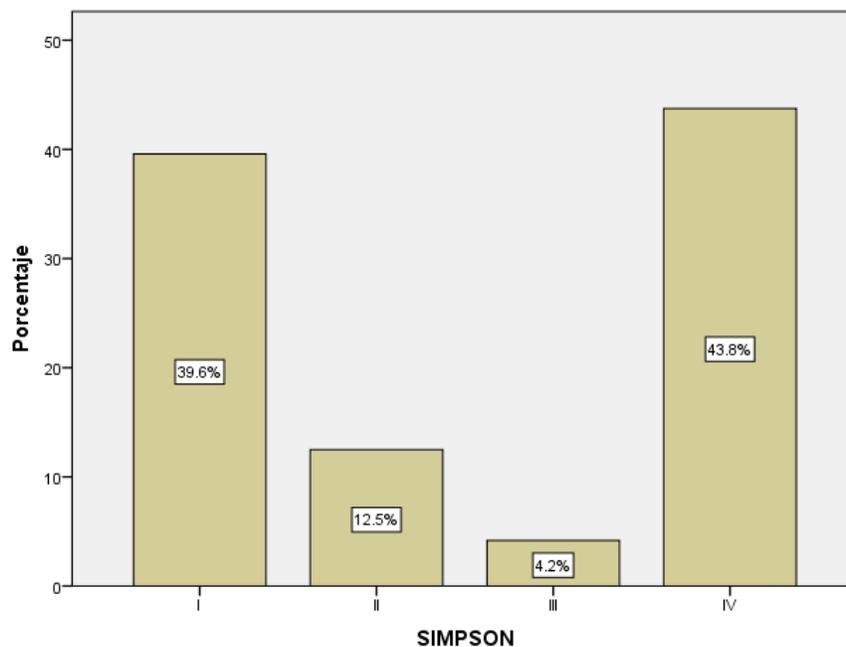


Figura 11. Clasificación SIMPSON en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

De los 97 pacientes sometidos a resección quirúrgica de meningioma, al 24.7% (n=24) se le realizó embolización previa a la cirugía (figura 12). Como se muestra en la figura 13 y 14, no hubo diferencias significativas de género o edad entre el grupo de pacientes que recibieron la embolización y los que no, con un valor $p=0.97$ y $p=0.58$, respectivamente. En la tabla 3 se muestra la frecuencia y proporción de arterias embolizadas previo a la cirugía de resección (figura 15). El 65% (n=13) se realizó en la arteria meníngea media, seguido de temporal superficial en el 20% (n=4). La arteria maxilar interna, occipital fueron embolizadas en el 10% (n=2) y 5% (n=1) respectivamente. Se registró que el tiempo mediano entre la embolización y la resección quirúrgica fue de 6.5 días, con un mínimo y máximo de 1 y 13 días, respectivamente (figura 16). En el 62.5% (n=15) de los pacientes que recibieron la embolización se utilizó como material quirúrgico microesferas, mientras que en el 33.3% (n=8) se utilizó EVOH; solo un paciente (4.2%) recibió ambos materiales (figura 17). Los tres cambios histológicos observados tras la embolización fueron el material de embolización intravascular en el 50% (n=12), necrosis intravascular en el 33.3% (n=8) y material de embolización intravascular y necrosis segmentaria en el 16.7% (n=4) (figura 18). Al comparar el tiempo y el sangrado quirúrgico no se observaron diferencias significativas entre el grupo que recibió la embolización y los que no, con un valor $p=0.47$ y $p=0.54$, respectivamente. No obstante, los pacientes que no fueron embolizados tendieron a tener mayores valores fuera de rango hacia el extremo superior (figura 19 y 20). En el caso de la escala de SIMPSON los pacientes que no recibieron embolización presentaron porcentajes significativamente mayores en las categorías III y IV, en comparación con los que sí recibieron, con un valor $p=0.03$ (figura 21).

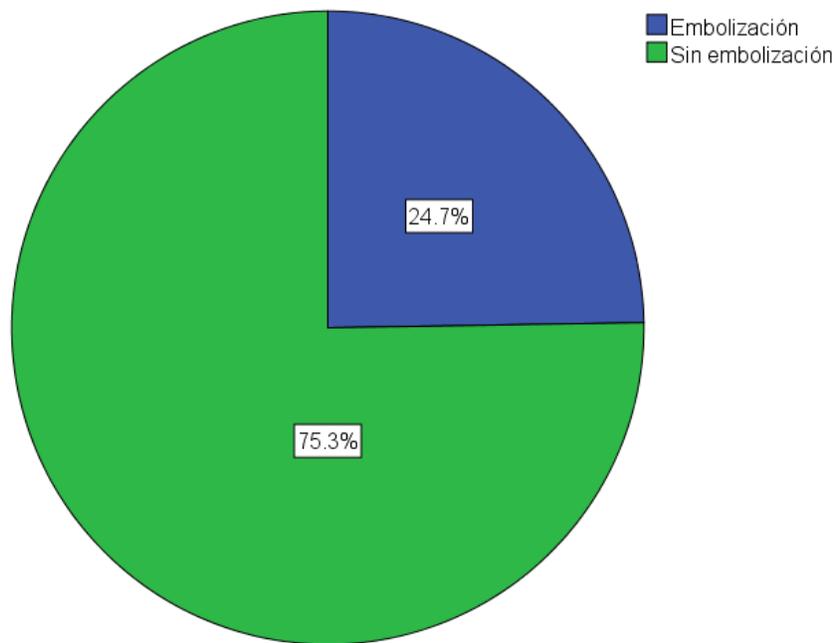


Figura 12. Proporción de embolización previa a cirugía en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

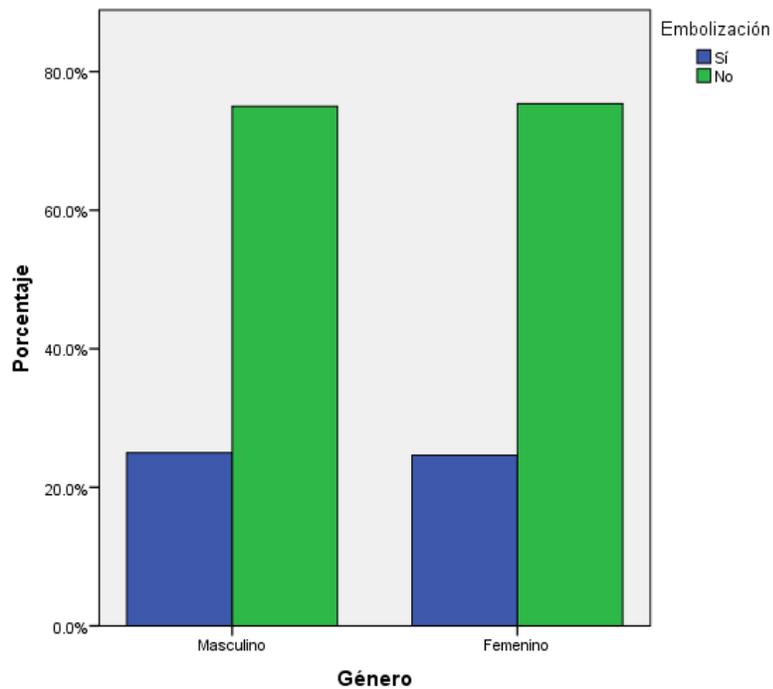


Figura 13. Comparación de género y embolización previa a cirugía en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

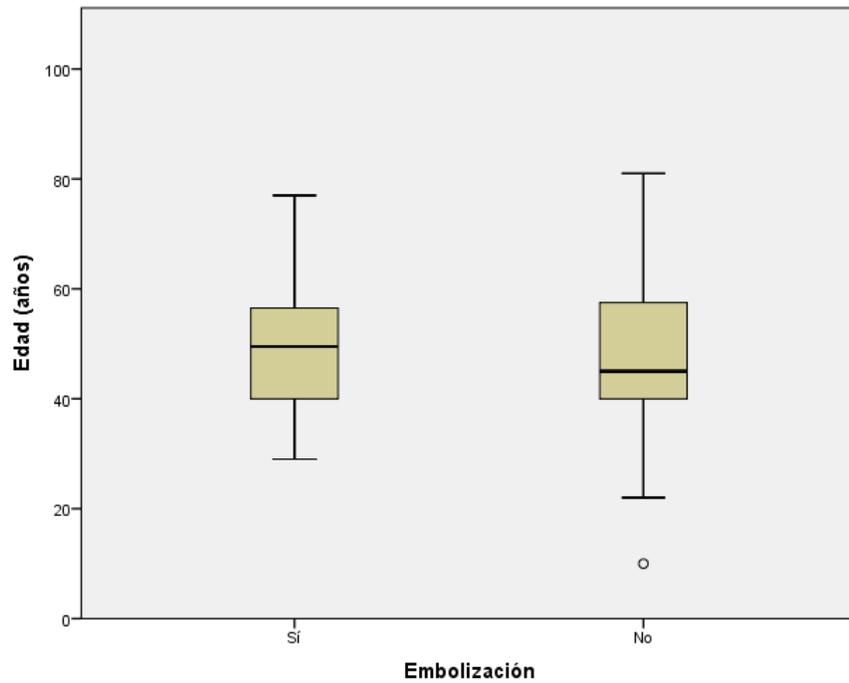


Figura 14. Comparación de edad y embolización previa a cirugía en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

Tabla 3. Arteria embolizada previo a resección tumoral en pacientes con meningioma (n=24)

Reporte	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Maxilar interna	2	10.0
Meníngea media	13	65.0
Occipital	1	5.0
Temporal superficial	4	20.0

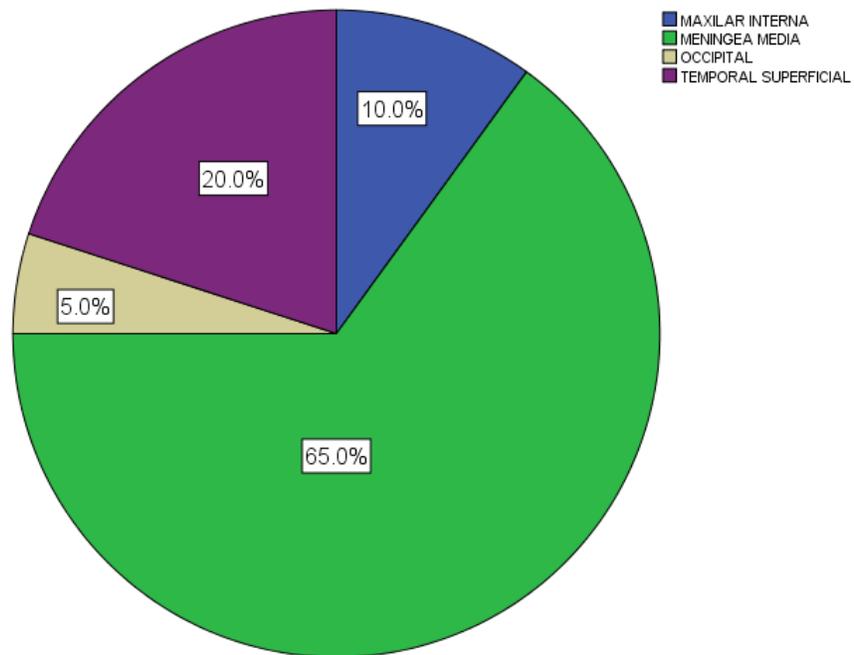


Figura 15. Proporción de arteria embolizada previo a cirugía en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

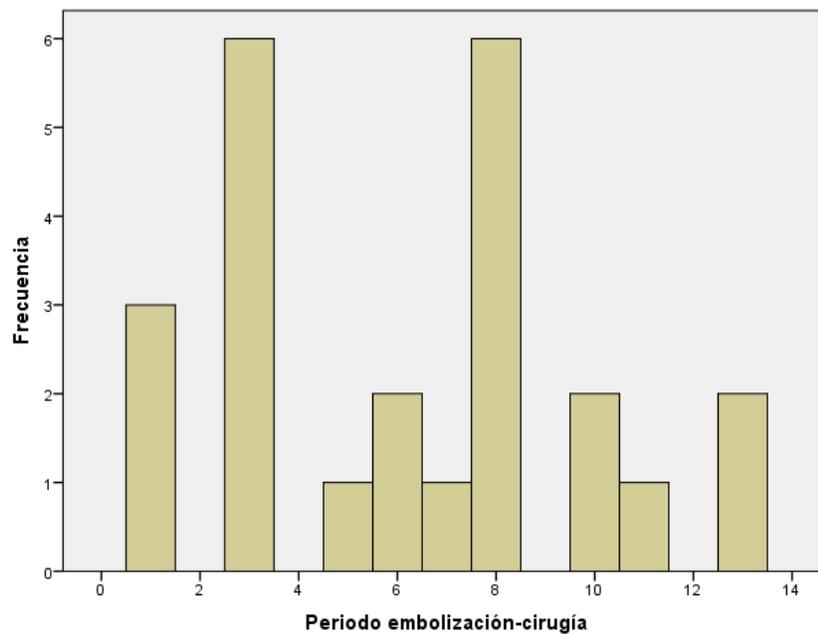


Figura 16. Frecuencia de días entre la embolización y resección quirúrgica en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

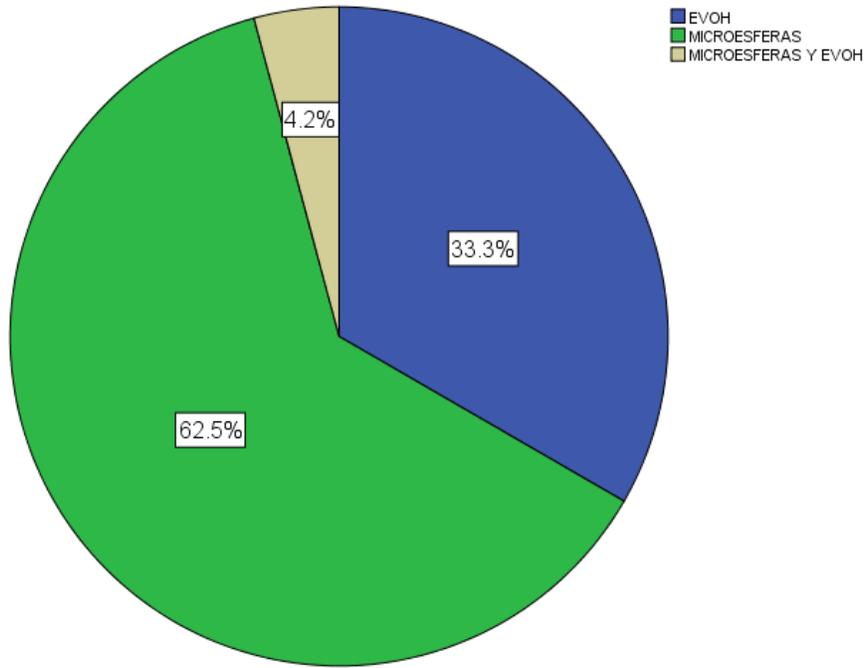


Figura 17. Proporción de material utilizado en embolización en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

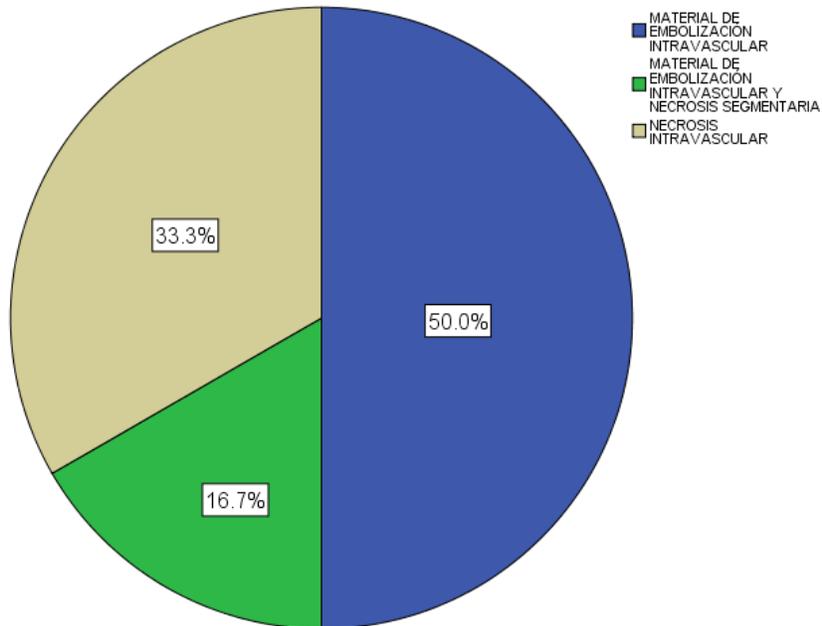
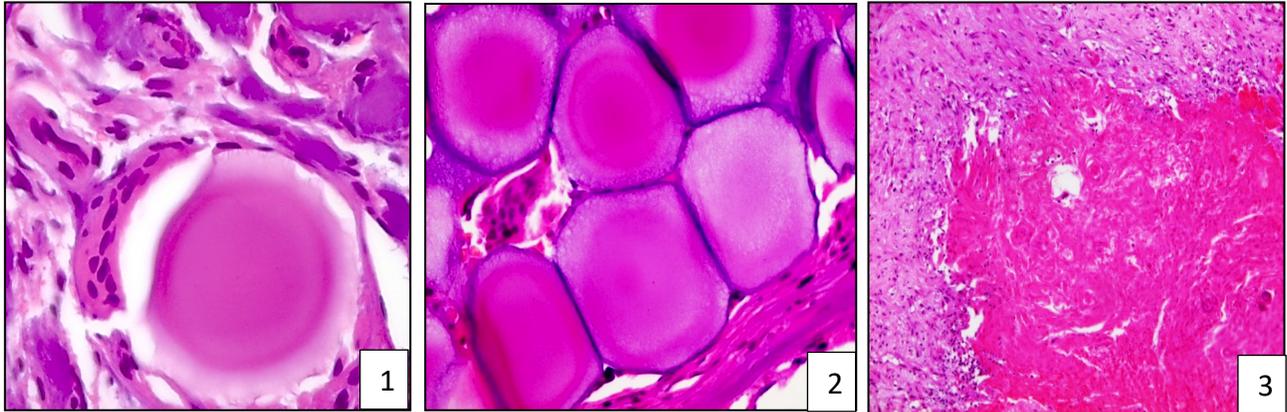
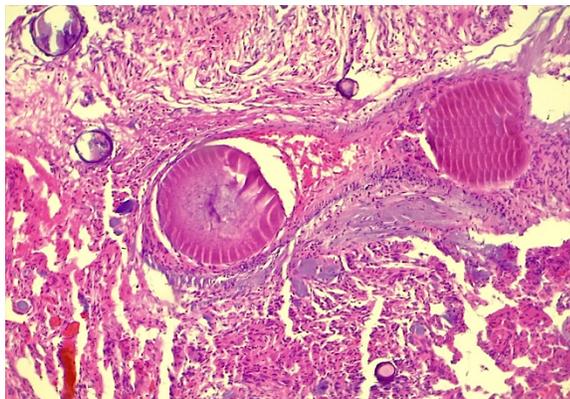


Figura 18. Proporción de hallazgos histológicos tras la embolización en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

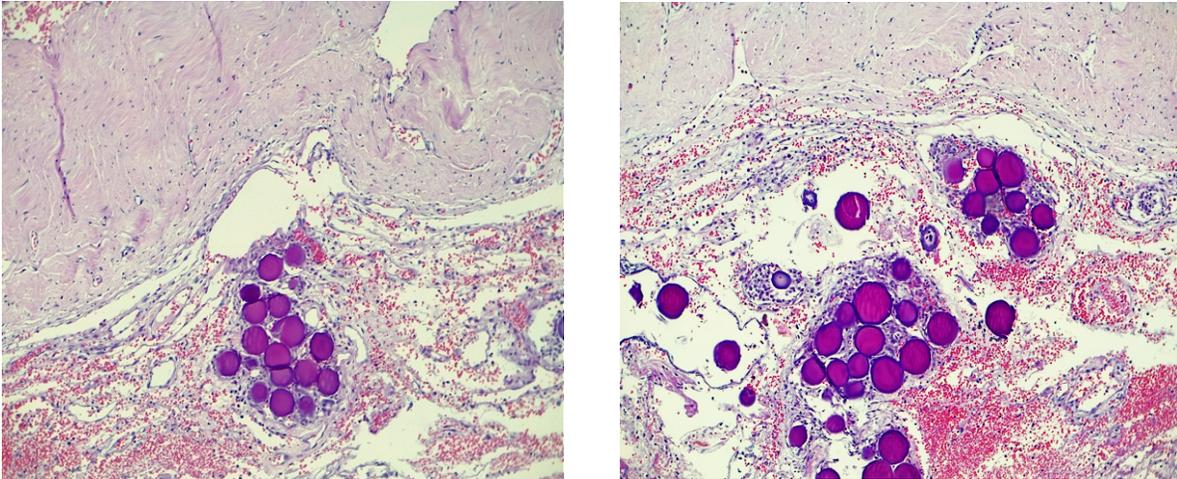
Un hallazgo importante histopatológico en el subgrupo de meningiomas embolizados es la presencia de las microesferas empaquetadas dentro de la luz de las arteriolas y capilares y en el tejido tumoral, acompañándose de células gigantes de Lanhans o de cuerpo extraño e importantemente, la presencia de áreas de necrosis focal o segmentaria a consecuencia del material de embolización



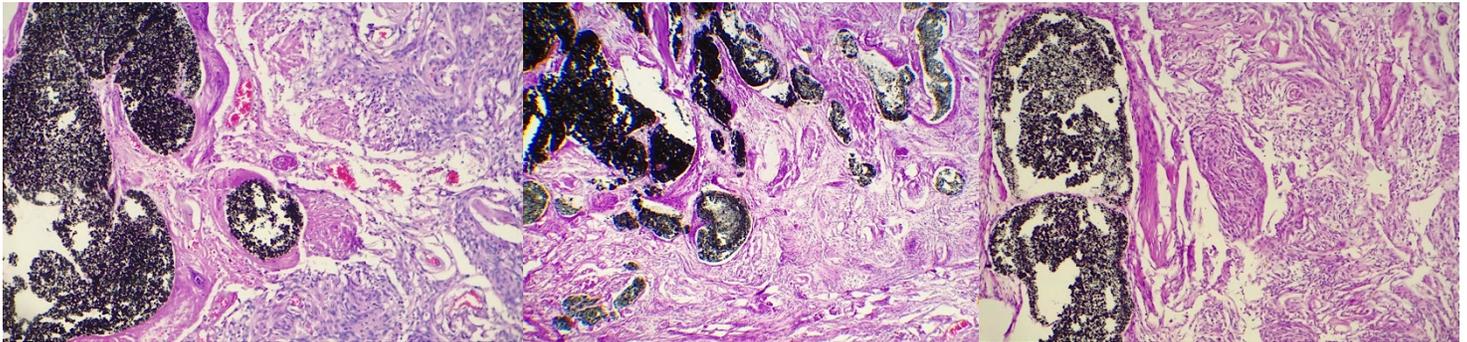
Microfotografía 2. Muestra teñida con Hematoxilina Eosina (H/E) donde se observa material de embolización (esférulas) con reacción gigantocelular tipo cuerpo extraño (1 y 2). Necrosis isquémica secundaria embolización tumoral (3).



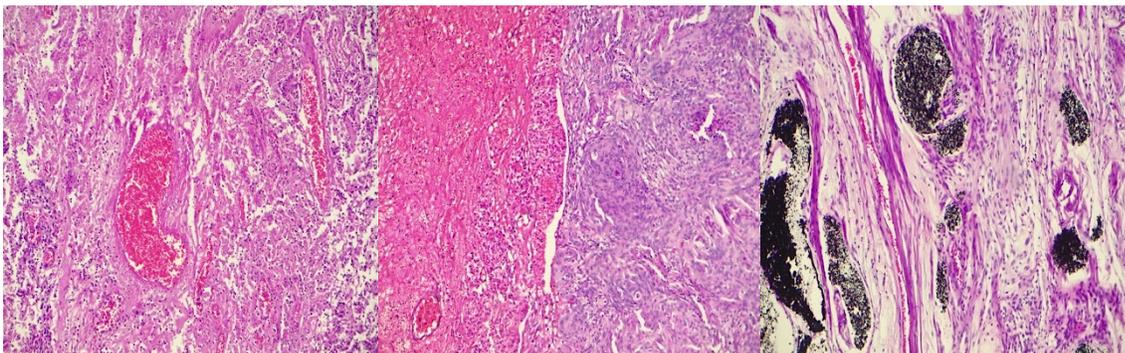
Microfotografía 3. Muestra teñida con H/E donde se aprecia Esférulas intravasculares del material de embolización. Se identifican cuerpos de psamomas: calcificaciones laminares concéntricas, en este caso más pequeñas que las esferas del material de embolización, con el que pueden confundirse.



Microfotografía 4. Muestra teñida con H/E donde se identifica material de embolización intravascular en vasos dures con hemorragia reciente.



Microfotografía 5. Meningioma embolizado con Onix. Abundante material de embolización intravascular. Cortes teñidos con hematoxilina/eosina



Microfotografía 6. Meningioma embolizado con Onix. Cortes teñidos con hematoxilina/eosina. Necrosis tumoral secundaria (1) Necrosis Hemorrágica (2) Inflamación aguda secundaria (3)

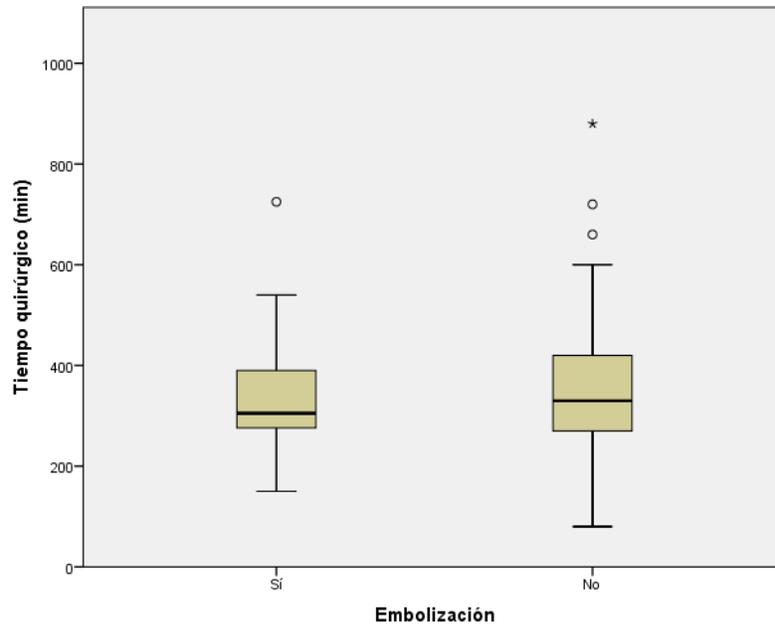


Figura 19. Comparación de tiempo quirúrgico y embolización previa a cirugía en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

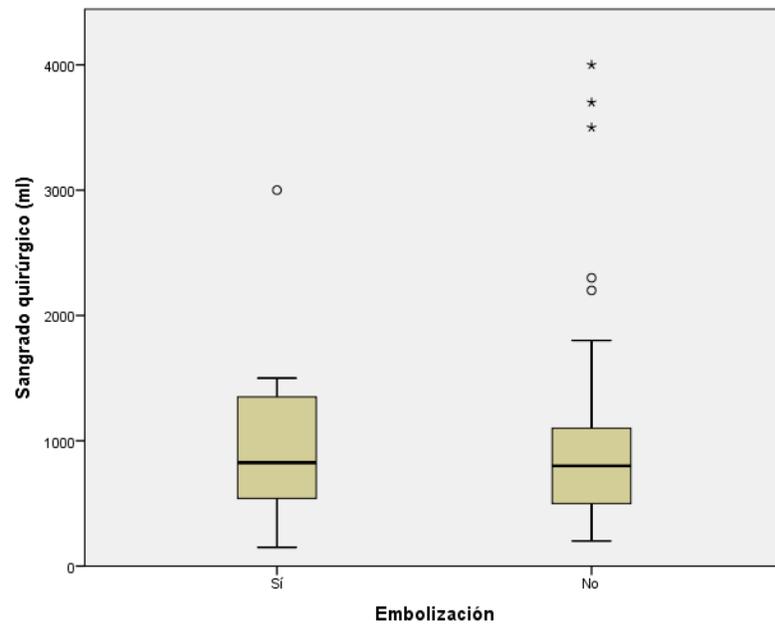


Figura 20. Comparación de sangrado quirúrgico y embolización previa a cirugía en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

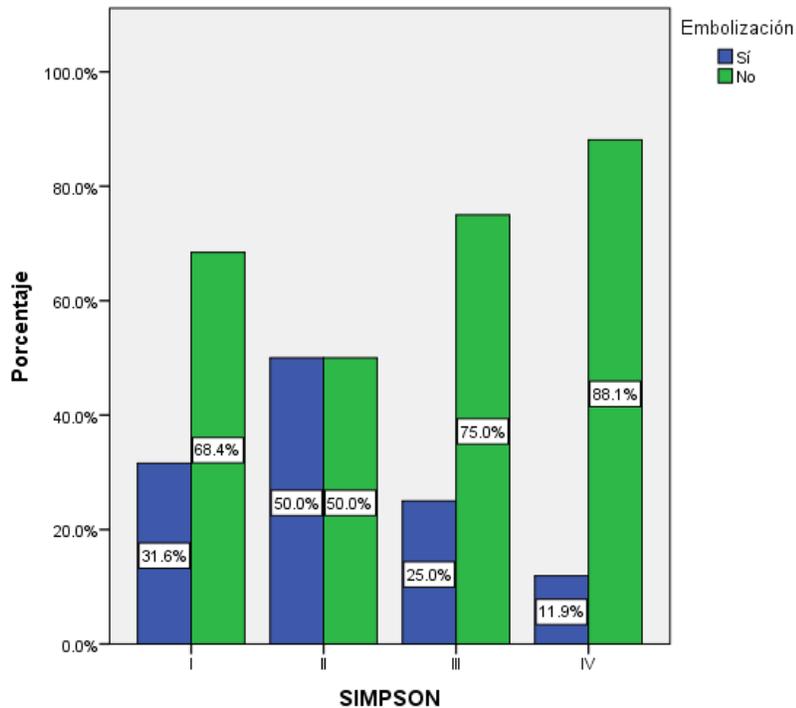


Figura 21. Comparación de escala de SIMPSON y embolización previa a cirugía en pacientes sometidos a resección de meningioma Hospital Juárez de México (2015-2022)

Análisis estadístico

Se realizó el análisis descriptivo para la presentación de los datos con medidas de tendencia central y dispersión. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución de los datos. Se realizó un análisis para comparar la distribución de variables con pruebas U de Mann-Whitney debido a que estas no se distribuyeron de forma normal. Se realizó un análisis de proporciones utilizando la prueba de X^2 de Pearson. En todos los casos, un valor de $p < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo. Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 25.0.

Discusión

La embolización prequirúrgica de los tumores hipervascularizados se ha convertido en una opción de relevancia en las últimas décadas, con la finalidad de hacer que la resección quirúrgica sea más segura y exitosa, además de acortar el tiempo quirúrgico, disminuir la pérdida de sangre y evitar la transfusión sanguínea. Sin embargo la eficacia y la seguridad de esta técnica aún son temas de debate y discusión.

El objetivo principal de este análisis retrospectivo fue evaluar precisamente la eficacia y la seguridad de la embolización prequirúrgica en el tratamiento de meningiomas, los resultados obtenidos en este estudio se basó en la determinación de la edad de los pacientes los cuales se encontraban entre los 22 y 81 años de edad, con una mediana de 46 años, siendo más frecuente en mujeres que en hombres.^{20, 23} No se encontró diferencia significativa en cuanto a estas variables de edad y género entre los pacientes que se sometieron a embolización previa y los que no.

Se identificó además que la localización mas frecuente de estos tumores fue en la convexidad del 28.9%, diferente a lo que se reporta en la literatura siendo esta más frecuente de localización parasagital entre el 21%-31%^{20,23,24}

En cuanto al tiempo de espera para la resección quirúrgica después de la embolización es controvertido, Juma F, et al y Ishihara^{6,7} informan que los tumores embolizados con microesferas se ablandan continuamente, incluso más allá de los 7 días. Raper DM et. al³⁰ en su estudio reporta que el tiempo medio desde la embolización hasta la cirugía fue de 1,6 días (mediana, 1 día; rango, 0-31 días). En nuestro estudio se registró que el tiempo mediano entre la embolización y la resección quirúrgica fue de 6.5 días, con un mínimo y máximo de 1 y 13 días respectivamente,

La clasificación de la Organización Mundial de la Salud de 2016 distingue los meningiomas en diferentes grados. ^{16, 21} en nuestro estudio encontramos que la variante mas frecuente fue meningioma transicional en el 29.9% (n=29), seguido de fibroblástico en el 26.8% (n=26) y meningotelial en el 16.5% (n=16), que representan Grado I de la OMS, sin embargo aunque la mayoría de los meningiomas son de naturaleza benigna, la recurrencia esta relacionada a la extensión de la de resección ²¹ y en algunos casos la extirpación quirúrgica completa puede llevar un alto riesgo de morbilidad posoperatoria grave e incluso la muerte, por lo que ha cambiado el paradigma entre los neurocirujanos por optar una resección menos amplia que minimice los riesgos para el estado funcional a costa de dejar pequeñas cantidades de tumor residual que pueden tratarse con vigilancia por imágenes o tratamiento adyuvante, por ello basándonos en la escala de Simpson ^{23,24,25} revisamos nuestra experiencia en el manejo de 94 pacientes tratados quirúrgicamente durante un período de 7 años, obteniéndose una resección de Simpson Grado IV de 43.3% (n=42), Grado III en el 4.1% (n=4), Grado II en el 12.4% (n=12) y Grado I en el 39.2% (n=38), determinando su complejidad y alto grado de recurrencia.

Así mismo en nuestra revisión la mediana del tiempo quirúrgico se registró en 320 minutos, con un valor mínimo de 80 minutos y máximo de 880 minutos. Los percentiles 25 y 75 fueron de 270 y 450 minutos, respectivamente. Raper DM et. al ³⁰ en su estudio no encontraron diferencias significativas en el tiempo quirúrgico fue igual tanto en el grupo embolizado como en el no embolizado.

Los meningiomas pueden obtener su suministro vascular tanto de la circulación extracraneal como intracraneal. Su resección puede resultar en una pérdida de sangre significativa promedio 200 ml a 2,2 L ¹⁸ En nuestra investigación en cuanto a la mediana del sangrado quirúrgico se registró en 800 mililitros, con un valor mínimo de 150 mililitros y máximo de 4000 mililitros. Los percentiles 25 y 75 fueron de 500 y 1200 mililitros, respectivamente. Ambas variables se correlacionaron de

forma positiva y significativamente, con un coeficiente de correlación de Spearman de 0.413 ($p < 0.001$).

En nuestro estudio de los 97 pacientes sometidos a resección quirúrgica de meningioma, al 24.7% ($n=24$) se le realizó embolización previa al procedimiento quirúrgico. En lo que se refiere a la frecuencia y proporción de arterias embolizadas, el 65% ($n=13$) se realizó en la arteria meníngea media, de cierto modo aseverando que la embolización por ramos de la arteria carótida externa es mas segura por lo tanto, los tumores irrigados exclusivamente por ramas de la ACI no son ideales para la embolización preoperatoria debido a la dificultad que implica un cateterismo seguro y la presencia de vasos de paso ¹²

Los avances en biotecnología y ciencia de los materiales han facilitado el desarrollo de agentes embólicos para la embolización vascular ²⁸ Todos los agentes embólicos disponibles presentan ventajas y desventajas potenciales específicas entre sí. La elección del agente embólico más adecuado debe hacerse en base a las características específicas del agente y de la anatómicas específicas de la patología diana. ²⁹ En nuestro estudio el 62.5% ($n=15$) de los pacientes que recibieron la embolización se utilizó como material embólico microesferas, mientras que en el 33.3% ($n=8$) se utilizó EVOH; solo un paciente (4.2%) recibió ambos materiales. La literatura refiere que las Las partículas como las microesferas permiten un reblandecimiento del tumor mejorando y facilitando la resección. En cuanto a los agentes embólicos líquidos (Onyx) no permitió una devascularización completa en tumoraciones complejas que incluía suministro pial y alimentadores múltiples, siendo esta una limitación clásica de la técnica de embolización ²

Los cambios histopatológicos posterior a la embolización se registran como necrosis inducida por embolización, como un tipo agudo de necrosis de aspecto monofásico constituido por numerosos núcleos picnóticos, sobre todo en cuanto a agentes embólicos líquidos, en nuestro estudio los tres cambios histológicos observados tras la embolización en su mayoría con microesferas fueron el material de embolización

intravascular en el 50% (n=12), necrosis intravascular en el 33.3% (n=8) y material de embolización intravascular y necrosis segmentaria en el 16.7% (n=4)

La importancia de utilizar la embolización prequirúrgica de tumores hipervascularizados se basa en el objetivo de disminuir el tiempo quirúrgico y el sangrado. Sin embargo en nuestro estudio al comparar el tiempo y el sangrado quirúrgico no se observaron diferencias significativas entre el grupo que recibió la embolización y los que no, con un valor $p=0.47$ y $p=0.54$, respectivamente. No obstante, los pacientes que no fueron embolizados tendieron a tener mayores valores fuera de rango hacia el extremo superior. En el caso de la escala de SIMPSON los pacientes que no recibieron embolización presentaron porcentajes significativamente mayores en las categorías III y IV, en comparación con los que sí recibieron, con un valor $p=0.03$.

Conclusiones

La embolización de tumores hipervascularizados especialmente meningiomas, se ha establecido actualmente como uno de los procedimientos estándar, al permitir una planificación más precisa de la cirugía al identificar los principales vasos sanguíneos que irrigan al tumor, así como permitir una evaluación del tumor con respecto a los senos venosos adyacentes, específicamente en cuanto a la evaluación de la permeabilidad de estos y su colateralidad venosa, para tomar decisiones sobre la mejor ruta de acceso quirúrgico y minimizar el daño a los tejidos circundantes.

En nuestro estudio, la embolización prequirúrgica de meningiomas mostró resultados favorables en cuanto al grado de resección, según la escala de Simpson, esto sugiere que la embolización contribuyó a una resección más completa de los meningiomas. Además, con nuestros datos podemos afirmar que no existen diferencias significativas en cuanto al tiempo quirúrgico y sangrado entre los pacientes que recibieron embolización y los que no, en contraste a como se reportan

es estudios previos. La embolización prequirúrgica se realizó principalmente a través de la circulación extracraneal centrandose principalmente en la arteria meníngea media, se utilizó diversos agentes embólicos, como microesferas y agentes líquidos, los cuales se evaluaron de manera objetiva mediante cambios histológicos consistentes con la presencia de material de embolización y necrosis, ambos en el espacio intravascular. Estos resultados sugieren que la embolización prequirúrgica puede ser una estrategia valiosa en el manejo de estos tumores .

Sin embargo, es importante tener en cuenta que cada caso debe evaluarse individualmente, considerando factores como ubicación y anatomía vascular del tumor, así como los riesgos asociados, además, se requiere una cuidadosa selección de los pacientes para obtener resultados óptimos.

Recomendaciones

Realizar estudios prospectivos con grupos de control más grandes para evaluar la eficacia y seguridad de la embolización prequirúrgica de meningiomas.

Investigar el impacto a largo plazo de la embolización prequirúrgica en términos de la supervivencia y la calidad de vida de los pacientes.

Comparar diferentes agentes embólicos utilizados en la embolización prequirúrgica para determinar su eficacia y seguridad relativa.

Investigar el papel de la embolización prequirúrgica en meningiomas recurrentes o en casos de meningiomas inoperables.

Estas recomendaciones ayudarán a ampliar el conocimiento sobre la embolización prequirúrgica de meningiomas y mejorar la atención y el tratamiento de los pacientes en el futuro.

Bibliografía

1. Manelfe C, Guiraud B, David J, et al. Embolisation par cathétérisme des méningiomes intracrâniens [Embolization by catheterization of intracranial meningiomas]. *Rev Neurol (Paris)*. 1973;128(5):339-351.
2. Friconnet G, Espíndola Ala VH, Lemnos L, et al. Pre-surgical embolization of intracranial meningioma with Onyx: A safety and efficacy study. *J Neuroradiol*. 2020;47(5):353-357. doi:10.1016/j.neurad.2019.05.012
3. Sugi K, Hishikawa T, Murai S, et al. Treatment Outcome of Intracranial Tumor Embolization in Japan: Japanese Registry of NeuroEndovascular Therapy 3 (JR-NET3). *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2019;59(2):41-47. doi:10.2176/nmc.st.2018-0220
4. Barros G, Feroze AH, Sen R, et al. Predictors of preoperative endovascular embolization of meningiomas: subanalysis of anatomic location and arterial supply. *J Neurointerv Surg*. 2020;12(2):204-208. doi:10.1136/neurintsurg-2019-015129
5. Duffis EJ, Gandhi CD, Prestigiacomo CJ, et al. Head, neck, and brain tumor embolization guidelines. *J Neurointerv Surg*. 2012;4(4):251-255. doi:10.1136/neurintsurg-2012-010350
6. Ishihara H, Ishihara S, Niimi J, et al. The safety and efficacy of preoperative embolization of meningioma with N-butyl cyanoacrylate. *Interv Neuroradiol*. 2015;21(5):624-630. doi:10.1177/1591019915590537
7. Jumah F, AbuRmilah A, Raju B, et al. Does preoperative embolization improve outcomes of meningioma resection? A systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev*. 2021;44(6):3151-3163. doi:10.1007/s10143-021-01519-z
8. Chen L, Li DH, Lu YH, Hao B, Cao YQ. Preoperative Embolization Versus Direct Surgery of Meningiomas: A Meta-Analysis. *World Neurosurg*. 2019;128:62-68. doi:10.1016/j.wneu.2019.02.223

9. Ilyas A, Przybylowski C, Chen CJ, et al. Preoperative embolization of skull base meningiomas: A systematic review. *J Clin Neurosci*. 2019;59:259-264. doi:10.1016/j.jocn.2018.06.022
10. Jiménez-Heffernan JA, Corbacho C, Cañizal JM, et al. Cytological changes induced by embolization in meningiomas. *Cytopathology*. 2012;23(1):57-60. doi:10.1111/j.1365-2303.2010.00836.
11. Ansari SF, Shah KJ, Hassaneen W, Cohen-Gadol AA. Vascularity of meningiomas. *Handb Clin Neurol*. 2020;169:153-165. doi:10.1016/B978-0-12-804280-9.00010-X
12. James RF, Kramer DR, Page PS, Gaughen JR Jr, Martin LB, Mack WJ. Strategic and Technical Considerations for the Endovascular Embolization of Intracranial Meningiomas. *Neurosurg Clin N Am*. 2016;27(2):155-166. doi:10.1016/j.nec.2015.11.005
13. Zhao L, Zhao W, Hou Y, et al. An Overview of Managements in Meningiomas [published correction appears in *Front Oncol*. 2020 Sep 24;10:599431]. *Front Oncol*. 2020;10:1523. Published 2020 Aug 21. doi:10.3389/fonc.2020.01523
14. Shah A, Choudhri O, Jung H, Li G. Preoperative endovascular embolization of meningiomas: update on therapeutic options. *Neurosurg Focus*. 2015;38(3):E7. doi:10.3171/2014.12.FOCUS14728
15. Duffis EJ, Gandhi CD, Prestigiacomo CJ, et al. Head, neck, and brain tumor embolization guidelines. *J Neurointerv Surg*. 2012;4(4):251-255. doi:10.1136/neurintsurg-2012-010350
16. Maggio I, Franceschi E, Tosoni A, et al. Meningioma: not always a benign tumor. A review of advances in the treatment of meningiomas. *CNS Oncol*. 2021;10(2):CNS72. doi:10.2217/cns-2021-0003
17. Yaşar S, Kırık A. Surgical Management of Giant Intracranial Meningiomas. *Eurasian J Med*. 2021;53(2):73-78. doi:10.5152/eurasianjmed.2021.20155
18. Yoon N, Shah A, Couldwell WT, Kalani MYS, Park MS. Preoperative embolization of skull base meningiomas: current indications, techniques, and

- pearls for complication avoidance. *Neurosurg Focus*. 2018;44(4):E5. doi:10.3171/2018.1.FOCUS17686
19. Friconnet G, Espindola Ala VH, Janot K, et al. MRI predictive score of pial vascularization of supratentorial intracranial meningioma. *Eur Radiol*. 2019;29(7):3516-3522. doi:10.1007/s00330-019-06197-6
 20. Glenn CA, Tullos HJ, Sughrue ME. Natural history of intracranial meningiomas. *Handb Clin Neurol*. 2020;169:205-227. doi:10.1016/B978-0-12-804280-9.00014-7
 21. Nanda A, Bir SC, Maiti TK, Konar SK, Missios S, Guthikonda B. Relevance of Simpson grading system and recurrence-free survival after surgery for World Health Organization Grade I meningioma. *J Neurosurg*. 2017;126(1):201-211. doi:10.3171/2016.1.JNS151842
 22. David N. Louism Hiroko Ohgaki, Otmar D, Wiestler, Webster K. Cavenee, David W. Ellison, Dominique Figarella-Branger, Arie Perry, Guido Reifenberger, Andreas von Depping. WHO Classification of tumours of the Central Nervous System. Revised 4th Edition.
 23. AL-Mefty, O., in *Operative Atlas of Meningiomas 1999*, Lippincott-Raven Publishers: Philadelphia.
 24. Sekhar, L.N., et al., Meningiomas involving the clivus: a six-year experience with 41 patients. *Neurosurgery*, 1990. 27(5): p. 764-81; discussion 781.
 25. Simpson, D., The recurrence of intracranial meningiomas after surgical treatment. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 1957. 20(1): p. 22-39.
 26. Al-Mufti F, Gandhi CD, Couldwell WT, et al. Preoperative meningioma embolization reduces perioperative blood loss: a multi-center retrospective matched case-control study. *Br J Neurosurg*. 2023;37(1):67-70. doi:10.1080/02688697.2021.1979191
 27. Scharz D, Furst T, Ellens N, et al. Preoperative Embolization of Meningiomas Facilitates Reduced Surgical Complications and Improved Clinical Outcomes : A Meta-analysis of Matched Cohort Studies [published online ahead of print,

- 2023 Feb 28]. *Clin Neuroradiol.* 2023;10.1007/s00062-023-01272-4. doi:10.1007/s00062-023-01272-4
28. Hu J, Albadawi H, Chong BW, et al. Advances in Biomaterials and Technologies for Vascular Embolization. *Adv Mater.* 2019;31(33):e1901071. doi:10.1002/adma.201901071
29. Vollherbst DF, Chapot R, Bendszus M, Möhlenbruch MA. Glue, Onyx, Squid or PHIL? Liquid Embolic Agents for the Embolization of Cerebral Arteriovenous Malformations and Dural Arteriovenous Fistulas. *Clin Neuroradiol.* 2022;32(1):25-38. doi:10.1007/s00062-021-01066-6
30. Raper DM, Starke RM, Henderson F Jr, et al. Preoperative embolization of intracranial meningiomas: efficacy, technical considerations, and complications. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2014;35(9):1798-1804. doi:10.3174/ajnr.A3919



SALUD
SECRETARÍA DE SALUD



Dirección de Investigación y Enseñanza
Comité de Investigación

Ciudad de México, a 01 de febrero de 2023
No. de Oficio: CI/034/2023
Asunto: Carta de Aceptación.

DRA. MARÍA JOSÉ ARÉVALO TORRES

Médico Residente
Presente

En relación al proyecto de tesis titulado **"EMBOLOZACION PREQUIRURGICA DE MENINGIOMAS: EFICACIA Y SEGURIDAD"**, con número de registro **HJM 142/22-R**, bajo la dirección del **DR. GUSTAVO MELO GUZMÁN**, 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.

Le informo también que los pacientes que ingresen al estudio, solamente serán responsables de los costos de los estudios necesarios y habituales para su padecimiento, por lo que cualquier gasto adicional que sea necesario para el desarrollo de su proyecto deberá contar con los recursos necesarios para cubrir los costos adicionales generados por el mismo.

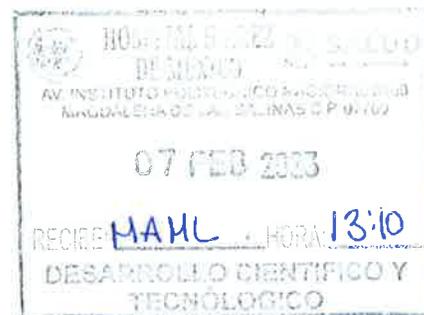
La vigencia para concluir el protocolo es de un año, con fecha de 01 de febrero 2024.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente

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

JMBL/ NGNV /MALM



Av. Instituto Politécnico Nacional No. 5650, Col. Magdalena de las Salinas C.P. 07760, Alcaldía Gustavo A. Madero CDMX
Tel: 57-47-75-60 Ext. 7375



2022 Flores
Año de Magón

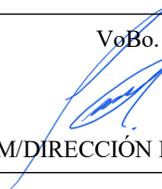
1910-2022 LA REVOLUCIÓN MEXICANA



Lista de Cotejo de Validación de Tesis de Especialidades Médicas

Fecha	04	julio	2023
	día	mes	año

INFORMACIÓN GENERAL (Para ser llenada por el área de Posgrado)				
No. de Registro del área de protocolos	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	Número de Registro HJM 142/22-R
Título del Proyecto: EMBOLIZACIÓN PREQUIRÚRGICA DE MENINGIOMAS: EFICACIA Y SEGURIDAD				
Nombre Residente	MARIA JOSÉ ARÉVALO TORRES			
Director de tesis	DR. GUSTAVO MELO GUZMÁN			
Director metodológico				
Ciclo escolar que pertenece	2023-2024	Especialidad	TERAPIA ENDOVASCULAR NEUROLÓGICA	
INFORMACIÓN SOBRE PROTOCOLO/TESIS (Para ser validado por la División de Investigación/SURPROTEM)				
VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD	HERRAMIENTA	PLAGIUS	PORCENTAJE	21%
COINCIDE TÍTULO DE PROYECTO CON TESIS	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
COINCIDEN OBJETIVOS PLANTEADOS CON LOS REALIZADOS	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
RESPONDE PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
RESULTADOS DE ACUERDO CON ANÁLISIS PLANTEADO	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
CONCLUSIONES RESPONDEN PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
PRETENDE PUBLICAR SUS RESULTADOS	SI		NO	x
VALIDACIÓN (Para ser llenada por el área de Posgrado)				
Si	<input checked="" type="checkbox"/>	Comentarios: Tesis validada para continuar con su trámite en enseñanza.		
No				

VoBo.

SURPROTEM/DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN