



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO, FEDERICO GOMEZ.
INSTITUTO DE SALUD.

INICIO DE LA NEURORADIOCIRUGIA EN NIÑOS, EN EL HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO FEDERICO GOMEZ

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE
NEUROCIRUGIA PEDIATRICA

PRESENTA
DR. RICARDO VALDEZ ORDUÑO

ASESORES DE TESIS.
DR. FERNANDO CHICO PONCE DE LEON
DR. LUIS FELIPE GORDILLO DOMINGUEZ



MEXICO, D. F. 2007



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.



**HOSPITAL INFANTIL DE MEXICO
FEDERICO GOMEZ**

**DR. YOLANDA ROCIO PEÑA ALONSO
DIRECTORA DE ENSEÑANZA Y DESARROLLO ACADEMICO**

**DR. FERNANDO CHICO PONCE DE LEON
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEUROCIRUGIA**

**DR. FENANDO CHICO PONCE DE LEON
DR. LUIS FELIPE GORDILLO DOMINGUEZ
ASESORES DE TESIS**

**DR. RICARDO VALDEZ ORDUÑO
AUTOR**

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

PERMITEME SEÑOR SER EN MI PROFESION EL INSTRUMENTO DE TU MANO BIENECHORA Y LA LUZ EN MI CAMINO, QUE ME PERMITA SER MEJOR PERSONA.

A MI ESPOSA EVITA Y MI HIJA FERNANDA:

QUIENES REPRESENTAN EL AMOR, POR LO QUE VALE LA PENA SACRIFICARSE Y VIVIR, LA META, EL IDEAL, EL CARIÑO PURO Y LA VOLUNTAD DE SUPERACION; LAS AMO

A MIS PADRES: BALTAZAR Y MARGARITA

QUIENES ME DIERON LA VIDA, SU CARIÑO, COMPRESION, AMOR Y LA HERENCIA MAS IMPORTANTE.....MI EDUCACION, GRACIAS.

A MIS HERMANOS: CARMEN qepd+ Y JUAN

QUIENES ME DIERON SU CONFIANZA, CONSEJO Y APOYO INCONDICIONAL.

A MIS MAESTROS: DR. CHICO, DR. GORDILLO, DRA. SANTANA, DR. VACA.

QUIENES ME DIERON LA OPORTUNIDAD DE COMPARTIR SUS ENSEÑANZAS PARA SER UN MEJOR CIRUJANO, PERO MAS IMPORTANTE AUN, MEJOR PERSONA.

A MIS COMPAÑEROS RESIDENTES: MARCO, FEDERICO, VICENTE Y CARLOS.

PILAR IMPORTANTE EN EL DESARROLLO DE MI ESPECIALIDAD.

AL DR. HEYNAR PEREZ Y AL FISICO NOE TRINIDAD:

POR SU APOYO INCONDICIONAL EN MI ENSEÑANZA EN RADIOCIRUGIA Y APOYO INCONDICIONAL PARA LA ELABORACION DE LA TESIS.

CONTENIDO

<i>INDICE</i>	<i>PÁGINA</i>
RESUMEN.....	5
INTRODUCCION.....	6
MATERIAL Y METODOS.....	15
RESULTADOS.....	23
DISCUSION.....	27
CONCLUSIONES.....	30
BIBLIOGRAFIA.....	31

RESUMEN

En el tratamiento de las lesiones cerebrales profundas con alto grado de morbilidad y mortalidad se han buscado nuevas alternativas para su manejo. La radiocirugía es una de ellas. Ésta técnica exige un manejo multidisciplinario conformado por un equipo que incluye neurocirujanos, radioterapeutas, oncólogos, físicos nucleares y técnicos, además de servicios de apoyo, como anestesiología, radiología y enfermería.

En el presente estudio, se realiza una revisión clínica, y por estudios de gabinete, sobre el inicio de la radiocirugía en el manejo de lesiones cerebrales de difícil acceso quirúrgico en el Hospital Infantil de México Federico Gómez. Se incluyen aquí 10 pacientes. En ellos, se analiza el manejo previo aplicado, se revisa el cuadro clínico, así como los estudios de imagen y la evolución sintomática posterior a la radiocirugía. Todos los procedimientos han sido realizados sin complicaciones y, hasta el momento, no se ha observado morbilidad ni mortalidad posterior a la aplicación de esta técnica.

SUMMARY

The treatment of deep cerebellar lesions is a problem that demands multidisciplinary handling conformed by a team that includes neurosurgeons, oncologists, nuclear physicists and technical personnel, besides nursing, anesthesiological and radiological support services..

This study is a revision, using clinical and cabinet studies, of the beginning of radiosurgical treatments at Hospital Infantil de México Federico Gómez. Ten

patients are included, and previous handling applied to them is analyzed. We also revise their clinical picture and later symptomatic outcome after radiosurgery. Every procedure has been carried out without complications and, up to the present, we have not observed any morbidity or mortality after application of this technique.

INTRODUCCION.

ANTECEDENTES DE LAS MAV

Las malformaciones vasculares en niños son de 5 tipos diferentes: 1. Malformaciones arteriovenosas (MAV), 2. Angioma cavernoso, 3. Aneurisma de la vena de Galeno, 4. Angioma venoso y 5. Angioma capilar o telangiectasias. Los aneurismas arteriales son raros en niños. ^(23,32, 35)

Las MAV son alteraciones del desarrollo embrionario consistentes en la persistencia de la conexión entre una arteria y una vena, en ausencia de capilares, probablemente por vasculogénesis o angiogénesis aberrante. La MAV está rodeada de un tejido gliótico reaccional, sin tejido cerebral entre los vasos anormales. Se presentan aproximadamente en 3 de cada 10.000 personas. ^(2, 15).

Los informes en niños dan un porcentaje de 1 por cada 100,000. Entre el 14 y el 22% de las MAV están presentes en niños por debajo de los 18 años de edad.

Normalmente, los síntomas no aparecen sino hasta que se presentan complicaciones, como una ruptura de la MAV, o un efecto de robo sanguíneo que se puede asociar a un cuadro de crisis epiléptica. El riesgo principal de las MAV es

la hemorragia: se calcula que el riesgo anual de sangrado es del orden de 2 a 4% con una morbi-mortalidad importante. (1, 2, 17,22)

Sin embargo, la frecuencia de hemorragias futuras es superior para aquellos pacientes con una historia previa de hemorragias que para aquellos que no las han tenido y, según algunos autores, el riesgo de hemorragia se eleva hasta un 30% en la década siguiente al momento del diagnóstico. (4)

Los primeros síntomas con frecuencia son muy vagos, como cefalea, a los que se agregan posteriormente, aunque no necesariamente, convulsiones y/o síntomas de cráneo hipertensivo y datos de focalización en relación directa al tipo de sangrado que origine la MAV (hemorragia subaracnoidea o hematoma subdural). En las series pediátricas, la presentación clínica más frecuente cursa con hemorragia y convulsiones. (6,7,40) Las MAV pequeñas sangran más fácilmente debido a que deben manejar mayores presiones. (2, 3) Las malformaciones de gran tamaño son centros de posible origen de focos epileptógenos.

Para su clasificación, es ampliamente utilizada la clasificación de Spetzler-Martin (SM). (5)

CLASIFICACION DE SPETZLER-MARTIN PARA MAV	
CARACTERISTICA	PUNTOS
TAMAÑO	
Pequeña (< 3 cm.)	1
Mediana (3-6 cm.)	2
Grande (> 6 cm.)	3
LOCALIZACION	
Elocuente	0
No elocuente	1
DRENAJE	
Drenaje venoso superficial	0
Drenaje venoso profundo	1

ANTECEDENTES TUMORES INTRACRANEANOS (TIC)

Debemos entender como TIC pediátricos no sólo a aquellos tumores que se derivan del ectodermo neural, ⁽³⁸⁾ sino también los derivados de otras capas embrionarias, como se asienta en la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS). ^(38,39,43) Los TIC comprenden todo proceso neoplásico contenido dentro de la cavidad craneana y en las paredes internas de ésta.

Los TIC son, después de las leucemias, las neoplasias más frecuentes de la infancia. Sin embargo, se ha referido en una serie nacional que se ubican después de los linfomas. La incidencia en la edad pediátrica es de entre 2 a 5 casos por 100 000 sujetos por año. ⁽³⁸⁻⁴⁵⁾

Algunas enfermedades hereditarias y las radiaciones ionizantes son las únicas causas fundamentales de TIC del niño. Se han descrito también causas virales, genéticas y hormonales. ^(41,43)

En cuanto a la fisiopatología, hay que considerar las siguientes posibilidades:

- a) Desplazamiento de estructuras dentro de la caja craneana y conos de herniación. ⁽³⁸⁾
 - b) Edema cerebral tumoral tipo vasogénico, producido por una permeabilidad anormal de los vasos. ^(38,39)
 - c) Destrucción tisular: los dos anteriores situaciones condicionan daño tisular que puede ser de diferentes magnitudes. ^(38,41)
- a). Manifestaciones más frecuentes de hipertensión intracraneal son:

1. La cefalea está en 55 a 77% de los casos, irritabilidad, vómito, edema de papila, diplopía, aumento del perímetro cefálico y las alteraciones de la conciencia ^(38,43,44,48)

b) Datos de localización:

I. Pares craneanos:

Puede haber anosmia, alucinaciones olfatorias, edema de papila o atrofia óptica, parálisis oculomotrices, neuralgia del trigémino y lesiones múltiples de nervios craneanos bajos. ^(43,44,45)

II. Epilepsia.

En adultos y niños, la epilepsia aparece en 34.1 a 90% de TIC. ⁽⁴⁴⁾

III. Signos deficitarios focales.

1. Motores y de liberación piramidal, sensitivos, afasias, apraxias, y trastornos hipotalámicos e hipofisarios. ⁽³⁵⁾

Los exámenes de imagen son dos principalmente: la tomografía axial computada (TAC) y la resonancia magnética (RM). El resto es complementario. La arteriografía cerebral, las ventriculocisternografías, la tomografía por emisión de positrones (PET) y la gamagrafía son aún útiles para algún tipo de tumor, en su evolución o su complicación. ^(44,45)

Los cuatro métodos para tratar los TIC son: quirúrgico, radioquirúrgico, quimioterápico y radioterápico. ^(38,39)

La cirugía puede ser a cielo abierto, con endoscopia o estereotaxia. ^(6,22,43) De éstas, puede utilizarse más de una modalidad, una después de la otra, o auxiliarse, como sucede con la cirugía a cielo abierto y la cirugía endoscópica videoasistida. Cuando el diagnóstico por endoscopia y estereotaxia lo indique, se operará a cielo abierto y, en casos de duda sobre la existencia de una recidiva o residuo tumoral, después de una biopsia a cielo abierto, se podrá utilizar la estereotaxia y la radiocirugía. ^(43, 45,53)

Los TIC del niño corresponden a 20% de las muertes pediátricas debidas a cáncer. Las tasas de mortalidad por TIC, sin importar la edad, varían entre 0.7 y 6.5 por 100 000. ^(45,46)

LAS RADIACIONES IONIZANTES (RI)

Pese a todos los adelantos en cirugía abierta y métodos endovasculares, aún existe un porcentaje de tumores y MAV que, por su localización profunda o en zona altamente funcional, la situación de vasos nutricios o algunas dificultades técnicas, no son susceptibles de manejo quirúrgico a cielo abierto, endoscópico o por estereotaxia. Por este motivo, se ha desarrollado la radiocirugía. ^(23,24)

Ya desde la década de los años 20, Cushing y Dandy realizan las primeras publicaciones sobre manejo y tratamiento de las MAV, consideradas en aquellos tiempos como intratables. Sin embargo, en 1908, Fedor Krause fue el primero en abordar quirúrgicamente una MAV por medio de la ligadura de las arterias alimentadoras. ^(13,23,31)

En 1895, el físico Alemán Wilhelm Konrad Roentgen descubre los rayos-X y al mismo tiempo, Marie y Pierre Curie descubren el Radio en 1898, (falleciendo Marie Curie por sobre exposición a la radiación). Roentgen logra obtener imágenes del interior del cuerpo humano, antecedente directo de todos los métodos de neuroimagen existentes hoy en día, y Marie y Pierre Curie, sientan las bases de uno de los pilares del tratamiento médico moderno de un sinfín de patologías; la radioterapia. ^(2,6)

Las primeras utilizaciones clínicas de las radiaciones ionizantes, las vemos en 1951, Leksell aplica altas dosis de radiación dirigidas estereotácticamente al blanco en un solo tratamiento, y da origen así a la radiocirugía. En las primeras prácticas, se utiliza un aparato rudimentario de terapia con ortovoltaje de rayos X de 250 kV. ^(7, 8,10, 11)

Posteriormente, en 1967, Leksell completa el desarrollo y construcción del primer equipo dedicado exclusivamente a la radiocirugía cerebral: el Gamma-unit.

En 1975, se instala un Gamma-unit de segunda generación, denominado GammaKnife, en el Radiumhemmet del nuevo Hospital Karolinska de Estocolmo. Este equipo contaba con un mayor número de fuentes de ²⁰¹Co (isótopo radioactivo del cobalto). El Hospital Karolinska fue, durante mucho tiempo, el único lugar del mundo en el que se realizaba radiocirugía. ^(7, 10)

El acelerador lineal (LINAC) fue por primera vez descrito en 1984 por Betti y Derechinsky, ⁽⁹⁾ Posteriormente, en 1985, Colombo ⁽⁸⁾ y colaboradores desarrollan todo un sistema para el empleo de la radiocirugía con acelerador lineal.

En radiocirugía se suelen usar dos tipos de radiación: partículas pesadas y fotones. Las primeras suelen ser iones de helio o protones generados en sincrociclotrones, el gamma knife es de ésta familia.⁽⁸⁾ Los fotones, que se emplean en radiocirugía se producen en aceleradores lineales (LINAC) dotados con un equipo de accesorios específicos para su utilización. Entonces, existen dos tipos de equipos para aplicar radiación ionizante, la bomba de cobalto, o el gamma knife, que maneja macropartículas de tipo electrón, y el acelerador lineal, que proporciona un haz de fotones, y que no necesita de material radioactivo, como lo es la bomba de cobalto para el gamma knife. Una gran ventaja de la radiocirugía es que sólo requiere de una estancia hospitalaria mucho más breve que cuando se hace uso de la neurocirugía convencional. Hoy es unánimamente admitido, y así se recomienda, que la radiocirugía sea realizada por un equipo multidisciplinario, en el que se incluyan neurocirujanos, radiofísicos y radioterapeutas como parte del equipo radioquirúrgico.⁽¹²⁾

El objetivo de la radiocirugía estereotáctica es administrar con gran precisión una alta fracción única de radiación ionizante (RI) sobre un blanco intracraneal con mínima absorción de la dosis por los tejidos circundantes.^(13,14)

Recientemente, la radiocirugía se ha utilizado en pequeños tumores o en MAV, así como en residuos o recidivas, situados en lugares de difícil acceso quirúrgico o cercanos a estructuras funcionales.⁽²³⁾

El efecto final de la radiocirugía, desde el punto de vista biológico, es la ionización de los tejidos y, con ello, la consecuente apoptosis (descripción histopatológica de muerte celular, proceso caracterizado por la reducción celular, condensación

cromática y fragmentación de su núcleo) ^(13,14), y la reducción del volumen o la detención del crecimiento de la masa tumoral.⁽⁷⁾

La radiación induce cambios en la pared de las arterias cerebrales del endotelio y células del músculo liso hasta su obliteración, base fisiológica para la aplicación del tratamiento radioquirúrgico en MAV. ^(13,14)

El porcentaje de oclusión exitosa con radiocirugía de las MAV cerebrales a los tres años de seguimiento, que no sean mayores de 3 cm. en volumen, varía del 52.2% al 95%. Sin embargo, se observa una disminución importante en los porcentajes de oclusión en relación directa al tamaño de la malformación arteriovenosa. En general, se acepta que para que una MAV o una lesión tumoral sea susceptible de ser manejada por radiocirugía ésta deberá medir menos de 35 mm. de diámetro, y preferentemente ser menor a 30 mm. de diámetro, concepto que se ha modificado al aparecer los microcolimadores. ^(15, 16, 17, 18,20)

Con respecto a las hemorragias, se sabe que la incidencia de resangrado en pacientes en los primeros 12 meses posteriores a la radiocirugía es la misma que entre aquellos otros a quienes no se les aplica tratamiento alguno. En las MAV que nunca han sangrado, la incidencia de hemorragia es alrededor de 1% por año, con un 10% de mortalidad en el primer sangrado, y después del primer sangrado habrá un 3.7% de posibilidad de un segundo sangrado, con un índice de mortalidad del 0.9%. ^(17,22)

En lo que a los TIC se refiere, el primer reporte de radiación a tumores de la región selar ocurre en 1909, en un artículo de Gramegna. ⁽⁴⁹⁾

Se sabe que estos responden a la radiocirugía presumiblemente por: 1. Alteración en la división celular dañando el ADN, 2. Disminución del flujo microvascular tumoral. 3. Inducen la apoptosis. Por lo tanto, el efecto de la radiación gamma no es la de generar necrosis tumoral. La efectividad del tratamiento depende de la habilidad para delimitar lesiones tumorales, por ello se ha documentado la efectividad de la radiocirugía en el manejo de tumores bien delimitados como son los adenomas hipofisarios, craneofaringiomas, meningiomas, schwannomas vestibulares, astrocitomas y se han reportado éxitos en el manejo con radiocirugía estereotaxica de cordomas, tumores metastáticos y hemangioblastomas. ⁽⁴⁹⁻⁵¹⁾

Schwannomas: Constituyen una buena indicación para el tratamiento con radiocirugía, desde 1969 se han tratado más de 4000 casos. Su proximidad a estructuras críticas, como el tallo cerebral, y su relación casi íntima con nervios craneales, hacen que su tratamiento con radiocirugía no esté exento de complicaciones. ⁽⁵³⁻⁵⁵⁾

Meningioma: ha sido y es el tumor quirúrgico por excelencia. Sin embargo su extirpación completa y la de su zona de implante dural, no es siempre posible, por su cercanía a estructuras funcionales. La Universidad de Pittsburg, con un seguimiento de entre 5 y 10 años, refiere una tasa de control tumoral de 93%. ^(56,57)

Craneofaringioma: la resección quirúrgica sigue siendo la mejor oferta terapéutica. Sin embargo, las extirpaciones completas de estos tumores son tan complejas, que se debate acerca del grado de extirpación que debe intentarse. Se recomienda la combinación de tratamientos que incluyen descompresión quirúrgica de la vía óptica y posteriormente aplicación de radiocirugía. En una

serie del Children's Hospital de Boston integrada por 173 pacientes, se mencionan supervivencias a los 10 y 20 años de 83 y 79 %, respectivamente, sin que estos resultados se vieran modificados por el grado de extirpación tumoral. ^(58,59)

Las complicaciones más frecuentemente observadas en radiocirugía son: edema, radionecrosis, infartos, formaciones quísticas, y estenosis de arterias cerebrales, con una mortalidad de 0%.^(15, 18, 21)

El Hospital Infantil de México Federico Gómez es la institución de atención pediátrica que inicia, en nuestro país, el manejo de enfermedades neuroquirúrgicas por medio de la radiocirugía en niños. Desde el inicio del programa de cirugía estereotáctica, muchos han sido los pacientes beneficiados con este tipo de terapéutica, con la que se han tratado tumores y malformaciones arteriovenosas cerebrales.

MATERIAL Y METODOS.

Se incluyen en el presente análisis, niños sometidos a radiocirugía con lesiones cerebrales de difícil abordaje quirúrgico y con alto grado de morbilidad y mortalidad del Hospital Infantil de México Federico Gómez, los cuales ingresaron del 1º de septiembre del 2006 al 30 de mayo del 2007.

Se obtuvo la información proveniente de los expedientes clínicos. Se recolectaron datos correspondientes al tipo de lesión, su localización y sus características, a los estudios de imagen, a la historia clínica y su evolución. Se sometieron a discusión en la clínica de radiocirugía para valorar la opción de tratamiento, se aplicó el

método y se llevo a efecto su seguimiento. El análisis de datos se realizó con Excel.

GRUPO 1. LESIONES TUMORALES

6 tumores intracraneanos residuales:

4 craneofaringiomas

1 meningioma

1 schwannoma

GRUPO 2. LESIONES MAV

4 malformaciones arteriovenosas, para las cuales la radiocirugía fue el tratamiento de primera intención:

2 talámicas izquierdas

1 temporal izquierda

1 de la región central izquierda

RADIOCIRUGÍA

Para la radiocirugía, se dispuso de un equipo multidisciplinario adecuadamente formado y de una unidad hospitalaria con los recursos y equipamiento necesarios para asegurar la mejor calidad asistencial. Se emplearon los sistemas de diagnóstico mencionados, y se llevó a efecto la localización y la determinación del volumen del blanco estereotáctico.

Se utilizaron los siguientes equipos:

1. Resonancia Magnética Phillips, Gyroscan Intera de 1.5 teslas.
2. Tomografía helicoidal, Siemens Somaton 16.
3. Acelerador Lineal (LINAC), Variant Clinical 6Ex, número de serie 836 con energía de fotones de 6MV.
4. Espacio Físico Bunker con todas las especificaciones requeridas.



METODO

Fase 1 Adquisición de imágenes

Se realiza toma de imágenes de resonancia magnética en cortes axiales, aproximadamente de 80 a 90 imágenes, con cortes de 1.5 mm. Esta puede realizarse el día previo al procedimiento. Este estudio es necesario porque

proporciona el perfil exacto de la lesión a curar



Previa esterilización de pinchos craneales y bajo sedación y/o analgésico local, se coloca el marco estereotáctico craneal.



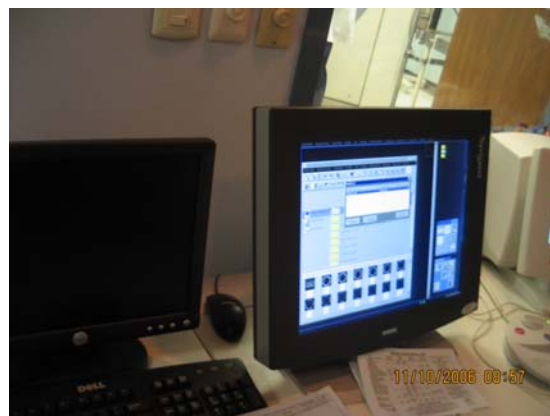
Se adquieren las imágenes por medio del tomógrafo helicoidal con cortes milimétricos de 1x1 mm, cortes axiales, aproximadamente de 150 a 200 imágenes, que van a depender de la edad del paciente y que abarcan la totalidad del volumen

craneoencefálico. Se analizan las imágenes y se determina la forma, el volumen y las coordenadas tridimensionales del nido de la MAV o de la lesión tumoral. La TAC es necesaria puesto que las coordenadas exactas se obtendrán con las referencias óseas claramente obtenidas en este estudio

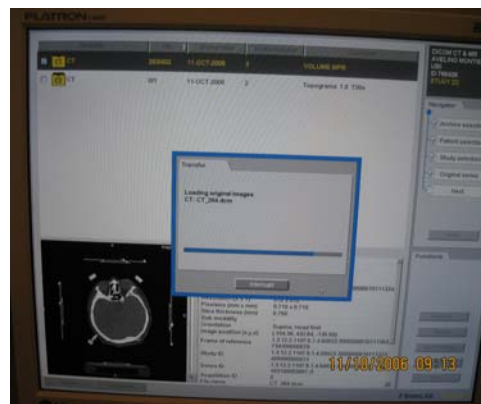


Fase 2 Planeación equipo físico-oncólogos y neurocirujanos.

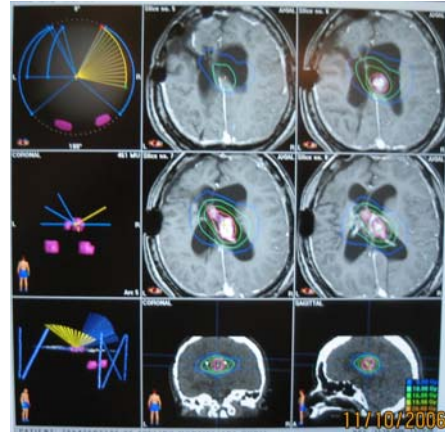
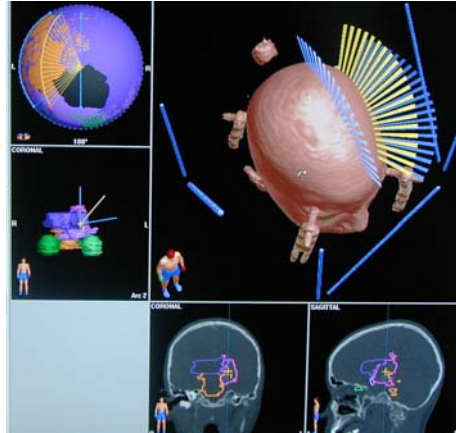
Una vez obtenidas las imágenes son enviadas por un sistema de red o cinta magnética al sistema de planeación BrainScan



Ya importadas las imágenes y almacenadas en el sistema de planeación BrainScan, se debe de realizar la localización de la caja posicionadora de las marcas fiduciarías, posteriormente se fusionan las imágenes obtenidas por tomografía y resonancia magnética por medio del sistema de planeación de imágenes, haciendo coincidir exactamente las imágenes obtenidas por resonancia y tomografía. Se utiliza un sistema de planeación en PC BrainScan, PC workstations, Window NT, service pack 6 y versión Eclipse 7.1.67.



Posteriormente en segunda dimensión se definen las estructuras anatómicas y áreas de interés, contorneando las áreas a radiar (órgano blanco) y las áreas anatómicas funcionales son protegidas de los haces de radiación. Se define el isocentro y se introducen las dosis determinadas. Se procede a la planeación dosimétrica de los blancos estereotácticos por medio de un equipo de localización y guía, y se modifican los arcos de ingreso dependiendo del área de abordaje (arcos fijos o dinámicos).



Fase 3 Verificación

Se exporta el plan de tratamiento a la base de datos (Varis) para agendar y enviarlo al LINAC. Se checan los campos de tratamiento, se verifica que la mesa no tenga colisión con el gantry, se coloca al paciente junto con la caja posicionadora y se verifican cada uno de los campos así como la entrada del haz de radiación.



BrainLAB Irradiation Plan

**Irradiation Plan
Conformal Arc Module**

Patient: 768426RT106-06 - AVELINO MONTEIL, Case#005
S arco conformal

Last Modification: 11 OCT 2006 13:28:38
Reference Set: CT set #1 (11 OCT 2006)
Treatment: Conformal Arc (BrainLAB)
Beam Profile: Hospital Infantil de Mexico (HIM) (LINAC 6EX), 6 MV (29 JUN 2006)

Isocenters (BrainLAB coordinates)

Isocenter Number	PTV Name	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Roll (mm)	Pitch (mm)	Yaw (mm)	Coll. Dist.	Coll. Size
1	Lesion meningioma	9.43	0.40	23.34	5.38	21.00	21.00		

Parameters for Therapist (IEC LINAC Convention)

Isocenter Num.	Arc Num.	Table Angle	Gantry Angle	Coll. Size	X1 (mm)	X2 (mm)	Y1 (mm)	Y2 (mm)	Monitor Units	Index
1	1	60°	30°	5.0	45	45	45	45	443	
1	2	30°	30°	5.0	35	35	35	35	458	
1	3	0°	30°	5.0	45	45	45	45	450	
1	4	30°	30°	5.0	35	35	35	35	478	
1	5	120°	30°	5.0	45	45	45	45	481	

Parameters for Physicist (IEC LINAC Convention)

Isocenter Num.	Arc Num.	PTV Name	Isoc. X (mm)	Isoc. Y (mm)	Isoc. Z (mm)	Isoc. Roll (mm)	Isoc. Pitch (mm)	Isoc. Yaw (mm)	Monitor Units	Index
1	1	2.0	4.20	71.3	63.2	7.27	443.1			
1	2	2.0	4.20	78.1	66.3	7.62	457.4			
1	3	2.0	4.20	83.7	64.5	4.20	483.7			
1	4	2.0	4.20	87.8	63.9	6.19	478.8			
1	5	2.0	4.20	81.7	57.8	6.58	480.4			

©1999-2004 by BrainLAB AG Page 1 of 2

Fase 4 administración de la radiación.

Se realizan histogramas en función al diagnóstico histológico, magnitud de la

lesión, estructuras adyacentes y bajo la indicación y supervisión del físico y radio-oncólogo, se indica la dosimetría (Gy) y haces de radiación a aplicar.

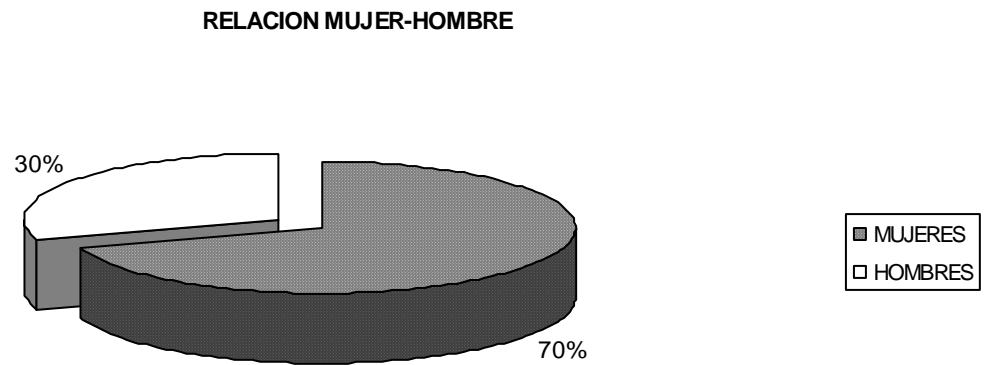


LISTA DE LESIONES Y SU PLAN:

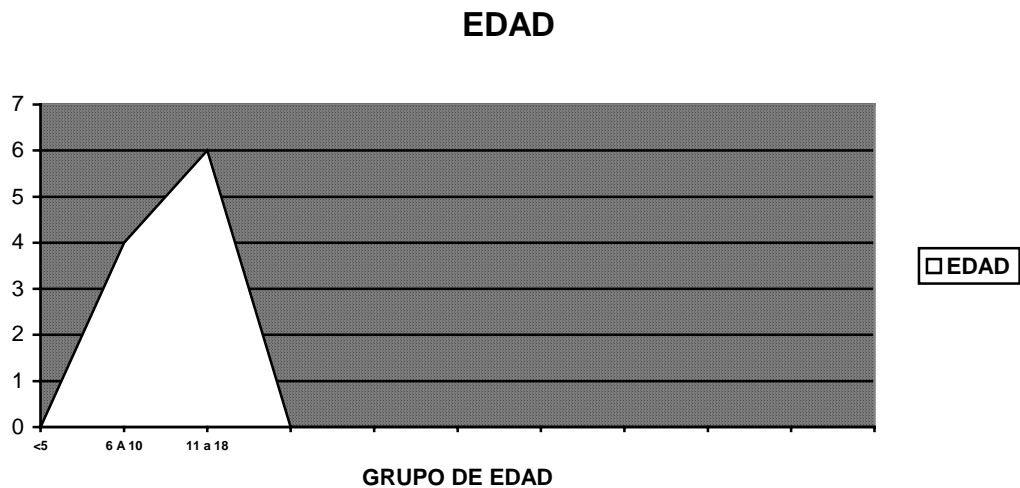
	DOSIS	VOL. CC	CURVA ISODOSICA	# ARCOS	ISOCENTRO
MAV	16 Gy	8.53	80%	3	1
MAV	18 Gy	3.5	85%	3	1
MAV	20 Gy	14.91	85%	3	1
MAV	23 Gy	1.2	85%	5	1
MENINGIOMA	21 Gy	4.56	80%	5	1
SCHWANNOMA	14 Gy	0.64	80%	4	1
CRANEOFARINGIOMA	17 Gy	8.22	80%	5	1
CRANEOFARINGIOMA	12 Gy	25.2	80%	5	1
CRANEOFARINGIOMA	12 GY	18.86	80%	5	1
CRANEOFARINGIOMA	18 Gy	12.74	80%	11	2

RESULTADOS DE LA SERIE.

Se incluyeron en el análisis 10 pacientes. De éstos, 7 son mujeres (70%) y 3 hombres (30%). Se observó una predominancia del sexo femenino, aunque sin correlación estadística.



En cuanto a la edad, los límites fueron de los 6 años hasta los 14 años, con una media de 10 años.

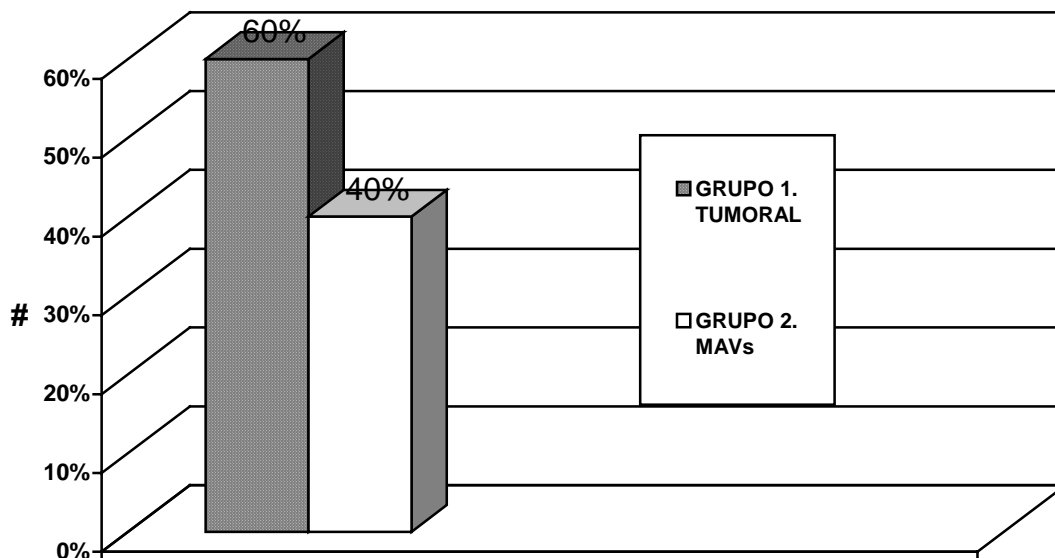


TIPO DE LESION:

En cuanto al tipo de lesión, se encontraron:

6 tumores

4 malformaciones vasculares



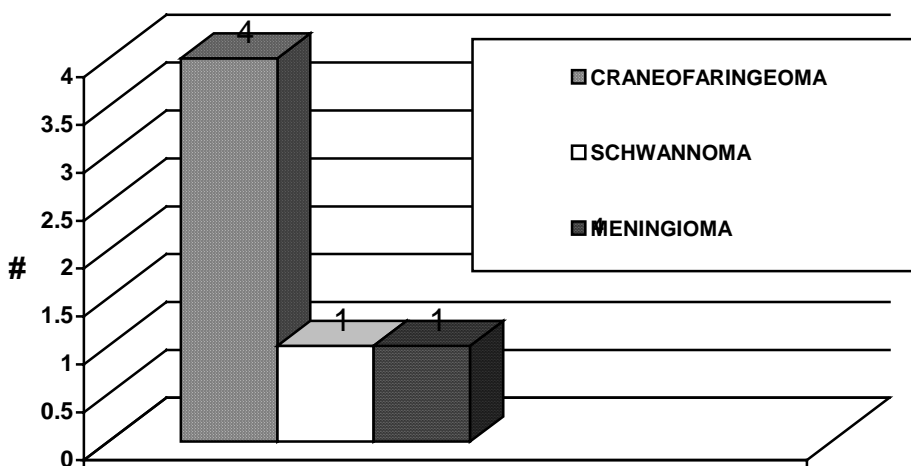
GRUPO I. TUMORAL

6 tumores intracraneanos residuales:

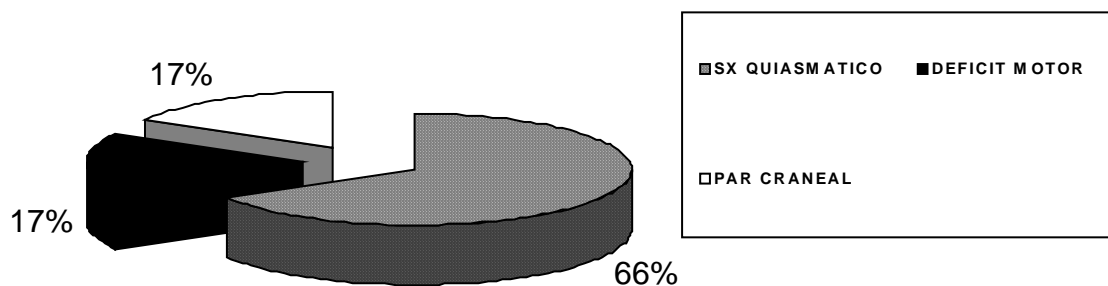
4 craneofaringiomas – región selar, área del III ventrículo y prepóntica

1 meningioma del ventrículo derecho

1 schwannoma bulbo-medular izquierdo



El síntoma de inicio más frecuente es el síndrome quiasmático, presente en 4 pacientes (66%), en tanto que un paciente debutó con algún grado de déficit motor (17%), Un paciente presentó crisis convulsivas de inicio (17%). Cuatro niños presentaron cefalea concomitante y 3 niños presentaron alteraciones hormonales del tipo del hipotiroidismo.



En todos los casos, se realizó cirugía subtotal previa a la radiocirugía. En 2 niños hubo 2 ó más cirugías previas.

GRUPO II. MAV

4 malformaciones arteriovenosas, profundas y en áreas funcionales como tratamiento de primera intención

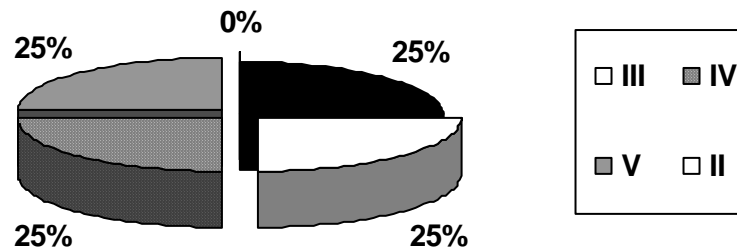
2 talámicas izquierdas

1 temporal izquierda

1 de la región central izquierda

La distribución según la clasificación de Spetzler-Martin:

**GRUPO II.
DISTRIBUCION SEGUN CLASIFICACION S.M.**

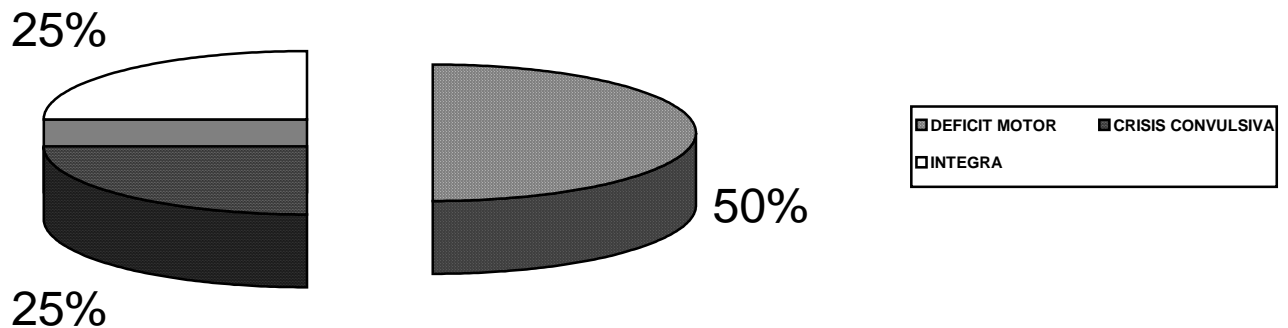


Dos niños no recibieron ningún manejo previo a la radiocirugía.

Dos niños recibieron tratamiento de urgencia no relacionado al manejo de la MAV: drenaje de hemorragia intraventricular por ventriculostomía externa.

Como síntoma inicial, predominó el déficit motor en 2 pacientes (50%); un paciente debutó con crisis convulsivas (25%) y el otro no presentó síntoma alguno. Una niña tuvo pérdida del estado de alerta al momento de la hemorragia, la cual requirió de apoyo mecánico ventilatorio y manejo en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica.

En 1 caso hubo cefalea concomitante.



Posteriormente al manejo por radiocirugía, y hasta el momento presente, no se ha tenido ninguna complicación. En cuanto al grupo de lesiones tumorales, dos pacientes han presentado mejoría de la visión; el paciente con déficit motor no tuvo incrementos; de hecho, ha manifestado mejoría clínica de su hemiparesia gracias a la rehabilitación. Un paciente con trastornos del VI par craneal ha mejorado parcialmente. En el grupo de lesiones vasculares, 1 de los 2 pacientes presentó mejoría de su déficit motor, el paciente con crisis convulsivas está libre de las mismas, sin terapia medicamentosa. El paciente que inicialmente se encontraba íntegro persiste sin cambios.

DISCUSIÓN.

.El tamaño de la lesión o su localización afectan directamente al pronóstico y al resultado obtenido con la radiocirugía.^(14,25,27) De aquí, la gran importancia que reviste la selección adecuada de los pacientes. En general, se acepta por consenso que las lesiones de menos de 30 mm. de diámetro responden adecuadamente al manejo con radiocirugía. Sin embargo, en lesiones mayores, aumenta gradualmente el riesgo de radionecrosis, edema y poca efectividad de las radiaciones sobre la lesión, entre otros. ^(13,15,22,26)

Es muy importante, que el enfoque del manejo de las lesiones sea multidisciplinario. ⁽¹²⁾ Todos los tratamientos que se hubieran realizado de manera previa a la radiocirugía, pueden influenciar directamente los resultados de la radiocirugía.

En el Grupo I. En cuanto al inicio sintomático en los pacientes, observamos que el síntoma más frecuentemente fue el síndrome quiasmático, en 4 pacientes, seguido del déficit motor y las crisis convulsivas. Sin embargo, cabe mencionar que estos síntomas comúnmente se hallan de manera concomitante. La cefalea se manifestó en 60% de los pacientes, y las alteraciones hormonales, del tipo del hipotiroidismo, en 3 de 4 niños con craneofaringioma. ⁽³⁴⁻³⁸⁾

En las series mundiales, el cuadro clínico consignado tiene mucha similitud con lo aquí descrito, con cefalea y déficit visual como los principales síntomas y signos.

En una serie de 13 pacientes que presentaban crisis convulsivas, 11 quedaron libres de crisis y 2 de ellos requirieron de medicación ulterior.

En otra serie de 72 niños a quienes se les aplicó radiocirugía, 2 desarrollaron crisis convulsivas sólo después del tratamiento. ^(34,35,36,39)

De las complicaciones informadas en la población pediátrica, en una serie de 18 casos, dos fueron tratados con esteroide para tratamiento de edema cerebral, uno presentó disminución de la función pituitaria y otro desarrolló deterioro visual.

En el total de una serie de 36 pacientes con seguimiento a 4 años, se demostró buen control, sin evidencia de tumor. ^(46,47)

Ningún paciente evidenció deterioro en el rendimiento escolar, cinco y medio años después del tratamiento. ⁽³⁴⁻⁴⁰⁾

En el Grupo II. Podemos señalar que el cuadro clínico más frecuente inicia con cefalea de origen súbito, la cual es referida por el paciente como muy intensa, acompañada de déficit motor o de algún síntoma de focalización como crisis convulsivas, secundarias a la hemorragia producida por la ruptura de la MAV. ^(34,35)

En una serie de 99 casos, con 76 adultos y 23 niños, tratados con radiocirugía, y seguimiento con angiografía al año, se observó obliteración de la MAV en el 45% de los adultos, el 74% de los niños y, a los 2 años, en el 81% de los adultos y 95% de los niños. En los niños no hubo complicaciones, en el grupo de los adultos hubo 2 que presentaron resangrado, uno tuvo radionecrosis, y otro edema cerebral.

Otras series demostraron oclusión de la MAV tan sólo 4 meses después del tratamiento. ⁽³⁴⁻³⁸⁾

En una serie, sólo uno de 39 niños presentó hemorragia durante la obliteración; la manifestación inicial fue la cefalea. ⁽³⁷⁾

Las complicaciones que se consignan en la literatura incluyen edema, radionecrosis, infarto, formaciones quísticas, hemiparkinsonismo, y estenosis de las arterias cerebrales. ^(15,18,35,36) El resangrado es una complicación presente en cualquier MAV, calculado, según diversas fuentes, en un 3.7% anual, con una mortalidad de 10% en el primer sangrado. ^(1, 2, 3, 17, 25)

En nuestro grupo de pacientes, no se ha observado resangrado o radionecrosis hasta el momento presente.

En cuanto a nuestros resultados, señalaremos que la dosis empleada en la radiocirugía varió entre 10Gy y 36Gy, con un promedio de 18.08.

En la literatura, se informa de dosis que van desde los 7.7Gy hasta los 55Gy. Sin embargo, se ha demostrado una mayor predisposición a la radionecrosis cuando se dan dosis mayores a 34.6 Gy ^(28, 29, 30, 31)

Cabe señalar que nuestro seguimiento es mínimo, así como pequeña la muestra, por lo que no nos permite aseverar la ausencia de otras complicaciones en nuestra

serie. No obstante, se han consignado casos de complicaciones presentes hasta los 7 años después de ser administrada la radiocirugía. ⁽³⁶⁾

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos desde el inicio de la radiocirugía en niños en nuestro hospital nos sitúan a la vanguardia del manejo de los tumores y las MAV en nuestro país. Por la brevedad del tiempo de seguimiento que aquí presentamos, no es posible comparar los resultados obtenidos a corto plazo con los resultados obtenidos en otras partes del mundo.

Se requiere continuar con el entrenamiento del personal médico asociado al módulo de cirugía estereotáctica (médicos adscritos, residentes), ya que éste es un campo en continuo crecimiento y desarrollo. Asimismo, la adquisición de materiales y equipos modernos deberá redundar en un más efectivo tratamiento y una mejor expectativa en el pronóstico de nuestros pacientes.

Es importante la buena selección de pacientes candidatos a radiocirugía, ya que, lesiones muy grandes no presentan una buena respuesta al tratamiento. En este sentido, el equipo radioquirúrgico juega un papel fundamental como filtro para evitar riesgos innecesarios a los pacientes potencialmente candidatos a recibir el beneficio del tratamiento.

Lo versátil y atraumático del procedimiento, sus buenos resultados a nivel radioquirúrgico mundial y los costos, menores en hospitalización e insumos quirúrgicos, lo sitúan como un elemento más dentro del armamentario terapéutico, para el tratamiento de las lesiones cerebrales difíciles de abordar.

Debido a esto, ante cada nuevo paciente, se deberá planificar el esquema de manejo de manera individual, al tener en cuenta todos los factores que puedan predisponer al éxito o el fracaso del mismo, y así poder ofrecer la mejor alternativa de tratamiento disponible.

BIBLIOGRAFÍA

1. Brown RD, jr.: Simple risk predictions for arteriovenous malformation hemorrhage. *Neurosurgery* 2000; 46:1024
- 2.- Maity A, Shu HK, Tan JE, Ruffer J, Sutton LN, Tocher Z, Lustig R. Treatment of pediatric intracranial arteriovenous malformations with linear accelerator-based stereotactic radiosurgery: the University of Pennsylvania experience. *Pediatr Neurosurg* 2004; 40:207-214.
- 3.- Kiris T, Sencer A, Sabinbas M, Sencer S, Imer M, Izgi N. Surgical results in pediatric Speltzer-Martin grades I-III intracranial arteriovenous malformations. *Childs Nerv Syst* 2005; 21:69-64.
- 4.- Kondziolka D, Lunsford LD, Flickinger JC. Stereotactic radiosurgery in children and adolescents. *Pediatr Neurosurg* 1990; 16:219-221.
5. Spetzler RF, Martin NA: A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg.* 65:476-483, 1986.
- 6.- Hladky JP, Lejeune JP, Blond S, Pruvo JP, Dhellemmes P. Cerebral arteriovenous malformations in children: report on 62 cases. *Childs Nerv Syst* 1994; 10:328-333.
- 7.- Hofmeister C, Stapf C, Hartmann A, Sciacca RR, Mansmann U, terBrugge K, Lasjaunias P, Mohor JP, Mast H, Meisel J. Demographic, morphological, and clinical characteristics of 1289 patients with brain arteriovenous malformation. *Stroke* 2000; 31:1307-1310.
8. Colombo F, Benedetti A, Pozza F: External stereotactic irradiation by linear accelerator. *Neurosurgery* 1985;16:154-160.
9. Betti ,Derechinsky VE: Hyperselective encephalic irradiation with a linear accelerator. *Acta Neurochir Suppl* 1984 (Wien)33:385-390.

10. Hadjipanayis CG, Levy EI, Niranjan AM, Firlik AD, Kondziolka D, et al. Stereotactic radiosurgery for motor cortex region arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 2001;48(1):70-7.
11. Ramiro del VR, Patricia RC, Juan OR, Salvador RG, Luís PE, Miguel A. PP, Ernesto GG, Miguel CL, José M, Eduardo HB, Vicente RC, Moisés CM, Armando FO, Marco ZC: Radiocirugía y radioterapia estereotáxica. Lineamientos del colegio mexicano de cirugía neurológica. *Rev Mex Neuroci* 2003; 4(1):27-36
12. Pollock BE, Gorman DA, Schomberg PJ, Kline RW PH.D. The mayo clinic gamma knife experience: indications and initial results. *Mayo Clinic Proceedings* 1999;74(1): 5-13.
13. Masaki Y, Mitsuhiro H, Mitsunobu J, Yuko O, Minoru J, Isamu S. Radiation-related adverse effects observed on neuro-imaging several years after radiosurgery for cerebral arteriovenous malformations. *Surg Neurol* 1998;49:385-
14. Schwartz M MSC. Stereotactic radiosurgery: comparing different technologies. *Cmaj. Jamc* 1998;158(5):625-628.
15. Levy EI, Niranjan AM, Thompson T, Carrow A, Kondziolka D, Flickinger JC, Lunsford ID: Radiosurgery for childhood intracranial arteriovenous malformation *Neurosurgery* 2000;47(4):834-842
16. Masaki Y, Mitsuhiro H, Mitsunobu I, Yuko O, Minoru J, Isamu S. Radiation-related adverse effects observed on neuro-imaging several years after radiosurgery for cerebral arteriovenous malformations. *Surg Neurol* 1998;49:385-98.
17. Pollock BE, Flickinger JC, Lunsford ID, Bissonette DJ, Haemorrhage risk after stereotactic radiosurgery of cerebral arteriovenous malformation: *Neurosurgery* 1996; 38(4) : 652-661.
18. Mansmann U PHD, Meisel J, Brock M, Rodesch G, Alvarez H, Lasjaunias P PHD. Factors associated with intracranial haemorrhage in cases of cerebral arteriovenous malformation. *Neurosurgery* 2000;46(2):272-281
19. Levy EJ., Niranjan AM CH, Thompson TP, Scarrow A, Kondziolka D, Flickinger JC, Lunsford LD. Radiosurgery for childhood intracranial arteriovenous malformations *Neurosurgery*2000;47(4):834-842.
20. Steinberg G, Marks M: Stereotactic heavy-charged particle bragg. Peak radiation for intracranial arteriovenous malformations. *N Engl J Med* 1990, 323:96-101.
21. Colombo F, Benedetti A, Pozza F: External stereotactic irradiation by linear accelerator. *Neurosurgery* 1985;16:154-160,

22. Colombo F, Benedetti A, Pozza F. Linear accelerator radiosurgery of cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 1989;24:833-840
23. Souhami L, Olivier A, Podgorsak EB: Radiosurgery of cerebral arteriovenous malformations with the dynamic stereotactic irradiation: *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1990;19:775-782,
24. Kurita FJ, Kawamoto S, Sasaki T, Shin M, Tago M, Terahara A, Ueki K, Kirino T: Results of radiosurgery for brain stem arteriovenous malformations. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 2000;68(5):563-570
25. Tanaka T, Kobayashi T, Kida Y, et al: Comparison between adult and pediatric arteriovenous malformations treated by gamma knife radiosurgery. *Stereotact Funct Neurosurg* 66: 288-295, 1996.
26. Kondziolka D, Lunsford LD, Flickinger JC: Stereotactic radiosurgery in children and adolescents. *Pediatr Neurosurg* 16:219-221, 1990-1991.
27. Yamamoto M, Jimbo M, et al: Long-term follow-up of radiosurgically treated arteriovenous malformations in children. Report of nine cases. *Surg Neurol* 38: 95-100, 1992.
28. Gerszten PC, Adelson PD, et al.: Seizure outcome in children treated for arteriovenous malformations using gamma knife radiosurgery. *Pediatr Neurosurg* 24: 139-144, 1996.
29. Wara W, Bauman G, Gutin P, et al: Stereotactic radiosurgery in children. *Stereotact Funct Neurosurg* 64: 118-125, 1995
30. Kobayashi T, Tanaka, et al: Stereotactic gamma radiosurgery of craniopharyngiomas. *Pediatr Neurosurg* 21: 69-74. 1994
31. Steiner L: Stereotactic radiosurgery in treatment of intracranial tumors and arteriovenous malformations. *Operative Neurosurgical Techniques*, p515, 1988.
- 32.- Bernan MF, Sciacca RR, Pille-Spellman J, Stapf C, Connolly ES Jr, Mohr JP, Young W. The epidemiology of brain arteriovenous malformations. *Neurosurg* 2001; 49:226-228.
- 33.- Betti OO, Munari C, Rosler R. Stereotactic radiosurgery with the linear accelerator: treatment of arteriovenous malformations. *Neurosurg* 1989; 24:311-321.
- 34.- Chico-Ponce de León f, Gordillo-Domínguez LF, Rocha-Rivero LE, Dhellemmes P. Las Malformaciones arteriovenosas en el niño. En Valenzuela-

Abasolo S, Zuleta-Ferreira A, Da Cunha AEGB, Dabdoub-Arrien C, Goyenechea F, Zuccaro G, Pomata HB, Calvit M, eds. Neurocirugía infantil Latinoamericana, de la Federación Latinoamericana de sociedades de Neurocirugía – Flanc. Capítulo de Neurocirugía Pediátrica. Tomo II, Primera edición. Recife 2007:en prensa..

35.- Gerosa MA, Cappeloto P, Licata C, Iraci G, Padatscher K, Fiore DL. Cerebral arteriovenous malformations in children (56 cases). Childs Brain 1981; 8:356-371.

36.- Hladky JP, Lejeune JP, Blond S, Pruvo JP, Dhellemmes P. Cerebral arteriovenous malformations in children: report on 62 cases. Childs Nerv Syst 1994; 10:328-333.

37.- Hofmeister C, Stapf C, Hartmann A, Sciacca RR, Mansmann U, terBrugge K, Lasjaunias P, Mohor JP, Mast H, Meisel J. Demographic, morphological, and clinical characteristics of 1289 patients with brain arteriovenous malformation. Stroke 2000; 31:1307-1310.

38.- Kerr JFR, Wylie AH, Currie AR. Apoptosis: a basic biological phenomenon with wide ranging implications in tissue kinetics. Br J Cancer 1972; 26:239-257. Berger PC. Classification and biology of brain tumors. En: Youmans JR, editor. Neurological surgery. Philadelphia: WB Saunders Company; 1992. p. 2967-99.

39.- Russell DS, Rubenstein LJ. Pathology of the tumors of the nervous system, Vols. I & II. En: Bigner DD, McLendon, RE, Bruner JM, editors. New York: Oxford University Press; 1998.

40.- Thomas DGT. Classification and grading of tumors of the nervous system. En: Crockard A. Hayward R, Hoff JT, editors. Neurosurgery, the scientific basis of the clinical practice. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1992. p. 515-26.

41.- Matson DD, Neurosurgery of infancy and childhood. Third ed. Springfield : Thomas; 1968. p 934

42.- Mueller BA, Gurney JG. Epidemiology of pediatric brain tumors. En: Berger MS, editor. Neurosurgery Clinics of North America. Philadelphia: WB Saunders Company; 1992. p 715-21.

43.- Bruce DA, Schut L, Sutton LN. Supratentorial brain tumors in children. En : Youmans JR, editor. Neurological surgery. Philadelphia; WB Saunders Company; 1992. p 3000-16.

44.- De la Torre-Mondragón L, Ridaura-Sanz C, Reyes-Mújica M, Rueda-Franco F. Central nervous system tumors in Mexican Children. Childs Nerv Syst 1993; 9: 260-5.

- 45.- Paillas JE, Toga M, Hassound J, salamon G, Grisoli F. Les tumeurs cérébrales. Paris: Mason; 1982. p. 211
- 46.- Rorke LB. Introductory survey of brain tumors. En: Cheek WR, editor. Pediatric neurosurgery. Third ed. The American Association of Neurological Surgery, Philadelphia: WB Saunders Company; 1994. p. 351-5
- 47.- Dhellemmes P, Hladky JP. Los tumores supratentoriales en el niño. En: d.C. P, Kéravel Y, Velasco F, editores. Neurocirugía. México: JGH Editores; 1999, p. 225-32.
- 48.- Geyer RJ. Infant brain tumors. En: Berger MS, editor. Neurosurgery clinics of North America. Philadelphia: WB Saunders Company; 1992. p. 791-802
- 49.- Hawinghorst T et al: intracranial meningiomas: time and dose dependiente effects of radiation on tumor microcirculation monitoreo by dynamic MR Imaging 1997. 15: 423-432.
- 50.- Tsuzuki T et al: tumor cell proliferation and apoptosis associated with the gamma knife effect. Stereotact funct Neurosurg. 1996, 66: 39-48.
- 51.- Diasad D, Steiner M: Gamma Knife surgery for craniofarungioma: Acta Neurocirurgica. 1995, 134: 167-176.
- 52.- Noren G, Greitz D, Hirsch A, Lax I. Gamma knife surgery in acoustic tumours. Acta Neurochir (Wien) 1993;58(Suppl):104-107.
- 53.- Kondziolka D, Lunsford LD, McLaughlin MR, Flickinger JC. Long term outcomes after radiosurgery for acoustic neuromas. N Engl J Med 1998;339:1426-1433.
- 54.- Andrews DW, Silverman CL, Glass J, Downes B, Riley RJ, Corn BW, et al. Preservation of cranial nerve function after treatment of acoustic neurinomas with fractionated stereotactic radiotherapy. Stereotactic Funct Neurosurg 1995;64:165-182.
- 55.- Poen CP, Alexandra J, Forster, Martin DP, Chin DM, Hancock SL, et al. Fractionated stereotactic radiotherapy and preservation of hearing in patients with vestibular schwannoma: a preliminary report. Neurosurgery 1999;45:1299-1313.
- 56.- Kondziolka D, Levy EI, Nirenjan A, Flickinger JC, Lunsford LD. Long-term outcomes after meningioma radiosurgery: physician and patient perspectives. J Neurosurg 1999;91:44-51.
- 57.- Chang SD, Adler JR, Martin DP. Linac radiosurgery for cavernous sinus meningiomas. Stereotactic Funct Neurosurg 1998;71:43-50.

58.- Subach BR, Lunsford LD, Kondziolka D, Maitz AH, Flickinger JC. Management of petroclival meningiomas by stereotactic radiosurgery. *Neurosurgery* 1998;42:437-445.

59.- Milosevic MF, Frost PJ, Laperriere NJ, Wong CS, Simpson WJ. Radiotherapy for atypical or malignant meningioma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1996;34:817-822.

60.- Landolt AM, Haller D, Lomax N, Scheib S, Schubiger O, Siegfried J, Wellis G. Stereotactic radiosurgery for recurrent surgically treated acromegaly: comparison with fractionated radiotherapy. *J Neurosurg* 1998;88:1002-1008.

61.- Hetelkidis G, Barnes PD, Tao ML, Fisher EG, Schneider L, Scott RM, et al. Twenty years experience in childhood craniopharyngioma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1993;27:189-195.

62.- Backlund EO, Axelsson B, Bergstrand CG, Erikson AL, Woren G, Rahu T, et al. Treatment of craniopharyngiomas the stereotactic approach in a ten to twenty three years' perspective. Surgical, radiological and ophthalmologic aspects. *Acta Neurochir (Wien)* 1989;99:11-19.

63.- Coffey RJ, Lunsford LD. The role of stereotactic techniques in the management of craniopharyngiomas. *Neurosurg Clin N Am* 1990;1:161-167.