

RADIOCIRUGÍA ESTEREOTÁXICA EN NEURINOMAS Y MENINGIOMAS DE LA BASE DE CRÁNEO

Stereotactic Radiosurgery in Neurinomas and Meningiomas of Skull Base

Marcos Vilca A.^{1,2}, Víctor Benllochpiquer C.^{1,2}, Víctor Carpio LL.², Rolando Paucar J.¹, Davis Tolentino M.¹, Marco Melgarejo P.^{1,2}, Robert Carpio T.², María Salas O.^{1,2}

1. Instituto de Radiocirugía y Radioterapia Estereotáxica de la Clínica San Pablo.

2. Hospital María Auxiliadora. Lima- Peru

RESUMEN

Reportamos nuestra experiencia en radiocirugía estereotáxica con acelerador lineal en tumores de la base de cráneo: 32 pacientes (21 meningiomas y 11 neurinomas del acústico) con seguimiento mayor a 20 meses entre noviembre de 2004 y julio de 2010. 17 recibieron previo a la radiocirugía tratamiento quirúrgico con resección tumoral parcial. Con una mediana de 32 meses post radiocirugía, se evidencia control tumoral en el 97% de los casos, de ellos 10 casos presentaron regresión tumoral y 12 necrosis tumoral, haciendo 22 casos con franca involución tumoral. 9 casos permanecen en observación sin cambios en el tamaño del tumor pero con necrosis incipiente. Un paciente con neurinoma del acústico recibió una segunda radiocirugía después de 36 meses al mostrar crecimiento tumoral.

Entre los efectos funcionales de la radiocirugía; 9 de los 10 pacientes que presentaron neuralgia trigeminal se recuperaron, 2 de los 3 casos con paresia de los nervios oculomotores y 1 paciente con ptosis recuperaron la motilidad ocular normal. Un paciente con neurofibromatosis 2 evolucionó con sordera no obstante su regresión tumoral.

Los tumores benignos de la base de cráneo tienen su opción de tratamiento personalizada, ya sea como tratamiento primario, después de la resección subtotal o recurrencia, la radiocirugía es la mejor opción debido a que brinda altas tasas de control o regresión con bajo riesgo de complicaciones.

Palabras clave: Radiocirugía estereotáxica, Radiocirugía con acelerador lineal, meningioma intracranial, neurinoma del acústico.

15

ABSTRACT

We report our experience with LINAC stereotactic radiosurgery for tumors of the skull base: 32 patients (21 meningiomas and 11 acoustic neurinomas) tracked over 20 months between November 2004 and July 2010. 17 received before radiosurgery, surgical treatment with partial tumor resection. With a median of 32 months after radiosurgery, tumor control is evident in 97% of cases, including 10 cases had tumor regression and tumor necrosis 12, making 22 cases with frank tumor regression. 9 patients remain under observation with no change in tumor size but incipient necrosis. A patient with acoustic neuroma showed tumor growth at 36 months of observation for which he received a second treatment with radiosurgery.

Among the functional effects of radiosurgery, 9 of the 10 patients with trigeminal neuralgia were recovered, 2 of 3 cases with oculomotor nerve paresis and 1 patient with ptosis recovered normal ocular motility. A patient with neurofibromatosis 2 deaf evolved despite its tumor regression.

Benign tumors of the skull base have their personalized treatment option, either as primary therapy after subtotal resection or recurrence, radiosurgery is the best choice because it provides high rates of regression with control or low risk of complications.

KEY WORDS: Stereotactic Radiosurgery, Linear accelerator Radiosurgery, intracranial meningioma, acoustic neurinoma



Los tumores de la base de cráneo particularmente meningiomas y neurinomas del acústico no obstante ser de carácter benigno, por su ubicación profunda y proximidad a vasos y nervios importantes son lesiones complejas que demandan gran experiencia del equipo neuroquirúrgico¹. A pesar de que con técnicas quirúrgicas modernas de anestesia y de cuidados intensivos se ha logrado abordarlos^{1,2,3}, los resultados no son del todo satisfactorios. En la actualidad las tasas de resección tumoral de meningiomas de base de cráneo en prestigiosos centros neuroquirúrgicos varía entre 26 a 89 %^{4,5,6}; las complicaciones asociadas a lesiones de nervios craneales adyacentes con déficit neurológico permanente o temporal se encuentran entre 15 a 50% de los casos^{5,6,7,8}, particularmente los de seno cavernoso en un rango entre 19 y 86%.⁹ Estas estadísticas podrían ser significativamente mayores en hospitales generales.¹⁰

En los neurinomas del acústico se ha reportado un déficit del nervio facial permanente o transitorio post operatorio en 80% de los pacientes, aunque el nervio facial se haya conservado en el 82-99% de los casos y el control tumoral se logre entre el 15 a 48% de casos^{11,12,13}. En esta patología la preservación de la audición es un objetivo pertinente del que se benefician relativamente pocos pacientes, así, Gardner¹⁴ reporta preservación de la función auditiva en 33% de sus casos y Samii et al¹⁵ en 39% de sus pacientes.

En las dos últimas décadas la radiocirugía estereotáctica (RCE) se ha posicionado como alternativa de la cirugía de base de cráneo y con indicaciones específicas en los casos de resección parcial y recidiva tumoral.

La radiocirugía estereotáctica (RCE) es una técnica de tratamiento que concentra una alta dosis de radiación ionizante sobre un blanco intracraneal definido volumétrica y espacialmente por estereotaxia, con el fin de destruir el tejido o alterar su función respetando las estructuras vecinas^{17,18}.

El efecto básico de la radiocirugía estereotáctica es la muerte celular (apoptosis) y la oclusión vascular retardada dentro del área de alta dosis. La respuesta de la célula tumoral es dependiente del tiempo y la dosis de radiación aplicada¹⁹. Esto es particularmente importante para pacientes con tumores intracraneales benignos tales como neurinomas y meningiomas de la base de cráneo. El objetivo la RCE es impedir la progresión del tumor, preservar la función neurológica existente y aliviar los síntomas²⁰.

Un límite para la radiocirugía es el tamaño de la lesión y su proximidad a estructuras delicadas como el nervio óptico y el tronco cerebral.

Cuando se exceden estas indicaciones se utiliza una modalidad de la radiocirugía estereotáctica conocida como Radiocirugía Estereotáctica Fraccionada o Radioterapia Estereotáctica Fraccionada (RTEF) en donde la dosis total se divide para administrarla en varios días. La RTEF combina así la conformación de una dosis similar, precisión de la entrega de dosis y la dosis mínima fuera del blanco de la radiocirugía con la ventaja radiobiológica del fraccionamiento de la dosis. Con el fraccionamiento se tratan volúmenes mayores o áreas delicadas como el nervio óptico^{19,20}.

Los reportes de radiocirugía de tumores de base de cráneo señalan bajas tasas de complicaciones con altas tasas de control de crecimiento tumoral^{21,22}, lo que es ideal para casos de resección parcial, recidiva o tratamiento primario de tumores benignos con diámetros menores a 3.5 cm.

El año 2004 se inició la práctica de la radiocirugía con LINAC en el Instituto de Radiocirugía y Radioterapia Estereotáctica de la Clínica San Pablo. Este estudio presenta nuestra experiencia en el tratamiento de meningiomas de la base de cráneo y neurinomas del acústico.

PACIENTES Y METODOS

Desde Noviembre de 2004 a Julio de 2010 se atendieron un total de 190 pacientes de los cuales 32 fueron lesiones de base de cráneo con un seguimiento superior a 20 meses: 21 meningiomas y 11 neurinomas del acústico. La edad media fue 58.7 años, desde 32 a 75 años, de los cuales 11 son varones y 21 mujeres. Todos los pacientes fueron tratados con RC basado en acelerador lineal (Varian Clinac CD 2100).

Con múltiples arcos no coplanares de radiación con fotones de 6 Mv con sistema de planificación 3D SIMUPLAN y un marco estereotáxico 3D LINE SRL.

El tratamiento al blanco abarcó completamente el tumor visible con imágenes axiales de resonancia magnética (RM) con cortes de 2 mm. Todos los pacientes fueron incluidos en un programa de seguimiento por imágenes de RM y respuesta clínica; fueron evaluados cada 6 meses por dos años y de allí anualmente hasta los 5 años. Durante el seguimiento el tumor fue definido como controlado cuando la imagen se mostraba sin cambios durante el seguimiento, disminuía de tamaño o presentaba signos de necrosis tumoral.

El crecimiento del tumor se consideró como progresión de la enfermedad. La máxima dosis entregada de radiación expresada en la curva de isodosis marginal fue determinada en conjunto por el neurocirujano, radioterapeuta y el físico médico.

RESULTADOS

Los signos y síntomas clínicos relevantes y la localización intracraneal se muestran en la tabla 1 y tabla 2 respectivamente.



Tabla 1. Antecedentes clínicos en 32 pacientes con tumores de base de cráneo.

Signo y Síntomas	Meningioma (21)		Neurinoma (11)	
	n	%	n	%
Tinitos	3	14.29	4	36.36
Hipoacusia	0	?	6	54.54
Sordera	3	14.29	4	36.36
Paresia o parálisis facial	6	28.57	4	36.36
Neuralgia trigeminal	9	42.86	1	9.09
Ptosis	5	23.81	0	?
Paresia nervios oculares	3	14.29	0	?
Deficit visual	7	33.30	0	?
Tratamiento quirúrgico previo	13("x")	61.90	4	36.36

*2 con doble intervención quirúrgica

** 2 recididas luego de resección total

De nuestros casos, 21 fueron meningiomas de base de cráneo y 11 neurinomas del acústico. Entre los meningiomas, 13 pacientes recibieron tratamiento quirúrgico previo con resección tumoral parcial, 2 de ellos en dos oportunidades y por otro lado, 2 pacientes habían presentado recidiva luego de una aparente resección total. Entre los síntomas de ingreso, 9 presentaron neuralgia trigeminal en sus diversos grados, 7 déficit visual de allí 1 con ceguera unilateral, trastornos de nervios oculomotores en 4 casos y 3 presentaron tinitus persistente. Entre los neurinomas, 4 recibieron tratamiento quirúrgico previo con resección parcial, 4 presentaron tinitus, 6 hipoacusia, 4 sordera y 4 paresia o parálisis facial. De esta manera 8 meningiomas y 7 neurinomas recibieron tratamiento con RCE como primera opción y único tratamiento.

Tabla 2. Localización de 32 tumores de base de cráneo.

Localización de tumores de base de cráneo	n	%
Seno cavernoso	5	15.625
Petroclival	6	18.75
Ángulo punto cerebeloso*	15	46.875
Esfero cavernoso	4	12.5
Tuberculum sellar	2	6.25

*Incluye 11 neurinomas del acústico

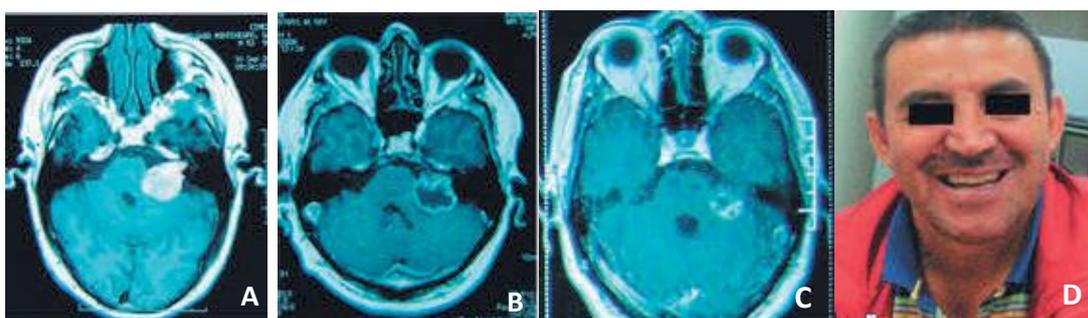


Fig- 1.- Paciente de 52 años portador de un neurinoma del acústico izquierdo con audición y motilidad facial conservados. Se observan las imágenes de RM seriadas con contraste al momento del diagnóstico (A) y durante el seguimiento post RCE. A los 9 meses con necrosis intratumoral (B) y a los 24 meses con involución tumoral. (C). El paciente actualmente conserva la motilidad facial (D) y la capacidad auditiva útil.



En la tabla 3 se muestran los datos referentes a la técnica radioquirúrgica empleada. Para los meningiomas con RCE el rango del volumen blanco fue de 1.27 a 23.44 cc. con una media de 5.26 cc. El tratamiento fue administrado en un rango del 50% al 80% de la curva de la isodosis para cubrir el volumen blanco, con dosis mediana de tratamiento de 16 Gy con isocentros entre 1 y 3. La dosis máxima al nervio óptico fue 8 Gy o menos, mientras que para el tronco cerebral fue 12 Gy o menos. Para los 8 casos con RTEF el rango del volumen blanco fue de 14.1 a 65.3 cc. con un rango de dosis absorbida entre 34 y 38 Gy en 8 sesiones interdiarias. En cuanto a los neurinomas el rango de dosis fue entre 10 y 12 Gy; hubo un solo caso de RTEF por el tamaño del tumor en el que los nervios facial y auditivo estaban conservados.

Tabla 3. Técnica radioquirúrgica en 32 pacientes con tumores de base de cráneo.

Técnica Radioquirúrgica	n	Volumen (cc)	Dosis Gy(50-80%)	Sesiones
Meningioma				
RCE(1)	13	1.27-23.44	15 – 18	1
RTE(2)	8	14.1 – 65.3	34 – 18	8
Neurinoma				
RCE(1)	10	0.26 – 14.10	10 – 12	1
RTE(2)	1	33.44	42	8

Durante el seguimiento con una mediana de 32 meses, se evidencia control tumoral en el 99% de los casos, de ellos 10 casos presentaron reducción tumoral y 12 necrosis tumoral, haciendo un total de 22 casos con franca involución tumoral. 9 casos permanecen en observación sin cambios en el tamaño del tumor pero con necrosis incipiente (fig. 1 y 2). Un paciente con neurinoma del acústico con pérdida auditiva y parálisis facial por cirugía previa recibió un segundo tratamiento de RCE a los 36 meses por crecimiento discreto pero evolutivo del tumor. La mayor parte de los que permanecieron sin cambios fueron grandes tumores y que recibieron RTEF (tabla 4).

Tabla 4. Resultados de pacientes tratados con técnica radioquirúrgica, seguimiento promedio de 32 meses (20-56)

Tumor de base de cráneo	n	Control tumoral			
		Sin cambios	Necrosis tumoral	Reducción tumoral	Crecimiento tumoral
Meningioma					
RCE ⁽¹⁾	13	2	6	4	0
RTEF ⁽²⁾	8	4	2	2	
Neurinoma					
RC ⁽¹⁾	10	2	3	4	1 ^(*)
RTEF ⁽²⁾	1	1	1		
Total	32	9	12	10	1

⁽¹⁾ Radiocirugía estereotáxica

⁽²⁾ Radioterapia estereotáxica fraccionada

^(*) Empezó la segunda radiocirugía a los 36 meses de seguimiento

Entre los efectos clínicos favorables post-tratamiento con RCE o RTEF hubo una mejoría ostensible de la neuralgia trigeminal en 9 casos, restitución de la motilidad ocular en 2 casos y ptosis en 1 caso respectivamente (fig. 3), además en 4 casos hubo resolución de tinitus. Entre los efectos desfavorables una paciente portadora de neurinoma del acústico por neurofibromatosis 2 presentó sordera a los 12 meses de seguimiento no obstante la regresión tumoral; 11 pacientes cursaron con cefalea tardía transitoria por edema perilesional; con paresias transitorias del VII nervio y del IX, X y XI nervios craneales en 3 y 1 pacientes respectivamente, que remitieron posteriormente al tratamiento con corticoides (tabla 5).



Tabla 5. Efectos colaterales y funcionales de la Radiocirugía en 32 pacientes con tumores de base de cráneo.

Efectos	n
Neurinomas (11)	
Sordera (*)	1
Paresia facial transitoria	1
Cefalea tardía transitoria	1
Meningiomas (21)	
Paresia facial transitoria	2
Paresia IX, X, XI nervio transitorio	1
Neuralgia trigeminal	
Desaparición	4
Alivio	5
Sin cambios	1
Recuperación de nervios motores oculares	2
Recuperación de ptosis	1
Recuperación de tinnitus	4
Cefalea tardía transitoria	10

(*) Portador de neurofibromatosis II

DISCUSIÓN

No obstante que la exéresis total de un tumor de la base de cráneo pueda ser un objetivo razonable, históricamente se ha caracterizado por una alta tasa de complicaciones por lo que estrategias alternativas o complementarias como la RCE o RTEF pueden jugar un rol en el manejo de estos tumores particularmente en los casos de recurrencia o de resección parcial 20. La radiocirugía ha aportado en las últimas décadas estadísticas con altas tasas de control tumoral. El objetivo de la radiocirugía es alcanzar el control tumoral con un bajo riesgo a los nervios craneales y estructuras cerebrovasculares adyacentes.

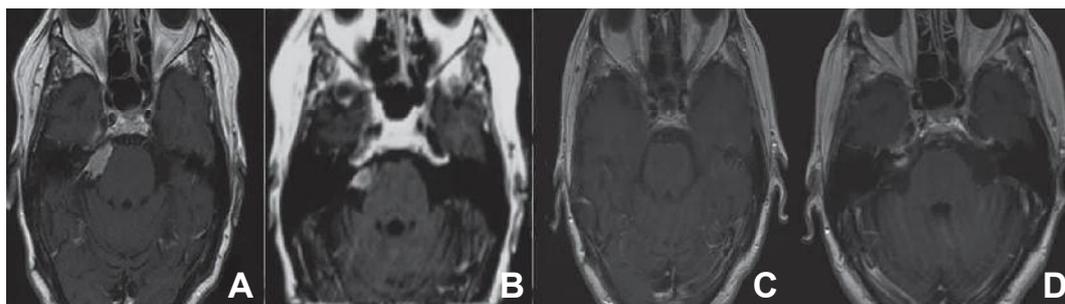


Fig 2.- Paciente mujer de 62 años portadora de un meningioma petroclival derecho residual post microneurocirugía convencional; al ingreso con paresia facial y neuralgia trigeminal derechos. Se observan las imágenes de RM seriadas con contraste antes de RCE (A) y durante el seguimiento post RCE. A los 9 meses con cambios necróticos intratumorales y reducción de la masa tumoral (B) y a los 24 meses con involución tumoral (C y D). La paciente actualmente ha recuperado la motilidad facial y se encuentra libre de medicación para neuralgia trigeminal.

Nuestra experiencia a partir del año 2004 nos permite demostrar el beneficio a mediano plazo de la radiocirugía en el manejo de neurinomas y meningiomas de la base de cráneo en el Perú.

En cuanto a los neurinomas del acústico, se observó un control tumoral en 10 de los 11 casos; con una reducción tumoral o necrosis intratumoral en el 70% de los casos y sin cambios en 2 de ellos. Un caso ameritó una segunda radiocirugía por crecimiento tumoral relacionado probablemente a un comportamiento atípico del tumor, mientras que un caso con neurofibromatosis 2 con hipoacusia previa evolucionó a sordera a los 12 meses no obstante la reducción tumoral; esta enfermedad es un proceso en todo el trayecto del nervio y es menos sensible a la radiación 23,24. En el único neurinoma sometido a RCEF, con diámetro que excedía los 3.5 cm y audición útil, a los 18 meses de seguimiento y estando sin déficit neurológico, se evidenció necrosis tumoral.

Con tecnología similar a la nuestra, Friedman 25 reportó 390 pacientes con neurinomas del acústico tratados entre 1988 y 2005 con radiocirugía basada en acelerador lineal, los cuales fueron seguidos por 40 meses aunque 63 de ellos por más de 5 años, logrando tasas de control tumoral a 2, 5 y 10 años de 98%, 90% y 90% respectivamente; 3 (1%) fueron operados por la progresión del tumor. 16 pacientes (4.4%) presentaron paresia del VII nervio y 14 (3.6%), tuvieron paresia del V nervio después del tratamiento 22, 25, 26.

El análisis multivariado reveló que el mayor volumen tumoral y la dosis fueron significativamente relacionados al riesgo de lesión de estos nervios craneales. Desde 1994 cuando la dosis fue menor a 12.5 Gy la incidencia de paresia del V y VII nervios ha sido 0.7%. Lunsford et al 27 de la Universidad de Pittsburg reportó 829 casos tratados con una unidad Gamma knife entre 1987 y 2002. Desde 1992 utilizó 12.5 y 13Gy al 50% en la línea de isodosis.



El control del tumor fue 97% a 10 años. No hubo mejoría en el control para dosis mayores a 13Gy comparado con dosis de 12.5 y 13 Gy. Ningún paciente experimentó tumor inducido por radiación.

Hasagawa et al²⁸, reportaron 301 pacientes entre 1991 y 1998 tratados con Gamma Knife con seguimiento seriado de imágenes, tasas de supervivencia a 5 y 10 años libres de progresión en 93 y 92% respectivamente. Para los que recibieron una dosis de tumor marginal de 13 Gy o menos la preservación de la audición llegó al 68% de los casos. Una lesión transitoria del nervio facial ocurrió en 1% y la lesión del trigémino en 2% de pacientes.

Flickinger JC et al³⁰ reportó 313 pacientes con neurinomas unilaterales tratados con RCE entre 1991 y 2001 con dosis entre 12 y 13 Gy y una tasa de supervivencia libre de complicaciones a 6 años de 98.6% con preservación del nervio facial en el 100% de casos, mientras que la función del nervio trigémino fue conservada en el 96%; el nivel de audición permaneció estable en el 70% de pacientes y la preservación auditiva útil en el 79% de ellos.

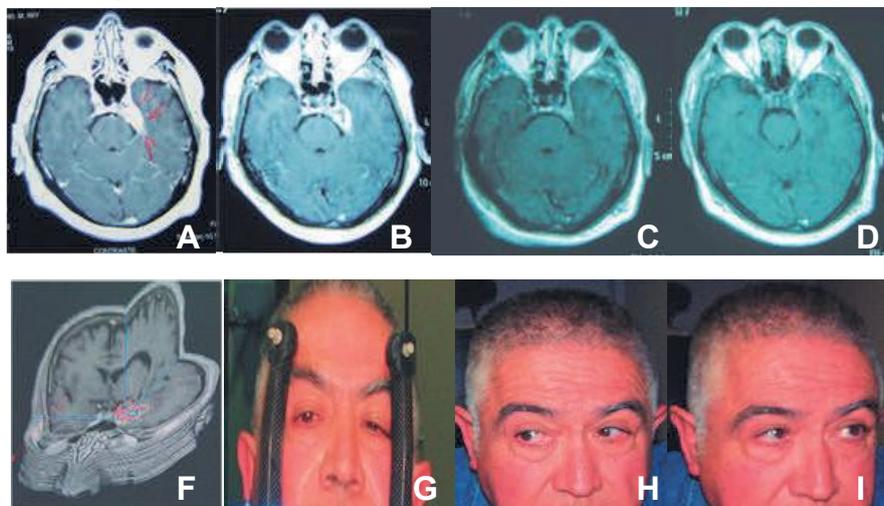


Fig 3.- Paciente de 67 años portador de un meningioma del seno cavernoso. Se observan las imágenes de RM seriadas con contraste al momento del diagnóstico (A), la planificación (F) y durante el seguimiento post RCE. A los 6 meses con necrosis intratumoral (B) y a los 30 meses con regresión tumoral (C y D). Los signos y síntomas pre RCE incluyeron neuralgia trigeminal, ptosis y paresia de los nervios oculomotores del ojo izquierdo (G). La imagen H e I muestran la recuperación de la motilidad ocular y ptosis post RCE. El paciente actualmente se encuentra libre de medicación para neuralgia trigeminal.

Las dosis bajas entre 12 a 13 Gy se han afianzado como seguras en RCE para lograr el control de los neurinomas y preservar el nervio facial y la función auditiva útil^{23,27, 29, 30}.

No obstante, con la finalidad de abarcar neurinomas de mayor tamaño o disminuir el riesgo de sordera o parálisis facial aún en tumores pequeños, se han diseñado protocolos de RTEF que abarcan desde 3 fracciones con dosis marginal de 18 Gy hasta regímenes de 30 fracciones hasta totalizar 50 o 60 Gy³¹. Poen³², reportó en 33 casos con 21Gy en 3 fracciones control tumoral a 2 años de 97% ; 3% de los pacientes con discreto déficit facial y conservación de la audición previa en todos ellos. Chuang³³ en el 2005 en 61 casos con seguimiento de 48 meses con CyberKnife LINAC y una dosis marginal total de 18-21 Gy en 3 fracciones logró una reducción tumoral en 48 % de los casos, estabilidad tumoral en el 50% y crecimiento tumoral en sólo 2%, sin déficit de nervios craneales y audición preservada en todos los casos.

De otro lado los meningiomas de la base de cráneo forman parte de los tumores incompletamente resecados debido usualmente al compromiso del seno cavernoso, adhesión al tronco cerebral e infiltración de estructuras adyacentes. La escisión tumoral completa en esta localización es poco probable sin causar morbilidad^{1,4}. Estos tumores son las lesiones más frecuentemente tratadas con radiocirugía estereotáxica.

Los estudios de imágenes durante el seguimiento en nuestros casos de meningiomas de base de cráneo con una mediana de 32 meses nos muestran control local en el 100% de los casos; 14 de los 21 casos con una reducción o necrosis intratumoral y sin cambios en 6 casos. 8 casos fueron sometido a RTEF porque el diámetro tumoral excedía los 3.5 cm. y de ellos, 4 se mantienen sin cambios pero controlados para su crecimiento. Chuang et al³³ con LINAC en 43 meningiomas de base de cráneo logró tasas de control local a 7 años con sólo RCE y por otro lado con resección parcial, en valores de 100% y 84.4% respectivamente.



Roche35 usando una dosis marginal media de 13Gy en meningiomas petrociliares, de los cuales 8 fueron intervenidos quirúrgicamente una o más veces y 24 con sólo RCE en una unidad Gamma Knife, alcanzó control local en todos los pacientes. A pesar de no haberse observado ningún déficit de nervios craneales, 2 pacientes presentaron hemiparesia debido a infarto pontino. 13 de 19 pacientes normalizaron la función del trigémino y del sexto nervio craneal.

De otro lado Kano et al reportó 12 pacientes que tuvieron neuralgia trigeminal que acompañaba al tumor petrociliar, 10 lograron remisión del mismo con recidiva tardía del dolor en 3, en un seguimiento de 68 meses³⁶. Spiegelman et al³⁷, estudiaron 42 pacientes con meningiomas de seno cavernoso tratados con LINAC con seguimiento de 12 a 180 meses, a una dosis media de 14 Gy como dosis marginal y un volumen tumoral promedio de 8.2 cc. La tasa de control tumoral alcanzada fue de 98% con reducción de volumen tumoral en el 58% de los casos. 39% presentaron resolución de la neuropatía craneales, siendo más probable ésta cuando los síntomas tenían menos de 1 año (53% vs 26%). Las complicaciones incluyeron hipoestesia trigeminal en 4.7% y nuevo defecto visual en 2.8% de los casos. Al respecto, Tishler³⁸ ha referido hasta 40 Gy de tolerancia de los nervios craneales del seno cavernoso, en cambio el nervio óptico sólo es capaz de tolerar no más de 8 Gy. Es probable que un porcentaje importante de pacientes mejora sintómicamente debido a disminución de la presión del tumor sobre el cerebro adyacente y los nervios craneales. De nuestros casos, 9 de 10 pacientes con neuralgia trigeminal se hicieron independientes de la medicación y 2 de 3 recuperaron su motilidad ocular a lo largo del seguimiento.

Los meningiomas benignos de la base del cráneo y los neurinomas del acústico tienen su propia historia natural y su opción de tratamiento es personalizada.

Los pacientes con tumores que parecen ser susceptibles a una resección completa con una tasa aparentemente aceptable de morbilidad deben ser adecuadamente evaluados para evitar exponerlos a secuelas neurológicas que pueden ser desproporcionadas con relación a la sintomatología clínica en el momento del diagnóstico. Así, una cirugía planificada de estos tumores, con resección subtotal conservadora y respeto a los nervios craneales involucrados preservará mejor la función neurológica. Y ya sea como tratamiento primario, después de la resección subtotal o recurrencia, la radiocirugía (RCE) es la mejor opción debido a que brinda altas tasas de control o regresión con bajo riesgo de complicaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sekhar L.N. Surgery of cranial Base tumors. Raven Press. Ltd. 1993.
2. Black PM, Villavicencio AT, Rhoudou C, Loeffler JS: Aggressive surgery and focal radiation in the management of meningiomas of the skull base: preservation of function with maintenance of local control. *Acta Neurochir (Wein)*143: 555-562, 2001.

3. Couldwell WT, Fukushima T, Giannotta SL, Weiss MH: Petroclival meningiomas: surgical experience in 109 cases. *J Neurosurg* 84: 20-28, 1996.
4. Black PM: Meningiomas. *Neurosurgery* 32: 643-657, 1993.
5. Adegbite AB, Khan MI, Paine KW, Tan LK: The recurrence of intracranial meningiomas after surgical treatment. *J Neurosurg* 58: 51-56, 1983.
6. Mahmood A, Qureshi NH, Malik GM: Intracranial meningiomas: analysis of recurrence after surgical treatment. *Acta Neurochir*: 126:53-58, 1994.
7. Mirimanoff RO, Dosoretz DE, Linggood RM, Ojemann RG, Martuza RL: Meningioma: analysis of recurrence and progression following neurosurgical resection. *J Neurosurg*: 62:18-24, 1985
8. Al Mefty O, Fox JL, Smith RR: Petrosal approach for petrocilival meningiomas. *Neurosurgery* 22: 510-517, 1988.
9. Abdel-Aziz KM, Froelich SC, Dagnew E, Jean W, Breneman JC, Zuccarello M van Loveren HR, Tew JM Jr: Large sphenoid wing meningiomas involving the cavernous sinus Conservative surgical strategies for better functional outcomes. *Neurosurgery* 54:1375-1384, 2004.
10. Complications in skull base surgery for malignancy Donald PJ. *Laryngoscope*. 1999 Dec;109(12):1959-66.
11. Hardy DG, MacFarlane R, Baguley D, Moffat DA: Surgery for acoustic neuroma: an analysis of 100 translabyrinthine operations. *J Neurosurg*: 71:799-804, 1989.
12. Glasscock ME 3rd, Hays JW, Minor LB, Haynes DS, Carrasco VN. Preservation of hearing in surgery for acoustic neuromas. *J Neurosurg*: 78:864-70, 1993.
13. Samii M, Matthies C. Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas) the facial nerve preservation and restitution of function. *Neurosurgery* 1997 40:469-82
14. Gardner G, Robertson JH. Hearing preservation in unilateral acoustic neuroma surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol*: 97:55-66, 1988.
15. Samii M, Matthies C. Management of 1000 vestibular schwannomas (acoustic neuromas): Surgical management and results with an emphasis on complications and how to avoid them. *Neurosurgery*: 40:11-23, 1997.
16. Leksell L. The stereotaxic method and radiosurgery of the brain. *Acta Chir Scand*. 13;102(4):316-9, 1951 Dec.
17. Lorenzoni J. Radiocirugía estereotáxica y radioterapia estereotáxica fraccionada en el tratamiento de patologías intracraneanas. *Rev. Chil. Neurocirug*. 27:13-26, 2006.
18. Webb S. The physics of Radiation therapy three-dimensional conformal radiotherapy, radiosurgery and treatment planning OPublishing Ltd 2001
19. Szeifert G, D. Kondziolka D. Radiosurgery and pathological fundamentals. Volumen 20 ed. Karger 2007.
20. Shoshan Y, Wygoda M, Umansky F. Stereotactic Radiosurgery and Fractionated Stereotactic Radiotherapy: Background, Definitions, Applications IMAJ. 7:597-599, 2005.
21. Lunsford LD. Contemporary management of meningiomas: radiation therapy as an adjuvant and radiosurgery as an alternative to surgical removal? *J Neurosurg*. 1994 Feb;80(2):187-90
22. McGregor J, Sarkar A. Stereotactic Radiosurgery and Stereotactic Radiotherapy in the Treatment of Skull Base Meningiomas. *Otolaryngol Clin North Am*: 42: 677-688, 2009.
23. Plascencia SA, Berti GA, Zaharia BM. Radiocirugía del Neurinoma del Acústico: Resultados Preliminares en el Instituto Radiocirugía del Pacífico. *Revista Peruana de Neurocirugía* 2;3 Julio - Setiembre 2007.
24. Rowe JG, Radatz M, Walton L, Kemeny AA, et al. Stereotactic radiosurgery for type 2 neurofibromatosis acoustic neuromas: patient selection and tumour size. *Stereotact Funct Neurosurg*;79(2):107-16, 2002.
25. Friedman WA, Bradshaw P, Myers A, et al. Linear accelerator radiosurgery for vestibular schwannomas. *J Neurosurg*; 105:657-661, 2006.
26. Linskey ME, Lunsford LD, Flickinger JC, Kondziolka D. Stereotactic radiosurgery for acoustic tumors. *Neurosurg Clin N Am*. Jan;3(1):191-205, 1992.
27. Lunsford LD, Niranjan A, Flickinger JC, et al. Radiosurgery of vestibular schwannomas: summary of experience in 829 cases. *J Neurosurg*; 102(Suppl):195-199, 2005.
28. Hasegawa T., Fujitani S, Katsumata S, et al. for vestibular schwannomas analysis of 317 patients followed more than 5 years. *Neurosurgery*; 57:257-265, 2005.
29. Weber DC, Chan AW, Bussiere MR, et al. Proton beam radiosurgery for vestibular schwannoma: tumor control and cranial nerve toxicity. *Neurosurgery*; 53:577-586, 2003.
30. Flickinger JC, Kondziolka D, Niranjan A, et al. Acoustic neuroma radiosurgery with marginal tumor doses of 12 to 13 Gy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004; 60:225-230
31. Weil RS, Cohen JM, Portarena I, Brada M. Optimal dose of stereotactic radiosurgery for acoustic neuromas: A systematic review. *Br J Neurosurg*. 2006 Aug;20(4):195-202.
32. Poen J, Golby A, Forster K., Martin, D. Fractionated Stereotactic Radiosurgery and Preservation of Hearing in Patients with Vestibular Schwannoma: A Preliminary Report. *Neurosurgery*, Vol. 45, No. 6, December 1999.
33. Chuang CC, Chang CN, Tsang NM, et al. Linear accelerator based radiosurgery in the management of skull base meningiomas. *J Neurooncol*2004; 66:241-249
34. Liscak R, Kollova A, Vladyka V, et al. Gamma Knife radiosurgery of skull base meningiomas. *Acta Neurochir Suppl* 2004; 91:65-
35. Roche PH, Pellet W, Fuentes S, et al. Gamma Knife radiosurgical management of petrocilival meningiomas results and indications. *Acta Neurochir (Wien)* 2003; 145:883-888; discussion 888.
36. Kano H, Awan NR, Flannery TJ, Iyer A, Flickinger JC, Lunsford LD, Kondziolka D. Stereotactic Radiosurgery for Patients with Trigeminal Neuralgia Associated with Petroclival Meningiomas. *Stereotact Funct Neurosurg*. 2010 Dec 1;89(1):17-24
37. Spiegelmann R, Nissim O, Menhel J, et al. Linear accelerator radiosurgery for meningiomas in and around the cavernous sinus. *Neurosurgery* 2002; 51:1373-1379; discussion 1379-1380.
38. Tishler RB, Loeffler JS, Lunsford LD, et al. Tolerance of cranial nerves of the cavernous Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1993 Sep 30;27(2):215-21