

Valoración por resonancia magnética del control local en pacientes con Shwannomas vestibulares tratados con radiocirugía estereotáctica, revisión narrativa de la literatura.

Dra. M. Camila Arango W. MD residente de neurorradiología UdeA

Director: Dr. José Luis Ascencio. MD neurorradiólogo UdeA – INDEC

Dr. Humberto A. Zapata L. MD residente de radiología UPB

Trabajo de Investigación para obtener el título de:

Subespecialista en neurorradiología

Universidad de Antioquia-Facultad de Medicina

Departamento de Neurorradiología

Medellín, Colombia

2020

RESUMEN

Los Schwannomas vestibulares son tumores intracraneales extra-axiales que se originan de las células de Schwann del VIII par craneal; representan el 5% de los tumores intracraneales y el 80-90% de los tumores del ángulo pontocerebeloso. La mayoría de ellos surgen del nervio vestibular (en la porción superior e inferior, en igual proporción) y anecdóticamente del nervio coclear. Son bilaterales usualmente en el contexto de neurofibromatosis tipo 2 (NF2) donde alcanzan una incidencia de 4 por 100.000.

A pesar de ser tumores benignos, su crecimiento condiciona compresión de pares craneales y del tallo cerebral que ocasionan diferentes déficits que afectan la calidad de vida como lo son la pérdida de la audición, parálisis facial, y síntomas por compresión pontina. Adicionalmente son productores de proteínas que favorecen la aparición de hidrocefalia comunicante.

Según las características por resonancia magnética (RM) de cada tumor y del paciente, se plantean diferentes tipos de tratamiento que conllevan diferentes riesgo y posibles complicaciones. Entre ellos se encuentra la observación por RM sin intervención, el tratamiento quirúrgico especialmente cuando hay efecto de masa y el tratamiento con radiocirugía.

Los objetivos del tratamiento con radiocirugía estereotáctica son obtener el control tumoral local y disminuir la morbilidad relacionada con la pérdida de la audición y parálisis facial.

El equipo investigador considera de gran importancia conocer como el estudio por medio de imágenes de RM de la respuesta de los Schwannomas vestibulares al tratamiento con radiocirugía se comporta en la literatura mundial para posteriormente compararlo con el comportamiento en nuestro medio. Lo anterior se justifica por la mínima invasividad de esta técnica al compararla con la cirugía y los buenos resultados obtenidos a largo plazo ya sea como terapia de primera línea o adyuvante a la cirugía.

Objetivos: El objetivo de esta revisión es actualizar al lector con respecto a las generalidades del Schwannoma vestibular, haciendo énfasis en el diagnóstico y seguimiento por resonancia magnética y en el tratamiento por radiocirugía con el objetivo de realizar un estudio descriptivo que evalúe el control local en pacientes con Schwannomas vestibulares tratados con radiocirugía estereotáctica robótica en una institución de nuestra ciudad entre 2015 y 2019.

Se propone realizar un estudio descriptivo longitudinal retrospectivo, donde se logre caracterizar los pacientes con Schwannomas vestibulares tratados con radiocirugía estereotáctica robótica empleando el sistema CyberKnife, estimar la reducción del tamaño tumoral, comparar el control local en los diferentes tipos de Schwannomas vestibulares (NF2, Antoni A o B) que fueron sometidos a radiocirugía estereotáctica robótica y describir los efectos adversos del tratamiento en pacientes con Schwannomas vestibulares tratados con radiocirugía estereotáctica robótica.

Métodos: es una revisión extensa de la literatura reciente por medio de la cual se realizó una descripción de la historia, definición, etiología, fisiopatología, métodos

diagnósticos y tratamientos, así como una comparación de la efectividad y complicaciones de los diferentes tratamientos utilizadas en la actualidad.

Resultados: En total se analizaron 52 fuentes bibliográficas de literatura radiológica, neuroquirúrgica, de radioterapia y de otorrinolaringología principalmente.

Según lo revisado en la literatura, se encontró que los diferentes tratamientos disponibles presentan similar control tumoral en el tiempo y similar tasa de complicaciones, por lo tanto la elección del tratamiento se hace de acuerdo a las características del tumor y al contexto del paciente. La radiocirugía constituye una excelente opción de tratamiento para los Schwannomas menores de 2.5-3cm, pacientes que no sean candidatos a cirugía, así como para el control local del residuo tumoral después del abordaje quirúrgico.

Conclusiones: La resonancia magnética es una herramienta indispensable en el diagnóstico, caracterización, planeamiento del tratamiento y seguimiento en el tiempo de los Shwannomas vestibulares. Permite predecir y evitar algunas complicaciones propias de la historia natural del tumor o de su tratamiento. Adicionalmente es un determinante en el seguimiento a largo plazo de estos tumores y de sus complicaciones.

Según lo revisado en la literatura, los diferentes tratamientos disponible presentan similar control tumoral en el tiempo y similar tasa de complicaciones, por lo tanto

la elección del tratamiento se hace de acuerdo a las características del tumor y al contexto del paciente.

En cuanto a la radiocirugía estereotáctica, la RM permite su adecuado planeamiento, regulando la dosis de radiación para solo incidir en las regiones deseadas, evitando así complicaciones por daño a estructuras vecinas como los pares craneales, el tallo cerebral y meninges.

PALABRAS CLAVE

Schwannoma vestibular, radiocirugía estereotáctica, Imagen por resonancia magnética, control local tumoral.

Introducción

Los Schwannomas vestibulares son tumores intracraneales extra-axiales, de características benignas, que se originan de las células de Schwann del VIII par craneal; representan el 5% de los tumores intracraneales y el 80-90% de los tumores del ángulo pontocerebeloso (1,2). La mayoría de ellos surgen del nervio vestibular (en la porción superior e inferior, en igual proporción) y anecdóticamente del nervio coclear. Son bilaterales usualmente en el contexto de neurofibromatosis tipo 2 (NF2) donde alcanzan una incidencia de 4 por 100000 (2,3).

En los Estados Unidos la incidencia de Schwannomas vestibulares es de 1 por 100000 personas-año, para los hispánicos es un poco menor, siendo de 0.7 por 100000 personas-año (2). Se estima que la incidencia está aumentando en los últimos años, pero esto es debido a un aumento en su reporte dado el avance tecnológico en las técnicas de diagnóstico. El Schwannoma vestibular esporádico se presenta principalmente entre los 20 y 40 años, pero en el contexto de NF2 aparecen a edad más temprana (4).

La importancia clínica de este tumor radica en el efecto compresivo que produce sobre estructuras adyacentes, más que por el riesgo de transformación maligna. En especial, la compresión del nervio coclear es la causa más importante de morbilidad (1).

El primer caso de Schwannoma vestibular fue reportado durante una autopsia en 1777 por Sandifort cuando fueron llamados neuromas o neurilemomas. La primera descripción fue a finales del siglo XVIII por John Hunter y las primeras cirugías

exitosas fueron en 1890 por Sir Charles Ballance y en 1985 por Annandale. Harvey Cushing, Walter Dandy y William House desarrollaron la técnica quirúrgica en el siglo XX (5). Actualmente, la mortalidad y morbilidad relacionadas con el tratamiento de Schwannomas ha disminuido dramáticamente con el advenimiento de nuevas técnicas quirúrgicas así como tratamientos con radiocirugía y terapias moleculares (6).

El objetivo de esta revisión es actualizar al lector con respecto a las generalidades del schwannoma vestibular, incluyendo el diagnóstico por resonancia magnética y las opciones de tratamiento, entre ellas por radiocirugía.

Histología

Desde el punto de vista histológico, los Schwannomas se originan de la zona de Obersteiner-Redlich o zona de transición entre la mielina central y periférica, localizada en el aspecto lateral del ángulo pontocerebeloso y medial al conducto auditivo interno; una nueva teoría hipotetiza que se originan del ganglio de Scarpa, lugar donde hay la mayor concentración de células de Schwann. Son resultado de la mutación de la Merlina, proteína encargada de regular la proliferación de las células de Schwann, que se encuentra localizada en un gen supresor de tumores codificado en el brazo largo del cromosoma 22 (1).

Se caracterizan por células ahusadas bipolares dispuestas en los tipos Antoni A y Antoni B. (4) Antoni A: áreas de tumor que contiene abundantes células ahusadas con núcleos retorcidos y bordes citoplasmáticos mal definidos dispuestos en ovillos. Cuerpos de Verocay. Antoni B: áreas de tumor compuestas por células de

Schwann dispuestas de forma laxa, con macrófagos espumosos y focos circundantes de necrosis, cambios quísticos y de hemorragia (4).

La patogénesis molecular de los Schwannomas deriva de la mutación NF2 de un gen supresor de tumores en el cromosoma 22, tanto para los Schwannomas esporádicos como para los relacionados con NF2. La mutación inactiva la producción de la proteína Merlina (Schwannomina), alterando algunas cascadas moleculares como la Rac1, Ras, PAK1 y mTORC1, así como la inactivación de otros genes supresores de tumores (4,7).

Factores de riesgo

El principal factor de riesgo para presentar Schwannoma vestibular esporádico es el antecedente de exposición a radiación. Yonehara S y colaboradores, en un estudio de cohorte con población superviviente a las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki mostraron que los sujetos que recibieron menos de 5 mSv de radiación al cerebro tenían una incidencia de 1.6×100000 persona/año, mientras que los que habían recibido más de 1000 mSv 13.5×100000 persona/año (8). De igual forma, un estudio de cohorte con 30 años de seguimiento a 3112 pacientes que recibieron radioterapia en cabeza y cuello antes de los 16 años encontró que el riesgo relativo de desarrollar este tumor es de 1.14 (IC 95% 1.0 – 1.3) por cada Gray de radiación recibida (9). No se ha encontrado relación con el uso de celulares o la exposición a la radiación de ayudas diagnósticas (10,11). Otros factores de riesgo potenciales son el cigarrillo, exposición ocupacional a ruido, rinitis, eczema y asma (4).

Clínica

El Shwannoma vestibular se manifiesta clínicamente como hipoacusia neurosensorial unilateral lentamente progresiva (95%), tinnitus (65%) y vértigo (20%). En los tumores de mayor tamaño también se encuentran síntomas por compresión del nervio facial y trigémino como: parestesias faciales, pérdida del reflejo corneano e incluso paresia de los músculos faciales; cuando hay compresión del tallo se encuentra compromiso de pares bajos, movimientos oculares y tractos largos, así como ataxia y disartria (12). En caso de presencia de hidrocefalia, se encuentran síntomas como náuseas, vómito, cefalea y alteraciones del estado mental (1,13).

Diagnóstico

El diagnóstico se hace por medio de resonancia magnética (RM), método de imagen que caracteriza la lesión y sus relaciones con las estructuras adyacentes (pares craneales, estructuras vasculares y tallo cerebral). La RM es el método de elección para el planeamiento quirúrgico, especialmente las secuencias volumétricas T2 pesadas que permiten una evaluación precisa de la anatomía, haciendo énfasis en los pares craneales VII y VIII, así como en la extensión tumoral a la cóclea. En las secuencias potenciadas en T1 la lesión es isointensa al parénquima cerebeloso, en T2 su componente sólido es hipointenso y puede presentar áreas hiperintensas en el caso de que haya quistes, en las secuencias de susceptibilidad magnética se pueden encontrar focos hipointensos de hemorragia, en los T1 contrastados, este tumor se caracteriza por presentar un realce ávido y homogéneo del gadolinio (Imagen 1.). Adicionalmente, este método permite realizar seguimiento de los cambios postratamiento, complicaciones y recidivas (12,14).

Imagen 1.

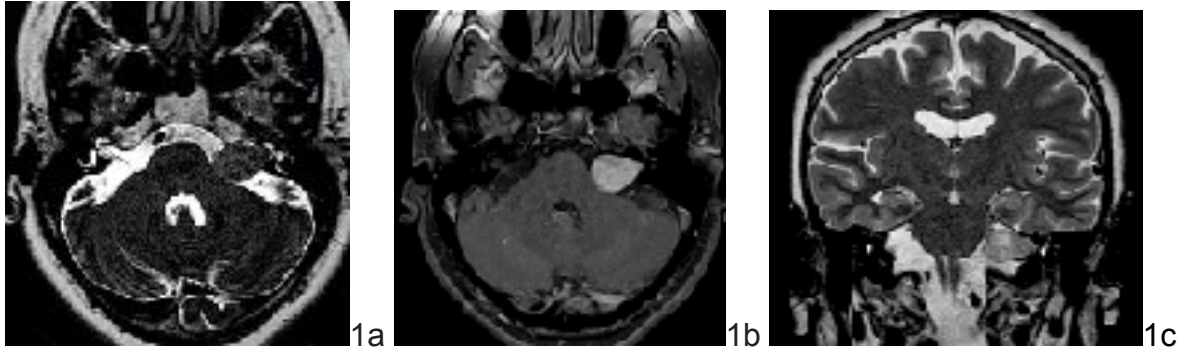
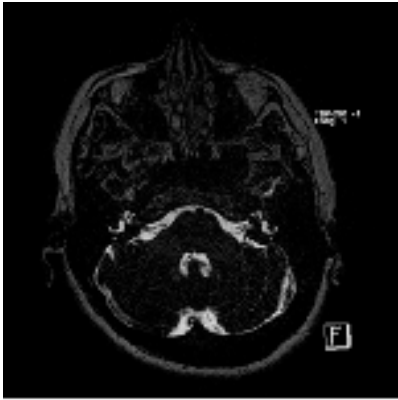


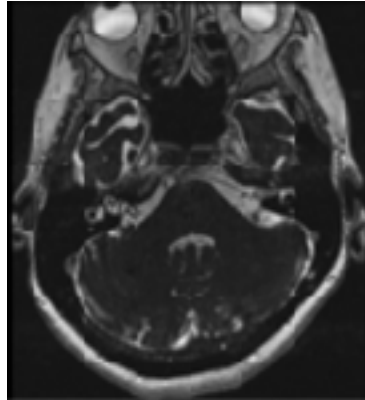
Imagen 1: Resonancia magnética donde se evidencia Schwannoma vestibular izquierdo con componente intra y extracanalicular, contactando el pedúnculo cerebeloso medio. 1a: secuencia axial T2 pesado donde se observa masa hipointensa dependiente del canal auditivo interno izquierdo y con extensión al ángulo pontocerebeloso. 1b: secuencia axial T1 contrastado que demuestra realce ávido de la lesión con el medio de contraste. 1c: secuencia coronal T2 donde se confirma el origen lesional en el canal auditivo interno.

Por imagen, el tamaño tumoral se puede estadificar según varias clasificaciones (Sterkers, House, Sami y Koos). La clasificación más usada es la de Koos que divide los Schwannomas vestibulares en grado I: intracanalicular, grado II: menor de 2 cm, extensión al ángulo pontocerebeloso, grado III: menor de 3 cm, ocupa el ángulo pontocerebeloso, sin desplazar el tallo cerebral, grado IV: mayor de 3 cm, desplaza el tallo cerebral (15). Dicha escala es la más utilizada en los diferentes estudios y, además, recientemente ha demostrado excelente confiabilidad inter e intraobservador (16). Imagen 2.

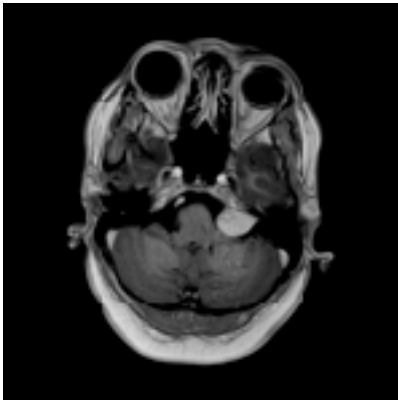
Imagen 2.



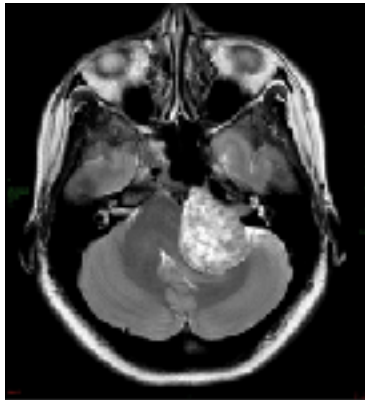
2a.



2b.



2c.

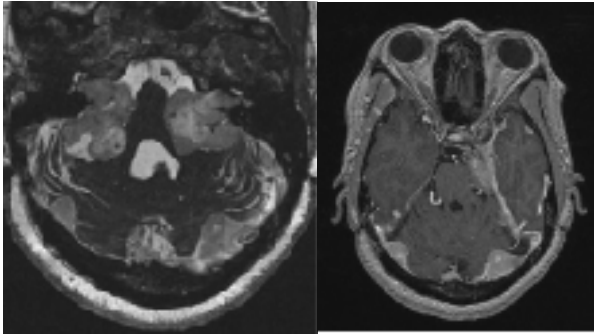


2d.

Imagen 2: Resonancias magnéticas de diferentes pacientes donde se ejemplifica la clasificación de Koos. 2a: grado I. 2b: grado II. 2c: grado III y 2d: grado IV.

En el contexto de NF2 los Schwannomas vestibulares suelen ser bilaterales y acompañarse de otras neoplasias como meningiomas y ependimomas. Imagen 3.

Imagen 3.



3a y 3b.

Imagen 3: Resonancia magnética en paciente con NF2. 3a: Secuencia T2 pesado de fosa posterior demuestra Schwannomas vestibulares bilaterales. 3b: secuencia T1 contrastado axial con meningiomas múltiples.

La audiometría es mandatoria para determinar la calidad de audición de base. Usualmente se encuentra una hipoacusia neurosensorial asimétrica con un puntaje de discriminación del lenguaje menor a lo esperado para el grado de hipoacusia. Otra herramienta, aunque menos utilizada, son los potenciales evocados de tallo, ya que presentan falsos negativos en el 30% y falsos positivos en el 10% (6).

También es necesario evaluar la escala clínica de House-Brackmann para determinar la funcionalidad del nervio facial antes y durante el tratamiento. Se clasifica grado 1: normal, grado 2: debilidad/asimetría leve, grado 3: debilidad obvia con el movimiento, pero sin desfiguración en reposo y capacidad intacta de cerrar el ojo, grado 4: debilidad obvia con el movimiento y desfiguración en reposo e incapacidad de cerrar el ojo por completo, grado 5: movimiento apenas perceptible, grado 6: sin movimiento (6).

Tratamiento

El enfoque terapéutico para los pacientes con Schwannomas vestibulares depende del tamaño, velocidad de crecimiento, lateralidad, compromiso auditivo por logaudiometría, presencia de NF2 y comorbilidades (17). El principal objetivo del tratamiento es disminuir el efecto de masa, mantener un control tumoral a largo plazo, mientras se preserva la audición y el nervio facial. La sordera, parálisis del nervio facial, fístula de líquido cefalorraquídeo, complicaciones vasculares (hemorragia e infartos), secuelas por infecciones e incluso, hasta la muerte, han sido identificadas como las principales complicaciones relacionadas con el curso de la enfermedad o posteriores al tratamiento (18–20).

Manejo expectante

Los Schwannomas son tumores de crecimiento lento, en promedio, crecen entre 1 y 3 mm por año, encontrando tasas de crecimiento mayores en los pacientes más jóvenes y con NF2 (1). Otras publicaciones reportan que hasta el 75% de los Schwannomas no presentan crecimiento en el seguimiento (21). Los factores de riesgo para el crecimiento son: componente extracanalicular mayor que el intracanalicular, componente extracanalicular mayor de 20mm, edad joven y NF2 (6).

Los pacientes con Schwannomas con crecimiento por resonancia magnética mayor a 2.5 mm por año tienen mayor tasa de pérdida de la audición en comparación con los que crecen menos, 75% vs 32% en un periodo entre aproximadamente 2 años y 4 años (22).

El manejo expectante se prefiere en pacientes ancianos, con múltiples comorbilidades, en oído único o en lesiones de crecimiento lento, y consiste en el

seguimiento clínico y por medio de imágenes diagnósticas (12,23). El protocolo de observación sugerido consiste en realizar RM cada 6 meses por 2 años, luego otra RM a los 2 años, y finalmente cada 5 años mínimo por 10 años o por tiempo indefinido (24). Imagen 4.

Imagen 4.

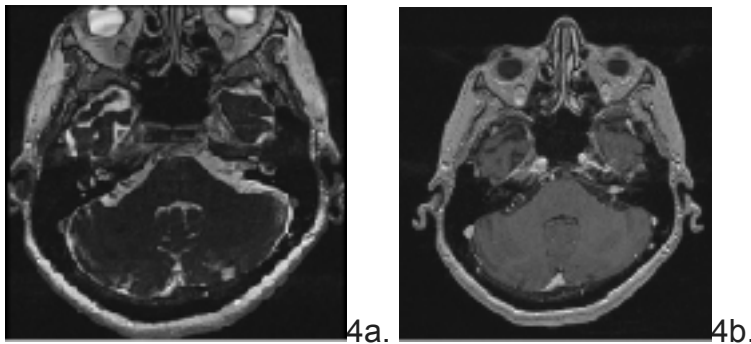


Imagen 4: Resonancia magnética con Schwannoma vestibular intracanalicular izquierdo. 4a: Secuencia T2 pesado de fosa. 4b: secuencia T1 contrastado axial.

Quirúrgico

El manejo quirúrgico en esta patología es el más frecuente utilizado, porque brinda una opción curativa y altas tasas de preservación de la audición. La cirugía es de elección en Schwannomas grandes con efecto de masa sobre el tallo cerebral, en el contexto de hidorcefalia y en Schwannomas quísticos (Antoni B), siendo estos de rápido crecimiento y resistentes a la radioterapia (25).

Existen tres vías de abordaje quirúrgico:

Translaberíntica: abordaje retroauricular con extensión a la punta mastoidea que permite un rápido acceso al canal auditivo interno y al nervio facial. Se prefiere en

paciente con acusia o hipoacusia severa ya que implica sacrificio de la audición, pero excelente porcentaje de resección y preservación del nervio facial (4).

Retrosigmoidea: se realiza una incisión retroccipital exponiendo los senos transversos y sigmoideos, luego se retrae el hemisferio cerebeloso, visualizando el canal auditivo interno. Esta técnica es de elección para tumores con efecto de masa importante donde se desea conservar la audición. Tiene mayor riesgo de lesión cerebelosa, lesión del nervio facial, fístula de líquido cefalorraquídeo, cefalea residual, epilepsia postoperatoria y de tumor residual(4). Imagen 5.

Imagen 5.

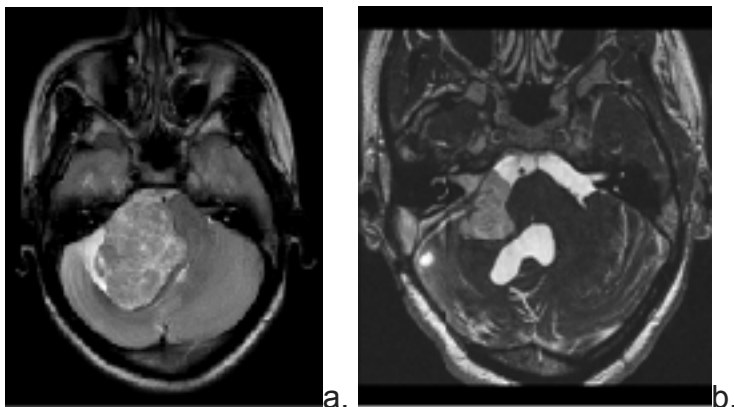


Imagen 5: Abordaje retrosigmoideo de Schwannoma vestibular de gran tamaño con efecto de masa sobre el puente. 5a: T2 DP axial con masa con gran efecto de masa sobre el puente y hemisferio cerebeloso derecho, colapsando el cuarto ventrículo. 5b: T2 pesado de fosa posterior después de resección parcial retrosigmoidea con alivio del efecto de masa, descompresión del cuarto ventrículo y lesión residual que posteriormente fue tratada con radiocirugía.

Abordaje por fosa craneal media: ofrece un buen acceso al canal auditivo interno, buena preservación de la audición, pero difícil acceso al ángulo

pontocerebeloso y al nervio facial, es de utilidad en tumores pequeños al interior del canal auditivo interno pero con alto riesgo de lesión al VII par (25).

Radiocirugía

La radiocirugía estereotáctica es un procedimiento cada vez más utilizado para el tratamiento de Schwannomas vestibulares, debido a que pretende detener su crecimiento, con mínima afectación de los pares craneales adyacentes y del tallo cerebral, evitando secuelas como sordera y parálisis facial, entre otras (26,27). La radiación ionizante es enfocada a un objetivo delineado utilizando imágenes de RM de alta resolución con mínima toxicidad para las estructuras cerebrales adyacentes. La precisión es muy importante, porque los Schwannomas vestibulares se encuentran en estrecha cercanía con estructuras vitales como el tallo cerebral y, adicionalmente, los pares craneales (V, VII y VIII) y las meninges son estructuras muy radiosensibles. La radiocirugía alcanza sus efectos terapéuticos dependiendo del tiempo y la dosis, inhibiendo la división celular tumoral, induciendo la apoptosis o necrosis, y la trombosis de los vasos neoplásicos (26,28).

Las indicaciones de la radiocirugía estereotáctica incluyen tumores menores de 2.5-3 cm, resección incompleta o recidiva, tumores con crecimiento rápido, Schwannomas bilaterales (NF2), oído único y contraindicación para cirugía. La radiación se administra directamente al Schwannoma vestibular en dosis de aproximadamente 13Gy. Lo anterior, reduce la dosis de radiación en el tejido cerebral normal y los efectos secundarios como neuro y dermatotoxicidad (29–31).

Los objetivos del tratamiento con radiocirugía estereotáctica son obtener el control tumoral local (definido como reducción de tamaño o estabilidad o aumento de tamaño menor al 25% en el volumen tumoral medido por RM de seguimiento) y disminuir la morbilidad relacionada con la pérdida de la audición y parálisis facial (2,32). Al comparar la radiocirugía estereotáctica fraccionada con la radioterapia de fracción única, se demostró igual control tumoral, sin embargo la radiocirugía fraccionada preservó mejor la audición a 5 años (33,34). Imagen 6.

Imagen 6.

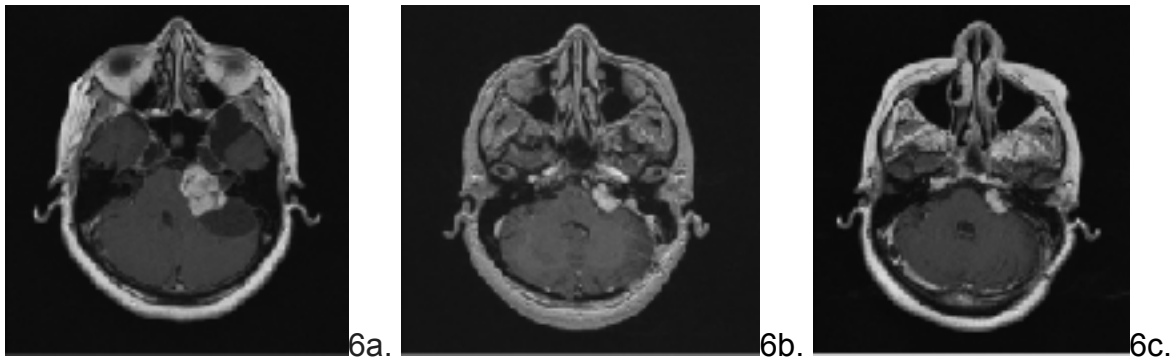


Imagen 6: Imágenes axiales T1 contrastadas de Schwannoma vestibular izquierdo. 6a: RM al diagnóstico que demuestra lesión en el ángulo pontocerebeloso. Incidentalmente se encuentra quiste aracnoideo. 6b: control postquirúrgico con residuo tumoral. 6c: imagen de seguimiento 2 años después de radiocirugía estereotáctica que demuestra estabilidad en el tiempo.

La radiocirugía estereotáctica envía una dosis única conformacional de radiación al tumor por medio de múltiples haces convergentes, disminuyendo la posibilidad de lesión a las estructuras adyacentes como el V y VII par. El Gamma Knife utiliza cobalto para generar rayos gamma, requiere de un blanco esférico y con un diámetro máximo de 3 cm. Actualmente se utilizan dosis de 12-13Gy, ya que con dosis mayores había mayor toxicidad nerviosa con similares tasas de control (95% aproximadamente). Por otra parte, el acelerador lineal LINAC emite rayos X altamente localizados desde una sola fuente que rota en arcos (35).

Hay que tener en cuenta, que si bien el tratamiento por radiocirugía puede lograr el control del tumor, se ha reportado que la preservación de la audición a 10 años, incluso con dosis bajas de radiación, se logra en menos del 24-25% de los pacientes (36). La preservación del nervio facial oscila entre el 95 y 100% y la del trigémino entre el 80 y 100% (2).

Adicionalmente, hay que considerar el fenómeno de pseudoprogresión que se puede presentar, el cual consiste en un aumento de tamaño transitorio o persistente que inicia a los 6 meses postratamiento con regresión a los 24 meses. Ocurre en el 4-6% de los tumores con una necesidad de manejo adicional en menos del 2%. Si hay crecimiento tumoral más allá de los 24 meses, se considera progresión (37,38).

Terapias biológicas

En la actualidad, los únicos medicamentos que se han considerado en las guías de tratamiento son Bevacizumab y el Lapatinib. Sin embargo, se debe tener en cuenta que es en casos NF2 sin opciones quirúrgicas.

El Bevacizumab es un anticuerpo monoclonal inhibidor del factor de crecimiento endotelial (VEGF) e inhibidor de la angiogénesis, de especial utilidad en Schwannomas en el contexto de NF2. Pero, puede producir hipertensión arterial, proteinuria y aumentar el riesgo de infección (39).

El Lapatinib es un inhibidor del EGFR/ErbB2 que ha demostrado disminuir el crecimiento del tumor durante los ensayos in vitro (39).

Otros medicamentos que pudieran tener viabilidad biológica son el Everolimus, un inhibidor del complejo 1 mTOR (mTORC1) y el Erlotinib, un inhibidor de la tirosin-kinasa, sin embargo, la evidencia es contradictoria, se necesitan más estudios para determinar su eficacia, por lo que las guías actuales no recomiendan su uso (39).

Recaída y complicaciones postratamiento

Cirugía: la recaída en los Schwannomas vestibulares es del 20% después de cirugía con resección parcial e incompleta (2) y del 0.3% después de una resección completa (6). La radiocirugía es la modalidad terapéutica de elección en estos casos (33). Es diferente al residuo, que ocasionalmente se deja con la intención de conservar el nervio facial y/o la audición.

La recaída en la radiocirugía estereotáctica en diferentes modalidades se reporta en aproximadamente 10% a los 5 años (40–49). Con gamma knife la recaída es nula si se obtuvo control del tumor en un seguimiento de 5 años (50).

Las complicaciones de la cirugía se presentan en el 3% de los casos e incluyen: parálisis del nervio facial, fístula de líquido cefalorraquídeo, cefalea, meningitis,

tinnitus, ataxia, epilepsia, hidrocefalia, lesión vascular, stroke y muerte; todas ellas relacionadas con el tamaño del tumor y edad del paciente (4,25). Imagen 7.

Imagen 7.

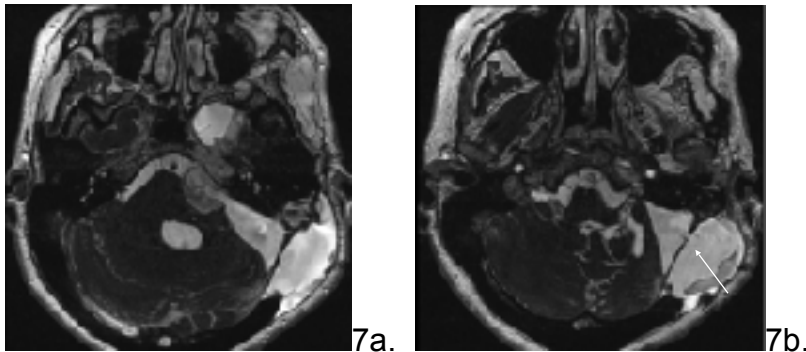


Imagen 7 a y b: Secuencias T2 pesado de fosa posterior demostrando fistula de líquido cefalorraquídeo que comunica el lecho quirúrgico con el espacio subaracnoideo y epidural. La flecha blanca señala defecto en la duramadre.

La mortalidad es menor al 0.2% entre las diferentes aproximaciones quirúrgicas y la recurrencia ocurre en menos del 5%, especialmente con el abordaje retrosigmoideo (4,25).

El control tumoral por medio de radiocirugía se aproxima al 90% con un riesgo de parálisis facial residual menor al 1%. La preservación de la audición se estima entre un 60-70% inicialmente, pero a 10 años es menor al 24%. (25) En la tabla 1. se detalla el porcentaje de éxito obtenido en diferentes estudios que utilizaron radiocirugía estereotáctica, así como los daños al V o VII par craneal, siendo estos las principales estructuras que sufren daño colateral.

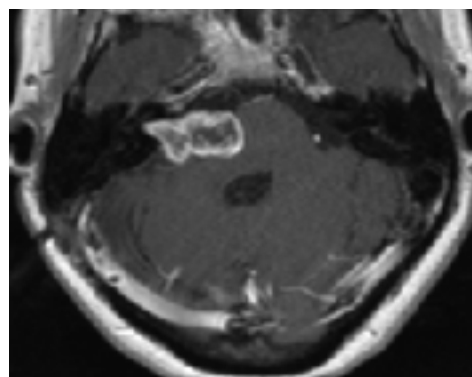
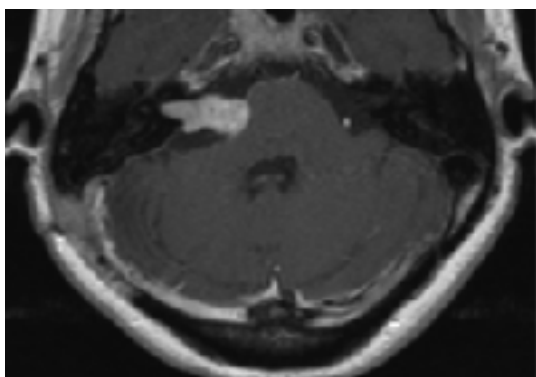
Tabla 1. Revisión de literatura de tratamiento con radiocirugía para Schwannoma vestibular. Modificado de Ros-Sanjuán et al (49).

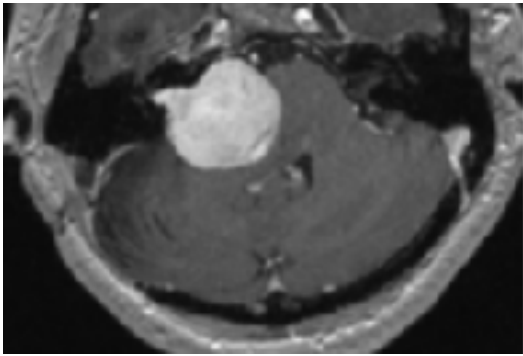
Estudio	Año	N	Modalidad	Seguimiento		Éxito a 2 años		Éxito a 5 años		Porcentaje de complicaciones	
				en meses	%	%	%	Daño del V par	Daño del VII par		
Anderson et al (40)	2014	48	LINAC	83,6	-	97	10,5	2,1			
Benghiat et al (41)	2014	99	LINAC	29	100	-	8	2			
Boari et al (42)	2014	379	GK	75	-	97,1	4	1,3			
Wangerid et al (43)	2014	128	GK	86	-	92	2	3			
Ikonomidis et al (44)	2015	84	LINAC	39	91	-	1,2	1,2			
Ellenbogen et al (45)	2015	49	LINAC	70	-	96	2	2			
Klijn et al (46)	2016	420	GK	60	-	91,3	3,1	1			
Bowden et al (47)	2017	219	GK	49	99,4	96,4	3	0,9			
Rueß et al (48)	2018	335	LINAC y CK	30	98	89	3,8	3,6			
Ros-Sanjuán et al (49)	2019	64	LINAC	40	90	-	1,5	1,5			

LINAC: acelerador lineal, GK: gammaknife, CK: ciberknife

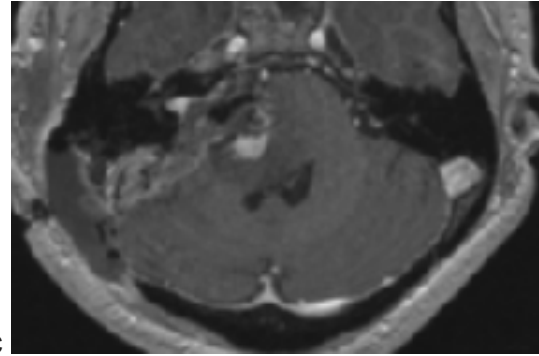
La transformación maligna es una complicación infrecuente, se estima en un 0.3% de los Schwannomas vestibulares después de radiocirugía se malignizan. No obstante, es más común en el contexto de NF2 y usualmente se presenta después de 5.8 años postratamiento (6)(51). Hasta la fecha, no hay reportes de tumores radioinducidos a 5, 10 o 15 años posradiocirugía en Schwannomas vestibulares (52). Imagen 8.

Imagen 8.

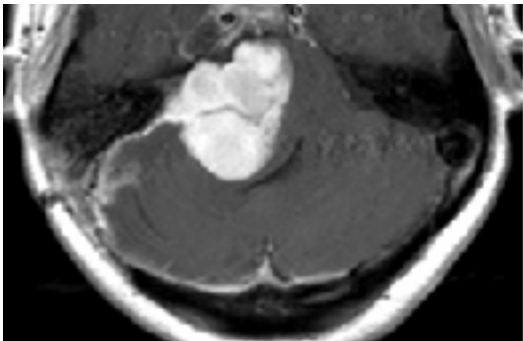




8c



8d.



8e.

Imagen 8: Secuencias T1 contrastado donde se demuestra la malignización de un Schwannoma vestibular derecho. 8a: imagen al diagnóstico donde se evidenciaba Schwannoma vestibular derecho con componente cisternal Koos III. 8b: imagen después de tratamiento con radiocirugía con cambios quísticos tumorales. 8c: imagen cuatro años después de radiocirugía que demuestra importante crecimiento tumoral. 8d: imagen postoperatoria, con pequeño remanente tumoral intracanalicular y en el aspecto lateral del puente. La patología reportó transformación maligna. 8e: imagen dos meses postoperatoria donde se observa recaída tumoral con masa que supera el tamaño prequirúrgico.

CONCLUSIÓN

La resonancia magnética es una herramienta indispensable en el diagnóstico, caracterización, planeamiento del tratamiento y seguimiento en el tiempo de los Schwannomas vestibulares. Permite predecir y evitar algunas complicaciones propias de la historia natural del tumor o de su tratamiento. Adicionalmente es un determinante en el seguimiento a largo plazo de estos tumores y de sus complicaciones.

En cuanto a la radiocirugía esterotáctica, la RM permite su adecuado planeamiento, regulando la dosis de radiación para solo incidir en las regiones deseadas, evitando así complicaciones por daño a estructuras vecinas como los pares craneales, el tallo cerebral y meninges.

Según lo revisado en la literatura, los diferentes tratamientos disponibles presentan similar control tumoral en el tiempo y similar tasa de complicaciones, por lo tanto la elección del tratamiento se hace de acuerdo a las características del tumor y al contexto del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Stott C C, Albertz A N, Aedo B C. Neurinoma del acústico (schwannoma vestibular): Revisión y actualización de la literatura. Rev Otorrinolaringol y cirugía cabeza y cuello. 2008;68(3):301–8.
2. Tsao MN, Sahgal A, Xu W, De Salles A, Hayashi M, Levivier M, et al. Stereotactic radiosurgery for vestibular schwannoma: International Stereotactic Radiosurgery Society (ISRS) Practice Guideline. J radiosurgery

SBRT. 2017;5(1):5–24.

3. Evans DGR. Neurofibromatosis 2 [Bilateral acoustic neurofibromatosis, central neurofibromatosis, NF2, neurofibromatosis type II]. *Genet Med*. 2009;11(9):599–610.
4. Gupta VK, Thakker A, Gupta KK. Vestibular Schwannoma: What We Know and Where We are Heading. *Head Neck Pathol* [Internet]. 2020; (0123456789). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12105-020-01155-x>
5. Pellet W. History of vestibular schwannoma surgery. *Prog Neurol Surg*. 2008;21:6–23.
6. Halliday J, Rutherford SA, McCabe MG, Evans DG. An update on the diagnosis and treatment of vestibular schwannoma. *Expert Rev Neurother* [Internet]. 2018;18(1):29–39. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/14737175.2018.1399795>
7. Aaron KA, Manojlovic Z, Tu N, Xu Y, Jin Y, Chang S, et al. What Genes Can Tell: A Closer Look at Vestibular Schwannoma. *Otol Neurotol*. 2020;41(4):522–9.
8. Yonehara S, Brenner A V., Kishikawa M, Inskip PD, Preston DL, Ron E, et al. Clinical and epidemiologic characteristics of first primary tumors of the central nervous system and related organs among atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki, 1958-1995. *Cancer*. octubre de 2004;101(7):1644–54.
9. Schneider AB, Ron E, Lubin J, Stovall M, Shore-Freedman E, Tolentino J, et al. Acoustic neuromas following childhood radiation treatment for benign conditions of the head and neck. *Neuro Oncol*. 2008;10(1):73–8.
10. Ahlbom A, Feychting M, Green A, Kheifets L, Savitz DA, Swerdlow AJ. Epidemiologic evidence on mobile phones and tumor risk: A review.

Epidemiology. 2009;20(5):639–52.

11. Blettner M, Schlehofer B, Samkange-Zeeb F, Berg G, Schlaefer K, Schüz J. Medical exposure to ionising radiation and the risk of brain tumours: Interphone study group, Germany. *Eur J Cancer*. 2007;43(13):1990–8.
12. Ramaswamy AT, Golub JS. Management of Vestibular Schwannomas for the Radiologist. *Neuroimaging Clin N Am* [Internet]. 2019;29(1):173–82. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.nic.2018.09.003>
13. Chen M, Fan Z, Zheng X, Cao F, Wang L. Risk Factors of Acoustic Neuroma: Systematic Review and Meta-Analysis. *Yonsei Med J*. mayo de 2016;57(3):776–83.
14. Schmidt MA, Wells EJ, Davison K, Riddell AM, Welsh L, Saran F. Stereotactic radiosurgery planning of vestibular schwannomas: Is MRI at 3 Tesla geometrically accurate. *Med Phys*. 2017;44(2):375–81.
15. Koos WT, Day JD, Matula C, Levy DI. Neurotopographic considerations in the microsurgical treatment of small acoustic neurinomas. *J Neurosurg*. marzo de 1998;88(3):506–12.
16. Erickson NJ, Schmalz PGR, Agee BS, Fort M, Walters BC, McGrew BM, et al. Koos Classification of Vestibular Schwannomas: A Reliability Study. *Clin Neurosurg*. 2019;85(3):409–14.
17. Shinya Y, Hasegawa H, Shin M, Sugiyama T, Kawashima M, Takahashi W, et al. Long-term outcomes of stereotactic radiosurgery for vestibular schwannoma associated with neurofibromatosis type 2 in comparison to sporadic schwannoma. *Cancers (Basel)*. 2019;11(10).
18. Goldbrunner R, Weller M, Regis J, Lund-Johansen M, Stavrinou P, Reuss D, et al. EANO guideline on the diagnosis and treatment of vestibular schwannoma. *Neuro Oncol*. enero de 2020;22(1):31–45.

19. Torres Maldonado S, Naples JG, Fathy R, Eliades SJ, Lee JYK, Brant JA, et al. Recent Trends in Vestibular Schwannoma Management: An 11-Year Analysis of the National Cancer Database. *Otolaryngol - Head Neck Surg (United States)*. 2019;161(1):137–43.
20. Ashok R Asthagiri, MD, Dilys M Parry, PhD, John A Butman, MD, H Jeffrey Kim, MD, Ekaterini T Tsilou, MD, Prof. Zhengping Zhuang, MD, and Prof. Russell R Lonser M. Neurofibromatosis type 2. *Lancet*. 2009;373(9679):1974–86.
21. Nikolopoulos TP, Fortnum H, O'Donoghue G, Baguley D. Acoustic neuroma growth: A systematic review of the evidence. *Otol Neurotol*. 2010;31(3):478–85.
22. Sughrue ME, Yang I, Aranda D, Lobo K, Pitts LH, Cheung SW, et al. The natural history of untreated sporadic vestibular schwannomas: A comprehensive review of hearing outcomes - Clinical article. *J Neurosurg*. 2010;112(1):163–7.
23. Leon J, Lehrer EJ, Peterson J, Vallow L, Ruiz-Garcia H, Hadley A, et al. Observation or stereotactic radiosurgery for newly diagnosed vestibular schwannomas: A systematic review and meta-analysis. *J Radiosurgery SBRT*. 2019;6(2):91–100.
24. Martin TPC, Senthil L, Chavda S V., Walsh R, Irving RM. A protocol for the conservative management of vestibular schwannomas. *Otol Neurotol*. 2009;30(3):381–5.
25. Lin EP, Crane BT. The management and imaging of vestibular schwannomas. *Am J Neuroradiol*. 2017;38(11):2034–43.
26. Rizk A. Vestibular Schwannoma: Microsurgery or Radiosurgery. En: *Brain Tumors - An Update*. InTech; 2018.

27. Kalogeridi MA, Kougioumtzopoulou A, Zygogianni A, Kouloulis V. Stereotactic radiosurgery and radiotherapy for acoustic neuromas. *Neurosurg Rev.* 2019;
28. Johnson S, Kano H, Faramand A, Pease M, Nakamura A, Hassib M, et al. Long term results of primary radiosurgery for vestibular schwannomas. *J Neurooncol [Internet].* 2019;145(2):247–55. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11060-019-03290-0>
29. Arthurs BJ, Fairbanks RK, Demakas JJ, Lamoreaux WT, Giddings NA, MacKay AR, et al. A review of treatment modalities for vestibular schwannoma. *Neurosurg Rev.* 2011;34(3):265–79.
30. Przybylowski CJ, Baranoski JF, Paisan GM, Chapple KM, Meeusen AJ, Sorensen S, et al. CyberKnife radiosurgery for acoustic neuromas: Tumor control and clinical outcomes. *J Clin Neurosci.* 2019/02/12. mayo de 2019;63:72–6.
31. Lemée JM, Delahaye C, Laccourreye L, Mercier P, Fournier HD. Post-surgical vestibular schwannoma remnant tumors: What to do? *Neurochirurgie [Internet].* 2014;60(5):205–15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuchi.2014.02.013>
32. Hasegawa T, Kida Y, Kobayashi T, Yoshimoto M, Mori Y, Yoshida J. Long-term outcomes in patients with vestibular schwannomas treated using gamma knife surgery: 10-year follow up. *J Neurosurg.* enero de 2005;102(1):10–6.
33. Yang SY, Kim DG, Chung HT, Park SH, Paek SH, Jung HW. Evaluation of tumour response after gamma knife radiosurgery for residual vestibular schwannomas based on MRI morphological features. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2008;79(4):431–6.

34. Khattab MH, Sherry AD, Whitaker R, Wharton DM, Weaver KD, Chambless LB, et al. A Retrospective Cohort Study of Longitudinal Audiologic Assessment in Single and Fractionated Stereotactic Radiosurgery for Vestibular Schwannoma. *Neurosurgery*. 2019;85(6):E1078–83.
35. Murphy ES, Suh JH. Radiotherapy for vestibular schwannomas: A critical review. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2011;79(4):985–97.
36. Carlson ML, Jacob JT, Pollock BE, Neff BA, Tombers NM, Driscoll CLW, et al. Long-term hearing outcomes following stereotactic radiosurgery for vestibular schwannoma: Patterns of hearing loss and variables influencing audiometric decline. *J Neurosurg*. 2013;118(3):579–87.
37. Hayhurst C, Zadeh G. Tumor pseudoprogression following radiosurgery for vestibular schwannoma. *Neuro Oncol*. 2012;14(1):87–92.
38. Mohammed FF, Schwartz ML, Lightstone A, Beachey DJ, Tsao MN. Pseudoprogression of vestibular schwannomas after fractionated stereotactic radiation therapy. *J Radiat Oncol*. 2013;2(1):15–20.
39. Van Gompel JJ, Agazzi S, Carlson ML, Adewumi DA, Hadjipanayis CG, Uhm JH, et al. Congress of Neurological Surgeons Systematic Review and Evidence-Based Guidelines on Emerging Therapies for the Treatment of Patients with Vestibular Schwannomas. *Clin Neurosurg*. 2018;82(2):E52–4.
40. Anderson BM, Khuntia D, Bentzen SM, Geye HM, Hayes LL, Kuo JS, et al. Single institution experience treating 104 vestibular schwannomas with fractionated stereotactic radiation therapy or stereotactic radiosurgery. *J Neurooncol*. 2014;116(1):187–93.
41. Benghiat H, Heyes G, Nightingale P, Hartley A, Tiffany M, Spooner D, et al. Linear accelerator stereotactic radiosurgery for vestibular schwannomas: A UK series. *Clin Oncol*. 2014;26(6):309–15.

42. Boari N, Bailo M, Gagliardi F, Franzin A, Gemma M, del Vecchio A, et al. Gamma Knife radiosurgery for vestibular schwannoma: clinical results at long-term follow-up in a series of 379 patients. *J Neurosurg*. 2014;121(December):123–42.
43. Wangerid T, Bartek J, Svensson M, Förander P. Long-term quality of life and tumour control following gamma knife radiosurgery for vestibular schwannoma. *Acta Neurochir (Wien)*. 2014;156(2):389–96.
44. Ikonomidis C, Pica A, Bloch J, Maire R. Vestibular Schwannoma: The Evolution of Hearing and Tumor Size in Natural Course and after Treatment by LINAC Stereotactic Radiosurgery. *Audiol Neurotol*. 2015;20(6):406–15.
45. Ellenbogen JR, Waqar M, Kinshuck AJ, Jenkinson MD, Lesser THJ, Husband D, et al. Linear accelerator radiosurgery for vestibular schwannomas: Results of medium-term follow-up. *Br J Neurosurg*. 2015;29(5):678–84.
46. Klijn S, Verheul JB, Beute GN, Leenstra S, Mulder JJS, Kunst HPM, et al. Gamma Knife radiosurgery for vestibular schwannomas: Evaluation of tumor control and its predictors in a large patient cohort in the Netherlands. *J Neurosurg*. 2016;124(6):1619–26.
47. Bowden G, Cavaleri J, Monaco E, Niranjan A, Flickinger J, Lunsford LD. Cystic vestibular schwannomas respond best to radiosurgery. *Neurosurgery*. 2017;81(3):490–7.
48. Rueß D, Pöhlmann L, Hellerbach A, Hamisch C, Hoevels M, Treuer H, et al. Acoustic Neuroma Treated with Stereotactic Radiosurgery: Follow-up of 335 Patients. *World Neurosurg*. 2018;116:e194–202.
49. Ros-Sanjuán Á, Iglesias-Moroño S, Troya-Castilla M, Márquez-Márquez B, Herruzo-Cabrera I, Arráez-Sánchez MÁ. LINAC radiosurgery treatment for

vestibular schwannoma. *Neurocirugia*. 2019;30(4):179–87.

50. Hasegawa T, Kida Y, Kobayashi T, Yoshimoto M, Mori Y, Yoshida J. Long-term outcomes in patients with vestibular schwannomas treated using gamma knife surgery: 10-year follow up. *J Neurosurg*. 2013;119 Suppl:10–6.
51. Tanbouzi Hussein S, Piccirillo E, Taibah A, Paties CT, Rizzoli R, Sanna M. Malignancy in vestibular schwannoma after stereotactic radiotherapy: A case report and review of the literature. *Laryngoscope*. 2011;121(5):923–8.
52. Pollock BE, Link MJ, Stafford SL, Parney IF, Garces YI, Foote RL. The Risk of Radiation-Induced Tumors or Malignant Transformation After Single-Fraction Intracranial Radiosurgery: Results Based on a 25-Year Experience. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2017;97(5):919–23.