

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

Gamma-Knife-Radiochirurgie bei Sinus-cavernosus-Meningeomen

Gatterbauer B, Kitz K

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2013; 14 (1), 18-23

Homepage:

www.kup.at/

JNeurolNeurochirPsychiatr

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Indexed in
EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

77. Jahrestagung

Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie



2026
7.–10. Juni
AACHEN

Personalisierte Neurochirurgie – digital, kompetent, vernetzt

dgnc-kongress.de Joint Meeting with the Belgian Society and the Dutch Society of Neurosurgery and Neurosurgeons of Luxembourg

*Werfen Sie einen
Blick ins Programm!*



*Registrieren
Sie sich jetzt!*



Gamma-Knife-Radiochirurgie bei Sinus-cavernosus-Meningeomen

B. Gatterbauer, K. Kitz

Kurzfassung: Sinus-cavernosus-Meningeome sind durch ihre Nahebeziehung zu wichtigen neurovaskulären Strukturen eine therapeutische Herausforderung. Eine Totalresektion des Tumors ist aufgrund der hohen Morbidität kaum möglich, Resttumoren erhöhen das Risiko eines Rezidivs. Stereotaktische Radiochirurgie wurde eine wichtige Therapieoption in der Behandlung von Schädelbasismeningeomen. Dieser Artikel gibt einen Überblick über Indikationen, Ergebnisse und Nebenwirkungen von Gamma-Knife-Radiochirurgie bei Sinus-cavernosus-Meningeomen.

Schlüsselwörter: Sinus-cavernosus-Meningeom, Gamma-Knife-Radiochirurgie

Abstract: Gamma Knife Surgery in Cavernous Sinus Meningiomas. Due to their adjacency to important neurovascular structures cavernous sinus meningiomas are still a therapeutic challenge. Aggressive radical excision leads to a

high incidence of morbidity. Tumour remnants increase the risk of progression in long-term follow-up. Stereotactic radiosurgery has become an option in the treatment of skull base meningiomas. This article gives an overview of indications, results, and side effects of Gamma Knife radiosurgery in cavernous sinus meningiomas. **J Neurol Neurochir Psychiatr 2013; 14 (1): 18–23.**

Key words: cavernous sinus meningioma, Gamma Knife radiosurgery

■ Einleitung

Meningeome sind in > 90 % benigne extraaxiale Raumforderungen des Zentralnervensystems. Die weibliche Prädominanz bei dieser Erkrankung korreliert mit dem endogenen Hormonspiegel und postmenopausal exogen zugeführten Hormonen [1].

Das primäre Therapieziel ist, bei möglichst geringer Morbidität eine Tumorprogression bzw. das Entstehen eines Rezidivs zu minimieren. Seit Harvey Cushing war die Resektion von Meningeomen die Therapie der Wahl [2, 3].

Eine chirurgische Totalresektion von Meningeomen im Bereich der Schädelbasis und vor allem im Bereich der Sinus cavernosi ist aufgrund der Nahebeziehungen zu neurovaskulären Strukturen ohne signifikante Morbidität (bis zu 26 %) kaum erreichbar [4]. Meningeome im Bereich des Sinus cavernosus umwachsen häufig die Arteria carotis interna, angrenzende okulomotorische Nerven, den N. opticus im Optikuskanal, verlagern bei größeren Tumoren das Chiasma opticum und die Hypophyse. Die Tumorrezidivrate liegt selbst bei makroskopischer Totalresektion bei 18–25 %. Radiotherapie nach subtotaler Tumorentfernung bzw. bei atypischen und malignen Meningeomen verringert die Inzidenz der Rezidiventstehung [2].

In den vergangenen Jahrzehnten entwickelte sich die stereotaktische Radiochirurgie (SRS) zu einer Therapiealternative bei Patienten mit hohem Operationsrisiko bzw. nach subtotaler Meningeomentfernung. Durch die geringe Morbidität und Belastung der Patienten sowie die hohe Effektivität und Tumorkontrolle gewinnt die SRS von Schädelbasismeningeomen des Sinus cavernosus zunehmend an Bedeutung.

■ Patienten und Methoden

Gamma-Knife-Radiochirurgie

Unter Radiochirurgie versteht man eine einzeitige, unter stereotaktischen Bedingungen durchgeführte Hochdosisbestrahlung. Das Gamma Knife (GKN) wurde von dem Neurochirurgen Lars Leksell in Schweden entwickelt und 1968 erstmals beim Menschen eingesetzt.

Im GKN wird die Bestrahlungsdosis in 201 Einzelstrahlen aufgeteilt, die sich im Kopf mit einer Genauigkeit von < 0,5 mm in einem Fokus (Isozentrum) wieder bündeln und so in der Tiefe, genau in der Läsion oder dem Tumor die höchste Wirkung entfalten. Dadurch wird am Rand der Bestrahlungszone ein extremer Dosisabfall erreicht, wodurch wichtige, oft strahlenempfindliche Strukturen (Sehnerven, Hirnstamm) geschont oder gar nicht mitbestrahlt werden.

Durch die Anordnung von mehreren Isozentren (4, 8 und 14 mm) innerhalb eines kleinen Bestrahlungsvolumens wird im GKN eine Genauigkeit hinsichtlich der Tumorumhüllung (Dosiskonformität) und der Steilheit des Dosisabfalls erzeugt, die mit keinem anderen Bestrahlungsgerät mit vergleichbarem Aufwand und Sicherheit erreicht werden kann.

Um die hohe Präzision einer Gamma-Knife-Bestrahlung (GKS) gewährleisten zu können, wird bei dem Patienten unter Lokalanästhesie und Sedierung ein stereotaktischer (Leksell-) Rahmen am Kopf fixiert. Unter stereotaktischen Bedingungen erfolgt anschließend die neuroradiologische Bildgebung für die Dosisplanung. MRT-Sequenzen mit minimaler Verzeichnung (T1 axial und koronar mit Gadolinium, 3 mm und T2 axial und koronar 2 mm Schichtdicke) und Dünnschicht-CT-Sequenzen (Knochenfenster) werden angefertigt. Danach erfolgt die 3D-computergestützte Dosisplanung (GammaPlan®, Elekta Instruments).

Patienten

Im Zeitraum von 1994–2009 wurden an der Universitätsklinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, 642 Patienten mit zerebralen Meningeomen radiochirurgisch

Eingelangt am 1. März 2012; angenommen nach Revision am 6. August 2012; Pre-Publishing Online am 14. September 2012

Aus der Universitätsklinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien

Korrespondenzadresse: Dr. med. Brigitte Gatterbauer, Universitätsklinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, A-1090 Wien, Währinger Gürtel 18–20; E-Mail: brigitte.gatterbauer@meduniwien.ac.at

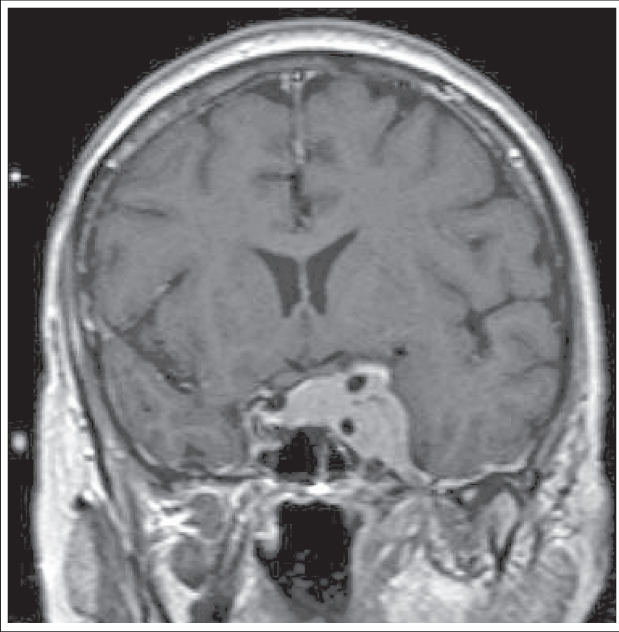


Abbildung 1: Patientin, 64 a, Sinus-cavernosus-Meningeom links, Symptome: leichte gelegentliche Kopfschmerzen, kein Gesichtsfelddefekt. Chiasma durch Tumor angehoben, glatte, konvexe Außenkontur.

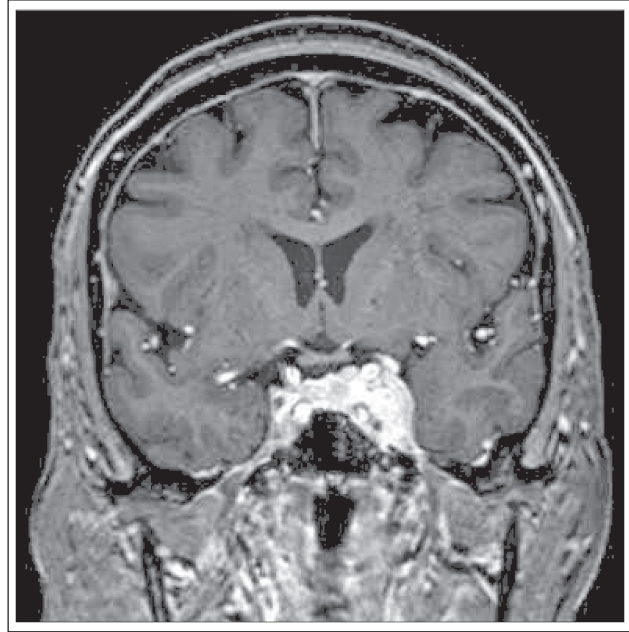


Abbildung 3: Follow-up 2007: Tumor regredient, Chiasma nicht mehr angehoben, Abstand zwischen Tumor und Chiasma opticum, klinisch symptomfrei.

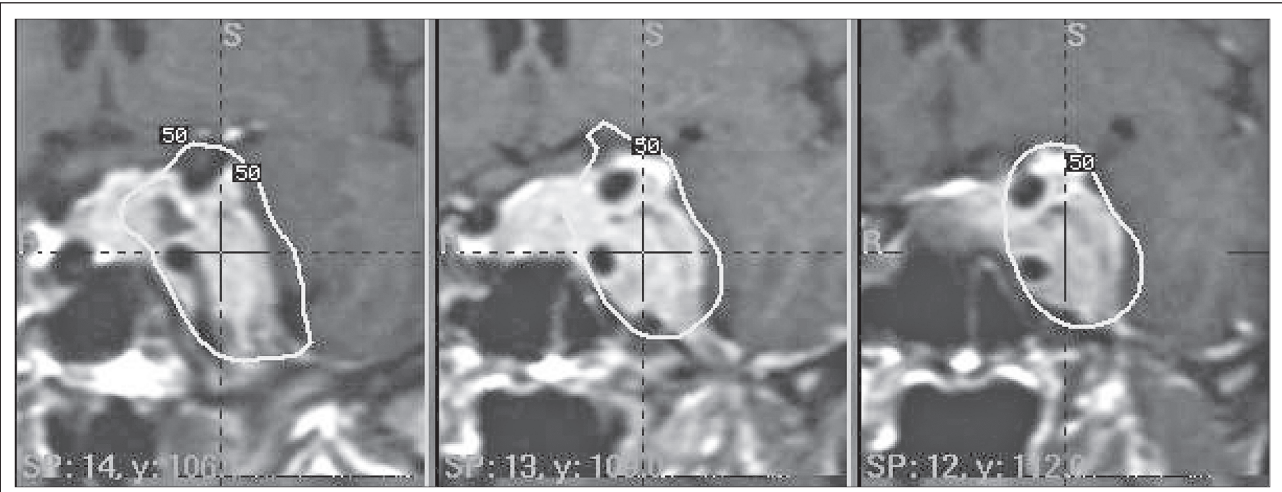


Abbildung 2: Gamma-Knife-Dosisplan 1999: 14/28 Gy, 50 % Isodose, chiasmaanliegender Tumoranteil außerhalb der 50 % Isodose, 9,5 Gy Dosisbelastung des lat. Chiasmas, PTV: 18,5 cm³.

mit dem Gamma Knife behandelt, davon war der Schädelbasistumor bei 121 Patienten im Sinus cavernosus gelegen. Es besteht eine deutliche Prävalenz der Patientinnen (111/10). Das Dosisvolumen betrug im Mittel 11,7 cm³ bei einer mittleren Randdosis von 14 Gy und einer Zentrumsdosis von 28 Gy. Das mittlere Alter betrug 56,8 Jahre.

Follow-up

Es werden jährliche neuroradiologische Kontrollen durchgeführt und die Tumorgöße mit den Planungsbildern verglichen. Patienten werden über Verbesserung bzw. Verschlechterung der bestehenden Symptome und nach neu aufgetretenen Symptomen befragt.

Eine Tumorvergrößerung bzw. -verkleinerung von mindestens 2 mm wird als Progression bzw. Regression definiert.

Indikationen

GKS wird als Einzeltherapie bzw. in Kombination mit der Resektion eingesetzt. Bei großen Tumoren mit raumfordernder Wirkung sollte wenn möglich der extrakavernöse Anteil verkleinert werden. Durch spätere GKS kann das Tumorrezidivrisiko bei geringer Morbidität deutlich reduziert werden.

Radiochirurgie beim Sinus-cavernosus-Meningeom kann bei einem Tumordurchmesser < 3,5 cm weitgehend sicher durchgeführt werden. Durch die nahe topographische Lagebeziehung von Meningeomen im Sinus cavernosus zum optischen System ist zur Vermeidung einer Optikusneuropathie eine exakte Dosisplanung von zentraler Bedeutung. Bei älteren Patienten mit hohem Operationsrisiko können auch größere Tumoren behandelt werden. Die Tumorgrenzzone am N. opticus bzw. am Chiasma opticum wird dann allerdings in der Do-

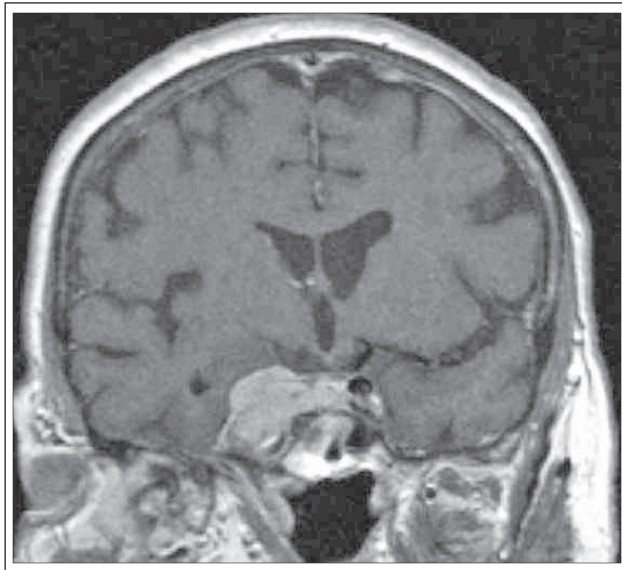


Abbildung 4: Sinus-cavernosus-Meningeom rechts, Patientin, 74 a.

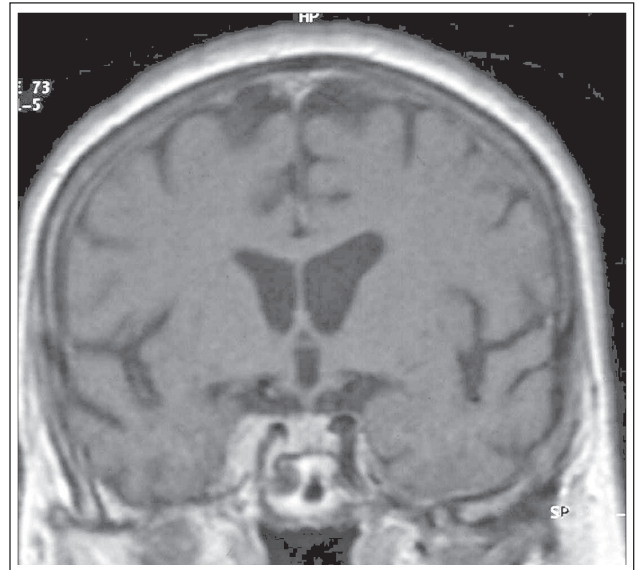


Abbildung 6: MR-Kontrolle 2005, deutliche Schrumpfung des Tumors nach Gamma Knife.

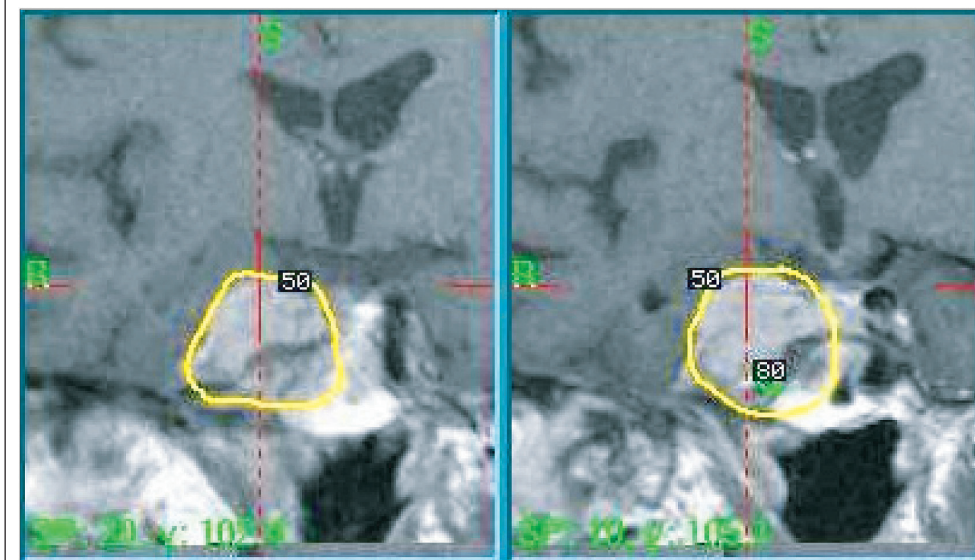


Abbildung 5: Gamma-Knife-Dosisplan 2000: 14/18 Gy, 50 % Isodose, PTV 12,1 cm³.

sisplanung mit einer reduzierten Dosis abgedeckt, was langfristig das Risiko einer Tumorprogression in diesem Bereich bedeuten kann.

■ Resultate

Bei 30,2 % der Patienten wurde ein Resttumor nach Resektion, bei 34,0 % ein Rezidiv bestrahlt und bei 35,8 % wurde GKS als Ersttherapie eingesetzt. Von 42,1 % war die genaue Histologie nicht bekannt. Der Großteil der histopathologisch untersuchten Meningeome war endotheliomatös (49,1 %), jeweils 3,5 % fibroblastisch bzw. endofibroblastisch und 1,8 % atypisch.

Von den 54 präoperativ symptomatischen Patienten gaben 14 unspezifische Symptome wie Kopfschmerzen, Übelkeit, Erbrechen, Anfälle und Schwindel an, 13 Patienten zeigten eine Visus- bzw. Gesichtsfeldeinschränkung, von 13 Patienten wurden Hyp-, Par- bzw. Dysästhesien angegeben. Exophthal-

mus bestand bei 7, eine Okulomotoriusparese bei 15 Patienten. 8 Patienten klagten über eine Trigemineuralgie und 15 über Doppelbilder.

Fünf Patienten entwickelten nach 1–4 Monaten Symptome, wie eine starke Cephalaea, die sich wieder zurückbildete. Jeweils ein Patient klagte über eine neue bzw. verstärkte Trigemineuralgie und ein Patient entwickelte eine Dysästhesie im Versorgungsgebiet des N. trigeminus.

Im Follow-up gaben 46,9 % stabile Symptome an, bei 44,9 % kam es zu einer Verbesserung der Beschwerden, jeweils 4,1 % blieben beschwerdefrei bzw. gaben eine klinische Verschlechterung an.

Diese Daten sind vergleichbar mit Langzeit-Follow-up-Resultaten aus mehr als 8 Jahren, wo durch GKS eine Tumorkontrolle von Meningeomen in 94 % erreicht werden konnte [5].

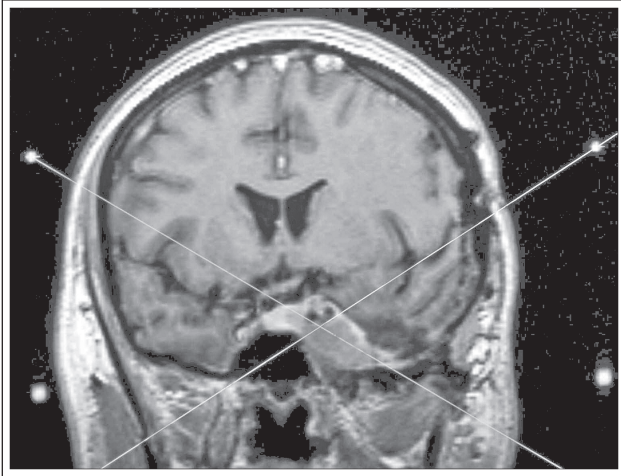


Abbildung 7: Patientin, 47 a, 2x voroperiertes endotheliomatöses Meningeom, GKN 1994, 16/32 Gy, PTV 16 cm³.

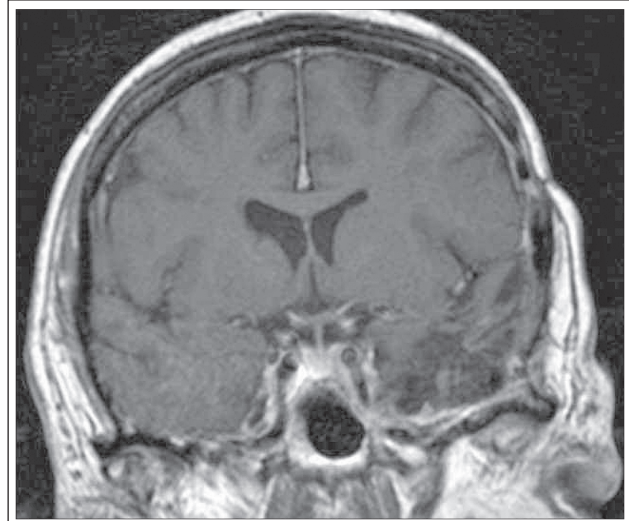


Abbildung 8: Nach 13-Jahren Follow-up fast komplette Tumorschrumpfung, Klinik idem, postoperative Beschwerden unverändert.

Follow-up

Bei 63,2 % der radiochirurgisch behandelten Tumoren konnte eine Regression und bei 31,6 % Tumorstabilität erreicht werden. Bei 5,2 % zeigte sich eine Größenzunahme des Tumors.

■ Diskussion

Trotz Einführung des Neuromonitorings und verbesserter präoperativer Planung ist die chirurgische Therapie der Sinus-cavernosus-Meningeome auch heute noch eine Herausforderung. Die Läsionen infiltrieren Gefäße und umwachsen Hirnnerven. Durch die Involvierung der neurovaskulären Strukturen entwickeln die Patienten Symptome wie Ptose, Diplopie, Anisokorie bzw. Ophthalmoplegie. Reicht der Tumor bis zum N. trigeminus, entsteht eventuell ein Taubheitsgefühl im Gesichtsbereich.

Durch die Kompression der Arteria carotis interna kann es zu ischämischen Defiziten kommen. Selten werden hypophysäre Dysfunktionen beobachtet.

Sinus-cavernosus-Meningeome werden am besten in der MRT dargestellt. Sie nehmen Gadolinium auf und zeigen typischerweise Duratails. Diese sollten in der Dosisplanung enthalten sein, um die Rezidivwahrscheinlichkeit zu minimieren.

Abhängig von der Größe des Tumors, dem Allgemeinzustand und den Komorbiditäten des Patienten gibt es 3 Therapieoptionen für Sinus-cavernosus-Meningeome: Observation, mikrochirurgische Resektion und Radiochirurgie/-therapie.

Da Meningeome lange Zeit ruhig bleiben oder nur geringfügig wachsen, können kleinvolumige Tumoren observiert und in regelmäßigen Abständen neuroradiologisch kontrolliert werden [6]. Diese Läsionen sind meist klinisch-neurologisch stumm und werden oft zufällig diagnostiziert.

In den radiologischen Verlaufskontrollen progrediente Meningeome sollten therapiert werden. In Abhängigkeit von Größe und Raumforderung des extrakavernösen Anteils wird

eine SRS bzw. mikrochirurgische Resektion vor SRS empfohlen.

Eine Totalresektion beim Sinus-cavernosus-Meningeom ist ohne signifikante Morbidität kaum möglich. In publizierten Serien lag die Rate von Totalresektionen zwischen 22,9 % und 100 % [4]. Die permanente Hirnnervenschädigung betrug 8–26 %, die Mortalität lag zwischen 0 und 7 % [4]. Durch Teilresektion kann man die präoperative neurologische Funktion auf Kosten der Tumorkontrolle erhalten.

Kallio et al. [7] berichteten von einer Rezidivrate nach kompletter Tumorsektion von 7 %, 20 % und 32 % nach 5, 10 bzw. 15 Jahren. Nach subtotaler Resektion stieg sie auf 32 %, 55 % und 91 %.

Mit fraktionierter Radiotherapie konnte man das progressionsfreie Überleben (PFS) steigern. In mehreren Studien liegt das 5-Jahres-PFS zwischen 89 und 100 %, die 10-Jahres-PFS-Rate zwischen 81 und 92,8 % [4].

Die stereotaktische Radiochirurgie ermöglicht es durch eine hochfokussierte einzeitige Hochdosisbestrahlung, eine unregelmäßige Tumorkontur zu behandeln. Durch den steilen Dosisabfall werden umgebende Strukturen geschont und das Bestrahlungsvolumen (PTV) wird verringert.

Das 5- und 10-Jahres-PFS liegt bei 95 und 93 %. Shin et al. [8] berichteten eine deutlich geringere Tumorkontrollrate. Das 3-Jahres-PFS lag bei 86,4 %, das 10-Jahres-PFS bei 82,3 %. Tumoren, die mit 14 Gy Randdosis abgedeckt wurden, blieben stabil. Mit 10–12 Gy untersättigte Anteile rezidierten in 20 %, nicht-radierte Tumoranteile in 100 %.

Hagesawa et al. berichteten von einem 5- und 10-Jahres-PFS von 87 bzw. 73 %. Bei den meisten Patienten kam es zu einer Tumorprogression außerhalb des Bestrahlungsfeldes und diese waren voroperiert [9]. Hagesawa et al. bestrahlten im Vergleich zu anderen Studien große Tumoren (mittleres Volumen 14 cm³) mit einer Randdosis von 13 Gy und einer Untersätti-

gung im Bereich des N. opticus. Dies könnte eine Erklärung für das geringere PFS sein.

Die Einbeziehung der „Dural Tails“ wurde lange kontrovers diskutiert. Sie entstehen einerseits durch erhöhte Vaskularisierung (gesteigerte Permeabilität, Dilatation und Kongestion), andererseits wurden histologisch Tumoranteile nachgewiesen [10]. DiBiase et al. [11] untersuchten die Rolle der „Dural Tails“ in GKS und fanden ein PFS von 96 % bei Mitbestrahlung der „Dural Tails“ im Vergleich zu 77 % ohne Mitbestrahlung in den Bestrahlungsplan. In unserer Serie lagen die „Dural Tails“ im Bestrahlungsfeld, wodurch wir „Out-of-field“-Rezidive vermeiden konnten.

Williams et al. [12] geben ein 5-Jahres-PFS von 95 % und ein 10-Jahres-PFS von 69 % an. Geringeres Tumolvolumen und jüngeres Alter sind mit einer höheren Tumorkontrollrate assoziiert.

Bei GKS als erste Therapieoption kommt es zu besseren Resultaten verglichen mit dem Post-OP-Einsatz. Lee et al. [4] beschrieben, dass das 5-Jahres-PFS bei primär radiochirurgisch behandelten Patienten bei 96,9 % liegt. Bei adjuvant radiierten Patienten inklusive atypischen und malignen Meningeomen beträgt es 79,6 %, bei postoperativ radiierten WHO-I-Meningeomen 90,4 %. Unmittelbar postoperativ kommt es zu radiologischen Veränderungen in der MRT, die die Targetdefinition erschweren. Dies könnte eine Ursache für die niedrigere Tumorkontrolle in der adjuvanten Gruppe sein. Wir empfehlen daher, einen radiochirurgischen Eingriff frühestens 3 Monate nach der Resektion zu planen.

Prinzipiell kann man frühe und späte Nebenwirkungen unterscheiden. Frühe Nebenwirkungen treten innerhalb weniger Tage nach GKS auf und sind meist unspezifisch, wie Kopfschmerzen, Übelkeit und Erbrechen.

Späte Nebenwirkungen treten erst ca. ein halbes Jahr nach dem Eingriff auf. In der Literatur wurden Gesichtsfeldeinschränkung, Sehverschlechterung, Trigemineuralgie, Ulzera der Cornea, partial komplexe Anfälle, Hydrozephalus (Inzidenz: 6,7 %) [4], Radionekrose [13] und vaskuläre Komplikationen [14] beschrieben.

Die optische Neuropathie entsteht in 26,7 %, wenn das optische System mit 10–15 Gy bestrahlt wird, und in 77,8 % nach einer Dosisbelastung mit > 10 Gy [4].

Die okulomotorischen Nerven im Sinus cavernosus sind relativ resistent für GKS. In der Regel bleibt die okulomotorische Funktion erhalten, teilweise verbessert sie sich.

Der N. trigeminus ist empfindlicher. Lee et al. berichteten von 5 Patienten mit Trigemineuralgie nach GKS, wobei sie bei 3 Patienten bereits präexistent war. Bei einem Patienten bildete sie sich wieder komplett zurück [4]. Auch in unserer Serie entwickelte ein Patient eine *De-novo*-Trigemineuralgie, ein Patient gab eine Schmerzexazerbation an, die wieder zurückging.

Eine kognitive Verschlechterung nach GKS von Sinus-cavernosus-Meningeomen ist selten zu beobachten. In der neuro-

radiologischen Abklärung zeigt sich meist ein Hydrozephalus als Ursache, der mit einem Shunt gut behandelbar ist.

Im Gegensatz zu Gliomen und Metastasen kommt es bei Meningeomen sehr selten zu Einblutungen. Die intratumorale Blutungsrate nach GKS liegt bei ca. 2 %. Die histologische Aufarbeitung ergab keinen Hinweis auf spezifische radiochirurgische Veränderungen, sodass das GKN keinen signifikanten Faktor für die Blutung darstellt.

Gefäßverschlüsse mit ischämischen zerebralen Defiziten entstehen ab einer Dosis von ca. 25 Gy [14, 15].

In unserer Serie konnte kein Fall einer Tumorableitung bzw. einer Ischämie im Versorgungsgebiet der Arteria carotis interna beobachtet werden.

Die Gamma-Knife-Behandlung der Meningeome im Sinus cavernosus ist eine sichere Therapieform. Die in der Literatur angegebene, signifikante radiochirurgische Toxizität bei im Gamma Knife behandelten Sinus-cavernosus-Meningeomen liegt bei < 5 % [8].

Durch die weitere Optimierung der 3D-computergestützten Dosisplanung und der weiteren Verbesserung in der MR-Bildgebung ist eine weitere Abnahme der Behandlungsmorbidität zu erwarten.

■ Relevanz für die Praxis

Gamma-Knife-Radiochirurgie ist eine sichere Therapie für ausgewählte Patienten mit Sinus-cavernosus-Meningeomen. Eine Stabilisierung bzw. Reduktion des Tumolvolumens konnte in unserer Serie in bis zu 94,8 % erreicht werden.

Eine optische Neuropathie kann bei einer Bestrahlungsdosis < 10 Gy auf das optische System verhindert werden. Reicht das Meningeom bis an den N. opticus, das Chiasma opticum bzw. den Tractus opticus heran oder ist das Tumolvolumen für GKN zu groß, sollte der Tumor primär mikrochirurgisch verkleinert werden. Der Resttumor kann nach frühestens 3 Monaten bestrahlt werden.

■ Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur:

1. Rockhill J, Mrugala M, Chamberlain MC. Intracranial meningiomas: an overview of diagnosis and treatment. *Neurosurg Focus* 2007; 23: E1.
2. Pollock BE. Stereotactic radiosurgery for intracranial meningiomas: indications and results. *Neurosurg Focus* 2003; 14: E4.
3. Cushing H, Eisenhardt L. Meningiomas. Their classification, regional behavior, life history, and surgical end results. Charles C. Thomas, Springfield, IL, 1938.
4. Lee JYK, Niranjana A, McInerney J, et al. Stereotactic radiosurgery providing long-term tumor control of cavernous sinus meningiomas. *J Neurosurgery* 2002; 97: 65–72.
5. Zachenhofer I, Wolfsberger S, Aichholzer M, et al. Gamma-knife radiosurgery for cranial base meningioma: experience of tumor control, clinical course, and morbidity in a follow up of more than 8 years. *Neurosurgery* 2006; 58: 28–36.
6. Heth JA, Al-Mefty O. Cavernous sinus meningiomas. *Neurosurg Focus* 2003; 14: E3.
7. Kallio M, Sankila R, Hakulinen T, et al. Factors affecting operative and excess long-term mortality in 935 patients with intracranial meningioma. *Neurosurgery* 1992; 31: 2–12.

8. Shin M, Kurita H, Sasaki T, et al. Analysis of treatment outcome after stereotactic radiosurgery for cavernous sinus meningiomas. *J Neurosurg* 2001; 95: 435–9.
9. Hasegawa T, Kida Y, Yoshimoto M, et al. Long-term outcome of Gamma Knife surgery for cavernous sinus meningioma. *J Neurosurg* 2007; 107: 745–51.
10. Davidson L, Fishback D, Russin JJ, et al. Postoperative Gamma Knife surgery for benign meningiomas of cranial base. *Neurosurg Focus* 2007; 23: E6.
11. DiBiase SJ, Kwock Y, Yovino S, et al. Factors predicting local tumor control after gamma knife stereotactic radiosurgery for benign intracranial meningiomas. *Int J Radiat Oncol Bio Phys* 2004; 60: 1515–9.
12. Williams BJ, Yen CP, Starke RM, et al. Gamma Knife surgery for parasellar meningiomas: long-term results including complications, predictive factors, and progression free survival. *J Neurosurg* 2011; 114: 1571–7.
13. Engelhard HH. Current status of radiation therapy and radiosurgery in the treatment of intracranial meningiomas. *Neurosurg Focus* 1997; 2: E6.
14. Barami K, Grow A, Brem S, et al. Vascular complications after radiosurgery for meningiomas. *Neurosurg Focus* 2007; 22: E9.
15. Kwon Y, Ahn JS, Jeon SR, et al. Intratumoral bleeding in meningiomas after gamma knife radiosurgery *J Neurosurg* 2002; 97 (Suppl 5): 657–62.

Dr. med. Brigitte Gatterbauer

Fachärztin für Neurochirurgie an der Universitätsklinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien.

Schwerpunkt: Radiochirurgie und Stereotaxie.



Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

☒ [Bilddatenbank](#)

☒ [Artikeldatenbank](#)

☒ [Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ [Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)