

Journal für

# Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/  
JNeuroI Neurochir Psychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**Protonenbestrahlung bei  
Schädelbasismeningeomen: Erste  
Erfahrungen in der Zusammenarbeit  
zwischen der Neurochirurgie SMZ-Ost  
Donauspital und dem MedAustron //  
Proton therapy for treatment of  
skull base meningiomas**

Pfisterer WK, Rossmann T  
Lütgendorf-Caucig C, Georg P  
Mühlbauer M, Hug EB

*Journal für Neurologie  
Neurochirurgie und Psychiatrie  
2019; 20 (3), 100-104*

Homepage:

**[www.kup.at/  
JNeuroI Neurochir Psychiatr](http://www.kup.at/JNeuroI Neurochir Psychiatr)**

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,-

Journal für

# Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

## Datenschutz:

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files des Journals für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

## Lieferung:

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe des Journals für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

## Abbestellen:

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

# e-Abo

## Das e-Journal **Journal für Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie**

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

# Protonenbestrahlung bei Schädelbasismeningeomen: Erste Erfahrungen in der Zusammenarbeit zwischen der Neurochirurgie SMZ-Ost Donauespital und dem MedAustron

W. K. Pfisterer<sup>1</sup>, T. Rossmann<sup>1</sup>, C. Lütgendorf-Caucig<sup>2</sup>, P. Georg<sup>2</sup>, M. Mühlbauer<sup>1</sup>, E. B. Hug<sup>2</sup>

**Kurzfassung:** *Einleitung:* Die Totalexstirpation von Schädelbasismeningeomen, insbesondere wenn sie in den Sinus cavernosus, in die Orbita einwachsen oder durch die knöcherne Schädelbasis hindurchwachsen, wäre zumeist nur mit erheblichen neurologischen Ausfällen erreichbar. Eine postoperative Protonenbestrahlung nach subtotaler Exstirpation stellt eine Behandlungsalternative dar.

*Patienten und Methoden:* Wir haben 3 Patienten nach stattgehabter Operation und nach Tumorboardbeschluss im MedAustron vorgestellt. Patientin 1 wurde zweimal an einem Opticusscheidenmeningeom, Patient 2 an einem Sinus cavernosus-Meningeom mit Einwachsen in die Fissura orbitalis superior und Patientin 3 an einem ausgedehnten frontotemporalen Meningeom mit Einwachsen ins Keilbein und Vordringen in die Fossa pterygopalatina operiert. Die Patienten 1 und 2 erhielten eine Gesamtdosis von 54 Gy RBE (radiobiological equivalent) und Patientin 3 von 59,4 Gy RBE.

*Ergebnisse:* Die präoperativen neurologischen Symptome der Patienten konnten durch die Operationen deutlich gebessert werden. Nach abgeschlossener Strahlentherapie blieben die Patienten neurologisch unverändert;

eine nennenswerte Beeinträchtigung der Lebensqualität trat nicht ein.

*Diskussion:* Unsere ersten Erfahrungen mit der kombinierten Behandlungsform – subtotale Meningeomexstirpation und anschließende Protonenbestrahlung – spricht zunächst einmal für eine Fortsetzung dieser Vorgehensweise. Aufgrund des kurzen Beobachtungszeitraumes ist eine Beurteilung der Wirkung der Protonenbestrahlung noch nicht möglich. Die klinischen und radiologischen Verläufe müssen nach längerem Follow-up reevaluiert werden.

**Schlüsselwörter:** Protonenbestrahlung, Schädelbasismeningeom, Radiochirurgie, subtotale Tumorexstirpation

**Abstract: Proton therapy for treatment of skull base meningiomas: First experience of cooperation between the department of Neurosurgery SMZ-Ost Donauespital and the MedAustron.** Total extirpation of skull base meningiomas especially when tumors involve the sinus cavernosus, the orbit or penetrate the skull base may result in severe neurological deficits. Treatment strategies to minimize

complications and late side effects are important. Proton radiation therapy (RT) used for the treatment of meningiomas allows less integral dose to normal tissue and greater homogeneity than photon RT. We treated 3 patients with grade I meningiomas (optic nerve sheath and sinus cavernosus) after partial tumor resection by proton RT with 54 Gy radiobiological equivalent (RBE) dose in two cases and 59,5 Gy RBE in one case. Preoperative neurological deficits were improved in all patients after operation and no new deficits/no deteriorations after radiation were detected. Assessment of quality of life using standardized tests (EORTC) showed no impairment. However the follow-up is short (3 months in 1 case, 6 months in 1 case, 12 months in 1 case). Our first experience with combining partial/subtotal resection of meningiomas and adjuvant proton RT leads us to continue this strategy. Longer follow-up is needed to evaluate the period of tumor control and late side effects. *J Neurol Neurochir Psychiatr* 2019; 20 (3): 100–4.

**Keywords:** proton radiation therapy, skull base meningiomas, stereotactic radiosurgery, subtotal tumour resection

## ■ Einleitung

Das ideale Konzept zur Behandlung von Patienten mit einem intrakraniellen Meningeom umfasst neben der Mikrochirurgie auch die Einbindung der Radiochirurgie bzw. die Kombination beider Methoden [1]. Bis heute gilt die Gamma-Knife-Radiochirurgie als „Goldstandard“ für die Behandlung von WHO-Grad I Meningeomen. Multizentrische Studien mit bis zu 5300 Meningeomen präsentieren ausgezeichnete Ergebnisse [2]. Besonders im Falle von ausgedehnten Meningeomen, die in heiklen Regionen liegen, entscheidet der Neurochirurg oftmals, auf eine radikale Tumorexstirpation zu verzichten und eine anschließende Radiochirurgie zu veranlassen, um das Risiko neurologischer Ausfälle zu verringern [1, 3–5]. Die Radiochirurgie verwendet hierbei hohe Einzeldosen und wird deshalb vor allem bei kleinen Resttumoren eingesetzt.

Eine weitere Limitation für die Radiochirurgie stellt die Nähebeziehung zu kritischen Strukturen wie Hirnstamm und /

oder Strukturen des anterioren optischen Pathways dar [6]. In solchen Situationen ist eine fraktionierte lokale Bestrahlung vorzuziehen, um das Risiko möglicher Spätfolgen mit entsprechenden neurologischen Ausfällen so gering wie möglich zu halten. Alternative Behandlungsoptionen stellen in solchen Situationen die fraktionierte Bestrahlung mit Protonen oder ebenfalls die fraktionierte LINAC-basierte Photonenbestrahlung dar. Die Bestrahlung mit Protonen oder Photonen ist wie das Gamma-Knife auch ein Verfahren, bei dem ionisierende Strahlung gezielt eingesetzt wird, um Tumorzellen zu zerstören bzw. am Wachstum zu hindern.

Die beiden Verfahren unterscheiden sich physikalisch: Beim Gamma-Knife wie auch bei der LINAC-basierten Bestrahlung kommen ultraharte Röntgenstrahlen / Photonen zum Einsatz, welche eine Eintritts-, als auch Austrittsdosis im umliegenden Normalgewebe abgeben. Daraus resultiert unter anderem die Limitation dieser Verfahren in Bezug auf die Nähe zu den Risikostrukturen, weil sie hier auch eine Strahlenbelastung darstellen. Demgegenüber haben Protonen zwar auch eine Eintrittsdosis zwischen Körperoberfläche und dem Zielgebiet / Tumor, allerdings auf Grund von unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften (andere Tiefendosisverteilung) haben sie keine Austrittsdosis. Die radiobiologische Wirkung der Protonenbestrahlung ist ähnlich der Photonenbestrahlung. Aus diesen Gründen stellt die Protonenbestrahlung wegen einerseits der

Eingelangt am: 12.03.2019, angenommen nach Review am: 19.03.2019, Pre-Publishing Online am 30.04.2019

Aus der <sup>1</sup>Neurochirurgischen Abteilung SMZ-Ost Donauespital Wien, und <sup>2</sup>EBG MedAustron GmbH, Wiener Neustadt

**Korrespondenzadresse:** OA PD Dr. Wolfgang Pfisterer, Neurochirurgische Abteilung, SMZO Donauespital, A-1220 Wien, Langobardenstraße 122, E-mail: wolfgang.pfisterer@wienkav.at

**Tabelle 1:** Klinische Daten, Tumorlokalisation und Therapieplan mit Operation (OP) und Protonenradiotherapie (PRT)

Patient	Alter	Anamnese/Symptome	Tumorlokalisation	Therapieplan
1	56 a	Visusstörung links (4 Monate)	Opticusscheidenmeningeom links	OP 11/2012 und 9/2016 PRT 2–4/2017
2	52 a	Doppelbilder durch NIII und NIV Parese Visusstörung links (6 Monate)	Meningeom Sinus cavernosus und Fissura orbitalis superior links	OP 4/2017 PRT 1–3/2018
3	62 a	TU bekannt seit 2007 2014: Radiatio 50 Gy 2017: Ophthalmoplegie u Anopsie rechts	Meningeom Sinus cavernosus und Fossa pterygopalatina rechts	OP 11/2017 PRT 3–4/2018

günstigeren Dosisverteilung bis zum Zielort und andererseits der gleichen biologischen Wirksamkeit eine bessere Alternative dar [7, 8].

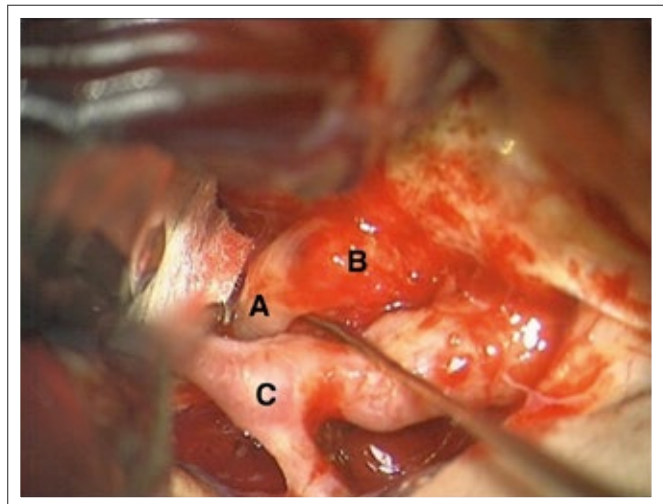
**■ Patienten und Methoden**

Die klinischen Daten, die Tumorlokalisationen und die Behandlungspläne der Patienten sind in Tabelle 1 angegeben. Patientin 1 wurde erstmals im November 2012 nach Auftreten einer zunehmenden Visusstörung am linken Auge über 4 Monate an einem linksseitigen Opticusscheidenmeningeom operiert (Opticuskanaldekompensation und Tumorteilexstirpation). Nach 3 Monaten anhaltender postoperativer Sehverschlechterung links kam es letztendlich zu einer deutlichen Verbesserung des Sehvermögens (auch Verbesserung gegenüber präoperativ). Im Jahr 2016 verschlechterte sich das Sehvermögen links wieder und die Patientin wurde im September 2016 erneut operiert. Aufgrund der Tumorbeschaffenheit (derb) und Anhaften des Meningeoms am Nervus opticus war nur eine neuerliche Teilexstirpation möglich.

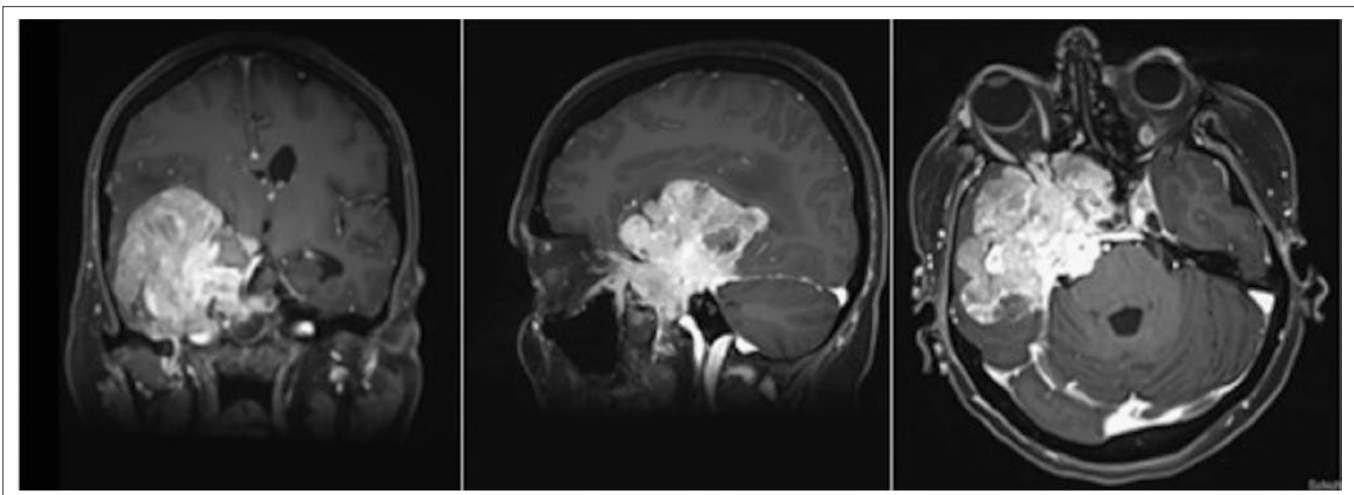
Patient 2 hatte eine Visusstörung am linken Auge mit Doppelbildern über 6 Monate und zuletzt auch einer Ptose aufgrund einer Parese des N. oculomotorius und N. trochlearis. Die Operation des Sinus cavernosus-Meningeoms mit Einwachsen in die Fissura orbitalis superior erfolgte im April 2017 mittels Tumorteilexstirpation und Dekompensation der Fissura orbitalis superior sowie des Opticuskanals links (Abbildung 1).

Patientin 3 hatte eine langjährige Anamnese mit zunächst geringfügigen Gesichtsfeldeinschränkungen. Bereits 2007 wurde radiologisch ein (höchstwahrscheinliches) Meningeom im

Sinus cavernosus mit Einwachsen ins Keilbein und Vordringen in die Fossa pterygopalatina rechts festgestellt. Es wurde ein beobachtendes Vorgehen beschlossen und 2014 erfolgte bei Progredienz eine Radiatio mit Photonen bis zu einer Gesamtdosis von 50 Gy. Mitte des Jahres 2017 kam es zu einer progredienten klinischen Verschlechterung der Patientin mit Auftreten eines frontalen Psychosyndroms, einer Ophthalmoplegie und Anopsie rechts und einer zunehmenden Visusstörung links. Auch radiologisch fand sich eine erhebliche Progredienz, so dass eine baldige Operationsindikation gestellt wurde. Die Tumorteilexstirpation erfolgte im November 2017. Die präoperativen MR-Bilder dieser Patientin sind in Abbildung 2 dargestellt. *Anmerkung:* Diese Patientin hatte im Jahr



**Abbildung 1:** Intraoperativer Situs Patient 2  
A: N. oculomotorius, B: Meningeom, C: Carotisbifurkation

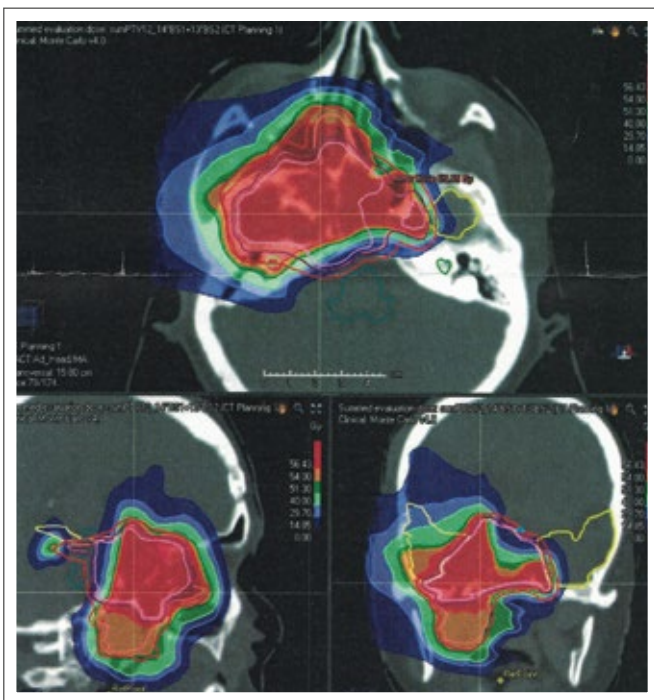


**Abbildung 2:** Präoperative T1-MRT mit KM von Patientin 3

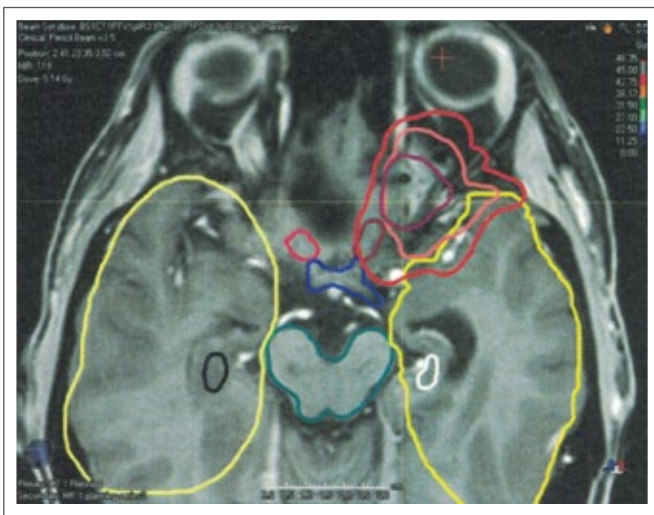
2009 aufgrund eines nodalen Marginalzonen-Lymphoms im Thorax eine Radio- und Chemotherapie.

Standardmäßig wurden abgesehen von prä- und postoperativer MR- und CT-Bildgebung ein Hypophysenhormonstatus, eine augenärztliche Untersuchung, ein Audiogramm sowie ein Ga68-DOTANOC PET-CT vor dem Beginn der Protonentherapie durchgeführt [9].

Die Behandlungspläne für alle drei Patienten wurden prä- und postoperativ im Rahmen des Tumorboards erstellt. Die Ablehnung einer Gamma-Knife-Bestrahlung erfolgte bei Patientin 1 aufgrund der Nähe zum N. opticus und bei Patient 2 und Patientin 3 aufgrund der Tumorgöße. In Zusammenschau aller Fakten erfolgte daher der Beschluss, die Patienten zur Protonentherapie im MedAustron vorzustellen.



**Abbildung 3:** Verteilung der Isodosen – SIB-Plan für Patientin 3; PTV in rot



**Abbildung 4:** Patientin 1: Risikoorgane Nn. optici (rot und rosa), Chiasma (blau), Hirnstamm (grün), Hippocampus (schwarz und weiß) und Temporallappen (gelb)

Die Protonenbestrahlung fand zwischen 04/2017 und 04/2018 statt. Alle Patienten erhielten eine lokale fraktionierte Radiotherapie in kurativer Intention im Bereich des bekannten Meningeoms. Die Definition der Zielvolumina erfolgte ICRU-konform (International Commission on Radiation Units and Measurements). Das Gross Tumor Volume (GTV) entsprach dem Restmeningeom (MRT, PET), das Clinical Target Volume (CTV1) entsprach dem GTV, der Resektionshöhle und den meningealen Ausläufern/Verdickungen. Das CTV2 entsprach dem GTV. Beide TVs wurden von einem 3 mm isotropischen Margin umgeben, um potentielle systematische und /oder zufällige Fehler zu kompensieren (Planning Target Volume: PTV1 um CTV1 und PTV2 um CTV2).

Das PTV1 beinhaltete bei Patientin 1 die Opticusscheide links und reichte bis an den Keilbeinflügel und das Chiasma heran. Die vorgeschriebene Gesamtdosis betrug 54,0 Gy RBE (relative biological equivalence dose). Davon wurden 50,4 Gy RBE (1,8 Gy RBE Einzeldosis) im Bereich der präoperativen Meningeomausbreitung plus durale Ausdehnung (PTV1) und ein 3,6 Gy RBE (1,8 Gy RBE Einzeldosis) Boost am postoperativen Meningeomrest (PTV2) appliziert.

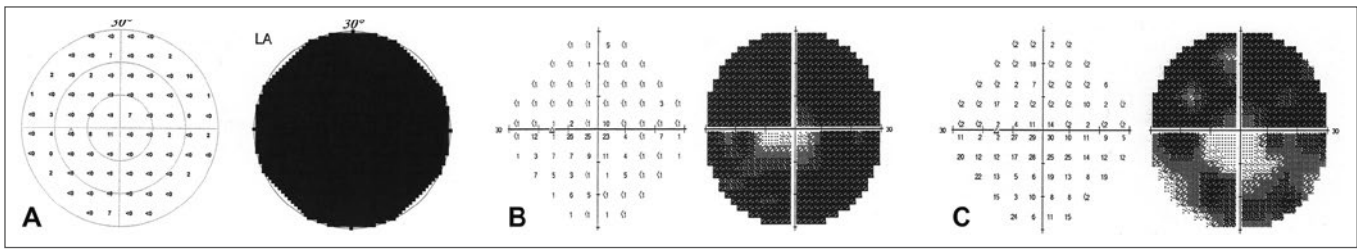
Patient 2 erhielt ebenfalls eine primäre lokale Bestrahlung mit 50,4 Gy RBE (1,8 Gy RBE Einzeldosis) im erweiterten Resektionsgebiet (PTV1) und 54,04 Gy RBE (1,93 Gy RBE Einzeldosis) im Resttumor mittels simultan integrierter Boost-Technik (SIB).

Patientin 3 erhielt eine adjuvante Re-Radiotherapie im Bereich des erweiterten Resektionsgebietes inklusive eines Sicherheitsabstandes von 0,5 cm entlang der Meningen (PTV1) mit einer Gesamtdosis von 54,0 Gy RBE (2,0 Gy RBE Einzeldosis). Im Bereich des Restmeningeoms (PTV2) wurden 59,4 Gy RBE (2,2 Gy RBE Einzeldosis) aufgrund des erhöhten Proliferationsindex des Tumors (bis zu 20 %) mittels SIB appliziert (Abbildung 3).

Die Risikoorgane Nn. optici, Chiasma, Hirnstamm, Hippocampus beidseits und Temporallappen beidseits etc. wurden mit Hilfe von MRT-Aufnahmen konturiert und an die CT-Bildgebungen angepasst (Abbildung 4). Die Lage und Position der Patienten zum Therapiestrahл wurden mit Hilfe planarer Röntgenaufnahmen täglich verifiziert und gegebenenfalls wurden Abweichungen durch das robotische Positionierungssystem ausgeglichen. Alle Radiotherapie-relevanten Daten sowie Baseline-Untersuchungen vor Radiatio, Nachsorgeuntersuchungen und Erhebung der Lebensqualität erfolgten prospektiv im Rahmen des Registerstudienprotokolls am MedAustron 3, 6 und 12 Monate nach erfolgter Therapie.

## ■ Ergebnisse

Die präoperativen neurologischen Symptome der Patienten konnten durch die Operationen deutlich gebessert werden. Patientin 1 hatte unmittelbar nach der 2. Operation keine Verschlechterung des Visus am linken Auge. Bereits 6 Monate später konnte eine Verbesserung festgestellt werden, die in weiterer Folge noch voranschritt (Abbildung 5).



**Abbildung 5:** Patientin 1: Perimetrie Einzel-Analyse linkes Auge: A. 11/2016, B. 04/2017, C. 02/2018

2 Monate nach der Operation konnte Patient 2 wieder das linke Auge öffnen; Doppelbilder wurden offensichtlich unterdrückt. Der Visus war unverändert zu präoperativ (Farbsehen möglich, Konturen wurden erkannt). Eine stetige langsame Besserung konnte auch in weiterer Folge festgestellt werden. Bei Patientin 3 konnte schon im Rahmen des postoperativen stationären Aufenthaltes eine Verbesserung des Visus am linken Auge festgestellt werden. Ebenso besserte sich das frontale Psychosyndrom in den folgenden Wochen deutlich.

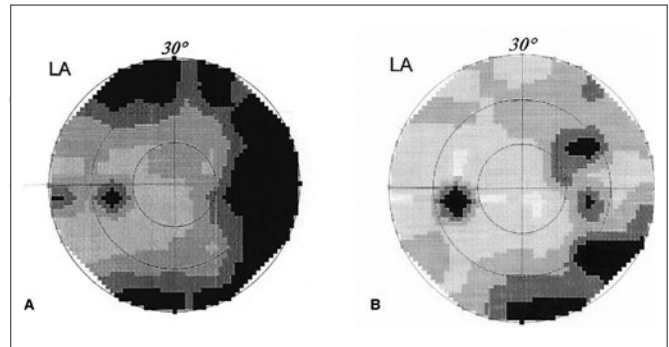
Histologisch handelte es sich bei allen drei Patienten um ein meningeotheliomatöses Meningeom. Bei Patientin 1 war der Proliferationsindex KI-67  $< 1\%$ , bei Patient 2  $< 3\%$ . Bei Patientin 3 war die KI-67 zumeist  $< 3\%$ , stellenweise aber bis zu  $20\%$  erhöht.

Die Strahlentherapie wurde von allen drei Patienten gut toleriert, insgesamt wurden keine höhergradigen Nebenwirkungen ( $> \text{Grad } 2$ ) nach CTCAEv4.0 dokumentiert. Die akuten Nebenwirkungen wie lokale Alopezie, Dermatitis und Fatigue bildeten sich im Verlauf komplett zurück. Es wurde nur eine Spättoxizität beobachtet: Patient 3 entwickelte im Verlauf einen substituionspflichtigen Hypopituitarismus, wobei hier zu erwähnen ist, dass es sich um eine Re-Bestrahlung gehandelt hat und somit die kumulative Dosis im Bereich der Hypophyse deutlich über der einer primären Radiatio war.

Bei Patient 2 kam es nach Radiatio im Verlauf zu einer deutlichen Besserung des Visus, welche auch in der Einzel-Analyse des linken Auges dokumentiert ist (Abbildung 6). Bei Patient 2 war die vorbestehende Okulomotorius-Parese nach der Radiatio komplett rückläufig. Die Lebensqualitätsdaten, die im Rahmen der Registerstudie erhoben wurden, zeigten keine anhaltenden Einschränkungen und variierten zwischen gut und ausgezeichnet.

## ■ Diskussion

Die Chirurgie ist immer noch die Therapie der Wahl bei symptomatischen Meningeomen. Dennoch ist der Neurochirurg immer wieder mit Situationen konfrontiert, in denen nur eine subtotale Resektion oder Dekompression von kritischen Strukturen möglich ist. Bei Schädelbasismeningeomen ist die Radikalität oft durch das potentielle postoperative Morbiditätsrisiko limitiert. In solchen Situationen stellt die Radiotherapie einen integralen Bestandteil eines multimodalen Therapieansatzes dar. Oberstes Ziel im Rahmen der Strahlentherapie ist es dabei, den Resttumor mit einer adäquaten Dosis zu bestrahlen, um ein weiteres Wachstum zu verhindern und gleichzeitig gesundes Gewebe von der Bestrahlung auszunehmen, um die mögliche Langzeittoxizität zu vermeiden.



**Abbildung 6:** Patient 2: A: Perimetrie linkes Auge präoperativ, B: Perimetrie linkes Auge 6 Monate postoperativ

Neuere Fortschritte in der Bestrahlungstechnik wie die „Intensity-modulated radiotherapy“ (IMRT), „Volumetric-modulated arc therapy“ (VMAT) und „Stereotactic radiosurgery“ (SRS) bzw. „Fractionated stereotactic radiotherapy“ (FSRT) zielen darauf ab, im Vergleich zur „3D conformal radiotherapy“ (3D-CRT) eine höhere Anpassung des Bestrahlungsvolumens am Zielort zu erreichen und das Risiko der Toxizität am gesunden Gewebe zu minimieren [10]. Weitere Verbesserungen wurden durch die Entwicklung der „Image-guided radiation therapy“ (IGRT) erzielt. Dabei wird im Rahmen der RT laufend eine Bildgebung und Setup-Adaptierung vorgenommen [11].

Im Bereich der Präzisionsradiotherapie rückt der Einsatz der Partikeltherapie, insbesondere der Protonenbestrahlung, dabei immer mehr in den Fokus. Der physikalische Vorteil der Protonen gegenüber den Photonen wird hier besonders bei Nahebeziehungen zwischen Zielgebiet und Risikoorganen wie z. B. Hirnstamm oder optischem Apparat tragend. Therapiebedingte Langzeitfolgen können neben neurologischen und / oder kognitiven Veränderungen auch Induktion von Zweitmalignomen sein. Diese chronischen Nebenwirkungen können in einer Verminderung der Lebensqualität des individuellen Patienten resultieren.

Daher findet die Protonentherapie bei pädiatrischen Patienten zunehmenden Einsatz. Eine Reduktion der Strahlendosis auf Cochlea, Hirn, Hirnstamm, Herz, Lunge und Niere im Vergleich zu Photonen wird beschrieben [12–14]. Im Einsatz bei Chordomen und Chondrosarkomen fanden sich bessere Ergebnisse im klinischen Outcome bei geringeren Komplikationen im Vergleich zur Photonentherapie [15]. Eine exzellente Tumorkontrolle ( $90\%$ ) bei geringer Langzeittoxizität wird bei Kraniopharyngeomen, Hypophysenadenomen und Meningeomen berichtet, wenngleich dabei aber auch festgehalten werden muss, dass die Ergebnisse nach stereotaktischer Photonenbestrahlung gleichwertig sind [16, 17]. Murray et al. berichten bei 96 Meningeom-Patienten über eine  $86,4\%$ ige

Tumorkontrollrate nach fünf Jahren ohne höhergradige therapiebedingte Morbidität [18]. Halasz et al. konnten in der multivariaten Analyse einen signifikanten prognostischen Faktor hinsichtlich der lokalen Kontrollrate bei Meningeomen feststellen [19]. Besonders in Bezug auf die Therapie von Meningeomen sind klinische Studien gefordert, um eine Weiterentwicklung der Protonenbestrahlung hinsichtlich Patienten-selektion, optimaler Dosisvorschrift und Fraktionierung zu verbessern. Der Bedarf an Langzeit-Follow-up-Studien ist ebenso gegeben, um die Sekundärfolgen der Protonenbestrahlung mit historischen Kohorten der Photonenbestrahlung vergleichen zu können [7].

Bezugnehmend auf die drei von uns behandelten Patienten halten wir fest, dass uns die guten postoperativen Ergebnisse und die zuletzt erhobenen klinisch-neurologischen Befunde mit teilweise weiterer Besserung der vorbestehenden Symptomatik Post-Radiotherapie dazu veranlassen, dieses Behandlungsschema vorerst beizubehalten. Insbesondere muss hervorgehoben werden, dass in allen Fällen aufgrund der Nähe der Tumoren zu den Nervi optici eine Gamma-Knife-Bestrahlung abgelehnt wurde bzw. im Falle der Patientin 3 bereits eine Photonenbestrahlung durchgeführt wurde und aus diesem Grund eine neuerliche Photonenbestrahlung abgelehnt wurde.

#### Literatur:

1. Mindermann T, Mack A. Proton-beam therapy or photon-beam radiosurgery for WHO grade I meningiomas? *Acta Neurochir (Wien)* 2017; 159: 2401–3.
2. Santacrose A, Walier M, Régis J, Liščák R, Motti E, Lindquist C, et al. Long-term tumor control of benign intracranial meningiomas after radiosurgery in a series of 4565 patients. *Neurosurgery* 2012; 70: 32–9.
3. Abuzayed B, Kucukyuruk B, Tanriover N, Sanus GZ, Canbaz B, Akar Z, et al. Transcranial superior orbitotomy for the treatment of intraorbital intracranial tumors: surgical technique and long-term results in single institute. *Neurosurg Rev* 2012; 35: 573–82.
4. Nanda A, Konar SK, Maiti TK, Bir SC, Guthikonda B. Stratification of predictive factors to assess resectability and surgical outcome in clinoidal meningioma. *Clin Neurol Neurosurg* 2016; 142: 31–7.
5. Attia M, Umansky F, Paldor I, Dotan S, Shoshan Y, Spektor S. Giant anterior clinoidal meningiomas: surgical technique and outcomes. *J Neurosurg* 2012; 117: 654–65.
6. Hiniker SM, Modlin LA, Choi CY, Atalar B, Seiger K, Binkley MS, et al. Dose-Response Modeling of the Visual Pathway Tolerance to Single-Fraction and Hypofractionated Stereotactic Radiosurgery. *Semin Radiat Oncol* 2016; 26: 97–104.
7. Lesueur P, Calugaru V, Nauraye C, Stefan D, Cao K, Emery E, et al. Proton therapy for treatment of intracranial benign tumors in adults: A systematic review. *Cancer Treat Rev* 2019; 72: 56–64.
8. Vlachogiannis P, Gudjonsson O, Montelius A, Grusell E, Isacson U, Nilsson K, et al. Hypofractionated high-energy proton-beam irradiation is an alternative treatment for WHO grade I meningiomas. *Acta Neurochir (Wien)* 2017; 159: 2391–400.
9. Stade F, Dittmar J-O, Jäkel O, Kratochwil C, Haberkorn U, Debus J, et al. Influence of 68Ga-DOTATOC on sparing of normal tissue for radiation therapy of skull base meningioma: differential impact of photon and proton radiotherapy. *Radiat Oncol Lond* 2018; 13: 58.
10. Scaringi C, Agolli L, Minniti G. Technical advances in radiation therapy for brain tumors. *Anticancer Res* 2018; 38: 6041–5.

Die von uns gewählte Therapie soll und muss aber noch weiter evaluiert werden, da aufgrund des kurzen Beobachtungszeitraumes eine Beurteilung der Langzeitwirkung der Protonenbestrahlung noch nicht möglich ist.

#### Priv. Doz. Dr. Wolfgang Pfisterer, MBA



1990 Abschluss des Medizinstudiums an der Universität Wien. 1990–1994 Assistenzarzt an der Neurochirurgischen Universitätsklinik Wien mit Rotation Neurologische Lehrpraxis und KH Wien Rosenhügel. 1994–1997 Assistenzarzt an der Neurochirurgischen Abteilung des SMZ-Ost Donauspital, mit Rotation Unfallchirurgie, Orthopädie und Allgemeinchirurgie.

Seit 1997 Oberarzt an der NCH SMZ-Ost Donauspital. Seit 2002 1. Oberarzt an der NCH SMZ-Ost Donauspital. 2003 Forschungsaufenthalt am Barrow Neurological Institute in Phoenix, Arizona und an der Arizona State University. 2008 Habilitation über Molekulargenetik und MR-Spektroskopie bei Meningeomen. 2011/12 Health Care Management Lehrgang an der Wirtschaftsuniversität Wien. 2012/13 Professional Master of Business Administration (MBA)-Studium (WU Wien).

#### ■ Interessenkonflikt

Keiner.

11. Jaffray DA, Gospodarowicz MK. Radiation therapy for cancer. In: Gelband H, Jha P, Sankaranarayanan R, Horton S (eds). *Cancer: Disease Control Priorities. Third Edition (Volume 3)* [Internet]. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; 2015, Washington (DC) [zitiert 16. Februar 2019]. Verfügbar unter: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK343621/>
12. Yoon M, Shin DH, Kim J, Kim JW, Kim DW, Park SY, et al. Craniospinal irradiation techniques: a dosimetric comparison of proton beams with standard and advanced photon radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2011; 81: 637–46.
13. Yuh GE, Loreda LN, Yonemoto LT, Bush DA, Shahnazi K, Preston W, et al. Reducing toxicity from craniospinal irradiation: using proton beams to treat medulloblastoma in young children. *Cancer J* 2004; 10: 386–90.
14. Barney CL, Brown AP, Grosshans DR, McAleer MF, de Groot JF, Puduvali V, et al. Technique, outcomes, and acute toxicities in adults treated with proton beam craniospinal irradiation. *Neuro-Oncol* 2014; 16: 303–9.
15. Amichetti M, Cianchetti M, Amelio D, Enrici RM, Minniti G. Proton therapy in chordoma of the base of the skull: a systematic review. *Neurosurg Rev* 2009; 32: 403–16.
16. Bishop AJ, Greenfield B, Mahajan A, Paulino AC, Okcu MF, Allen PK, et al. Proton beam therapy versus conformal photon radiation therapy for childhood craniopharyngioma: multi-institutional analysis of outcomes, cyst dynamics, and toxicity. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2014; 90: 354–61.
17. Ronson BB, Schulte RW, Han KP, Loreda LN, Slater JM, Slater JD. Fractionated proton beam irradiation of pituitary adenomas. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006; 64: 425–34.
18. Murray FR, Snider JW, Bolsi A, Lomax AJ, Walser M, Kliebsch U, et al. Long-term clinical outcomes of pencil beam scanning proton therapy for benign and non-benign intracranial meningiomas. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2017; 99: 1190–8.
19. Halasz LM, Bussièrè MR, Dennis ER, Niemierko A, Chapman PH, Loeffler JS, et al. Proton stereotactic radiosurgery for the treatment of benign meningiomas. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2011; 81: 1428–35.

# 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](#)