

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**Multimodale Navigation und
intraoperative
Hochfeld-Magnetresonanztomographie
bei transspenoidaler Resektion
komplexer Hypophysenadenome**

Hlavac M, Seitz K, Schmidt T

Wirtz CR

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2011; 12 (4), 368-372

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,-

Change.Pain:

compact

PAIN FOR EXPERTS

Virtuelle Fortbildung

Themenschwerpunkte:

Schmerzmedizin | Palliativtherapie
Migräne | Neuropathische Schmerzen

Wissenschaftliche Leitung:

Prim. Univ.-Prof.
Dr. Rudolf Likar, MSc

Jetzt anmelden!

**Do.,
28.10.**
17:00 – 20:00
Uhr

**Fr.,
29.10.**
17:00 – 19:15
Uhr



Multimodale Navigation und intraoperative Hochfeld-Magnetresonanztomographie bei transsphenoidaler Resektion komplexer Hypophysenadenome

M. Hlaváč, K. Seitz, T. Schmidt, C. R. Wirtz

Kurzfassung: *Zielsetzung:* Machbarkeit und Auswertung multimodaler Neuronavigation kombiniert mit intraoperativer 1,5-Tesla-Magnetresonanztomographie (MRT) bei transsphenoidaler Resektion komplexer Hypophysenadenome.

Methoden: In einer prospektiven Untersuchung bei 19 Patienten mit ausgedehnten oder rezidivierenden Hypophysenadenomen wurde eine navigierte transsphenoidale Adenomektomie mit anschließender intraoperativer MRT-Untersuchung durchgeführt. Wurde ein resektabler Tumorrest identifiziert, setzte man die Resektion fort und wiederholte die Bildgebung so lange, bis kein resektabler Tumor mehr detektiert wurde. Der Navigationsdatensatz wurde mit intraoperativer Bildgebung für die gezielte Resektion des Resttumors aktualisiert. Peritumorale Hirnarterien wurden in Fällen von extrasellärer Tumorausdehnung aus der Magnetresonanztomographie (MRA) automatisch segmentiert.

Ergebnisse: Eine komplette Resektion wurde bei 13 und eine Teilresektion bei 6 Patienten angestrebt. Die erste intraoperative MRT bestätigte in 9 Fällen (8 komplette Resektionen, 1 Teilresektion) das angestrebte Ziel. Eine Fortsetzung der Resektion führte zu weiteren 3 kompletten und 2 subtotalen Resektionen bei Patienten mit angestrebter kompletter Resektion, was einer Erhöhung des Anteils der kompletten Tumorresektion von 62 % auf 85 % entsprach. Bei den verbleibenden 5 Patienten folgte der Bildgebung eine weitere signifikante Tumorreduktion. Bei 2 Patienten konnten verdächtige Befunde auf der intraoperativen MRT nicht operativ verifiziert

werden. Außer einer revisionsbedürftigen Liquorfistel gab es keine signifikanten Komplikationen.

Schlussfolgerung: In der untersuchten Patientengruppe mit komplexen Hypophysenadenomen konnte die Anzahl der kompletten Tumorresektionen durch den intraoperativen Einsatz der MRT deutlich erhöht werden. Die MRA-basierte Lokalisation der Schädelbasisarterien mit Navigation war bei der veränderten Anatomie bei Patienten mit großen Tumoren zuverlässig und hilfreich.

Schlüsselwörter: Hypophysenadenom, transsphenoidale Resektion, intraoperative Magnetresonanztomographie, multimodale Navigation

Abstract: Multimodal Navigation and Intraoperative High-Field Magnetic Resonance Imaging in Transsphenoidal Surgery for Complex Pituitary Adenomas. *Objective:* Feasibility and evaluation of multimodal neuronavigation combined with intraoperative 1,5 Tesla magnetic resonance imaging (MRI) in transsphenoidal surgery of complex pituitary adenomas.

Methods: Prospective study of 19 patients with extensive or recurrent pituitary adenomas who underwent navigated transsphenoidal adenomectomy followed by intraoperative MRI. When a resectable tumor was indentified, resection was continued and imaging repeated until no more resectable tumor remnant could be identified. Navigation for initial tumor resection was

updated with intraoperative imaging for targeted resection of tumor remnants. Automatic segmentation of the peritumoral cerebral arteries from magnetic resonance angiography (MRA) was used in the navigation in cases of extrasellar tumor extension.

Results: Complete resection was intended in 13 patients and mass reduction in 6. The first intraoperative MRI confirmed accomplishment in 9 cases (8 complete resections, 1 mass reduction). Continued resection led to 3 complete and 2 subtotal resections in patients with intended complete resection, raising the percentage of complete tumor resection from 62 % to 85 %. In the remaining 5 patients, a further significant tumor reduction followed imaging. In 2 patients, suspicious findings on intraoperative MRI could not be verified operatively. Except for one cerebrospinal fluid fistula requiring operative repair, no significant adverse events were recorded.

Conclusions: In the selected group of patients with complex pituitary adenomas, the extent of tumor resection was considerably increased. MRI proved a valuable diagnostic tool in identifying tumor remnants intraoperatively. Identification of vascular structures with the navigation based on MRA proved helpful and reliable in the distorted anatomy in patients with large tumors. **J Neurol Neurochir Psychiatr 2011; 12 (4): 368–72.**

Key words: pituitary adenoma, transsphenoidal surgery, intraoperative magnetic resonance imaging, multimodal navigation

■ Einleitung

Das Resektionsausmaß ist einer der wichtigsten prognostischen Parameter in der Behandlung von Hypophysenadenomen [1–6]. Die transsphenoidale Resektion stellt dabei das Verfahren der Wahl [7–9] dar. Mit dieser Technik lässt sich bei intrasellären Adenomen ohne Invasion des Sinus cavernosus eine hohe Rate an kompletten Resektionen erreichen [1, 10, 11]. Adenome mit größerer supra-, para- oder retrosellärer Ausdehnung stellen jedoch eine Herausforderung für den Operateur dar [12]. Diese Bereiche sind mikros-

kopisch gar nicht und endoskopisch auch nur bedingt einsehbar, was die intraoperative Beurteilung der Radikalität einschränkt [13–16].

Durch die Einführung der intraoperativen Kernspintomographie (ioMRT) besteht die Möglichkeit, die Radikalität der Resektion intraoperativ zu beurteilen und gegebenenfalls durch Nachresektion zu erhöhen [17–22]. Die Implementation zusätzlicher Techniken wie Neuronavigation und multimodale Bildgebung erhöht die Sicherheit und kann zur Senkung der Morbidität der Operation beitragen. Die Ergebnisse und Erfahrungen dieses Vorgehens werden im Folgenden dargestellt und analysiert.

■ Methoden

Zwischen Oktober 2008 und Dezember 2009 wurde bei 19 Patienten mit komplexen oder rezidivierenden Hypophysenadenomen eine navigierte, transsphenoidale, mikrochirurgi-

Eingelangt am 17. Jänner 2011; angenommen am 29. März 2011; Pre-Publishing Online am 30. Mai 2011

Aus der Neurochirurgischen Klinik der Universität Ulm am Bezirkskrankenhaus Günzburg, Günzburg, Deutschland

Korrespondenzadresse: Dr. med. Michal Hlaváč, Neurochirurgische Klinik der Universität Ulm am Bezirkskrankenhaus Günzburg, D-89312 Günzburg, Ludwig-Heilmeyer-Straße 2; E-Mail: michal.hlavac@uni-ulm.de

Tabelle 1: Charakteristika der Patientengruppe für komplette Resektion

Patient	Adenomtyp	Ausdehnung	Hormonstatus	Sehstörung	Rezidiv
1	Null-Zell-Adenom	is + ss	c+, g+, s+	Ja	Nein
2	ACTH-Produktion	is	c+++ , g-, s-	Nein	Ja
3	Null-Zell-Adenom	is + ss	c-, g-, s-	Nein	Ja
4	Null-Zell-Adenom	is + ss	c+, g+, s-	Nein	Ja
5	Null-Zell-Adenom	is + ss	c-, g-, s-	Ja	Nein
6	Eingeblytetes Prolaktinom	is + ss	c+, g+, s+	Nein	Nein
7	HGH-Produktion	is	c-, g-, s+++	Nein	Nein
8	HGH-Produktion	is	c+, g-, s+++	Nein	Nein
9	Null-Zell-Adenom	is + ss	c+, g-, s-	Ja	Nein
10	Null-Zell-Adenom	is + ss + ps	c+, g-, s-	Ja	Nein
11	Null-Zell-Adenom	is + ss	c-, g-, s-	Nein	Ja
12	HGH-Produktion	is	c+, g+, s+++	Nein	Ja
13	HGH-Produktion	is + ss	c+, g+, s+	Ja	Nein

is: intrasellär; ss: suprasellär; ps: parasellär; c: kortikotrope Achse; g: gonadotrope Achse; s: somatotrope Achse; -: defizient; +: eutroph; +++: Hyperfunktion

Tabelle 2: Charakteristika der Patientengruppe für inkomplette Resektion

Patient	Adenomtyp	Ausdehnung	Hormonstatus	Sehstörung	Rezidiv
14	HGH-Produktion	is + ps	c+, g-, s+++	Ja	Nein
15	Null-Zell-Adenom	is + ss + ps	c-, g-, s-	Ja	Ja
16	Null-Zell-Adenom	is + ss + ps	c+, g-, s-	Nein	Ja
17	Null-Zell-Adenom	is + ss + ps	c-, g-, s-	Ja	Ja
18	Null-Zell-Adenom	is + ss + ps	c-, g-, s-	Ja	Nein
19	Null-Zell-Adenom	is + ss + ps	c+, g+, s?	Ja	Nein

is: intrasellär; ss: suprasellär; ps: parasellär; c: kortikotrope Achse; g: gonadotrope Achse; s: somatotrope Achse; -: defizient; +: eutroph; +++: Hyperfunktion

sche Adenomektomie mit ioMRT in dem integrierten Operationssaal (BrainSUITE®, BrainLAB AG, Feldkirchen, Deutschland) durchgeführt.

Anhand der präoperativen Bildgebung wurden die Patienten in 2 Gruppen unterteilt: Bei 13 Patienten wurde eine komplette Resektion angestrebt. Bei 8 Patienten handelte es sich um die Erstoperation, bei 5 um Rezidivtumoren entweder mit suprasellärer Ausdehnung oder mit Hormonproduktion. Bei 5 Patienten bestand ein Gesichtsfelddefizit. Die genaue Patientencharakteristik ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Bei 6 Patienten wurde aufgrund der präoperativen Bildgebung keine komplette Resektion angestrebt. Bei allen Patienten lag ein Makroadenom mit Infiltration des Sinus cavernosus bzw. eine paraselläre Ausdehnung vor [23]. Bei 3 von ihnen handelte es sich um einen Rezidivtumor. Bei einem Patienten lag eine Akromegalie bei wachstumshormonproduzierendem Hypophysenadenom, bei den übrigen ein hormoninaktives Hypophysenadenom vor. Die präoperative endokrinologische Funktionsdiagnostik zeigte bis auf einen Patienten eine zumindest partielle Hypophysenvorderlappeninsuffizienz. Gesichtsfelddefizite waren bei 5 Patienten vorhanden (Tab. 2).

Nach Narkoseeinleitung und Fixierung der Kopfes in der MR-kompatiblen Halterung mit integrierter 8-Kanal-Spule (Noras MRI Products GmbH, Hoechberg, Deutschland) wurde eine Referenzierung des Navigationssystems (VectorVision Sky,

BrainLAB AG) vorgenommen. Diese wurde entweder oberflächenbasiert mit dem Pointer (Z-touch® oder Soft-Touch®) oder mithilfe der automatischen Referenzierung durch Anfertigung eines Referenzierungsdatensatzes (MPRAGE) mit integrierten MR-Markern durchgeführt.

Der Tumor wurde in den T1-gewichteten, kontrastverstärkten, präoperativ angefertigten MRT-Aufnahmen segmentiert. Bei Beteiligung der Basisarterien wurden diese zusätzlich aus der MR-Angiographie (TOF) mithilfe des halbautomatischen Algorithmus der Planungssoftware segmentiert. Sowohl Tumorkonturen als auch die segmentierten Gefäße konnten dem Operateur in das Mikroskop eingeblendet werden.

Nach sterilem Abdecken erfolgte eine direkte, pernasale, transsphenoidale, mikrochirurgische Adenomektomie. Nachdem der Operateur der Meinung war, das Operationsziel erreicht zu haben, wurde nach Blutstillung und Auffüllen des Zugangs mit Kochsalzlösung das Hardy-Spekulum entfernt und die intraoperative Resektionskontrolle mit ioMRT durchgeführt.

Es wurden koronare und sagittale Dünnschichtaufnahmen der Sella in T2 (TSE) und T1 mit und ohne Kontrastmittel angefertigt. Diese wurden auf Tumorreste untersucht. Konnte ein resektabler Tumorrest identifiziert werden, wurde dieser nochmals in der Planungssoftware segmentiert und zur Navigation übertragen. War bereits vor Kontrastmittelapplikation

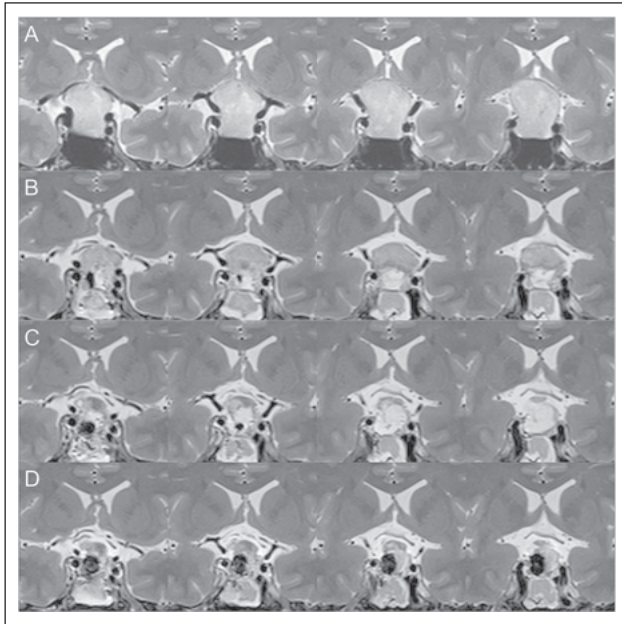


Abbildung 1: T2-gewichtete koronare Aufnahmen eines Patienten mit großem hormoninaktivem Makroadenom, für das eine komplette Resektion angestrebt war. (A) Präoperativer Befund; (B) Erste intraoperative Untersuchung mit großem intrasellärem Tumorrest. (C) Nach weiterer Resektion kommt normales Hypophysengewebe unterhalb des Chiasmata zur Darstellung, fraglich findet sich im vorderen Bereich median Adenomgewebe. (D) Nach erneuter Exploration wird das suspekte Areal als Hämatom identifiziert. Aufnahmen nach Sellaverschluss mit Tachosil.

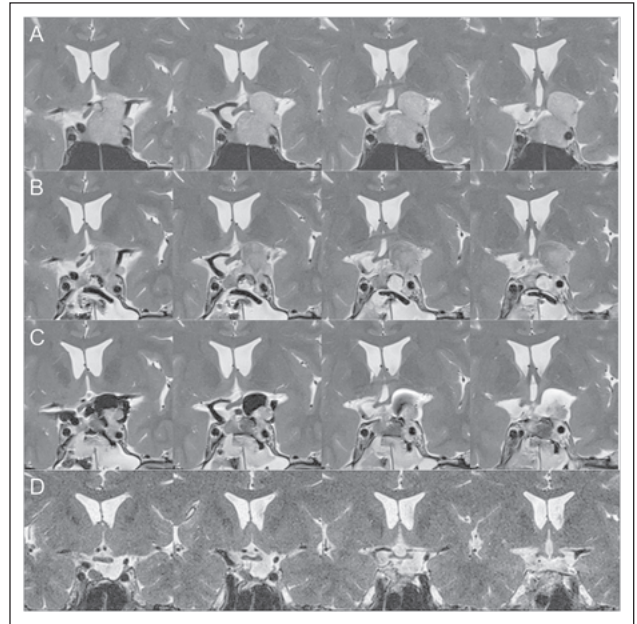


Abbildung 2: Koronare Aufnahmen in T2-Gewichtung bei Patienten mit angestrebter Teilresektion. (A) Präoperativer Befund; (B) intraoperative Untersuchung mit suprasellärem Tumorrest, der durch Einschnürung des Diaphragma sellae vom Rest des Tumors abgetrennt war. (C) Intraoperative Abschlussuntersuchung mit kleinem Resttumor im Bereich des Sinus cavernosus links und Luft in der Tumorkapsel. (D) Ein Jahr postoperativ findet sich ein leicht prominenter Sinus cavernosus im vorderen Bereich.

klar, dass weiter reseziert werden kann, wurde auf die Kontrastmittelgabe verzichtet, um die spätere Bildgebung nicht zu beeinträchtigen.

Der Patient wurde in die OP-Position gebracht und der Operationssitus erneut steril abgedeckt. Nach Wiedereinsetzen des Spekulum wurde die Resektion fortgesetzt, bis das Operationsziel vermeintlich erreicht war und dieses mit erneuter Bildgebung überprüft wurde. Dieses Vorgehen wurde wiederholt, bis kein resezierbarer Tumor zu identifizieren war.

Bei Patienten mit intraoperativem Liquorabfluss wurde im Anschluss an den Eingriff eine lumbale Liquordrainage angelegt und über 3–5 Tage Liquor abgeleitet (120–240 ml/24 h).

■ Ergebnisse

Bei 13 Patienten wurde aufgrund der präoperativen Bildgebung eine komplette Resektion angestrebt. Diese konnte in 8 (62 %) Fällen in der ersten ioMRT bestätigt werden. In 5 Fällen wurde ein Tumorrest identifiziert und konnte durch weitere Resektion in 3 (23 %) Fällen vollständig entfernt werden, wobei bei einem Patienten nach der zweiten ioMRT eine weitere Resektion erfolgte. In 2 Fällen wurde zwar auch in der zweiten ioMRT nach deutlicher Tumorverkleinerung ein Tumorrest identifiziert, bei ausgeprägten narbigen Veränderungen und Blutung aus dem Sinus cavernosus entschied der Operateur jedoch, die Resektion nicht fortzuführen. In beiden Fällen handelte es sich um ein Rezidivadenom, bei einem der Patienten sogar um das 3. Rezidiv. In 2 ioMRT-Untersuchungen fand sich ein fraglicher Tumorrest, der aber in der nachfolgenden operativen Exploration als Blutkoagel bzw. Hypophysse identifiziert werden konnte (Abb. 1).

In der zweiten Patientengruppe mit angestrebter Teilresektion wurde bei einem Patienten (17 %) die Resektion nach der ersten ioMRT beendet. In den übrigen 5 (83 %) Fällen wurde 1× nachreseziert, wobei bei allen Patienten eine weitere signifikante Tumorverkleinerung erreicht, aber in der Abschlussuntersuchung noch Tumoranteile identifiziert werden konnten (Abb. 2). Die MRA mit Segmentierung der peritumoralen Arterien kam in 5 Fällen zum Einsatz.

Bei einem Patienten trat postoperativ trotz lumbaler Liquordrainage Rhinoliquorrhö auf und machte eine Revisionsoperation erforderlich.

■ Diskussion

Die operative Behandlung der Hypophysenadenome hat eine > 100-jährige Entwicklung [24] hinter sich und viele Schwierigkeiten konnten bereits zufriedenstellend gelöst werden [25]. Adenome mit parasellärer oder größerer suprasellärer Ausdehnung wie auch Rezidivtumoren stellen aber weiterhin eine Herausforderung für den Neurochirurgen dar. Durch den Einsatz neuer Technologien verspricht man sich eine Erhöhung der chirurgischen Radikalität und Senkung der Morbidität [7, 14, 26].

In unserer Studie wurde der Einfluss der intraoperativen Kernspintomographie und der multimodalen Navigation auf die Ergebnisse der klassischen, mikrochirurgischen transphenoidalen Adenomektomie untersucht. Zwei Aspekte müssen dabei separat betrachtet werden: Einerseits gilt es, die Effektivität der Behandlung zu steigern, indem die Radikalität der Tumorresektion gesteigert wird, andererseits trotzdem die Morbidität bei komplexen Tumoren gering zu halten.

Die Neuronavigation alleine spielt unserer Erfahrung nach eine untergeordnete Rolle bei der Steigerung der Radikalität, weil sich die Tumoranatomie während der Resektion auf schwer vorhersagbare Weise ändert. Den Hauptnutzen sehen wir in der optimalen Tumorfremlegung, Schonung der vaskulären Risikostrukturen und einem gezielten Auffinden von Resttumoranteilen oder fraglichen Befunden der ioMRT. Oft findet man bereits im Zugangsweg im Sinus sphenoidalis keine anatomischen Leitstrukturen, weil diese vom Tumor zerstört wurden. Ähnliches kann auch durch vorausgegangene Operationen eingetreten sein. Die beidseits lateral verlaufenden Arteriae carotis internae können in solchen Situationen zuverlässig mithilfe der Neuronavigation identifiziert und geschont werden, ohne die Exposition und Radikalität zu kompromittieren. Bei Invasion oder Verdrängung des Sinus cavernosus sind es ebenfalls vaskuläre Strukturen, die besondere Vorsicht bei der Präparation erfordern.

Die ioMRT ermöglicht dem Operateur, sich einen aktuellen Überblick über die anatomischen Verhältnisse, die für ihn nicht einsehbar sind, und über die reine Oberflächenanatomie, wie sie beim Blick über das Mikroskop oder Endoskop möglich ist, hinaus zu verschaffen. Dies kann an den Studiendaten gut demonstriert werden. Je komplexer die Pathologie, desto häufiger wird die operative Entscheidung nach der ioMRT revidiert und eine weitere Tumorresektion durchgeführt. In der ersten Patientengruppe wurde eine Nachresektion bei 38 % der Patienten vs. 83 % bei der zweiten Patientengruppe durchgeführt.

Die Rate der kompletten Resektionen kann durch den Einsatz der ioMRT deutlich erhöht werden, was bereits in anderen Studien [17, 22, 26, 27] belegt werden konnte. Zwar fehlt bislang der Nachweis, dass das Resektionsausmaß direkten Einfluss auf das Auftreten von Rezidivtumoren hat, jedoch gibt es hierfür ausreichend indirekte Evidenz. Darüber hinaus ist bei den hormonproduzierenden Tumoren mit einer Heilung/Remission der Erkrankung nur in Fällen mit kompletter Resektion zu rechnen. Unsere Erfahrung an einer bislang relativ kleinen Patientengruppe unterstützt die bisher publizierten Daten. Die Erweiterung um die Integration der multimodalen Bildgebung in die Navigation stellt einen zusätzlichen Sicherheitsgewinn für die operative Behandlung dar. Der apparative, personelle und zeitliche Aufwand für die Durchführung der ioMRT ist zwar nicht unerheblich, ist aber bei ausgewählten Patienten mit Hypophysenadenomen in unseren Augen durchaus gerechtfertigt.

■ Relevanz für die Praxis

Durch den Einsatz der multimodalen Navigation und intraoperativen Kernspintomographie in der Hypophysenchirurgie können die ohnehin guten Ergebnisse bei einfachen Tumoren nicht wesentlich verbessert werden. Bei komplexen oder rezidivierenden Tumoren wird durch diese Techniken die Radikalität der Operation ohne negativen Einfluss auf die Morbidität erhöht. Die Entscheidung, ob dieser hohe Aufwand für den Einzelnen gerechtfertigt ist, sollte nach sorgfältiger Analyse der anatomischen Gegebenheiten individuell für jeden Patienten getroffen werden.

■ Interessenkonflikt

Der korrespondierende Autor verneint einen Interessenkonflikt.

Literatur:

- Kreutzer J, Fahlbuch R. Diagnosis and treatment of pituitary tumors. *Curr Opin Neurol* 2004; 17: 693–703.
- Greenman Y, Ouaknine G, Veshchev I, et al. Postoperative surveillance of clinically non-functioning pituitary macroadenomas: markers of tumour quiescence and regrowth. *Clin Endocrinol (Oxford)* 2003; 58: 763–9.
- Oruçkaptan HH, Senmevsim O, Özcan OE, et al. Pituitary adenomas: results of 684 surgically treated patients and review of the literature. *Surg Neurol* 2000; 53: 211–9.
- Murad MH, Fernández-Balsells MM, Barwise A, et al. Outcomes of surgical treatment for nonfunctioning pituitary adenomas: a systematic review and meta-analysis. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2010; 73: 777–91.
- Yamada S, Fukuhara N, Oyama K, et al. Repeat transsphenoidal surgery for the treatment of remaining or recurring pituitary tumors in acromegaly. *Neurosurgery* 2010; 67: 949–56.
- Hofmann BM, Hlavac M, Kreutzer J, et al. Surgical treatment of recurrent Cushing's disease. *Neurosurgery* 2006; 58: 1108–18.
- Buchfelder M, Schläpfer S. Surgical treatment of pituitary tumours. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2009; 23: 677–92.
- Chen L, White WL, Spetzler RF, et al. A prospective study of nonfunctioning pituitary adenomas: presentation, management, and clinical outcome. *J Neurooncol* 2011; 102: 129–38.
- Dekkers OM, Pereira AM, Roelfsema F, et al. Observation alone after transsphenoidal surgery for nonfunctioning pituitary macroadenoma. *J Clin Endocrinol Metab* 2006; 91: 1796–801.
- Losa M, Mortini P, Barzaghi R, et al. Early results of surgery in patients with nonfunctioning pituitary adenoma and analysis of the risk of tumor recurrence. *J Neurosurg* 2008; 108: 525–32.
- Barahona MJ, Sojo L, Wägner AM, et al. Determinants of neurosurgical outcome in pituitary tumors. *J Endocrinol Invest* 2005; 28: 787–94.
- Ciric I, Ragin A, Baumgartner C, et al. Complications of transsphenoidal surgery: results of a national survey, review of the literature, and personal experience. *Neurosurgery* 1997; 40: 225–37.
- Castelnuovo P, Dallan I, Battaglia P, et al. Endoscopic endonasal skull base surgery: past, present and future. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2010; 267: 649–63.
- Schwartz TH, Stieg PE, Anand VK. Endoscopic transsphenoidal pituitary surgery with intraoperative magnetic resonance imaging. *Neurosurgery* 2006; 58 (Suppl): ONS44–ONS51.
- Jane JA, Laws ER. Endoscopy versus MR imaging. *J Neurosurg* 2010; 112: 734–5.
- Theodosopoulos PV, Leach J, Kerr RG, et al. Maximizing the extent of tumor resection during transsphenoidal surgery for pituitary macroadenomas: can endoscopy replace intraoperative magnetic resonance imaging? *J Neurosurg* 2010; 112: 736–43.
- Nimsky C, Keller BV, Ganslandt O, et al. Intraoperative high-field magnetic resonance imaging in transsphenoidal surgery of hormonally inactive pituitary macroadenomas. *Neurosurgery* 2006; 59: 105–14.
- Nimsky C, Ganslandt O, Keller BV, et al. Intraoperative high-field-strength MR imaging: implementation and experience in 200 patients. *Radiology* 2004; 233: 67–78.
- Jones J, Ruge J. Intraoperative magnetic resonance imaging in pituitary macroadenoma surgery: an assessment of visual outcome. *Neurosurg Focus* 2007; 23: E12.
- Bellut D, Hlavica M, Schmid C, et al. Intraoperative magnetic resonance imaging-assisted transsphenoidal pituitary surgery in patients with acromegaly. *Neurosurg Focus* 2010; 29: E9.
- Baumann F, Schmid C, Bernays R. Intraoperative magnetic resonance imaging-guided transsphenoidal surgery for giant pituitary adenomas. *Neurosurg Rev* 2010; 33: 83–90.
- Wu JS, Shou XF, Yao CJ, et al. Transsphenoidal pituitary macroadenomas resection guided by PoleStar N20 low-field intraoperative magnetic resonance imaging: comparison with early postoperative high-field magnetic resonance imaging. *Neurosurgery* 2009; 65: 63.
- Mortini P, Losa M, Barzaghi R, et al. Results of transsphenoidal surgery in a large series of patients with pituitary adenoma. *Neurosurgery* 2005; 56: 1222–33.
- Liu JK, Cohen-Gadol AA, Laws ER, et al. Harvey Cushing and Oskar Hirsch: early forefathers of modern transsphenoidal surgery. *J Neurosurg* 2005; 103: 1096–104.
- Kanter AS, Dumont AS, Asthagiri AR, et al. The transsphenoidal approach. A historical perspective. *Neurosurg Focus* 2005; 18: e6.
- Gerlach R, du Mesnil de Rochemont R, Gasser T, et al. Feasibility of Polestar N20, an ultra-low-field intraoperative magnetic resonance imaging system in resection control of pituitary macroadenomas: lessons learned from the first 40 cases. *Neurosurgery* 2008; 63: 272.
- Netuka D, Masopust V, Belšán T, et al. One year experience with 3.0 T intraoperative MRI in pituitary surgery. *Acta Neurochir Suppl* 2011; 109: 157–9.

Dr. med. Michal Hlavác

Geboren 1975. 1993–2000 Medizinstudium in Bratislava und Heidelberg. 2000–2007 Assistenzarzt an den Neurochirurgischen Universitätskliniken in Heidelberg und Erlangen. Seit 2008 Oberarzt der Neurochirurgischen Klinik der Universität Ulm am Bezirkskrankenhaus Günzburg.

Schwerpunkte der klinischen und wissenschaftlichen Tätigkeit: Intraoperative Bildgebung, operative Neuroonkologie, Versorgungsforschung, neurochirurgische Intensivmedizin.



■ Kommentar

Stefan Wolfsberger, Engelbert Knosp, Wien

Hypophysenadenome wachsen mit zunehmender Größe in periselläre Bereiche, welche mit dem Operationsmikroskop nicht direkt einsehbar sind. Auch mit der endoskopischen Technik mit dem „Blick um die Ecke“ von Winkeloptiken kann man Tumorteile hinter anatomischen Strukturen oder hinter Narbengewebe von Rezidivadenomen fallweise nicht einsehen. Resttumoranteile nach Operationen sind daher bei großen, parasellär wachsenden Tumoren oder nach Reoperationen nicht ungewöhnlich. Bildgebende Techniken, welche die Tumorausdehnung und Adenomreste intraoperativ darstellen können, sind somit für eine Erhöhung der chirurgischen Sanierungsrate von Hypophysenadenomen wichtig.

Unserer Erfahrung nach kann die multimodale Neuronavigation die Lokalisation von parasellären Tumorausdehnungen verlässlich darstellen [1], da in diesen Bereichen der „Brain-shift“ durch die Fixierung der Arteria carotis interna am Dura-durchtritt gering ist. Dies ist allerdings nur anhand von präoperativem Bildmaterial möglich.

Eine direkte Darstellung von Resttumor in allen perisellären Bereichen gelingt mit dem intraoperativen Hochfeld-MRT, welches allerdings teuer und daher (noch) nicht weit verbreitet ist. Die Autoren konnten anhand von 19 Patienten mit großen Hypophysenadenomen oder Rezidivtumoren zeigen, dass das Resektionsausmaß mit der intraoperativen MRT deutlich gesteigert werden kann (62 % auf 85 %). Die Morbidität dieser an sich benignen Tumorentität kann durch eine primär vollständige Resektion minimiert werden, die Anwendung eines intraoperativen MRT ist aus unserer Sicht insbesondere bei Patienten mit komplexen Hypophysenadenomen zu empfehlen.

Literatur:

1. McGrath BM, Maloney WJ, Wolfsberger S, et al. Carotid artery visualization during anterior skull base surgery: a novel protocol for neuronavigation. *Pituitary* 2010; 13: 215–22.

Korrespondenzadresse:

Univ.-Doz. Dr. Stefan Wolfsberger, MBA
Universitätsklinik für Neurochirurgie
Medizinische Universität Wien
A-1090 Wien, Währinger Gürtel 18–20
E-Mail: stefan.wolfsberger@meduniwien.ac.at

New! The European Association of NeuroOncology Magazine

<http://www.kup.at/journals/eano/index.html>

Available online since September 2011, the EANO Neuro-Oncology Online Magazine is the official open-access online journal of the European Association of Neuro-Oncology (EANO).

Dedicated to providing superior and rapid publication of information in all areas of neuro-oncology, this education-oriented journal contains peer-reviewed articles and reviews, case reports, congress reports, letters, society news and announcements from around the world with a special focus on Europe and the EANO member states.

The goal of the EANO Neuro-Oncology Online Magazine is to provide the European neuro-oncology community, in particular of the EANO member states, with high-quality rapid publication of information in all fields of neuro-oncology via open online access.

Areas covered include, but are not limited to, neurology, neurosurgery, medical oncology, radiotherapy, paediatric neurooncology, neuropathology, neuroradiology, neuroimaging, nursing, and patient issues.

To access the content via smart phone

<http://www.kup.at/eano/mobile/>

Download the PDF of an entire issue for tablet PC or e-book

<http://www.kup.at/download/eano.html>

Benutzername: eano

Passwort: eano

Instructions for authors

<http://www.kup.at/journals/eano/instructions.pdf>

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](#)