

Zur diagnostischen Wertigkeit der Magnetresonanztomographie bei Hirntumoren Korrelation klinischer, computertomographischer und magnettomographischer Befunde*

J. WILLEIT, F. AICHNER, F. GERSTENBRAND, ST. FELBER und G. BIRBAMER

Universitätsklinik für Neurologie (Vorstand: Univ.-Prof. Dr. F. Gerstenbrand), Innsbruck

Zur diagnostischen Wertigkeit der Magnetresonanztomographie bei Hirntumoren – Korrelation klinischer, computertomographischer und magnettomographischer Befunde. Die Vor- und Nachteile der MRT gegenüber der CT werden aufgrund der Ergebnisse von 66 untersuchten Patienten mit primären und sekundären Hirntumoren diskutiert. Die höhere Spezifität der CT ergab sich in der besseren diagnostischen/histologischen Aussagekraft hirneigener Geschwülste (z. B. niedergradige und höhergradige Gliome), auch war die Computertomographie im Nachweis von Kalzifikationen innerhalb des Tumors der MRT überlegen. Hinsichtlich der Sensitivität ergeben sich deutliche Vorteile für die MRT, alle Tumore konnten magnettomographisch nachgewiesen werden. Die Anwendung von T1- und T2-betonten Sequenzen ist notwendig, da Tumoren sich auch isointens zum normalen Hirngewebe darstellen können. Mittels einer Multiechosequenz gelingt in den meisten Fällen eine Tumor-Ödem-Differenzierung, eine Unterscheidung zwischen Fettgewebe, Flüssigkeit und Hämorrhagie ist möglich. Die Aussagekraft von berechneten T1- und T2-Werten hinsichtlich der Tumorart ist begrenzt.

Schlüsselwörter: Magnetresonanztomographie (MRT) – Computertomographie (CT) – intrakranielle Neoplasmen – Sensitivität – Spezifität.

Validity of MRI in diagnosis of brain tumors: Clinical, computertomographic and magnettomographic correlation. Sixty-six patients with intracranial neoplasms were examined using both CT- and MR-scanning. CT was more accurate than MRI in predicting tumor histology, even CT was consistently superior in identification of calcification within the tumor. All tumors were visualized by MRI. With some imaging pulse sequences the tumor may be isointense with adjacent normal tissue, therefore various pulse sequences should be used in every case. Using multiechosequences MRI may differentiate soft tissue from fat, fluid or hemorrhage. The magnetic resonance demonstration of no tumor was found to be absolutely histologically specific, the possibilities of tissue characterization of brain tumors using T1 and T2 values are limited.

* Herrn Prof. Dr. Hellmuth Sitte zum 60. Geburtstag gewidmet.

Key words: Magnetic resonance imaging (MRI) – computed tomography (CT) – intracranial neoplasms – sensitivity – specificity.

Einleitung

In der bildgebenden Diagnostik neurologischer Krankheitsbilder hat sich die Magnetresonanztomographie (MRT) als klinisch relevante Methode erwiesen [1]. Vorteile gegenüber der Computertomographie (CT) bestehen in der Möglichkeit der Anfertigung mehrdimensionaler Aufnahmen ohne Umlagerung des Patienten, dem Fehlen von Knochenartefakten und im hohen Kontrast des Hirngewebes ohne die Notwendigkeit, Kontrastmittel anzuwenden. Daraus abzuleiten sind die Ergebnisse zahlreicher Arbeitsgruppen [2, 7, 12, 14], aus denen übereinstimmend hervorgeht, daß die Sensitivität der MRT für raumfordernde Prozesse des Gehirns größer ist als die der CT. Dem gegenüber stehen Berichte von Nachteilen der Methode, so bei der Artdiagnose von Hirngeschwülsten und in der Tumor/Ödem-Differenzierung [9].

Tab. 1 Pathologisch klinische Befunde bei 66 Patienten mit intrakraniellen Tumoren.

– Tumoren des neuroepithelialen Gewebes:	
Astrozytome/Oligodendrogliome	16 (10)*
Glioblastome	10 (8)
Medulloblastome	2 (2)
– Tumoren der Hypophyse:	
Hypophysenadenome	10 (8)
– Tumoren der Meningen und verwandter Gewebe:	
Meningeome	8 (8)
– Neurinome	4 (2)
– Metastasen	8 (4)
– Tumoren des Gefäßsystems:	
Hämangiome, AV-Mißbildungen	6 (5)
– Meningeosis leucaemica	2 (2)
	(zytologisch)
	66 (49)

* Die Zahlen in Klammern entsprechen der Anzahl der Patienten mit histologisch gesicherter Diagnose.

Anhand eigener Ergebnisse und einer Literaturübersicht sollen im Folgenden die Vor- und Nachteile der MRT in der Diagnostik von Hirntumoren diskutiert werden.

Material und Methode

Die Auswertung erstreckt sich auf 66 ausgewählte Patienten im Alter von 11–78 Jahren mit primären oder sekundären Hirntumoren, bei denen vor Durchführung einer MRT ein suspekter CT-Befund oder ein auffälliger klinischer Befund vorlag. In 49 Fällen konnte die Läsion histologisch gesichert werden (Tab. 1). Untersucht wurde an 0,5- und 1,0-Tesla-Geräten der Fa. Siemens, nahezu ausschließlich im Spinecho-Verfahren in T1- und T2-gewichteten Sequenzen (TR 500 msec, TE 30 msec; TR 3000 msec, TE 120 msec). In der Hälfte der Fälle wurde zusätzlich eine Multiechosequenz verwendet, in einigen Fällen wurde anhand differierender Echozeiten T2-Bilder, anhand von unterschiedlichen Repetitionszeiten T1-Bilder berechnet. Bei einem Patienten mit beidseitigen Akustikusneurinomen wurde zusätzlich paramagnetisches Kontrastmittel verwendet. Die Schichtdicke betrug 5–10 mm, die Aufnahmen wurden in wenigstens zwei Schichtebenen durchgeführt (axial, koronar oder sagittal).

Ergebnisse

Gliome

Bei allen Gliomen findet sich eine verlängerte T1- und T2-Relaxationszeit [10]. Sie stellen sich deshalb im T1-betonten Bild bei kurzer Repetitionszeit als signalarmer Bezirk dar, im T2-betonten Bild finden sich dagegen hohe Signalintensitäten (Abb. 1). Ein ähnliches Signalverhalten trifft auch für das perifokale Ödem zu. So war in 8 von 26 Fällen eine Abgrenzung zwischen Tumor und Ödem nicht sicher möglich, während in den restlichen Fällen der im T2-betonten Bild hyperintense Tumorbereich von dem signalverstärkten Randsaum, dem Ödem entsprechend, unterschieden werden konnte. Eine bessere Gewebisdifferenzierung war durch die Anwendung einer Multiechosequenz möglich. Wie in Abbildung 2 dargestellt, kommt es durch die verlängerten Echozeiten zu einer zunehmenden T2-Gewichtung, so daß schließlich im T2-berechneten Bild alle Strukturen differenziert werden können (nekrotischer/solider Anteil des Tumors, perifokales Ödem, normales Hirngewebe, Liquor). Alle Gliome konnten aufgrund der multiplanaren Aufnahmen hinsichtlich der Lage und der Ausdeh-

nung durch die MRT besser als mit der CT dargestellt werden. 4 magnetotomographisch nachgewiesene Tumoren wurden computertomographisch nicht diagnostiziert. Andererseits wurde mittels der CT eine bessere Aussage hinsichtlich der Artdiagnose sowohl in bezug auf nieder- und höhergradige Astrozytome und Oligodendrogliome erreicht.

Hypophysentumoren

Alle 10 Hypophysenadenome stellten sich in der MRT isointens zum normalen Hirngewebe dar. Auch konnte kein unterschiedliches Signalverhalten gegenüber der normalen Hypophyse gefunden werden. Ähnlich wie im CT bestand kein Unterschied im Erscheinungsbild zwischen hormonaktiven und hormoninaktiven Tumoren. Da längere Meßsequenzen in bezug auf den Tumornachweis keine wesentliche Zusatzinformation bringen, ist eine T1-betonte Sequenz mit möglichst geringer Schichtdicke nicht zuletzt auch zur besseren Darstellung der para- und suprasellären anatomischen Strukturen zu bevorzugen. Makroadenome, insgesamt 8, ließen sich in der MRT im Vergleich zur CT besser darstellen, insbesondere in bezug auf die benachbarten Strukturen wie Sinus cavernosus, Chiasma opticum, Hypothalamus und dritter Ventrikel (Abb. 3). Bei Mikroadenomen sind nach Literaturberichten [6] bei beiden Untersuchungsmethoden falsch-positive wie falsch-negative Befunde möglich mit einem leichten Vorteil für die CT. So können kleine am Sellaboden vorhandene Knochenerosionen als indirektes Zeichen eines Tumors mittels der CT sicher nachgewiesen werden. In unseren 2 Fällen mit Mikroadenomen wurde die Diagnose bereits computertomographisch gestellt.

Meningiome

Meningiome zeigen gegenüber dem Kortex eine nur gering verlängerte T1- und T2-Relaxationszeit, der Gewebekontast ist in der MRT entsprechend gering. Bei geringerer Sensitivität im Vergleich zum CT bedingt das isointense Signalverhalten dieser Tumoren jedoch eine höhere Spezifität, da es sich vom hyperintensiven Signal intraaxialer Tumoren unterscheidet. Zusätzlich finden sich oft tumorspezifische Merkmale wie a) scharfe Begrenzung, b) homogene oder leicht granuliert Raumforderung, c) dunkler Randsaum, bedingt durch die abgedrängten Venen oder Arterien (nie bei hirneigenen Geschwülsten zu finden) (Abb. 4). Alle 8 von uns untersuchten Meningeome konnten magnetotomographisch nachgewiesen werden. Bei Verwendung von paramagnetischen Kontrastmitteln sind nach Literaturberichten in bezug auf Sensiti-



Abb. 1a

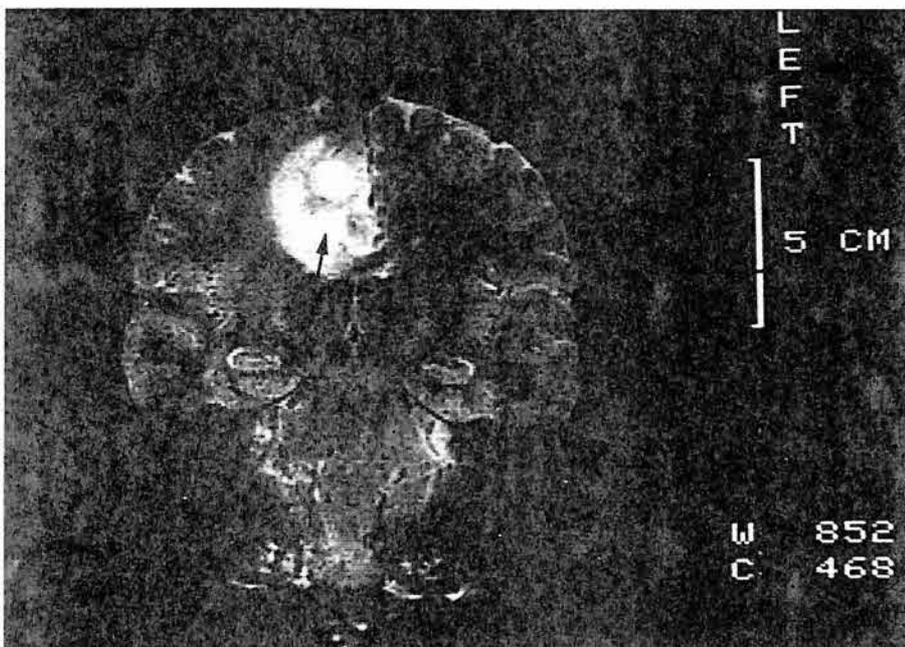


Abb. 1b

Abb. 1, a und b Typisches Bild eines Glioms in der MRT: Bei koronarer Schnittführung zeigt sich rechts parasagittal in der Tiefe ein raumfordernder Prozeß, der dem Corpus callosum anliegt und die Mittellinie nicht überschreitet. Im T1-betonten Bild (a) zeigt sich die Läsion signalarm, im T2-betonten Bild (b) stellt sich der Tumorbereich hyperintens dar. Im Zentrum der Raumforderung läßt sich eine zystische Degeneration erkennen (↗), der solide Tumorteil ist vom Ödem allerdings nicht sicher differenzierbar.

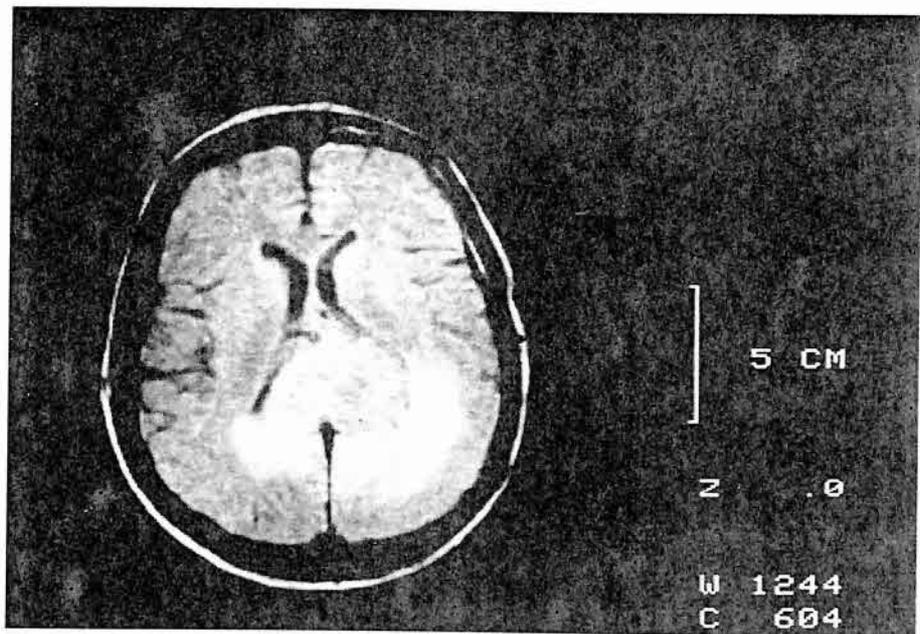


Abb. 2a

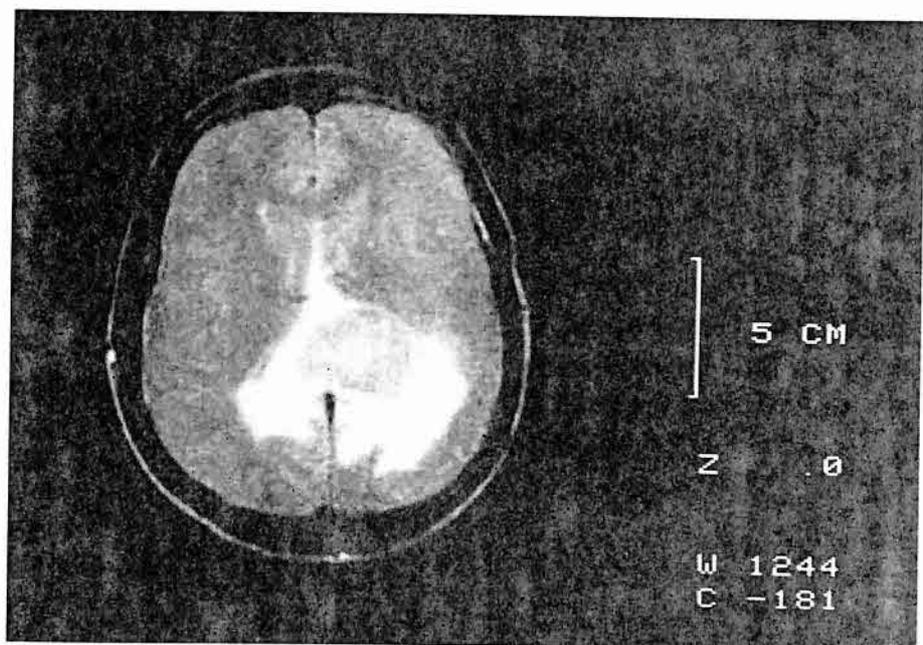


Abb. 2b

Abb. 2, a bis c Multiechosequenzen in axialen Schichtebenen bei einem malignen Gliom im Bereich des hinteren Anteiles des Corpus callosum links: Bei gleichbleibender Repetitionszeit (TR 2000 msec) kommt es durch Änderung der Echozeit (Abb. 2a: TE = 30 msec, Abb. 2b: TE = 180 msec) zu einer zunehmenden T2-Gewichtung. Dementsprechend kommt es zu einer Änderung des Signalverhaltens der verschiedenen Gewebekompartimente. Im berechneten T2-Bild (2c) können der zentralnekrotische Anteil (↗), der solide Anteil des Tumors (▶) sowie das perifokale, fingerförmige Ödem (▶▶) exakt voneinander abgegrenzt werden.

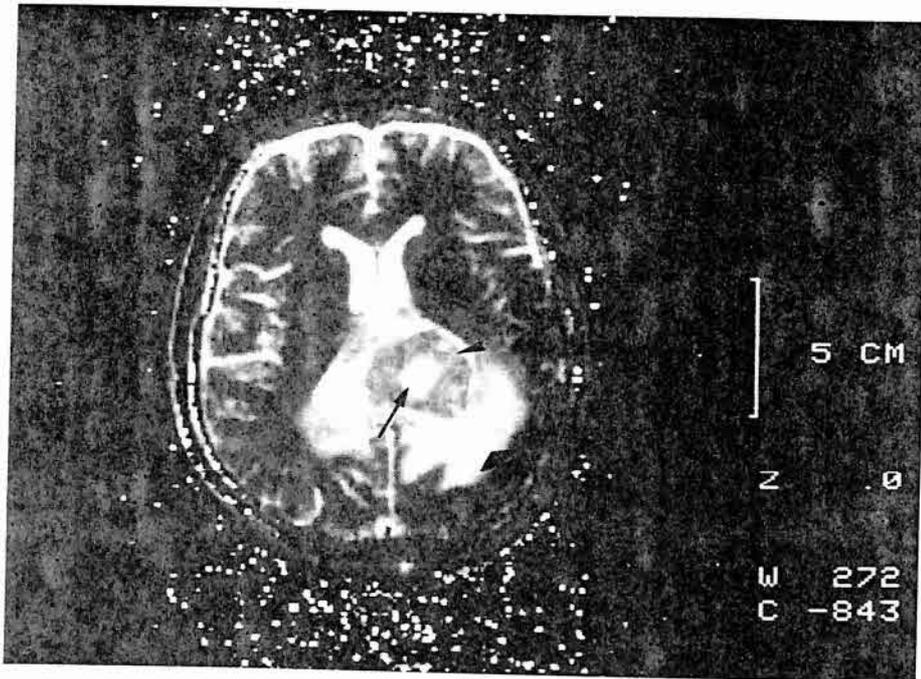


Abb. 2c (Legende siehe S. 245).

Abb. 3a und b

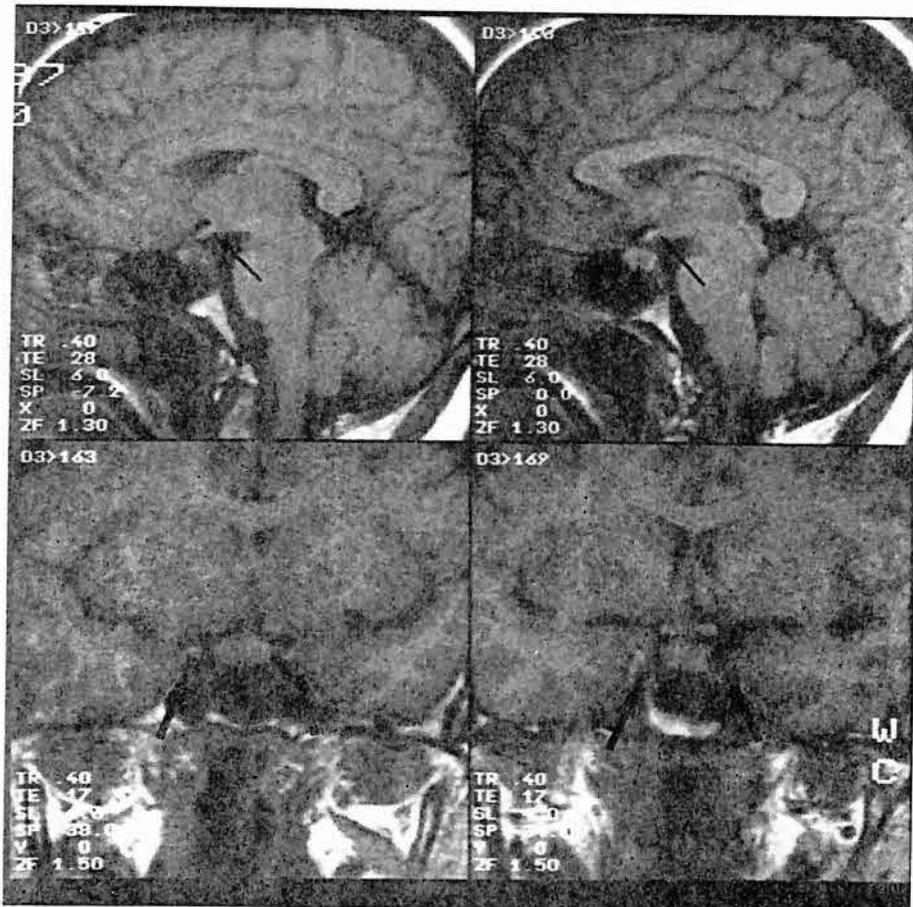


Abb. 3c und d

Abb. 3, a bis d MRT der Hypophyse in sagittalen (a und b) und koronaren (c und d) Schichtebenen: Signalarmes intraselläres Hypophysenadenom (▶). Die umgebenden supra- und parasellären Strukturen wie Tractus opticus (↔), Sinus cavernosus und Arteriae carotides internae (◆) sind gut voneinander differenzierbar.

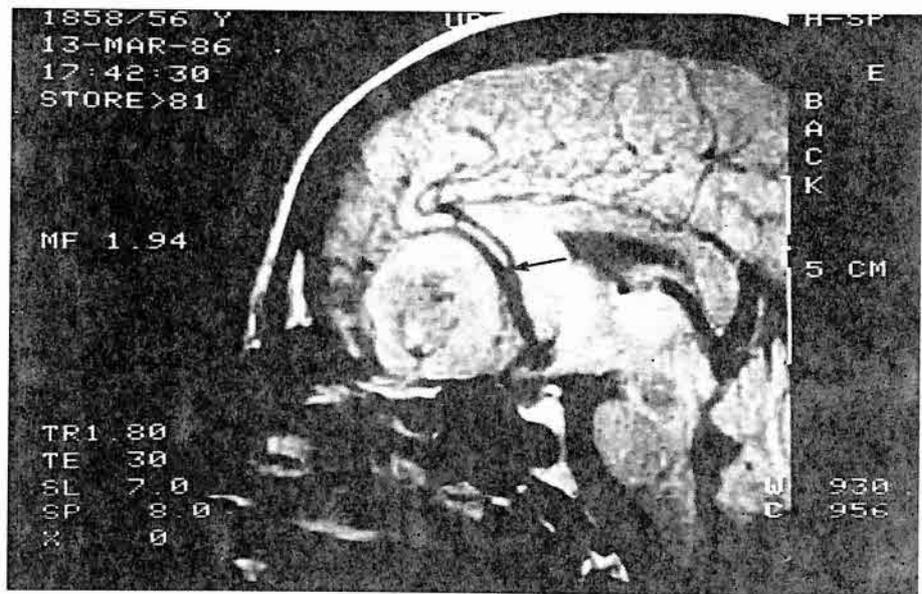


Abb. 4a

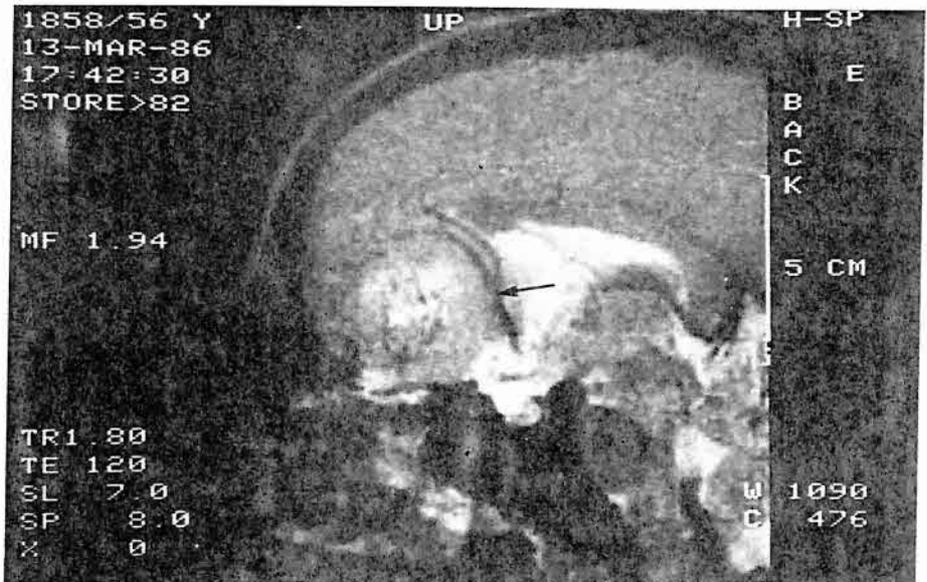


Abb. 4b

Abb. 4, a und b Typischer Befund eines Olfactoriusmeningeoms: Homogen bis leicht granuliert Raumforderung im fronto-basalen Bereich mit einem sowohl im T1- wie T2-betonten Bild dunklen Randsaum, welcher durch die abgedrängte Arteria cerebri anterior bzw. Arteria pericallosa (→) bedingt ist. Im T2-betonten Bild (b) läßt sich außerdem ein deutliches perifokales Ödem entlang des Corpus callosum nachweisen.

vität und Spezifität ähnliche Ergebnisse wie mit der CT zu erwarten [3, 17].

Neurinome

Die 4 untersuchten Neurinome im Bereich des Kleinhirnbrückenwinkels ließen sich mit der MRT besser darstellen als mit der CT. Bei einem Patienten

mit einem M. Recklinghausen konnten nach Gabe von paramagnetischen Kontrastmitteln die beidseitigen Acusticusneurinome aufgrund des hohen Gewebekontrastes klar von den übrigen Hirnstrukturen differenziert werden (Abb. 5). Nach Curati und Mitarbeitern [5] beträgt die Sensitivität für intrakanalikuläre Neurinome beim Kontrast-CT 60%, bei der Luftmeatographie 92%, bei der MRT 95%, und bei der MRT mit Kontrastmittel nahezu 100%.

Gefäßtumoren

Alle Gefäßmißbildungen ließen sich in der MRT besser nachweisen als mit der CT. Die Anwendung von Kontrastmittel ist nicht notwendig. Typisch sind die inhomogene Begrenzung, das blumenkohlartige Aussehen und die fleckigen Signalabweichungen, abhängig vom Blutfluß. Bei Thrombosierung findet sich eine Signalverstärkung sowohl im T1-, als auch im T2-betonten Bild, bedingt durch verkürzte T1- und verlängerte T2-Relaxationszeiten. Im Gegensatz zur CT ist damit eine Abgrenzung zu Gliomen immer eindeutig möglich.

Metastasen

Die insgesamt 8 Metastasen ließen sich gleich gut in der MRT wie in der CT nachweisen. Das Signalverhalten unterscheidet sich nicht von dem maligner Gliome. Hinsichtlich der Sensitivität ergibt sich nach Angaben verschiedener Autoren eine eindeutige Überlegenheit für die MRT, zum Teil wurden in bis zu 50% mehr Absiedelungen nachgewiesen als mit der CT [12, 14].

Meningeosis leucaemica

In den 2 von uns untersuchten Patienten war die Diagnose bereits klinisch und liquorzytologisch gesichert. In der MRT zeigten sich im T2-gewichteten Bild eine diffuse Signalanhebung in den basalen Zysternen, in den insulären Zysternen und über der Hirnkonvexität in Kombination mit rundlich konfigurierten Herden im kortextnahen bzw. ventrikelnahen Hirngewebe.

Diskussion

Die CT und die MRT sind die Standardmethoden, die beim Verdacht auf einen intrakraniellen raumfordernden Prozeß am Beginn der Diagnosekette zur Anwendung kommen. Aufgrund unterschiedlicher physikalischer Gesetzmäßigkeiten werden verschiedene Informationen und Ergebnisse in bezug auf Sensitivität und Spezifität erhalten. In unserem Krankengut war durch die multiplanare Schichtführung, dem hohen Gewebekontrast und dem Fehlen von Knochenartefakten die MRT der CT hinsichtlich Lage, Ausdehnung und Abgrenzung des Tumors in allen 66 untersuchten Fällen überlegen. Dies traf sowohl für supratentorielle raumfordernde Prozesse, im besonderen jedoch für die Tumoren der Schädelbasis und der hinteren Schädelgrube zu.

Die in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Arbeitsgruppen [2, 7, 12, 14] nachgewiesene höhere Sensitivität der MRT bei intraaxialen Tumoren ergibt sich in unserem Krankengut aus dem Nachweis von 4 temporobasal und im Hirnstamm gelegenen niedergradigen Gliomen bei negativem CT. Die in der Literatur [17] im Vergleich zum CT angeführte niedrigere Sensitivität für extraaxiale Prozesse wie z. B. Meningeome läßt sich durch Verwendung von paramagnetischem Kontrastmittel ausgleichen [3, 17]. Der Nachweis kleinster Läsionen wie z. B. Mikroadenome der Hypophyse erfordert die Durchführung dünner Schichten, wobei ein hoher Gewebekontrast und ein guter S/N-Faktor Geräte mit hoher Feldstärke voraussetzt.

Hinsichtlich der Spezifität ergeben sich bei den Gliomen deutliche Vorteile für die CT. Bekannt ist die fehlende Kontrastmittelanreicherung bei niedergradigen Astrozytomen und das randständige Enhancement beim Glioblastoma multiforme. Es darf jedoch nicht außer Acht gelassen werden, daß hypodense Areale im CT ebenfalls unspezifisch sind und die Diagnose aufgrund der Kenntnis der Klinik, Lokalisation und Form der Läsion gestellt wird. Magnetotomographisch findet sich bei allen Gliomen unterschiedlichen Malignitätsgrades ein ähnliches Signalverhalten. Eine Verbesserung der Spezifität läßt sich hier jedoch durch die Anwendung von paramagnetischen Kontrastmitteln erreichen, wobei auch die Dynamik der Anreicherung diagnostisch verwertbar ist [4, 8, 13]. Regressive Veränderungen wie Blutungen oder Zysten, aber auch Veränderungen nach Strahlentherapie sind magnetotomographisch besser zu diagnostizieren. Im Nachweis von Tumorkalkifikationen ist die MRT der CT jedoch deutlich unterlegen, was die niedrigere diagnostische Aussagekraft z. B. bei verkalkten Meningeomen oder Oligodendrogliomen erklärt. Für Gefäßtumoren besitzt die MRT eine hohe Spezifität [15]. Tumorgefäße und AV-Malformationen lassen sich sicher diagnostizieren. Thrombosierungen stellen sich sowohl im T1- wie im T2-betonten Bild signalintensiv dar, während sie dem computertomographischen und angiographischen Nachweis entgehen können.

Was die Tumor/Ödem-Differenzierung betrifft, so ist die MRT aufgrund gering differenter T2-Werte von Tumor und Ödem in der Lage, eine Abgrenzung ohne Kontrastmittel zu erreichen, wenn Multiechosequenzen mit langem TE durchgeführt werden [16]. Es ist dadurch möglich, Ödeme in einem frühen Stadium nachzuweisen, wenn die Blut-Hirnschranke für Kontrastmittel noch nicht permeabel ist. Bei Verwendung paramagnetischer Kontrastmittel werden dem jodhaltigen Kontrastmittel vergleichbare Informationen über die Blut-Hirn-Schranke erhalten [13]. Meßtechnisch werden Aufnahme sequenzen mit starker T1-Wich-

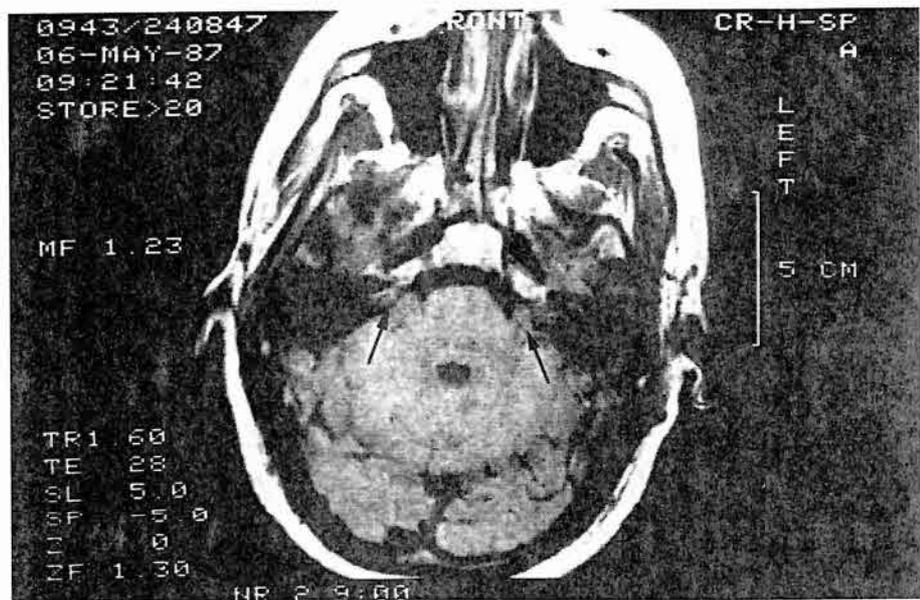


Abb. 5a
(Legende nächste Seite).

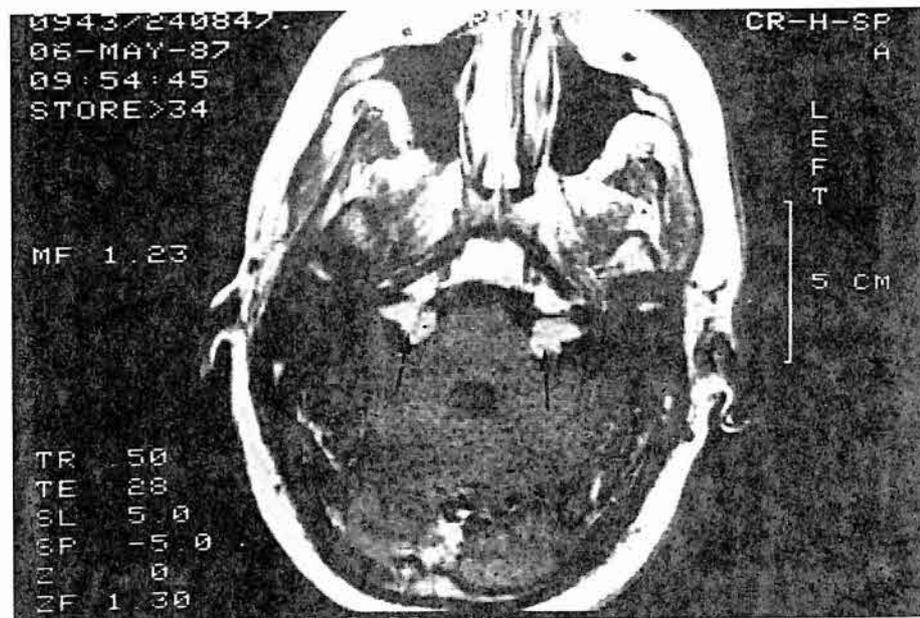


Abb. 5b
(Legende nächste Seite).

tung gewählt. Bei kurzer Aufnahmezeit führt das Kontrastmittel, welches über die gestörte Blut-Hirn-Schranke ins Gewebe gelangt, über eine Herabsetzung der T1-Relaxationszeit zu einer hohen Signalintensität im Bereich der Tumorgrenzen, während zystische Bezirke und das perifokale Tumoredem sich bei dieser Sequenz signalarm darstellen [4, 13].

Welches diagnostische Vorgehen ist beim klinischen Verdacht eines Hirntumors anzustreben? Nach Möglichkeit sollte die MRT als Methode erster Wahl eingesetzt werden. Sie besitzt die höchste Sensitivität,

ist nichtinvasiv, Kontrastmittel wird routinemäßig nicht benötigt. T2-gewichtete Sequenzen sind im Nachweis von Läsionen am sensitivsten. T1-gewichtete Bilder zeigen dagegen am besten die anatomischen Verhältnisse sowie sekundäre Veränderungen wie z. B. Massenverschiebungen. Die CT erreicht derzeit aufgrund der etablierten Erfahrung eine teilweise höhere Spezifität und ist zum Nachweis von Tumorverkalkungen notwendig. Bei positiver MRT kann die CT zur weiteren Abklärung unklarer Läsionen eingesetzt werden. Dieser klinischen Forderung stehen derzeit noch die höheren Kosten der MRT gegenüber.

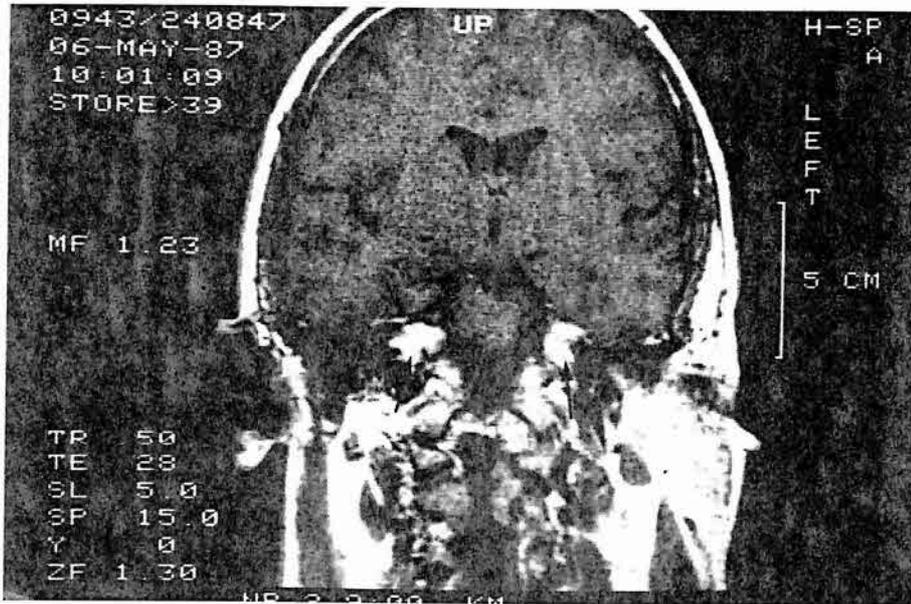


Abb. 5c

Abb. 5, a bis c MRT von Acousticusneurinomen beidseits bei einem vierzigjährigen Patienten mit Morbus Recklinghausen: Im T1-betonten Bild (a) sind im Bereich des Kleinhirnbrückenwinkels beidseits Tumoren nachweisbar (→), die sich jedoch vom Signalverhalten nicht vom übrigen Hirngewebe abheben. Nach Gabe von paramagnetischem Kontrastmittel sind die Acousticusneurinome sowohl in den axialen wie koronaren Schichtebenen (b und c) durch das hyperintense Signalverhalten eindeutig von den übrigen Hirnstrukturen differenzierbar.

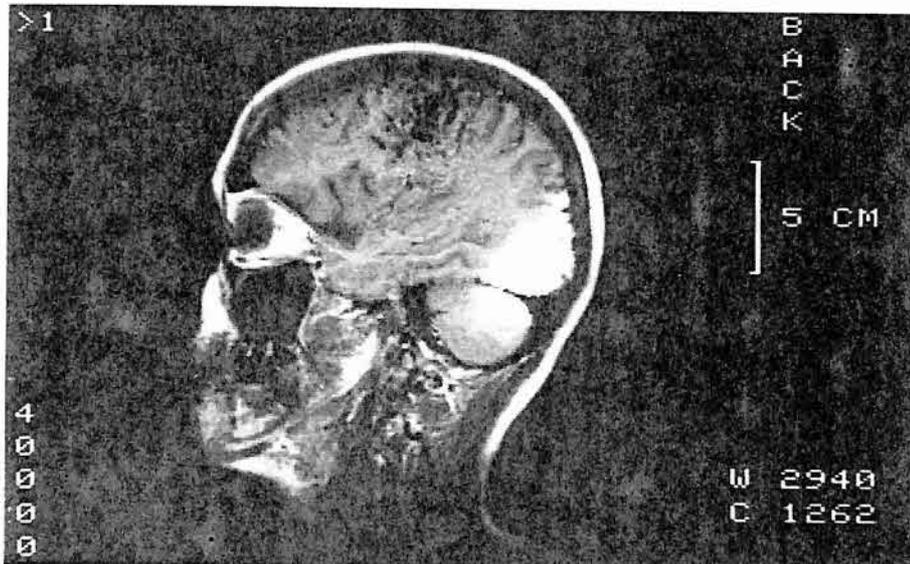


Abb. 6 Typisches Bild einer arteriovenösen Fehlbildung in der MRT: In dem T1-betonten Bild mit parasagittaler Schnittebene zeigen sich hoch fronto-parietal fleckige, signalarme Zonen mit zum Teil blumenkohlartigem Aussehen. Dieses Signalverhalten wird durch die Flußphänomene im Bereich des Angioms hervorgerufen.

LITERATUR

- [1] Aichner E, J. Willeit: Magnetic resonance imaging of the central nervous system. In: L. Battistin, E. Gerstenbrand: Neurology and Neurobiology Vol. 21: PET and NMR: New perspectives in Neuroimaging and in clinical Neurochemistry. Alan R. Liss, New York 1986, 381-405.
- [2] Brant-Zawadzki M., J. P. Badami, C. M. Mills, D. Norman, T. H. Newton: Primary intracranial tumor imaging: a comparison of magnetic resonance and CT. Radiology 150, 435-440 (1984).

- [3] Bydder G. M., D. P. E. Kingsley, J. Braun, H. P. Niendorf, I. R. Young: MR imaging of meningiomas including studies with and without Gadolinium-DTPA. *J. Comput. Ass. Tomogr.* 9, 690-697 (1985).
- [4] Claussen C., M. Laniado, W. Schröner, H. P. Niendorf, H. J. Weimann, W. Fiegler, R. Felix: Gadolinium-DTPA in MR imaging of glioblastomas and intracranial metastases. *AJNR* 6, 669-674 (1985).
- [5] Curati W. L., M. Graif, R. E. Steiner, D. P. E. Kingsley, I. R. Young: Further improvement of MRI sensitivity in the diagnosis of acoustic neurinomas using Gd-DTPA. Fourth annual meeting, Society of Magnetic resonance in medicine, London 1985.
- [6] Davis P. C., J. C. Hoffman, T. Spencer, G. T. Tindall, F. Braun: MR imaging of pituitary adenoma: CT, clinical, and surgical correlation. *AJNR* 8, 107-112 (1987).
- [7] Einsiedel H., W. Löffler: Nuclear magnetic resonance imaging of brain tumours unrevealed by CT. *Europ. J. Radiology* 2, 226-234 (1982).
- [8] Graif M., G. M. Bydder, R. E. Steiner, P. Niendorf, D. G. T. Thomas, I. R. Young: Contrast enhanced MR imaging of malignant brain tumours. *AJNR* 6, 855-862 (1985).
- [9] Haughton V. M., A. A. Rimm, K. A. Sobocinski, R. A. Papke, D. L. Daniels, A. L. Williams, R. Lynch, R. Levine: A blinded clinical comparison of MR imaging and CT in Neuroradiology. *Radiology* 160, 751-755 (1986).
- [10] Jezernik M., M. Sentjure, M. Schava: Proton magnetic resonance characterisation of brain tumours. *Acta Neurochir.* 67, 1-9 (1983).
- [11] Le Bas J. F., J. L. Leviel, M. Decorps, A. L. Benabid: NMR relaxation times from serial stereotactic biopsies in human brain tumours. *J. Comput. Ass. Tomogr.* 8, 1048-1057 (1984).
- [12] Lee B. C. P., J. B. Kneeland, P. T. Cahill, M. D. F. Deck: MR recognition of supratentorial tumours. *AJNR* 6, 871-878 (1985).
- [13] Schörner W., R. Felix, C. Claussen, W. Fiegler, E. Kazner, U. Speck, H. P. Niendorf: Kernspintomographische Diagnostik von Hirntumoren mit dem Kontrastmittel Gadolinium DTPA. *Fortschr. Röntgenstr.* 141, 511-516 (1984).
- [14] Smith A. S. et al.: Magnetic resonance with marked T2-weighted images: Improved demonstration of brain lesions, tumor, and edema. *AJNR* 6, 691-697 (1985).
- [15] Uhlenbrock D.: Diagnose und Differentialdiagnose der intrakraniellen Gefäßmißbildungen im Kernspintomogramm. *Fortschr. Röntgenstr.* 143, 634-638 (1985).
- [16] Willeit J., R. Bachus, F. Aichner: The influence of tissue characteristics on MR contrast. Symposium-Neuroscience in Austria, Wien 1985.
- [17] Zimmerman R. D., C. A. Fleming, L. A. Saint-Louis, C. P. Lee, J. J. Manning, M. D. F. Deck: Magnetic resonance imaging of meningiomas. *AJNR* 6, 149-157 (1985).

Dr. med. J. Willeit
Anichstraße 35
A-6020 Innsbruck