

Magnetresonanztomographie bei hohen Feldstärken: viel hilft viel?

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

bei Besuchen in größeren radiologischen Forschungszentren im In- und Ausland wird man vermehrt mit der Aussage konfrontiert, dass das Labor X gerade seine kumulative Magnetfeldstärke auf 20 Tesla oder mehr erhöht hat. Hinter dieser launig gemeinten Summation der magnetischen Feldstärken (nein, man kann die Felder nicht so einfach addieren) steckt der Wunsch nach immer höheren Feldstärken, der aus der fundamentalen physikalischen Einsicht resultiert, dass mit steigender Feldstärke (eigentlich: magnetischer Induktion B_0) das alles entscheidende Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR) ungefähr linear ansteigt. Die Magnetresonanztomographie ist aber grundsätzlich eine signalarme Bildgebungstechnik – man sieht dies schon daran, dass alle Bilder in einer abgeschirmten Kabine aufgenommen werden müssen, um unerwünschten Störsignale fernzuhalten. Die Erhöhung der Feldstärke ist also ein probates Mittel, um das SNR zu erhöhen und damit die Qualität der MR-Bilder zu verbessern.

Der Trend zu immer höheren Feldstärken hält schon längere Zeit an. War noch vor einer Dekade 1,5 Tesla die höchste Feldstärke im klinischen Einsatz, hat sich die Feldstärkeskala seit einigen Jahren mehr und mehr zu 3 Tesla verschoben. Der letzte Schritt in dieser Entwicklung sind experimentelle Ultrahochfeld(UHF)-MR-Systeme mit 7-Tesla-Magneten, von denen weltweit ungefähr 60 Geräte instal-

liert sind. Allerdings stellen 7 Tesla keine prinzipielle Grenze der Magnetfeldgigantomanie dar – so existieren bereits mehrere 9,4-Tesla-Systeme, und MR-Systeme mit 10,5 (Minneapolis) und 11,7 Tesla (Paris) befinden sich im fortgeschrittenen Planungsstadium. Bei dieser Inflation der Feldstärkewerte stellt sich natürlicherweise die Frage, ob dieses mehr an technischem Aufwand auch mit einem entsprechenden Zugewinn an klinisch-diagnostischer Information verbunden ist.

In der Tat ist die physikalische Bilanz erst einmal ernüchternd. Da das SNR „nur“ linear mit B_0 ansteigt, lässt sich beispielsweise die räumliche Auflösung bei einer Steigerung der Feldstärke von 3 auf 7 T nur um 26% steigern (mathematisch: die Kantenlänge eines Voxels lässt sich um einen Faktor $\sqrt[3]{2}$ reduzieren). Betrachtet man den technischen und finanziellen Aufwand, der für die Installation und den Betrieb eines 7-Tesla-Tomographen notwendig ist, erscheint dieser Auflösungsgewinn marginal.

Allerdings ist es gerade die isotrope Verkleinerung des Bildelements, die Strukturen im Submillimeterbereich erst sichtbar macht. Bei der räumlichen Auflösung ist die MR-Bildgebung selten ehrlich: in der Bildebene werden zwar Auflösungen von 300–500 μm erzielt, allerdings beträgt die Schichtdicke oft 3–5 mm, also genau eine Größenordnung mehr. Die „hochaufgelösten“ MR-Bilder bei 1,5 oder 3 T sind dann in Wirklichkeit einer extremen Verlängerung des Voxels in der dritten Dimension zu verdanken. Die di-

cken Bildschichten maskieren aber kleine Strukturen oft, und eine Betrachtung der Daten aus anderen Richtungen ist kaum möglich. Bei hohen Feldstärken ist es hingegen möglich, isotrope Voxel zu realisieren. Das mehr an räumlicher Information will aber auch kodiert sein, was typischerweise in der MRT eine Verlängerung der Messzeit bedeutet. Möchte man hier sparen, bieten sich Beschleunigungsverfahren wie die parallele Bildgebung an, bei denen man zwar weniger Aufnahmezeit benötigt, aber auch an SNR einbüßt. Dieses scheinbar simple Beispiel zeigt eindrucksvoll, wie komplex die Optimierung von Bildgebungsprotokollen für die Hochfeld-MRT sein kann.

Neben der Auflösungsverbesserung bietet die UHF-MRT aber noch viele andere Vorteile, die beispielsweise aus den veränderten Kontrasten oder der stärker werdenden Magnetfeldverzerrung resultieren. Den Vorteilen stehen erhebliche technische Herausforderungen gegenüber, die eine einfache Übertragung der momentan verwendeten klinischen MR-Verfahren in den Hochfeldbereich erschweren. Die Artikel in diesem Ultrahochfeld-MRT-Themenheft sollen Ihnen helfen, sich in diesem komplexen Themengebiet der UHF-MRT zurechtzufinden. Das Heft bietet eine Übersicht über die technischen Entwicklungen der UHF-MRT, die technologischen Möglichkeiten und Herausforderungen sowie die möglichen klinischen Anwendungsfelder im Bereich der Onkologie, der Kardiologie und bei neurofunktionellen Untersu-

chungen. Wir möchten uns ganz herzlich bei allen Autoren für ihre hervorragenden Artikel bedanken.

Wir hoffen, dass Sie durch die Beiträge in diesem Heft angeregt werden, die Diskussion um die UHF-MRT kritisch mit zu verfolgen, und selber eine Antwort auf die wohl sehr individuell zu beantwortende Frage zu finden: Hilft viel B_0 wirklich viel? Ihre



Prof. Dr. Stefan Delorme



Prof. Dr. Michael Bock

Korrespondenzadressen



Prof. Dr. S. Delorme
E010 Radiologie, Deutsches
Krebsforschungszentrum
(DKFZ) Heidelberg,
Im Neuenheimer Feld 280,
69120 Heidelberg
s.delorme@dkfz-heidelberg.de



Prof. Dr. M. Bock
Medizin Physik –
Radiologische Klinik,
Universitätsklinikum Freiburg,
Breisacher Straße 60a,
79106 Freiburg
michael.bock@
uniklinik-freiburg.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seinen korrespondierenden Koautor an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

M. Kusch, H. Labouvie, B. Hein-Nau Klinische Psychoonkologie

Heidelberg: Springer-Verlag GmbH 2013,
269 S., 5 Abb., (ISBN 978-3-642-31747-7),
49.99 EUR



Jährlich erkranken über 400.000 Menschen in Deutschland an Krebs, darunter circa 1.800 Kinder und Jugendliche unter 15 Jahren. Von ihnen werden 80 % geheilt – sind sie aber auch gesund?

Insbesondere der Bereich „Posttraumatische Belastungsstörung/somatoforme Störungen“ bedarf in Zukunft einer höheren Aufmerksamkeit: Die Diagnose Krebs mit der Folge einer äußerst invasiven onkologischen Behandlung, wird von den Betroffenen und deren Familien nicht nur als schwere Belastung mit der Folge von Verhaltens- und Anpassungsstörungen erfahren, sondern sehr häufig als existentielle Bedrohung erlebt und deshalb traumatisch verarbeitet. Wird der traumatische Hintergrund dieser Störungen nicht gesehen, werden nicht verarbeitete traumatische Erfahrungen immer wieder angetriggert, retraumatisieren die Patienten, verstärken psychische Störungen und verhindern eine angemessene Krankheitsbewältigung und damit Integration der chronischen Erkrankung in das Selbstkonzept. Die Nichtbehandlung dieser PTBS behindert nicht nur gravierend eine adäquate Krankheitsbewältigung, sondern führt langfristig als „Spätfolge“ zu komorbiden Erkrankungen wie Angststörung, Depression, Somatoformen – Dissoziativen Störungen, Suchterkrankungen und Essstörungen.

Viele Nebenwirkungen einer Krebstherapie sind erforscht und werden in der Nachsorge berücksichtigt. Dies trifft leider für den Bereich der Psychoonkologie noch nicht zu. Im stationären Bereich sind sowohl bei krebskranken Kindern als auch bei an Krebs erkrankten Erwachsenen Strukturen der Psychoonkologie aufgebaut worden. Im Bereich der Nachsorge noch nicht. Das Buch „Klinische Psychoonkologie“ von Kusch, Labouvie und Hein-Nau beschreibt vom stationären Bereich kommend präzise und praxisorientiert die Problematik. Diese

sind u.a. körperliche Symptome, Fatigue, Übelkeit, Schmerzen, Fertilität, Kognition, Delir, Suizidalität, sowie seelisches Leid. Besprochen werden praxisrelevante Einflussfaktoren auf die Krankheitsverarbeitung und Krankheitsbewältigung und der Stellenwert der psychologischen Faktoren in der Patientenversorgung. Aufgrund der besonderen Wichtigkeit für die Nachsorge ist die Beschreibung der Lebenssituation von Krebspatienten mit den Behandlungsphasen und –situationen hervorzuheben. Hierbei sind die Anforderungen und (emotionalen) Belastungen, sowie das Auseinandersetzen mit der Erkrankung wertvolle Abschnitte.

Als Herzstück ist das Management der psychoonkologischen Versorgung zu sehen. Sehr praxisnah und mit konkreten Darstellungen von Modellen und Vorstellungen von psychoonkologischen Screeninginstrumenten ist dies für den Nachsorgebereich nach einer Krebserkrankung dem Leer beschriebenen. Gerade eine gestufte psychoonkologische Versorgung, z.B. im „Stepped Care“-Ansatz, ist wirkungsvoll in der Durchführung von psychoonkologisch-psychotherapeutischen Interventionen. Die Psychoonkologie ist ein obligater Bestandteil einer Krebsbehandlung, gleichzusetzen mit anderen Therapieelementen wie Chemo- oder Radiotherapien und Operationen. Besonders im stationären Bereich sind wesentliche Strukturen, auch im Rahmen von „Comprehensive Cancer Centers (CCC)“, geschaffen worden. Wir sollten diese Entwicklung nutzen und den Ausbau der psychoonkologischen Behandlung im ambulanten/ Nachsorge-Bereich auch mit Hilfe dieses Werkes in Angriff nehmen.

T. Langer (Erlangen)