

Schlaglicht: Neuroradiologie

7T-MRT: Höher, stärker, schneller!

Die 7-Tesla-Magnetresonanztomographie ist ein wichtiger Fortschritt für die Bilddiagnostik des Nervensystems. Die Krankheiten, bei denen die aussergewöhnliche Auflösung dieser Methode den grössten Nutzen bringt, sind Epilepsie, Multiple Sklerose und zerebrovaskuläre Erkrankungen.

Prof. Dr. med. María Isabel Vargas, Prof. Dr. med. Karl-Olof Lövblad

Service de neuroradiologie diagnostique et interventionnelle, Département diagnostique, Hôpitaux Universitaires de Genève, Faculté de Médecine de Genève, Genève

Hintergrund

Die Magnetresonanztomographie (MRT) ist bei mehreren Erkrankungen des zentralen und peripheren Nervensystems die Untersuchung der Wahl. Im klinischen Umfeld wird die MRT mit 1,5 Tesla (T) und 3 Tesla einge-

setzt. Die 7T-MRT wurde vor zwei Jahren für die klinische Anwendung zugelassen, das Magnetfeld entspricht dabei dem 140 000-Fachen des Erdmagnetfelds (Abb. 1).

Infolge der kontinuierlichen Steigerung des Magnetfelds der Geräte für den klinischen

Einsatz in den letzten Jahrzehnten konnten die räumliche und zeitliche Auflösung ebenso verbessert werden wie die Fähigkeit zur Erfassung immer kleinerer Läsionen (Abb. 2).

Diese Fortschritte ermöglichten die Verbesserung der Versorgung von Personen, die an oftmals mit Behinderung einhergehenden Krankheiten leiden. Das beste Beispiel sind nicht auf medikamentöse Behandlung ansprechende Epilepsien, bei denen kortikale Fehlbildungen (Dysplasien) durch die stärkeren Magnetfelder immer genauer dargestellt werden können. Die bessere Visualisierung der Läsionen ermöglichte die präzisere und selektivere chirurgische Behandlung und somit die exakte und genauere Resektion der Läsionen. Dadurch können Personen, die von einer oftmals chronischen, einschränkenden Krankheit betroffen sind, wieder in ein normales Leben zurückfinden.

Ultrahochfeld-MRT

Methode

Die sogenannte Ultrahochfeld-MRT existiert seit über einem Jahrzehnt, vor allem für die Anwendung in der Forschung. Dank der Entwicklung spezifischer Antennen und geeigneter MRT-Sequenzen kann die Methode auch in der klinischen Praxis eingesetzt werden. Eine neue Gerätegeneration ist derzeit für die klinische Anwendung am Gehirn und am Knie zugelassen. Mit der stetigen Verstärkung des Magnetfelds sind auch Artefakte, insbesondere Artefakte der magnetischen Suszeptibilität, relevanter geworden, unter anderem an der Schädelbasis und der hinteren Schädelgrube. Technische Verbesserungen haben diese Artefakte beherrschbar gemacht, um in der klinischen Praxis eine



Abbildung 1: 7T-MRT-Magnet zur klinischen Anwendung.

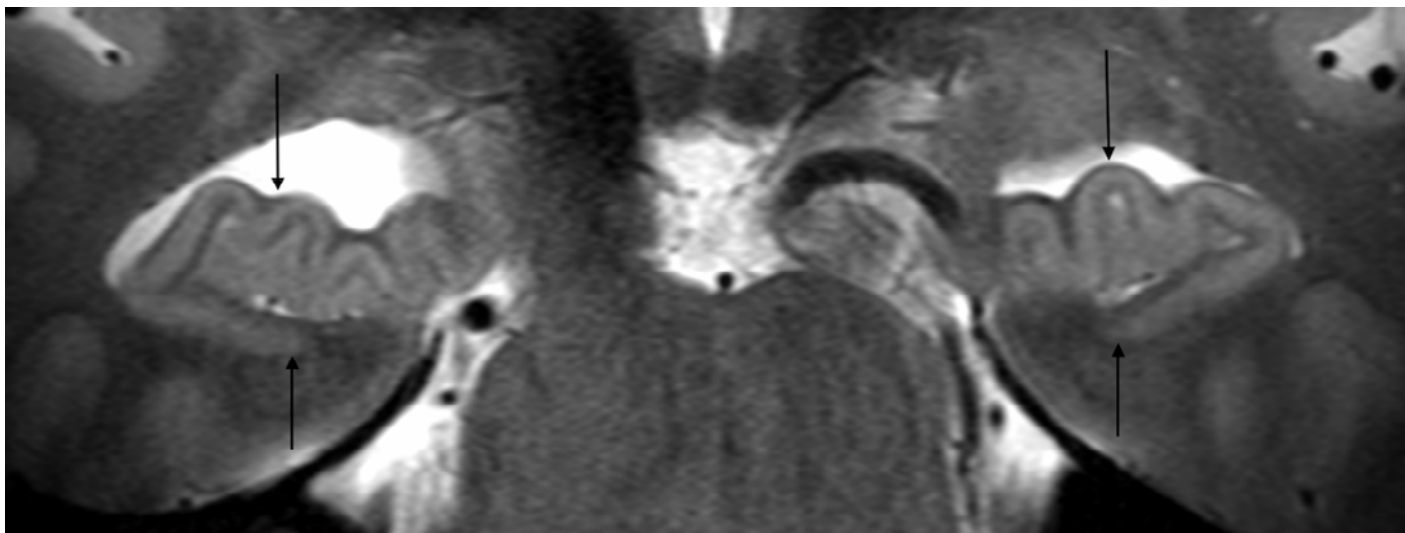


Abbildung 2: Magnetresonanztomogramm: Die T2-gewichtete Sequenz in koronarer Ebene zeigt die Mikrostruktur des Hippocampus in sehr hoher Auflösung (Pfeile).

zweckdienliche Darstellung des Gehirns zu erreichen. Es ist daher möglich, Sequenzen zu erhalten, die den klinisch verwendeten Sequenzen mit einem herkömmlichen Magnetfeld (1,5T und 3T) ähneln, jedoch mit einer höheren Auflösung und vor allem mit einem direkten Nutzen aus der Erhöhung des Magnetfelds bei bestimmten Sequenzen wie der suszeptibilitäts-gewichteten Bildgebung oder den spektroskopischen Sequenzen [1].

Derzeit anerkannte Indikationen

Einige Indikationen wurden bereits als geeignet für die direkte Anwendung der Ultrahochfeld-MRT im klinischen Rahmen anerkannt. Bei Epilepsie ist die Verstärkung des Magnetfelds besonders nützlich, da dadurch eine deutlich bessere räumliche Auflösung erreicht werden kann: Es wurde gezeigt, dass sich mithilfe der Ultrahochfeld-MRT epileptogene Kortextläsionen darstellen lassen, die bei normalem Feld weniger oder gar nicht erkennbar sind [2, 3]. Bei zerebrovaskulären Krankheiten kann mittels Ultrahochfeld-MRT zwischen Aneurysma und Infundibulum unterschieden werden [4]: Dies hat spürbare Folgen, da bei einem Infundibulum keine Kontrolle durch wiederholte Bildgebung nötig ist, während ein Aneurysma lebenslang überwacht werden muss. Eine weitere chronische Krankheit mit hoher Morbidität, bei der die Verbesserungen durch die Ultrahochfeld-MRT von Nutzen sind, ist die Multiple Sklerose: Einerseits können kortikale Entzündungsläsionen, die bisher in der klassischen MRT schlecht erkennbar waren, besser dargestellt werden, andererseits können neue Biomarker nachgewiesen werden, um den noch nicht vollständig bekannten pathophysiologischen Mechanismus dieser Krankheit zu klären.

Indikationen, die derzeit validiert werden

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Ultrahochfeld-Methode bei der Bilddiagnostik von Gehirntumoren ebenso nützlich wie bei den genannten Indikationen ist: Zusätzlich zur höheren anatomischen Auflösung wird es möglich sein, Sequenzen wie die Spektroskopie (zur Bestimmung der Malignität eines Tumors im Rahmen der Erstbeurteilung oder Kontrolluntersuchung oder zur Kontrolle des Ansprechens auf diverse Behandlungen) zu verbessern. Auch bei neurodegenerativen und psychiatrischen Krankheiten kann die Entwicklung der Methode von Nutzen sein: Verschiedene chronische Krankheiten, die das Gehirn betreffen, könnten früher erkannt werden, was eine Behandlung im Frühstadium ermöglichen würde, und zwar mittels morphologischer oder funktioneller Methoden.

Perspektiven

Ebenso wie bei den bisherigen Generationen von MRT-Geräten ist es vorhersehbar, dass es in naher Zukunft möglich sein wird, die Anwendung der Ultrahochfeld-Methode auf das gesamte Zentralnervensystem und insbesondere das Rückenmark und die peripheren Nerven auszuweiten. In der Tat existieren auf präklinischer Ebene bereits Antennen, mithilfe derer diese anatomischen Regionen untersucht werden können.

Korrespondenz

Prof. Dr. med. María Isabel Vargas
Service de neuroradiologie diagnostique et interventionnelle,
Département diagnostique
Hôpitaux Universitaires de Genève
Gabrielle-Perret-Gentil 4
CH-1205 Genève
[maria.i.vargas\[at\]hcuge.ch](mailto:maria.i.vargas[at]hcuge.ch)

Disclosure Statement

Die Autoren haben deklariert, keine potentiellen Interessenskonflikte zu haben.

Literatur

- 1 Vargas MI, Martelli P, Xin L, Ipek O, Grouiller F, Pittau F, et al. Clinical Neuroimaging Using 7 T MRI: challenges and Prospects. *J Neuroimaging*. 2018;28(1):5–13.
- 2 Opheim G, van der Kolk A, Markenroth Bloch K, Colon AJ, Davis KA, Henry TR, et al. 7T Epilepsy Task Force Consensus Recommendations on the Use of 7T MRI in Clinical Practice. *Neurology*. 2021;96(7):327–41.
- 3 Pittau F, Baud MO, Jorge J, Xin L, Grouiller F, Iannotti GR, et al. MP2RAGE and Susceptibility-Weighted Imaging in Lesional Epilepsy at 7T. *J Neuroimaging*. 2018;28(4):365–9.
- 4 Radojewski P, Slotboom J, Joseph A, Wiest R, Mordasini P. Clinical Implementation of 7T MRI for the Identification of Incidental Intracranial Aneurysms versus Anatomic Variants. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2021;42(12):2172–4.



Prof. Dr. med. María Isabel Vargas
Service de neuroradiologie diagnostique et interventionnelle, Département diagnostique, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève



Prof. Dr. med. Karl-Olof Löfblad
Service de neuroradiologie diagnostique et interventionnelle, Département diagnostique, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève