

Einführung neuer und optimierter Verfahren der quantitativen Bildgebung in die klinische Magnet-Resonanz-Tomographie

von Alois Martin Sprinkart

Die Magnet-Resonanz-Tomographie, kurz MRT, gehört heute zu den wichtigsten Bildgebungsverfahren in der Medizin. Eine herausragende Eigenschaft der MRT ist, dass sich mit unterschiedlichen Aufnahmetechniken eine Vielzahl verschiedener Bildkontraste erzielen lassen. In der klinischen Routine werden insbesondere Unterschiede in den Magnetisierungsrelaxationszeiten als primär kontrastbestimmende Parameter genutzt. Darüber hinaus können jedoch auch weitere gewebespezifische Eigenschaften (physikalische, chemische) orts aufgelöst dargestellt werden. Hierbei gewinnen zunehmend quantitative Methoden an Bedeutung, welche zum Ziel haben, diese Gewebeeigenschaften oder physikalische Parameter quantitativ zu erfassen. Die vorliegende Arbeit aus dem Bereich Clinical Science MRT beschäftigt sich mit der Einführung solcher Verfahren in die klinische Routine.

Im ersten von drei großen Themenbereichen wurde untersucht, inwieweit sich eine neue Methode namens Dual Refocusing Echo Acquisition Mode (DREAM) im Rahmen der Optimierung des während der Untersuchung eingestrahlten Hochfrequenzfeldes einsetzen lässt. In Probanden- und Patientenstudien konnte die Eignung für den klinischen Routinebetrieb nachgewiesen werden. Darüber hinaus wurde ein Konzept entwickelt und in einer umfangreichen Simulationsstudie analysiert, welches erlaubt, die hohe zeitliche Effizienz der DREAM Methode zu nutzen, um ohne Beeinträchtigung des klinischen Workflows die Qualität von konventionellen und auch quantitativen Verfahren weiter zu steigern.

Der zweite Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Quantifizierung des Fettanteils von Gewebe. Da die Inzidenz von Leberfetterkrankungen stark zunimmt, besteht dringender Bedarf an einfach durchzuführenden, nicht-invasiven Messverfahren. Im Rahmen einer umfangreichen Validierungsstudie konnte durch kombinierte Anwendung der als in-vivo Referenz anzusehenden, aber komplizierten MR-spektroskopischen Relaxometrie gezeigt werden, dass eine modifizierte Dixon-Methode als neues Standardverfahren zur bildgebenden Diagnostik einer Leberverfettung geeignet ist. Auch in der Herzbildgebung gewinnt das Thema Fettquantifizierung und -volumetrie zunehmend an Bedeutung, da neuere Forschungsarbeiten darauf hinweisen, dass eine erhöhte Menge an kardialem Fettgewebe mit dem Auftreten kardiovaskulärer Erkrankungen assoziiert ist. In der vorliegenden Arbeit wurde daher eine neue Auswertemethode entwickelt, die es basierend auf einer für die Herzbildgebung angepassten Dixon Sequenz erlaubt, das Volumen von kardialem Fett sowohl für Forschungszwecke als auch zur individuellen Risikoabschätzung zu bestimmen. Das entwickelte Postprocessing-Tool konnte in Phantom- und Probandenstudien erfolgreich evaluiert werden.

Im dritten Teil der Arbeit wurde der Frage nachgegangen, inwieweit das IVIM-Modell (IntraVoxel Incoherent Motion), dessen Anwendung die getrennte Quantifizierung von Perfusions- und Diffusions-effekten ermöglichen soll, für klinische Anwendungen einsetzbar ist. Obwohl die IVIM-basierte Auswertung von diffusionsgewichteten Sequenzen (DWI) in zahlreichen Forschungsarbeiten untersucht wurde, ist der Nutzen für die klinische Routine nach wie vor unklar. Durch Anwendung eines pragmatischen Ansatzes für die retrospektive Auswertung von klinischen DWI Datensätzen sowie die Implementierung eines geeigneten Postprocessings mit effizientem Workflow gelang es, in mehreren Patientenstudien und durch sorgfältigen Vergleich der erzielten Resultate mit bisherigen Arbeiten, das Potential, aber auch die Limitationen des IVIM-Konzeptes für onkologische Anwendungen zu beleuchten.