

Ganzkörper-Magnetresonanztomographie als strahlenfreie Alternative in der Tumorbildgebung

1. Einleitung

Die Einführung der Ganzkörper-Magnetresonanztomographie (GK-MRT) in die medizinische Bildgebung hat die diagnostischen Konzepte bei unterschiedlichen onkologischen Erkrankungen in den letzten Jahren tiefgreifend verändert. Ganzkörperbildgebung findet zunehmend Einzug in die klinische Routine als Alternative zu schrittweisen, multi-modalen diagnostischen Ansätzen. Die Einführung moderner Ganzkörper (GK)-MRT-Scanner haben den Weg zu klinisch umsetzbaren und effizienten Untersuchungen geebnet. Zudem haben Innovationen in der Bildakquisition die Gesamtuntersuchungszeiten signifikant reduziert, ohne dass dadurch die Bildqualität reduziert wurde. Auf diese Weise können hochaufgelöste MRT-Untersuchungen unterschiedlicher Organsysteme mit geeigneten Bildkontrasten mit einer anatomischen Abdeckung von Kopf bis Fuß kombiniert werden.

2. Voraussetzungen und Durchführung einer GK-MRT-Untersuchung

Im Gegensatz zur Computertomographie wird bei der MRT die Information nicht mit Röntgenstrahlen, sondern durch Anregung von Wasserstoffkernen (Protonen) mit Hochfrequenzwellen und der Kernresonanz ermittelt. Dies erfolgt im Zentrum eines sehr starken Magnetfeldes. Die Dichteverteilung dieser Kerne im Gewebe sowie ihre Bindung an andere Atome beeinflussen die Signale, die aus dem Körper empfangen und mit Hilfe von Computerberechnungen in Bilder umgewandelt werden. Zur Signalmessung werden bei modernen Tomographen sogenannte Oberflächenspulen benutzt, welche

dem Körper unmittelbar aufliegen. Ein umfassendes GK-MRT-Protokoll für die onkologische Diagnostik sollte als Basis Kontrasttechniken mit einem hohen Weichteil- und Knochenmarkskontrast beinhalten. Zudem sollten fokussierte, hochaufgelöste Aufnahmen der Lunge und des Mediastinums implementiert werden, sowie Kontrastmittel-verstärkte Untersuchungen des Bauchraums und Gehirns zur Detektion und Differenzierung von Organläsionen. Selbstverständlich stellt dies nur ein repräsentatives Beispiel eines allgemeinen onkologischen GK-MRT-Konzepts dar, da die GK-Bildgebung individuell der klinischen Fragestellung und der jeweiligen Tumorentität angepasst werden sollte. Eine derartige hochaufgelöste GK-MRT Untersuchungen in unterschiedlichen Raumebenen ist mit einer Magnetfeldstärke von 1.5 Tesla derzeit in einer Gesamtuntersuchungszeit unter 45 Minuten möglich.

3. GK-MRT-Screening im Rahmen der Früherkennung von Tumorerkrankungen

Aufgrund der fehlenden Strahlenbelastung bietet sich die GK-MRT potentiell für die präventive Diagnostik asymptomatischer Populationen an, speziell im Vergleich zu Verfahren, die mit einer Strahlenexposition verbunden sind, wie z.B. die Computertomographie (CT). Erste Erfahrungen mit kombinierten kardiovaskulären und onkologischen Untersuchungsprotokollen an asymptomatischen Personen haben neben zahlreichen Erkrankungen des Herzkreislaufsystems auch schwerwiegende Tumorbefunde beschrieben. Kramer et al untersuchten mit dieser Fragestellung 200 asymptomatische Patienten und entdeckten neben unterschiedlichen Manifestationen der Atherosklerose bei 6-14% der Teilnehmer zusätzlich bei 2 Personen ein Bronchial-Karzinom und ein Nierenzellkarzinom. In einer ähnlich konzipierten Studie an 855

Personen wurde zusätzlich eine MRT-Koloskopie in das Untersuchungsprotokoll integriert. Baumgart und Mitarbeiter konnten mit dieser Technik gutartige Polypen (Größe >10mm) bei 8,4% der Patienten nachweisen. Auch in dieser Studie wurden bei mehreren Personen Neoplasien entdeckt, unter anderem 5 Nierenzellkarzinome im Frühstadium und 2 Bronchialkarzinome. Trotz dieser ersten Ergebnisse und obgleich schwerwiegenden Befunde mit therapeutischer Konsequenz, muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei den beschriebenen onkologischen Diagnosen um reine Zufallsbefunde handelte.

4. Ganzkörper-MRT zum Tumorstaging und Rezidiverkennung

Für das Staging und Tumormonitoring onkologischer Erkrankungen werden oft noch multi-modale diagnostische Ansätze (MRT, CT, Ultraschall, nuklearmedizinische Verfahren) gewählt. Das kann jedoch zeitaufwändiger, teuer und für die Patienten belastend sein. Zunehmend finden daher Ganzkörper-Diagnostikverfahren in die klinischen Routine Einzug, um eine Tumorerkrankung mit ihren potentiellen Metastasierungsweegen als systemische Krankheit zu erfassen. Eigene Untersuchungen an 41 Patienten (GIT-Tumoren, Mamma-Ca, malignes Melanom) haben eine hohe diagnostische Genauigkeit von 91% bei einem TNM-Staging mit der GK-MRT gezeigt, vergleichbar mit konkurrierenden Verfahren, wie der kombinierten Positronen-Emissions-Tomographie-Computer-Tomographie (PET-CT). Die MRT hat lediglich aufgrund der Artefaktanfälligkeit auf Bewegung und Organpulsation gewisse Einschränkungen beim Nachweis von Lymphknoten-Metastasen, speziell in der Thorax- und Zwerchfellregion, die sich in einer reduzierten diagnostischen Genauigkeit (79-82%) beim N-Staging niederschlägt. Wegen ihres intrinsisch höheren Weichteilkontrastes hat die

MRT eindeutige Vorteile bei der Detektion von Fernmetastasen, speziell im Bereich des Skeletts, des Gehirns, der Weichteile und der Leber. Die diagnostische Genauigkeit eines M-Stagings mit der GK-MRT liegt bei 93-97%. Die Ganzkörper-MRT würde sich somit gerade bei Tumoren, die häufig in diese Organe metastasieren, eignen (z.B. Mamma-Karzinom, kolorektales Karzinom oder malignes Melanom). Die Ergebnisse sind hierbei vergleichbar mit denen der PET-CT bei Tumoren mit guter Speicherung von 18F-Fluorodeoxyglukose. Schließlich können mit der GK-MRT auch zahlreiche Metastasen außerhalb des Bildfelds eines Standard-Staging-Protokolls (CT des Halses, Thorax und Abdomens) nachgewiesen werden, wie zum Beispiel Hirnmetastasen und Knochenmetastasen am peripheren Skelett. In einer weiteren Studie führten unter anderem solche Befunde bei 10% der untersuchten Patienten zu einer Änderung der Therapiestrategie.

Nachfolgende Studien haben eine ähnliche Effizienz der GK-MRT beim Nachweis von Rezidivtumoren, insbesondere beim Mamma-Ca und kolorektalen Ca belegt.

5. Ganzkörper-MRT zum Staging hämatologischer Erkrankungen

Aufgrund des guten Knochenmarkkontrastes ist die GK-MRT auch als vielversprechende Anwendung bei malignen Erkrankungen des Knochenmarks mit möglicher systemischer Manifestation, wie z.B. dem multiplen Myelom oder Lymphom, beschrieben worden. Hier hat die GK-MRT im Vergleich zur üblichen radiographischen Diagnostik eine deutlich höhere Detektionsrate, speziell auch bei diffusen Infiltrationsformen, welche im Röntgenbild oder auch in der Multislice-CT (MS-CT) häufig unerkant bleiben. In einer Publikation von Baur et al wurden 41 Patienten mit Plasmazell-Neoplasien mit GK-MRT und Multislice-CT un-

tersucht. Die GK-MRT zeigte eine signifikant höhere Detektionsrate als die MS-CT. Bei 11 Patienten wurde das Krankheitsstadium mit der MS-CT im Vergleich zur GK-MRT unterschätzt. Speziell Frühstadien der Erkrankung mit weniger ausgedehnten Osteolysen und mit einem diffusen Infiltrationsmuster wurden mit der GK-MRT verlässlich erfasst. Insbesondere bei diffuser Knochenmarkinfiltration besteht die Gefahr, dass diese in der MS-CT fälschlicherweise als benigne Osteoporose eingestuft wird. Die Forschungsgruppe konnten zudem zeigen, dass die Integration des MRT-Befundes in das Stadiensystem von Durie und Salmon (PLUS-Klassifikation) eine genauere Stadieneinteilung von Patienten mit multiplen Myelom erlaubt. Dadurch hatte die MRT einen signifikanten Einfluss auf die Prognose des Patienten und auf die Therapiewahl bei dieser Erkrankung.

6. Zusammenfassung

Mit der GK-MRT gelingt eine umfassende bildgebende Analyse des ganzen Körpers in einem einzigen Untersuchungsgang ohne Strahlenexposition. Dadurch bietet sie sich als sinnvolle Alternative zur üblichen oft zeitaufwändigen multimodalen Diagnostik von Tumorerkrankungen mit potentiell systemischen Manifestationen an. Neuere technische Entwicklungen gestatten es die GK-MRT in einer für die Patienten tolerierbaren Untersuchungszeit von ca. 30-45 Minuten, je nach Untersuchungsprotokoll, durchzuführen. Dabei müssen gegenüber dezidierten MRT-Untersuchungen keine Kompromisse hinsichtlich der Bildqualität eingegangen werden.

Erste Studien beschreiben eine potentielle Rolle der GK-MRT im Rahmen von individuellen Screening-Untersuchungen durch den Nachweis von therapeutisch relevanten, jedoch akzidentellen Nachweis onkologischer Befunde. In mehreren Studien konnte gezeigt

werden, dass mit der GK-MRT beim Staging und Nachweis oder Ausschluss von Rezidiven verschiedener Tumorentitäten eine hohe Treffsicherheit erreicht werden kann. Insbesondere Metastasen in der Leber, im Skelett und im ZNS sind genauer nachzuweisen als mit anderen bildgebenden Verfahren, sodass sich die GK-MRT bei dem Mamma- und kolorektalem Karzinom in der Praxis besonders bewähren könnte.

Da das Knochenmark durch die MRT direkt dargestellt wird und bei hämatologischen Erkrankungen wie dem Multiplen Myelom häufig ein diffuser oder multilokulärer Befall vorliegt, ist die GK-MRT bei dieser Erkrankung besonders sensitiv und hat substantielle Bedeutung für Prognose und die therapeutischen Entscheidungen. Infolgedessen wurde die MRT in das Staging-System des Multiplen Myeloms aufgenommen.

Autor

PD Dr. Gerwin Schmidt
Facharzt für diagnostische und
interventionelle Radiologie
