



Meinrad Beer:

## MRT der Lunge bei Kindern und Jugendlichen

Mit der zunehmenden Verfügbarkeit schneller und robuster Aufnahmetechniken steht mit der MR-Tomographie der Lunge ein relativ neues Verfahren zur Diagnostik vielfältiger akuter und chronischer Lungenerkrankungen bei Kindern und Jugendlichen zur Verfügung. Ohne jegliche Strahlenexposition kann ein Maximum hinsichtlich Information über Lungenmorphologie, Funktion, Perfusion und Ventilation gewonnen werden. Damit steht eine Alternative zum bisherigen Standardverfahren des konventionellen Röntgenthorax und der Computertomographie zur Verfügung.

In Würzburg besteht in der Abteilung für Pädiatrische Radiologie (Prof. Dr. K. Darge) langjährige Erfahrung bezüglich des Einsatzes offener und geschlossener MR-Geräte bei Kindern und Jugendlichen mit unterschiedlichen Lungenerkrankungen. Neben der Darstellung des derzeitigen Entwicklungs- und Einsatzstand der MRT-Tomographie der Lunge soll auch ein Ausblick auf die weitere technische Entwicklung gegeben werden.

Wichtigster Aspekt der MRT der Lunge ist die möglichst genaue Darstellung der Lungenmorphologie, d.h. der Lungenstruktur. Dies ist seit einiger Zeit an offenen MR-Geräten möglich, die mit niedrigen Magnetfeldstärken (kleiner 1 Tesla) betrieben werden können. Für diese Untersuchung ist keine Vorbereitung der Patienten notwendig. Wie Abb. 1 zeigt, bietet die Untersuchung an diesen MR-Geräten den Vorteil des direkten Kontakts zwischen Kind und Eltern. Die kleinen Patienten liegen auf einem Unter-

suchungstisch, der dann unter den Aufnahmeapparat geschoben wird. Zum Empfang der Messsignale werden spezielle Spulen über dem Oberkörper positioniert. Zunächst werden sog. Planungsbilder (Scout) in 3 Ebenen aufgenommen. Auf diesen ersten Aufnahmen werden dann speziell für die Lungendarstellung optimierte Bildserien geplant. Dabei werden mehrere Schichten, in der Regel 10 -20 in einem Atemstopp und in einer Raumachse aufgenommen. Die Abb. 2 zeigt die typischerweise zunächst in koronarer Orientierung aufgenommenen 10 mm dicken Schichten. Die Gesamtaufnahmezeit beträgt ca. 10 - 15 Sekunden. Bei sehr kleinen Kindern zeigte unsere Erfahrung, dass auch eine freie Atmung, selbst ein Schreien, nicht zu einer starken Verzerrung

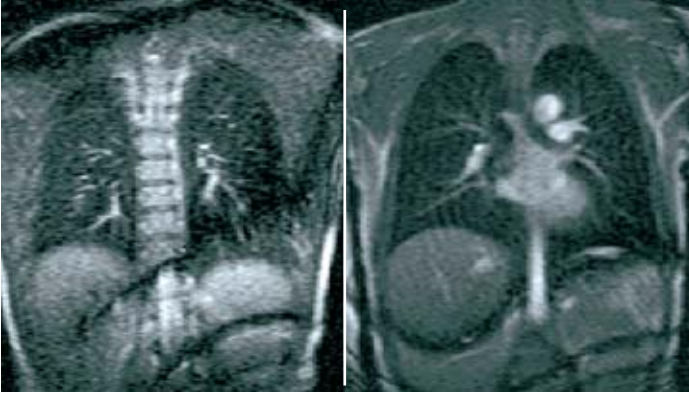
der Bilder führt. Zumeist werden dann ergänzend weitere Bildstapel in axialer oder sagittaler Orientierung aufgenommen.

Üblicherweise basiert die Darstellung des Lungenparenchyms auf Sequenzen, die das Blut hell darstellen. Es handelt sich dabei um so-



■ Abb. 1: Offenes 0,2T Gerät (Magnetom OPEN, Siemens AG, Erlangen, D).

genannte SSFP- (steady state free precession) Sequenzen. Akute Entzündungen des Lungenparenchyms (Infiltrate) sind durch ihren Wasser-



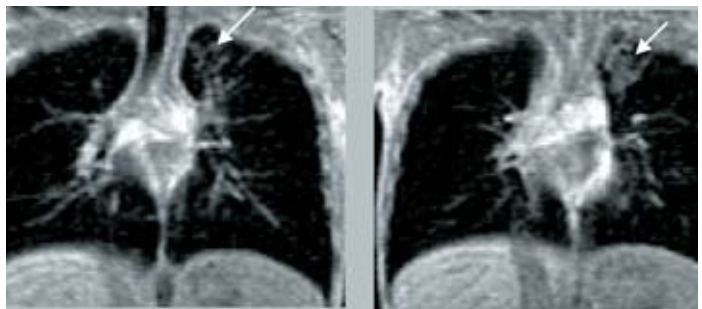
■ Abb. 2: Coronare 10 mm SSFP („TruFi“) Schichtbilder



■ Abb. 3: Unterlappenpneumonie re. (SSFP-Sequenz; coronar, sagittal).

anteil hierbei gut darzustellen, wie Abb. 3 zeigt. Auch pathologische Flüssigkeitsansammlungen, wie Pleuraergüsse und Perikardergüsse, können damit sehr gut erfasst werden. Ein Nachteil dieser Standardsequenzen ist jedoch, dass chronische Veränderungen im Lungenparenchym, wie z.B. ein Verschluss einzelner Lungensegmente (Atelektasen) kaum dargestellt werden. Hierzu stehen seit kurzem weiter entwickelte Gradientenechosequenzen zur Verfügung (GRE). Es scheint möglich zu sein, damit auch interstitielle Veränderungen des Lungenparenchyms, wie Abb. 4 zeigt,

zu erfassen. Diese morphologischen Veränderungen können natürlich auch am geschlossenen Hochfeldsystem akquiriert werden, wobei hierbei die räumliche Auflösung besser ist. Teilweise wird bei diesen



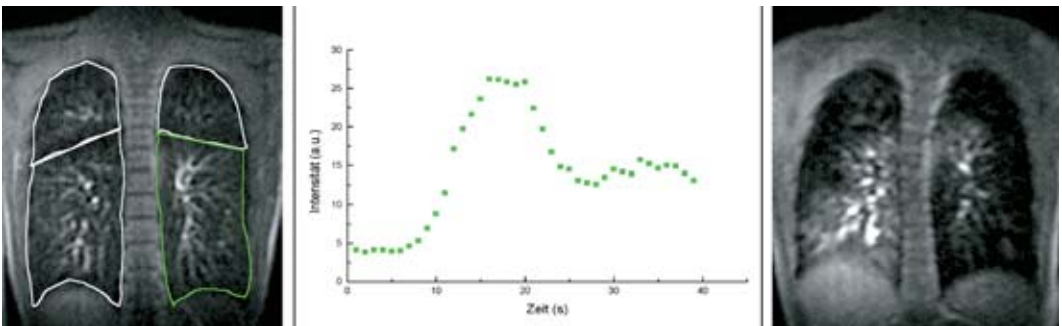
■ Abb. 4: Kleine Teilatelektase li. apikaler Oberlappen (3D-GRE-Sequenz; 5 mm).

Untersuchungen im Hochfeldgerät zusätzlich über einen zuvor gelegten Venenzugang ein MR-spezifisches Kontrastmittel (KM) gegeben, das sich im Bereich von entzündlichen Veränderungen oder Tumoren anreichert und somit die Detektion pathologischer Veränderungen erleichtert (Abb. 5).

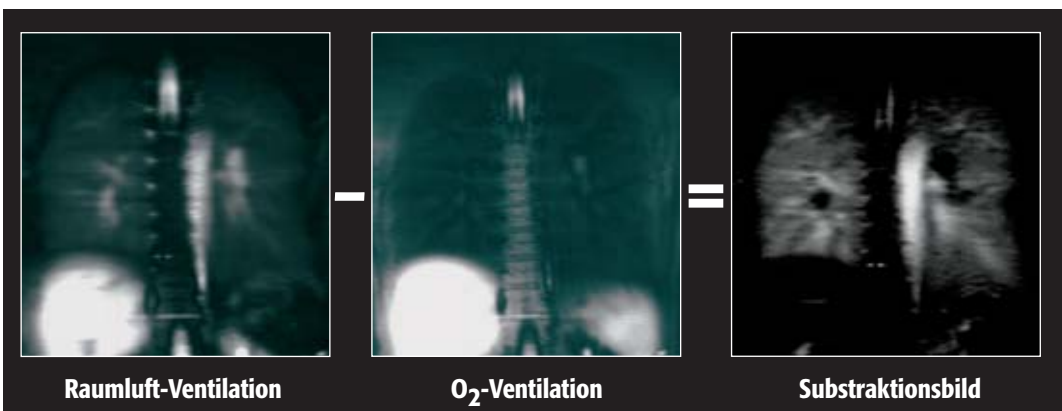
Neben der rein morphologischen Darstellung bietet die MR-Tomographie der Lunge die einzigartige Möglichkeit zusätzlich funktionelle Veränderungen zu erfassen. Die Darstellung der Durchblutung der Lunge (Perfusion) ist auf dem Gebiet der Hochfeldtechnik (geschlossene Systeme; 1,5 Tesla) schon weit fortgeschritten. Derzeit versuchen wir an unserem Zentrum in Würzburg dies auf die wesentlich patientenfreundlicheren offenen MR-Geräte zu übertragen. Üblicherweise erfolgt die Darstellung der Durchblutung der Lunge mittels der Gabe eines KM. Dabei werden eine oder mehrere Schichten des Lungenparenchyms vor KM-Gabe, wie im Verlauf der KM-Passage aufgenommen, bei



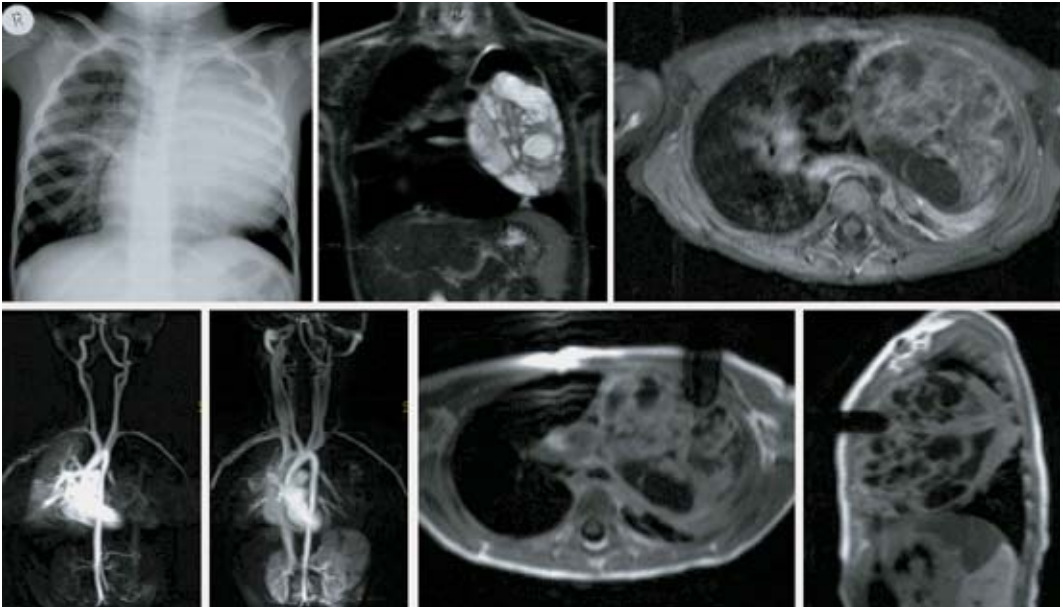
■ Abb. 5: Z.n. Morbus Hodgkin mit primären Lungenbefall, aktuell Pilzinfektion mit Kavernenbildung im li. Oberlappen; von li. nach re: konv. radiologisch, T1.gew. GRE-Sequenz vor sowie nach i.v. KM-Gabe (Gd-DTPA).



■ Abb.6 links und mitte: Zeitaufgelöste Perfusionsdarstellung ausgewählt am segmentierten (grün umfahrenen) linken Unterlappen bei einem gesunden Probanden, rechts Perfusionsdarstellung bei einer Patientin mit Mukoviszidose.



■ Abb.7: Physikalisch gelöster O<sub>2</sub> wird als paramagnetisches KM verwendet (nicht selektive IR-single-shot RARE; T1-gewichtet), gesunder Proband.



■ Abb. 8: Große Raumforderung der linken Lunge. Konventionelles Röntgenbild, koronares und axiales MRT (T2-gew. und T1-gew. post KM); MR-Angiographie mit MIP-Rekonstruktionen, MR-gesteuerte Biopsie; Histologie: reifes Teratom.

Patienten sind minderdurchblutete Areale gut abgrenzbar (Abb. 6).

Untersuchungen der Lungenbelüftung, der Ventilation sind mit der Sauerstoffbildgebung möglich. Das Prinzip der Ventilationsdarstellung basiert hierbei auf der Subtraktion von Bildern die unter normaler Raumluftatmung und anschließend unter Sauerstoffzuführung aufgenommen wurden.

Der Patient muss hierbei lediglich eine kleine Sauerstoffmaske tragen, was von Kindern im Regelfall auch gut toleriert wird. Dieses Subtraktionsverfahren zeigt dann sehr gut belüftete Lungenabschnitte auf, die

innerhalb von zwei kurzen Atemstops aufgenommen werden können (Abb. 7).

Die MRT bietet noch weitere Aspekte bezüglich der Diagnostik pathologischer Lungenprozesse. Zum einen erlaubt die MR-Angiographie (MRA) die Darstellung der großen Lungenarterien und Lungenvenen. Damit ist die Darstellung der Gefäßversorgung ohne Katheterapplikation (Positionierung eines Schlauches oder eines Drahtes in eine Ve-ne oder Arterie) möglich. Eine weitere Möglichkeit stellt die MR-gesteuerte Intervention dar. Durch die Gewinnung einer Histologie (Gewebetypisierung) eines Tumors kann eine genaue Diagnose und ei-

ne exakte Therapie eingeleitet werden. Abb. 8 zeigt die umfassenden Möglichkeiten in der modernen Bildgebung der Lunge. In einem einzigen Untersuchungsdurchgang konnte nicht nur das Ausmaß des Tumors dargestellt werden und seine Durchblutung, sondern gleichzeitig eine MR-gesteuerte Biopsiegewinnung (Histologie) durchgeführt werden. Damit konnte in kürzester Zeit dem Patienten geholfen werden.

Durch die technische Weiterentwicklung der MR-Tomographie der Lunge und insbesondere die Verfügbarkeit offener MR-Systeme ergibt sich eine Reihe von Indikationen. Akute Entzündungen der Lun-

---

ge können exakt dargestellt werden. Bei Tumoren sind zusätzlich Analyse der Gefäßversorgung und die Histologiegewinnung möglich. Ferner können bei chronischen Lungenerkrankungen sowohl regionale, wie globale Veränderungen der Lungenstruktur dargestellt werden. Die Möglichkeit die Lungendurchblutung (Perfusion), wie auch Belüftung (Ventilation) zu erfassen, ist ein Meilenstein der derzeitigen Entwicklung. Die ergänzende Durchführbarkeit einer MR-Angiographie oder einer MR-gesteuerten Histologiegewinnung sind weitere Möglichkeiten, um in möglichst kurzer Zeit den Patienten eine optimale Therapie zu ermöglichen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren, die oft mit einer Strahlenexposition behaftet sind, bietet die MR-Tomographie der Lunge eine wertvolle Alternative und dies auch an kinderfreundlichen offenen Geräten.

Die beschriebenen Möglichkeiten der Lungen-MRT wären ohne die exzellente Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Röntgendiagnostik, der Universitätskinderklinik und dem Institut für experimentelle Physik V der Universität Würzburg nicht möglich gewesen.

► PD Dr. med. Meinrad Beer  
Abteilung für Pädiatrische Radiologie  
Institut für Röntgendiagnostik,  
Universitätsklinikum Würzburg  
Josef-Schneider-Str. 2/D31  
97080 Würzburg