



Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Medizinische Fakultät Mannheim
Dissertations-Kurzfassung

Entwicklung von RF-Resonatorsystemen für quantitative Natrium-MRT an der Niere in präklinischen Studien bei 9.4 Tesla und Ganzkörper-Humananwendungen bei 3.0 Tesla

Autor: Raffi Kalayciyan
Institut: Computerunterstützte Klinische Medizin
Doktorvater: Prof. Dr. L. R. Schad

In der Natrium-Magnetresonanztomographie (^{23}Na -MRT) spielen die Radiofrequenz (RF)-Resonatoren optimiert auf das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) insbesondere bei der Quantifizierung der Natriumkonzentration in der Niere (RSC) eine Schlüsselrolle. Das Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer RSC-Quantifizierungstechnik optimiert auf SNR pro Zeit. Diese wird sowohl zur Anwendung in der Rattenniere bei 9.4T als auch in der klinischen MRT am 3T eingesetzt.

Ein duales RF-Resonatorsystem (TORO) wird für die RSC-Quantifizierung in der präklinischen ^{23}Na -MRT bei 9.4T eingesetzt. Dieses System beinhaltet einen Phased-Array mit einem rauscharmen Vorverstärker. Darüber hinaus erlaubt eine neuartige Sende-Empfangs(TXRX)-Sattelspule die bilaterale ^{23}Na -MRT beider Rattennieren mit hoher Orts- und Zeitauflösung. Der SNR-Vergleich der TXRX-Volumen- und TXRX-Sattelspulen mit der TORO-Spule zeigt, dass die TORO-Spule mit einem SNR-Vorteil von 30% gegenüber der TXRX-Sattelspule und mit einem SNR-Vorteil von Faktor 4 im Vergleich zu dem TXRX-Volumenresonator der besser geeignete Resonator ist.

Die anisotropische 3D-UTE-Sequenz erhöht das SNR pro Zeit durch sehr kurze Echozeiten von 60 μs (TXRX), 185 μs (TORO) und durch die anisotropische Ortsauflösung von $(1 \times 1 \times 4) \text{ mm}^3$. Dadurch wird eine hohe Quantifizierungsgenauigkeit von $\pm 10\%$ in einer Aufnahmezeit von 10 Minuten ermöglicht. Diese Aufnahmezeit kann auf 2 Minuten verringert werden, wenn das qualitative ^{23}Na -Signal mit hoher Zeitauflösung untersucht werden möchte.

Weitere neuartige präklinische RF-Resonatoren für die klinische MRT am 3T sind die Einkanal-TORO-Empfangs-Spule und die doppelresonante (^{23}Na und ^1H) TXRX-Oberflächenspule. Bei den initialen Rattennierenmessungen durchgeführt am 3T wird trotz der niedrigen Feldstärke eine sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen am 9.4T erzielt. Anhand der *in vivo* Experimente im Diuresemodell ($n = 6$) unter Verwendung des TORO-Resonators wird in dem inneren Nierenmark ein RSC-Abfall (-38%) von $213 \pm 24 \text{ mM}$ auf $132 \pm 25 \text{ mM}$ mit hoher Signifikanz ($P < 1 \cdot 10^{-4}$) und in der Nierenrinde ein RSC-Anstieg (+22%) von $86 \pm 16 \text{ mM}$ auf $105 \pm 18 \text{ mM}$ ($P < 2 \cdot 10^{-2}$) beobachtet. Anhand der weiteren *in vivo* Experimente im Diuresemodell ($n = 8$) unter Verwendung von dem TXRX-Resonator wird der ^{23}Na -Signalanstieg untersucht. Ein negativer Anstieg in dem inneren ($-4.6 \pm 1.3 \text{ \%/min}$) und in dem äußeren ($-1.4 \pm 0.9 \text{ \%/min}$) Nierenmark, sowie ein positiver Anstieg von $+1.7 \pm 0.9$ in der Nierenrinde werden beobachtet.

Abschließend wurden initiale ^{23}Na -Human-MRT-Messungen bei 3T auf dem dualen Resonatorkonzept in der Kombination mit dem ^{23}Na -Ganzkörperresonator durchgeführt. Der Empfangskanal im TORO-Modus wurde für die bilaterale ^{23}Na -Brust-MRT durch eine achtförmige TXRX-Oberflächenspule und durch einen 5-Kanal-Phased-Array für die ^{23}Na -MRT von der Wirbelsäule erweitert. Die in dieser Arbeit entwickelten Methoden für die funktionelle ^{23}Na -MRT könnten für die diagnostische Überwachung und die Früherkennung der Volkskrankheiten wie Krebs, Bluthochdruck oder Bandscheibenvorfall der Wirbelsäule eingesetzt werden.