

Frank Risse
Dr. sc. hum.

Quantifizierung von Kontrastmittelunterstützten Perfusionsmessungen im Körperstamm mit der Magnetresonanztomographie

Geboren am 05.06.1974 in Warstein

Diplom der Fachrichtung Biomedizintechnik am 12.06.2001 an der FH Gießen-Friedberg

Promotionsfach: Radiologie (DKFZ)

Doktorvater: Prof. Dr. rer. nat. L.R. Schad

Mit der Kontrastmittelunterstützten dynamischen Magnetresonanztomographie (MRT) kann die regionale Perfusion mit T_1 - oder T_2^* - gewichteten Messsequenzen nicht-invasiv bestimmt werden. Aus der ersten Passage eines Kontrastmittelbolus im Gewebe lässt sich auf der Basis der Indikator-Verdünnungs-Theorie der regionale Blutfluss, das regionale Blutvolumen und die mittlere Transitzeit berechnen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Methoden zur Quantifizierung der Perfusion - die Singulärwert-Zerlegung (SVD) und die Entfaltung mit orthogonalen Polynomen (DOP) - für die Anwendung im Körperstamm adaptiert. Zum Vergleich der SVD, der DOP und der semi-quantitativen Methode des Maximalen Kurvengradienten (MKG) wurden verschiedene Perfusionsbedingungen entsprechend der Niere simuliert. Es konnte eine mittlere Unterschätzung des regionalen Blutflusses von $1 \pm 21\%$ (DOP) und $10 \pm 4\%$ (SVD) bei einem Signal-zu-Rausch-Verhältnis von $SNR = 10-70$ festgestellt werden. Die MKG zeigte eine mittlere Unterschätzung von 23% , war aber relativ unabhängig von den Perfusionsbedingungen. Zur Validierung der Quantifizierungsmethoden wurde ein Modell zur Perfusion isolierter Hundenieren entwickelt, in dem die Perfusion zusätzlich über eine MR-unabhängige Referenzmessung bestimmt werden konnte. Ein Vergleich mit der Referenzmessung ergab für niedrige Perfusionen (ca. 160 ml/min/100g) bei einigen Experimenten eine Überschätzung der Perfusion von über 100% . Erst bei einer Perfusion von ca. 500 ml/min/100g lagen die MR-Messungen im Bereich der Referenzmessung (DOP, SVD). Bei der MKG zeigte sich dagegen eine positive Abweichung von $50-75\%$ für den gesamten Flussbereich. Die Ursachen für die großen Abweichungen waren in erster Linie Probleme bei der Bestimmung der arteriellen Eingangsfunktion. Die klinische Anwendung erfolgte mit der Perfusionsquantifizierung in der gesamten Lunge in einer Probanden- und Patientenstudie. Die Perfusionsmessung wurde mit einer T_1 -gewichteten 3D-FLASH-Sequenz mit einer Zeitauflösung von $1,5 \text{ s}$ durchgeführt. Als Mittelwerte bei 5 gesunden Probanden wurden ein pulmonaler Blutfluss von $PBF = 142 \pm 62 \text{ ml/min/100ml}$ und eine mittlere Transitzeit von $MTT = 4,0 \pm 1,4 \text{ s}$ bestimmt. Wie in früheren Studien zeigten die PBF-Werte über das 3D-Volumen einen Gradienten in Richtung der Schwerkraft.