

Magnetic Resonance Imaging zur Erfassung von Blutflussprofilen in Gefäßen des menschlichen Körpers

Boesiger P., Maier S.E., Scheidegger M.B., Botnar R., Meier D.

Institut für Biomedizinische Technik und Medizinische Informatik
Universität und ETH Zürich, Gloriastrasse 35, CH-8092 Zürich

EINLEITUNG:

Magnetic Resonance Imaging eröffnet neue Möglichkeiten für die räumlich hochaufgelöste Darstellung und die nichtinvasive Quantifizierung des Blutflusses in nahezu allen grösseren Gefässen des menschlichen Körpers. Da der Blutfluss auf verschiedene Arten die Amplitude und die Phase von Kernresonanzsignalen beeinflusst, sind mehrere Methoden bekannt, bei welchen die Flussinformation entweder aus der Signalamplitude oder aus der Signalphase abgeleitet wird.

Für quantitative Messungen des Blutflusses bieten Techniken, welche auf der Kodierung der Flussinformation in die Signalphase basieren, wesentliche Vorteile. Im Prinzip können Flussmessungen mit herkömmlichen Gradienten-Echo-Abbildungsverfahren durchgeführt werden (6,7). Doch treten damit in der Praxis vor allem bei komplizierteren Flussverhältnissen und in Herznähe schwerwiegende Bildartefakte auf, die eine genaue Quantifizierung verunmöglichen. Diese Artefakte werden durch Bewegungen senkrecht zu der zu messenden Flusskomponente und durch Terme höherer Ordnung der Bewegung (Pulsatilität des Blutflusses) im Zusammenwirken mit entsprechenden Momenten der für die Bilderzeugung verwendeten Gradienten induziert (1).

METHODE:

Die neue speziell für Flussmessungen entwickelte FAcE- (Free Induction Decay Acquired Echo)-Technik (1,10) ermöglicht eine extreme Verkürzung der

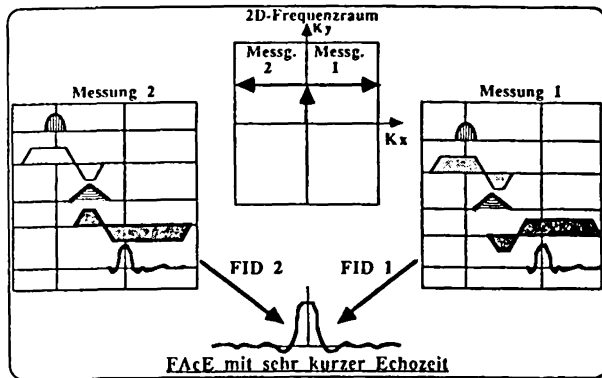


Abb.1: Prinzip der FAcE-Technik

Echozeit, wodurch die Terme höherer Ordnung stark reduziert werden. Dadurch verschwinden die entsprechenden Artefakte praktisch vollständig. Die extreme Verkürzung der Echozeit auf 2-4ms wird dadurch erreicht (Abb. 1), dass nicht ein volles, sondern nur ein halbes Gradientenechosignal gemessen wird. Die durch diese Halbecho-Abtastung entstehenden Nachteile in der Bildqualität werden kompensiert, indem in einem zweiten Experiment durch Inversion des Auslesegradienten gleichsam die andere Hälfte des Echosignals gemessen wird. Die beiden Hälften werden anschliessend zusammengefügt und wie normale Echosignale zu Bildern rekonstruiert. Durch Zuschalten von Gradienten, welche die ersten Momente ausgewählter Gradientenkomponenten vergrössern oder verschwinden lassen, wird die Messung jeder beliebigen Vektorkomponente der Blutflussgeschwindigkeit möglich.

ERGEBNISSE:

Nach sorgfältiger Überprüfung der Messtechnik an Modellen mit bekannten Strömungsverhältnissen und durch Vergleich der MR-Messergebnisse mit entsprechenden Daten von Ultraschall-Doppler-Messungen an der menschlichen Aorta (6) wurden eine grössere Rei-

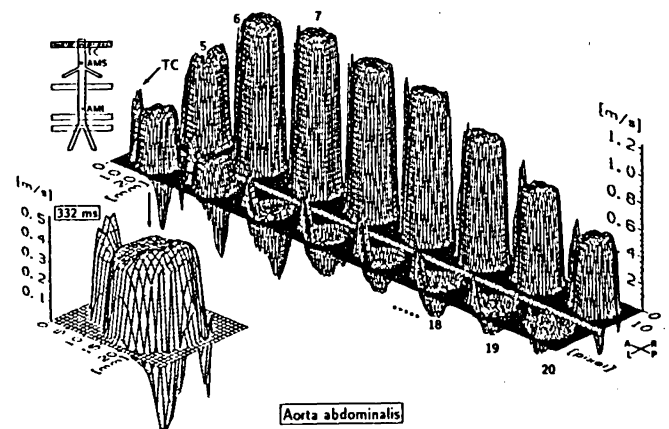


Abb.2: Flussgeschwindigkeitsprofile der abdominalen Aorta eines gesunden 27 jährigen Probanden auf der Höhe der Abzweigung des Truncus coeliacus