

Beschleunigte Time-of-Flight Magnetresonanzangiographie durch Verwendung von spiraler Bildakquisition

Nico Sollmann^{1,2,*}; Tobias Greve^{1,*}; Andreas Hock³; Claus Zimmer¹; Jan S. Kirschke^{1,2}

1 Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München
2 TUM-Neuroimaging Center, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München
3 Health Systems Philips Switzerland, Horgen, Schweiz

*: equal contribution

Hintergrund

Mittels spiraler Bildakquisition ist eine Reduktion der Scanzeit möglich. Diese Studie hat die systematische Analyse der Bildqualität in der Darstellung intrakranieller und extrakranieller hirnversorgender groß- und kleinkalibriger Arterien sowie die Analyse der diagnostischen Konfidenz in Bezug auf Gefäßpathologien zum Ziel. Hierbei erfolgt der Vergleich von drei Sequenzen zur Time-of-Flight Magnetresonanztomographie (TOF-MRA): a) TOF-MRA mit Compressed SENSE (TOF-CS; interne Standardsequenz), b) TOF-MRA mit spiraler Bildakquisition (TOF-Spiral) und c) TOF-MRA mit spiraler Bildakquisition unter gleichzeitiger Verringerung der Auflösung und des Field of View (TOF-Spiral-short).

Methoden

71 Patienten (Alter: $60,2 \pm 19,5$ Jahre, 43,7% weiblich, 28,2% mit intrakranieller Gefäßpathologie) erhielten eine Bildgebung mittels der drei genannten Sequenzen zur TOF-MRA in den ersten 8 Wochen nach Implementierung einer neuen Scanner-Software an einem 3-Tesla-MRT, welche die spirale Bildakquisition ermöglicht (R5.6; Achieva dStream, Philips Healthcare) (**Tabelle 1**). Die qualitative Bildbewertung (Darstellungsqualität größerer Gefäße, Detektierbarkeit kleinerer Gefäße, Gefäßpathologien, diagnostische Konfidenz) wurde durch zwei verblindete Radiologen (R1, R2) durchgeführt. Große Gefäße wurden auf einer Skala von 1 (keine Auswertung möglich) bis 5 (keine Artefakte) bewertet. Die Detektierbarkeit mittelgroßer Gefäße (ACA, MCA und PCA) wurde auf einer Skala von 1 (nicht sichtbar) bis 5 (M1 bis M4 sichtbar) bzw. 4 (A1-A3 / P1-P3 sichtbar) bewertet. Die Detektierbarkeit kleiner Gefäße wurde auf einer Skala von 1 (nicht sichtbar) bis 3 (sichtbar bis zum Parenchym) für die A. choroidea anterior und A. cerebelli superior bewertet. Die Bewertung der A. communicans posterior erfolgte dichotom.

	TOF-CS	TOF-Spiral	TOF-Spiral-short
Akquisitionstyp	3D	3D	3D
TR / TE [ms]	25 / 3,5	25 / 3,5	25 / 3,5
Voxelgröße [mm]	0,8 x 0,7 x 0,4	0,8 x 0,5 x 0,5	1,1 x 0,82 x 0,82
Field of View [mm]	200 x 200 x 88	200 x 200 x 88	200 x 200 x 70
Flip-Winkel [Grad]	20	20	20
Auslesezeit [ms]	-	10	10
Partielles Echo	Ja	Nein	Nein
Partielle Matrix-Faktoren	496 x 284	400 x 400	244 x 244
CS Faktor	5	-	-
Akquisitionsdauer	4 min 8 s	3 min 4 s	51 s
Min TE [ms]	3,10	1,52	1,31
TE Charakteristika	out-phase, 3,45 ms	out-phase, 3,45 ms	out-phase, 3,45 ms

Tabelle 1: Akquisitionsparameter

Ergebnisse

Die TOF-CS zeigte sich der TOF-Spiral in der Darstellungsqualität der extrakraniellen (**Abb. 1, d, h, l – flaches Pfeilende**) und intraossären (**Abb. 1, c, g, k – doppelte Pfeilspitze**) A. carotis interna überlegen.

Die TOF-Spiral zeigte sich hingegen in der Detektierbarkeit der A. choroidea anterior (**Abb. 1, a, e, i – markiert mit Pfeil**) und der A. communicans posterior beidseits (**Abb. 1, b, f, j – markiert mit Sternchen**) überlegen.

Die diagnostische Konfidenz bezüglich der Detektion einer Gefäßpathologie war zwischen der TOF-Spiral und der TOF-CS vergleichbar (**Tabelle 2**). Eine Detektion aller Gefäßpathologien war in allen drei Sequenzen möglich gemäß der Auswertung beider Radiologen. Es bestand eine hohe Reliabilität zwischen der Auswertung der beiden Radiologen (Cohen's Kappa > 0,80).

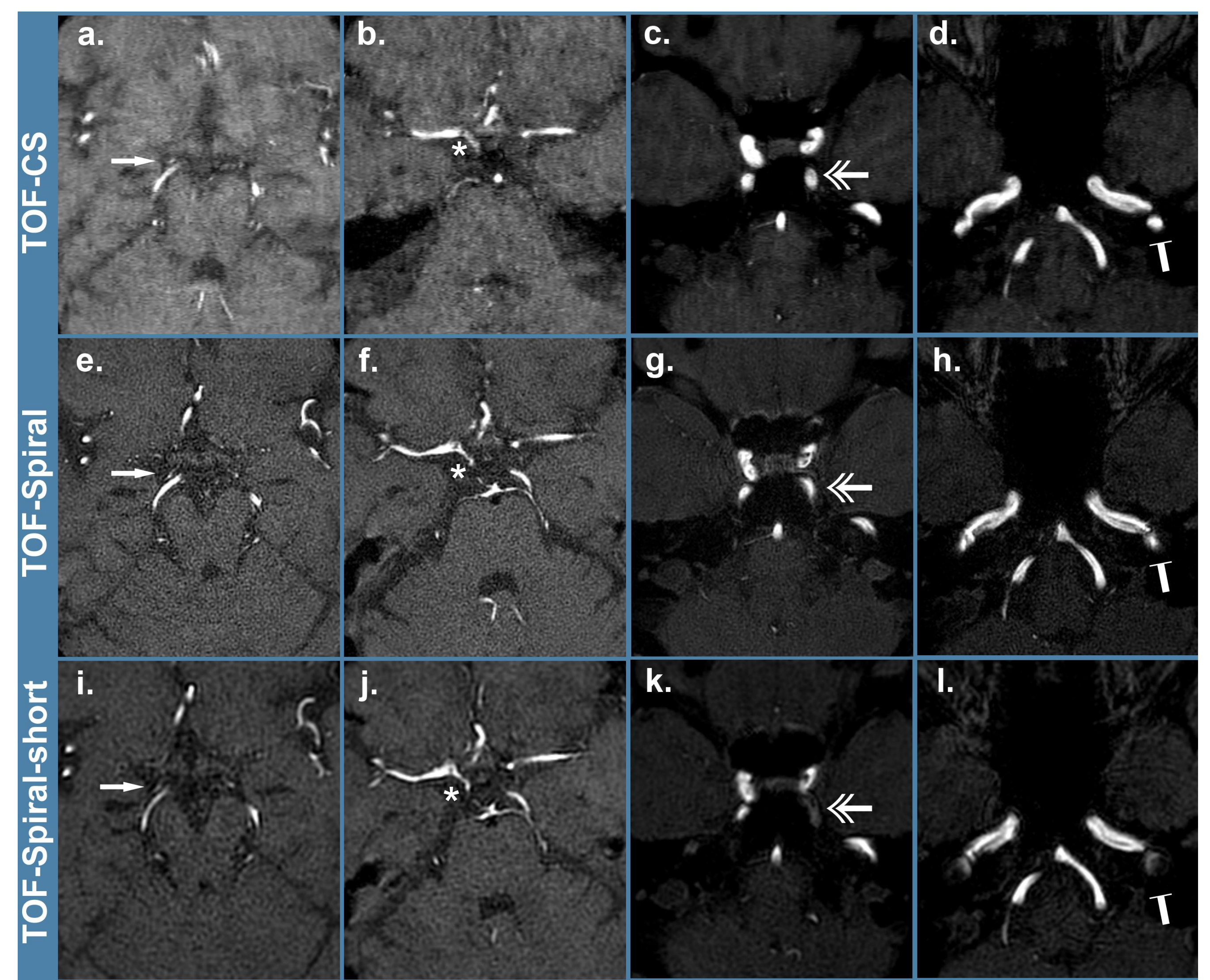


Abbildung 1: Intra- und extrakranielle Gefäßdarstellung

Bildqualität großer Gefäße und Detektierbarkeit kleiner Gefäße				
		TOF-CS	TOF-Spiral	TOF-Spiral-short
Extrakranielle A. carotis int.	R1	4,8 ± 0,4	4,6 ± 0,6 *	3,7 ± 0,7 ***
	R2	4,8 ± 0,5	4,5 ± 0,7 **	3,8 ± 0,9 ***
Intraossäre A. carotis int.	R1	4,4 ± 0,6	3,8 ± 0,7 ***	2,8 ± 0,7 ***
	R2	4,7 ± 0,5	3,9 ± 0,8 ***	3,1 ± 0,8 ***
Intradurale A. carotis int.	R1	4,3 ± 0,7	3,9 ± 0,8 **	3,1 ± 0,7 ***
	R2	4,3 ± 0,7	4,0 ± 0,8 **	3,2 ± 0,8 ***
A. vertebralis & A. basilaris	R1	4,2 ± 0,8	4,2 ± 0,9	3,7 ± 0,8 ***
	R2	4,3 ± 0,9	4,2 ± 0,9	3,8 ± 0,8 ***
A. cerebri anterior	R1	2,9 ± 0,4	3,0 ± 0,4	3,0 ± 0,2
	R2	2,9 ± 0,4	3,0 ± 0,4	3,0 ± 0,2
A. cerebri media	R1	3,9 ± 0,6	4,0 ± 0,4	3,8 ± 0,6
	R2	3,9 ± 0,6	4,0 ± 0,4	3,8 ± 0,6
A. cerebri posterior	R1	3,0 ± 0,2	3,0 ± 0,2	3,0 ± 0,4
	R2	3,0 ± 0,2	3,0 ± 0,2	3,0 ± 0,4
A. choroidea anterior	R1	1,4 ± 0,7	1,8 ± 0,5 ***	1,5 ± 0,7
	R2	1,4 ± 0,7	1,8 ± 0,5 ***	1,5 ± 0,7
A. cerebelli superior	R1	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,3
	R2	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,3
A. comm. posterior links	R1	0,4 ± 0,5	0,5 ± 0,5 *	0,4 ± 0,5
	R2	0,4 ± 0,5	0,5 ± 0,5 *	0,4 ± 0,5
A. comm. posterior rechts	R1	0,5 ± 0,5	0,6 ± 0,5 *	0,5 ± 0,5
	R2	0,5 ± 0,5	0,6 ± 0,5 *	0,5 ± 0,5
Diagnostische Konfidenz				
Keine Pathologie (n=51)	R1	4,8 ± 0,4	4,7 ± 0,5	4,6 ± 0,6 **
	R2	4,8 ± 0,5	4,6 ± 0,6	4,3 ± 0,7 ***
Pathologie (n=20)	R1	4,4 ± 0,6	4,3 ± 0,7	4,2 ± 0,7 *
	R2	4,3 ± 0,8	4,3 ± 0,8	4,1 ± 0,8

Tabelle 2: Ergebnisse der Bildauswertung

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ im Vergleich zu TOF-CS.

Schlussfolgerung

Die TOF-CS war der TOF-Spiral und TOF-Spiral-short in Bezug auf Gefäßverläufe an der Schädelbasis überlegen, wohingegen die TOF-Spiral eine deutlich bessere Darstellung der kleineren intrakraniellen Gefäße erlaubt und im Vergleich zur TOF-CS eine um 25% reduzierte Scanzeit bot. Trotz reduzierter Bildqualität ermöglichte die TOF-Spiral-short eine valide Beurteilung von Gefäßpathologien mit guter diagnostischer Konfidenz unter Reduktion der Scanzeit um nahezu 80%. Die Kombination von spiraler Bildakquisition mit Compressed SENSE könnte in Zukunft ein interessantes Konzept sein, um die Schwachpunkte beider Sequenzen zu überwinden und dabei die Scanzeit weiter zu reduzieren.