HANDREICHUNGEN



NOA-EMPFEHLUNGEN ZUR MRT-BILDGEBUNG

(STAND 3/26)

Benedikt Wiestler und Elke Hattingen für die NOA-Imaging Kommission

1. NOA-EMPFEHLUNGEN ZUR MRT-BILDGEBUNG

Um Bild-Daten standortübergreifend und longitudinal auswerten zu können, ist ein standardisiertes MRT-Protokoll innerhalb des NOA-Netzwerks essenziell.

Angelehnt an internationale Empfehlungen schlagen wir das Brain Tumor Imaging Protocol [1] als Standard vor. Es existieren dabei konkrete, herstellerübergreifend implantierbare Protokollvorschläge für 1.5T und 3T:

Gliomas	T_1-pre	FLAIR[a]	DWI[b]	DSC[c]	T_2	T_1-post[d]
Sequence	***IR-GRE***	TSE	EPI	GRE-EPI	TSE	***IR-GRE***
Plane	Sag/ax	Ax	Ax	Ax	Ax	Ax/sag
Mode	3D	2D	2D	2D	2D	3D
TR [ms]	2,100 Si/Hi; 5–15 GE/Phi/To	>6,000	>5,000	1,000–1,500	>2,500	2,100 Si/Hi; 5–15 GE/Phi/To
TE [ms]	Min	100–140	Min	25–30 for 30° FA 20–35 for 60° FA	80–120	Min
TI [ms]	1,100 Si/Hi; 400–450 GE/Phi/To	2,500				1,100 Si/Hi; 400–450 GE/Phi/To
FA	10°–15°	90°/≥160°	90°/180°	60°/30° w/ preload 30° w/o preload	90°/≥160°	10°–15°
Frequency	256	≥256	128	128 or ≥96	≥256	256
Phase	256	≥256	128	128 or ≥96	≥256	256
NEX	≥1	≥1	≥1	1	≥1	≥1
FOV	256 mm	240 mm	240 mm	220–240 mm	240 mm	256 mm
Slice thickness	1 mm	3 mm	3 mm	3–5 mm	3 mm	1 mm
Gap/spacing	0	0	0	0–1 mm	0	0
Options			$b = 0$, 500, 1,000 s/mm^2 ≥ 3 directions	30–50 tp before bolus; ≥120 total tp		
Parallel imaging	Up to 2x	Up to 2x	Up to 2x	Up to 2x	Up to 2x	Up to 2x
Notes		Pre-CA		Adjust FA if preload	Post-CA 1st	Post-CA 2nd

Gliomas	T_1-pre	FLAIR[a]	DWI[b]	DSC (optional)[c]	T_2		T_1-post[d]
Sequence	***IR-GRE***	TSE	SS-EPI	GRE-EPI	TSE		***IR-GRE***
Plane	Sag/ax	Ax	Ax	Ax	Ax		Sag/ax
Mode	3D	2D	2D	2D	2D		3D
TR [ms]	2,100 Si/Hi; 5–15 GE/Phi/To	>6,000	>5,000	1,000–1,500	>2,500		2,100 Si/Hi; 5–15 GE/Phi/To
TE [ms]	Min	100–140	Min	40–50	80–120		Min
TI [ms]	1,100 Si/Hi; 400–450 GE/Phi/To	2,000					1,100 Si/Hi; 400–450 GE/Phi/To
FA	10°–15°	90°/≥160°	90°/180°	60°/30° w/ preload 30° w/o preload	90°/≥160°		10°–15°
Frequency	≥172	≥256	≥128	≥96	≥256		≥172
Phase	≥172	≥256	≥128	≥96	≥256		≥172
NEX	≥1	≥1	≥1	1	≥1		≥1
FOV	256 mm	240 mm	240 mm	220–240 mm	240 mm		256 mm
Slice thickness	≤1.5 mm	≤4 mm	≤4 mm	4–5 mm	≤4 mm		≤1.5 mm
Gap/spacing	0	0	0	0–1 mm	0		0
Options			$b = 0$, 500, 1,000 s/mm^2 ≥ 3 directions	30–50 tp before bolus; ≥120 total tp			
Parallel imaging	Up to 2x	Up to 2x	Up to 2x	Up to 2x	Up to 2x		Up to 2x
Notes		Pre-CA		Adjust FA if preload	Post-CA 1st		Post-CA 2nd

Oben Abb. 1: Empfohlenes 3T-BTIP Protokoll / **Unten Abb. 2:** Alternatives BTIP Protokoll für 1.5T

Um eine praktische Umsetzung zu erleichtern, definieren wir als **Kernprotokoll**, das als Mindeststandard implementiert werden sollte und eine Beurteilung des Verlaufs und Therapieansprechens gemäß RANO 2.0 erlaubt [2], folgende Sequenzen:

- T1-pre und T1-post
- T2 oder FLAIR

Daneben **empfehlen** wir, auch diffusions- und perfusionsgewichtete Sequenzen, sowie T2 und FLAIR, zu akquirieren. Diese Sequenzen liefern oft wichtige Einblicke in den Tumorverlauf und das Therapieansprechen und ermöglichen sekundäre, wissenschaftliche Untersuchungen. **Spezifische Sequenzhinweise:**

- Präferentiell sollten 3D-Sequenzen akquiriert werden. Falls das nicht möglich ist, müssen auf jeden Fall 2D-Sequenzen in axialer Schichtführung, mit einer maximalen Schichtdicke von 5mm (ohne gap) akquiriert werden.
- Es sollen mind. 3 DSC-Dynamiken vor KM-Gabe als baseline akquiert werden.
- Für die DSC-Perfusion ist zu beachten, ob ein „preload bolus“ appliziert wird oder nicht, die Sequenz parameter sind dann entsprechend der **Empfehlungen** einzustellen [3]. In beiden Fällen ist beim postprocessing zum Errechnen der CBV-Parameterkarte eine algorithmische „leakage correction“ absolut essenziell – unkorrigierte Werte sollten nicht verwendet werden.
- Ferner hat die verwendete DSC-postprocessing-Routine einen Einfluss auf die Parameterkarten, der zwar durch Normalisierung des Tumor-CBVs auf die Gegenseite („rCBV“) verringert, aber nicht gänzlich eliminiert werden kann: In multizentrischen Analysen sollten daher aus Gründen der Vergleichbarkeit Rohdaten archiviert und zentral ausgewertet werden.
- Bei der manuellen Auswertung des mean und max. rCBV ist bei der ROI-Planung eine Koregistrierung und „underlay“ der T1-post essenziell, um z.B. größere Gefäße aus der ROI auszuschließen.

LITERATUR

(1) Sanvito F, Kaufmann TJ, Cloughesy TF, Wen PY, Ellingson BM. Standardized brain tumor imaging protocols for clinical trials: current recommendations and tips for integration. Front Radiol. 2023 Dec 13;3:1267615. doi: 10.3389/fradi.2023.1267615. PMID: 38152383; PMCID: PMC10751345.

(2) Wen PY, van den Bent M, Youssef G, Cloughesy TF, Ellingson BM, Weller M, Galanis E, Barboriak DP, de Groot J, Gilbert MR, Huang R, Lassman AB, Mehta M, Molinaro AM, Preusser M, Rahman R, Shankar LK, Stupp R, Villanueva-Meyer JE, Wick W, Macdonald DR, Reardon DA, Vogelbaum MA, Chang SM. RANO 2.0: Update to the Response Assessment in Neuro-Oncology Criteria for High- and Low-Grade Gliomas in Adults. J Clin Oncol. 2023 Nov 20;41(33):5187-5199. doi: 10.1200/JCO.23.01059. Epub 2023 Sep 29. PMID: 37774317; PMCID: PMC10860967.

(3) Boxerman JL, Quarles CC, Hu LS, Erickson BJ, Gerstner ER, Smits M, Kaufmann TJ, Barboriak DP, Huang RH, Wick W, Weller M, Galanis E, Kalpathy-Cramer J, Shankar L, Jacobs P, Chung C, van den Bent MJ, Chang S, Al Yung WK, Cloughesy TF, Wen PY, Gilbert MR, Rosen BR, Ellingson BM, Schmainda KM; Jumpstarting Brain Tumor Drug Development Coalition Imaging Standardization Steering Committee. Consensus recommendations for a dynamic susceptibility contrast MRI protocol for use in high-grade gliomas. Neuro Oncol. 2020 Sep 29;22(9):1262-1275. doi: 10.1093/neuonc/noaa141. PMID: 32516388; PMCID: PMC7523451.

NOA –
NEUROONKOLOGISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT
Mitglied der Deutschen Krebsgesellschaft e. V.
Kuno-Fischer-Straße 8
14057 Berlin

(Stand 3/26)