

## 1. MRT-Untersuchung

Die Basis besteht aus einem definierten Untersuchungsprotokoll, der nativen Ganzkörper-MRT. Dieses Protokoll wird durch die Module, Kardio(Herz)-MRT, MR-Angiographie bei Männern und MR-Mammographie bei Frauen ergänzt. Für die Durchführung der Zusatzmodule ist die Verwendung eines gadoliniumhaltigen Kontrastmittels erforderlich. Ebenso ist die Durchführung der Zusatzmodule mit einem zeitlichen Mehraufwand für den Probanden verbunden.

### 1.1. Untersuchungsprotokoll Ganzkörper-MRT

Die Sequenzen des Ganzkörperprotokolls werden in der nachfolgenden Tabelle beschrieben. In der Durchführung des Ganzkörper-MRT- Protokolls wird auf die Gabe eines MRT-Kontrastmittels verzichtet. Es beinhaltet eine umfassende Diagnostik des Skelettsystems (einschließlich der Wirbelsäule), des Kopfes, des Halses, der Lunge und des Bauches. Das Ganzkörperprotokoll wird in Rückenlage durchgeführt.

Zur Erklärung der Messparameter siehe Seite 56.

Körperregion	Sequenzname**	TR in ms	TE in ms	SD in mm	Zeit in Minuten
Localizer	GK_FastView	3:31	2:19	5	0:48
Ganzkörper	gre_GK_3_5E_80S_MP	12	2.38 4.40 6.42 8.44 10.46	5	1:45
Ganzkörper	GK_t2_tirm_cor_300_p2	4900	67	5	6:31
Wirbelsäule	WS_T2_tse_sag	3760	106	4	2:04
Kopf	Kopf_T2_tse_tra	5930	102	5	1:42
Kopf	Kopf_T2_spc_irprep_tra_dark -fluid_p2	5000	325	3	3:47
Kopf	Kopf_T1_mpr_tra_iso_p2	1900	3:37	1	3:38
Kopf	Kopf_ep2d_diff_3scan_trace_ p2	3000	89	5	0.59
Kopf	Kopf_T2_swi3d_tra_p2_fast	49	40	3	2:35

Körperregion	Sequenzname**	TR in ms	TE in ms	SD in mm	Zeit in Minuten
Kopf	Kopf_TOF_3d_multi_slab	23	7	0.7	3:23
Hals	Hals_T2_tse_tra_p2	7390	72	4	5:19
Thorax	Thorax_vibe_no-fs_tra_bh	3:05	1:12	3	0:21
Thorax	T2_haste_tra_bh_p2	550	22	5	0:40
Abdomen	Oberbauch_T2_blade_fs_tra_ mbh_p2 Atemtriggerung	2720	116	6	1:16
Abdomen	MRCP_T2_tse3d_rst_cor_p2_ 384	957	622	1.5	1:42
Abdomen	Abdomen_T1_fl2d_fs_tra_mb h_Abd	251	4:13	6	1:17
Abdomen	Gre_dixon_fatty Liver	12	2:38	3	0:19
Abdomen	Körperstamm_T1_vibe_tra_p2 _dixon	7:48	2:38	5	0:38
Becken	Becken_pd_tse_fs_tra_384_p 2	3230	34	3	2:43

Aus diesem Programm ergibt sich eine Gesamtmesszeit von 60-70 Minuten unter optimalen Bedingungen. Auch wenn die reine Messzeit geringer als 60-70 min ist, muss man zum Beispiel das selbständige Justieren des Tisches und das Einlegen der Schichten berücksichtigen. Insbesondere bei der abdominalen Untersuchung ist die Messzeit an die Atemfrequenz geknüpft, so dass diese von Proband zu Proband +/- 8 Minuten variieren kann.

## 1.2. Kontrastmittelgabe- Vorteile, Nebenwirkungsspektrum

Die intravenöse Injektion eines gadoliniumhaltigen Kontrastmittels ist für die Untersuchung der Zusatzmodule essentiell. Ohne die Gabe eines definierten Kontrastmittelbolus sind Aussagen über pathologische Prozesse des Brustgewebes und des arteriellen Gefäßsystems nicht möglich. Im Modul MRT-Herz wird die diagnostische Wertigkeit durch die Erfassung einer späten Anreicherung, das sogenannte delayed enhancement, gesteigert. Mit dieser Methode können unter anderem Infarktfolgen visualisiert werden.

Im Rahmen der SHIP-Studie wird ein einheitlich klinisch etabliertes, gadoliniumhaltiges, extrazelluläres Gadoliniumchelat verwendet. Gadovist® (Bayer-Schering AG) ist ein MRT-Kontrastmittel mit umfassender Zulassung für alle Organsysteme.

### **Gadovist®**

- 1 ml Injektionslösung enthält 604,72 mg Gadobutrol (entsprechend 1,0 mmol Gadobutrol bzw. 157,25 mg Gadolinium).

#### Physikochemische Eigenschaften

- Osmolalität bei 37°C: 1603 mOsm/kg H<sub>2</sub>O
- Viskosität bei 37°C: 4,96 mPa.s

#### Darreichungsform

- Injektionslösung
- klare, farblose bis schwach gelbe Flüssigkeit

#### Anwendungsgebiete

- Kontrastverstärkung bei der Ganzkörper-MRT
- Kontrastverstärkung bei der kranialen und spinalen MRT
- Kontrastverstärkte MRT der Leber und der Nieren
- Kontrastverstärkung bei der MR-Angiographie (CE-MRA)
- Kontrastverstärkung bei der MR-Mammographie (CE-MRM)

#### Dosierung, Anwendung

Die benötigte Dosis wird intravenös als Bolusinjektion appliziert. Die empfohlene Dosis beim Erwachsenen beträgt 0,1 mmol pro Kilogramm Körpergewicht (mmol/kg KG). Das entspricht 0,1 ml/kg KG der 1,0 M Lösung.

#### Gegenanzeigen

Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff oder einen der sonstigen Bestandteile.

#### Nebenwirkungen

Unerwünschte Wirkungen sind "selten (<1/1.000)"

Willigt der Proband in die Gabe eines Kontrastmittels im Rahmen der Zusatzmodule Kardio-MRT, MR-Angiographie, MR-Mammographie ein, erfolgt eine umfassende

Allergieanamnese. Da das Kontrastmittel über die Nieren ausgeschieden wird, kann eine Funktionseinschränkung die Ausscheidung behindern. Die Funktionstüchtigkeit wird anhand der GFR und des Serum-Kreatinins dokumentiert.

Nebenwirkungen sind nach intravenöser Injektion von Gadovist® selten. Der Proband wird jedoch umfassend über mögliche Nebenwirkungen aufgeklärt.

Nebenwirkungsspektrum Gadovist® als zugelassenes Arzneimittel:

- Kopfschmerzen
- Gliederschmerzen
- Übelkeit, Erbrechen
- Hautausschlag
- Kreislaufdekompensation
- Anaphylaktischer Schock

### 1.3. Untersuchungsprotokoll MRT-Kardio-Mamma

#### 1.3.1. Durchführung des Moduls MRT-Kardio-Mamma

Das Modul MRT-Kardio-Mamma erfolgt aus Gründen ausschließlich bei Frauen. Das Protokoll ist an die klinisch verwendeten Sequenzen angelehnt. Aus technischen Gründen (Anlegen der Mamma-Spule) muss nach der erfolgten Ganzkörper- und nativen Kardio-MRT eine Umlagerung der Probandin in Bauchlage erfolgen. Um das Herz nach Kontrastmittelgabe untersuchen zu können, muss die Probandin nach der Mamma-MRT erneut umgelagert werden. Im Anschluss kann die Kontrastmittelseerie des Herzens (delayed enhancement) gefahren werden.

##### 1.3.1.1. Untersuchungsprotokoll Kardio-MRT

Sequenzname**	TR in ms	TE in ms	SD in mm	Zeit in Minuten
trufi_loc_multi_iPAT@_c	285:16	1:14	8	0:11
trufi_2_chamber_iPAT	253:6	1:14	8	0:08
trufi_4_chamber_iPAT	268:72	1:21	8	0:08
trufi_short_axis_iPAT	268:72	1:21	8	0:63
tf_2d7_retro_iPAT_4CV	18:55	1:12	6	0:60
tf_2d7_retro_iPAT_3CV	18:55	1:12	6	0:10
tf_2d7_retro_iPAT_2CV	18:55	1:12	6	0:60
tf_2d22_retro_sax_TR_4	44:96	1:20	6	0:54

## MRT

## SHIP-MRT

tf_2d22_retro_RV_tra	56:20	1:18	6	1:17
Kontrastmittelserie				
trufi_loc_multi_iPAT@_c	285:16	1:14	8	0:11
TI-Scout	21:87	1:03	8	0:15
tfi_single_shot_12sl_bh	809:60	1:04	10	0:35
tfi_psir_single_shot_12sl	755:00	1:03	10	0:35

**1.3.1.2. Untersuchungsprotokoll MRT-Mamma**

Sequenzname	TR in ms	TE in ms	SD in mm	Zeit in Minuten
Localizer	7:1	3:32	6	0:12
TIRM tra	5800	56	6	3:01
T2 tse tra	4660	67	4	3:17
GADOVIST®	0,1 ml/kg/KGX 1,0		flow 2 ml/Sek;	20 ml phys. NaCl
TWIST-Dynamik	8:86	4:51	1,5	7:03

**1.4. Untersuchungsprotokoll Kardio-MRT/MR-Angiographie****1.4.1. Protokoll MRT-Herz**

Sequenzname**	TR in ms	TE in ms	SD in mm	Zeit in Minuten
trufi_loc_multi_iPAT@_c	285:16	1:14	8	0:11
trufi_2_chamber_iPAT	253:6	1:14	8	0:08
trufi_4_chamber_iPAT	268:72	1:21	8	0:08
trufi_short_axis_iPAT	268:72	1:21	8	0:63
tf_2d7_retro_iPAT_4CV	18:55	1:12	6	0:60
tf_2d7_retro_iPAT_3CV	18:55	1:12	6	0:10
tf_2d7_retro_iPAT_2CV	18:55	1:12	6	0:60
tf_2d22_retro_sax_TR_44	44:96	1:20	6	0:54
tf_2d22_retro_RV_tra	56:20	1:18	6	1:17
Kontrastmittelserie				
trufi_loc_multi_iPAT@_c	285:16	1:14	8	0:11
TI-Scout	21:87	1:03	8	0:15

## MRT

## SHIP-MRT

tfi_single_shot_12sl_bh	809:60	1:04	10	0:35
tfi_psiir_single_shot_12sl	755:00	1:03	10	0:35

Nach Ablauf aller Sequenzen für das Zusatzmodul Herz errechnen wir eine Gesamtmesszeit, inklusive delayed enhancement, von 18 Minuten- unter optimalen Bedingungen. Die Herzkontraktion ist an die Messzeit der Herzfrequenz geknüpft, so dass diese in Abhängigkeit von Proband zu Proband (+/- 8 Minuten) variieren kann.

### 1.4.2. Protokoll MR-Angiographie

Die MR-Angiographie erfolgt nur bei Männern im Anschluss an das Ganzkörper-MRT-Protokoll. Eine Umlagerung des Probanden ist nicht erforderlich. Die Untersuchung wird in Rückenlage, Kopf voran, durchgeführt. Die MR-Angiographie wird in Kombination mit dem MRT-Herz-Protokoll durchgeführt. Für die MR-Angiographie ist eine Zeit von ca. 10 Minuten eingeplant.

Sequenzname**	TR in ms	TE in ms	SD in mm	Zeit in Minuten
<b>1. Localizer</b>				
IV_trufisp_head	3:67	1:84	7	0:19
III_trufisp_abdomen	3:67	1:84	7	0:17
II_trufisp_legs	3:67	1:84	7	0:17
I_trufisp_feet	3:67	1:84	7	0:17
<b>2. Nativserie</b>				
I_fl3d_cor_feet_pre	2:55	0:90	1,5	0:16
II_fl3d_cor_legs_pre	2:48	0:90	1,5	0:12
III_fl3d_cor_abdomen_pre	2:48	0:90	1,5	0:12
IV_fl3d_cor_head_pre	2:48	0:90	1,5	0:11
GADOVIST®	0,1 ml/kg/KG X 1,5		flow 2 ml/sek;	20 ml phys. NaCl
IV_care_bolus_cor	33:54	1,19	18	1:29
<b>3. Kontrastmittelserie</b>				
IV_fl3d_cor_head_post	2:48	0:09	1,5	0:11
III_fl3d_cor_abdomen_post	2:48	0:09	1,5	0:12
II_fl3d_cor_legs_post	2:48	0:09	1,5	0:12
I_fl3d_cor_feet_post	2:55	0:09	1,5	0:16

MRT

SHIP-MRT

Abdomen_T1_fl2d_fs_tra_ mbh_Abd_KM	251	4:13	6	1:17
---------------------------------------	-----	------	---	------