

Inhalt

1	Wie funktioniert ein MRT?	1
1.1	Physikalische Grundlagen	1
1.1.1	MR-Signal	1
1.1.2	Longitudinale und Transversale Relaxation – T1- und T2-Zeiten	2
1.1.3	Repetitions- und Echozeit.	3
1.2	Hardware und Spulentechnologie	4
1.3	Die Applikationstechniken und Sequenzen	6
1.3.1	Spin-Echo-Technik	6
1.3.2	Gradienten-Echo	6
1.3.3	Inversion-Recovery	7
1.3.4	Turbo-Spin-Echo	8
1.3.5	Echoplanar-Bildgebung	8
1.4	Grundlagen der MR-Angiographie	9
1.4.1	TOF (Time-of-Flight)-Angiographie	9
1.4.2	PC (Phasen-Kontrast)-Angiographie	10
1.4.3	Extrinsische Kontrastmittel-angehobene MR-Angiographie	11
1.4.4	MIP Maximum-Intensitäts-Projektionen	11
1.5	Grundlagen von fMRI und Spektroskopie	12
1.6	Kontrastmittel	14
1.6.1	Gadolinium.	14
1.7	Diffusion und Perfusion	15
1.7.1	Diffusions-Bildgebung (DWI – Diffusion Weighted Imaging)	15
1.7.2	Perfusions-Bildgebung	16
2	Artefakte	19
2.1	Artefakte: Erkennen und Vermeiden	19
2.1.1	Bewegungsartefakte	19
2.1.2	Pulsationsartefakte	20
2.1.3	Trunkationsartefakte	22
2.1.4	Chemical Shift-Artefakte	22
2.1.5	Suszeptibilitätsartefakte	23
2.1.6	Flussartefakte negativ	25
2.1.7	Flussartefakte positiv	25
2.1.8	Einfaltungsartefakte	26
3	Indikationen und Kontraindikationen	27
3.1	Indikationen.	27
3.2	Kontraindikationen	27
3.2.1	Klaustrophobie und unkooperative Patienten/ Sedierung und Narkose	29
3.2.2	Überwachung, Monitoring und Narkoseuntersuchungen	29

4 Normalbefunde / typische Sequenzen	31
4.1 Gehirn	31
4.2 Darstellungsebenen	33
4.3 Anatomisch wichtige Leitstrukturen	34
4.3.1 Sulcus centralis	34
4.3.2 Hippocampus	37
4.3.3 Sinus cavernosus	37
4.3.4 Innenohr	37
4.3.5 Normale Schnitte in den gängigen Wichtungen	38
4.3.6 Inversion-Recovery-Bilder in koronarer Schnittführung	41
4.3.7 Bilder in T2-Wichtung und in koronarer Schnittführung	42
5 Normvarianten und Anomalien	43
5.1 Hypoplasien/Aplasien	43
5.2 Dysplasien	46
5.3 Asymmetrien (Ventrikel und Hirnlappen, Sinus)	47
5.4 Arachnoidalzysten	48
5.5 Verkalkungen	49
5.6 Intrazerebrale Zysten und Virchow-Robin-Räume (VRR)	51
5.6.1 Intrazerebrale Zysten	51
5.6.2 Virchow-Robin-Räume (VRR)	52
5.7 Hamartien	56
5.8 Septum pellucidum-Zyste und Cavum Vergae	57
5.9 Kolloidzysten	58
5.10 Pinealzyste	59
5.11 Kongenitale Missbildungen/Anomalien	60
5.11.1 Arnold-Chiari-Missbildung Typ I und II	60
5.11.2 Dandy-Walker und Varianten	61
6 Zerebrale Ischämie	65
6.1 Untersuchungsprotokoll	65
6.1.1 Im Akutstadium zur Therapieentscheidung	65
6.1.2 Zur Verlaufsdagnostik	65
6.2 Grundlagen	66
6.2.1 Makroangiopathie	66
6.2.2 Mikroangiopathie	66
6.3 Allgemeine Bildgebung	67
6.3.1 Klassisches MRT (T1, T2, FLAIR)	67
6.3.2 Funktionelles MRT	67
6.3.3 Unterscheidung frischer und alter Infarkt	68
6.3.4 Zeitverlauf der Infarktentwicklung im MRT	72
6.3.5 Mismatch-Konzept	74
6.4 Makroangiopathie – Vorderer Kreislauf	74
6.4.1 Kompletter raumfordernder Mediainfarkt	74
6.4.2 Mediateilinfarkte – Territoriale Infarkte	75
6.4.3 Linsenkerninfarkt	78
6.4.4 Anteriorinfarkt	79
6.4.5 Chorioidea-Infarkt	80
6.4.6 Mikroembolien	82

6.5 Makroangiopathie – vertebrobasiläres Stromgebiet	83
6.5.1 Posteriorinfarkt	83
6.5.2 Thalamusinfarkt	84
6.5.3 Pons-Infarkt	84
6.5.4 A. cerebelli superior (ACS)	85
6.5.5 A. cerebelli inferior anterior (AICA)	86
6.5.6 A. cerebelli inferior posterior (PICA)	86
6.5.7 Schwellender Kleinhirnfarkt	87
6.5.8 Basilaristhrombose	88
6.6 Hämodynamische Infarkte	89
6.6.1 Low-Flow-Infarktmuster	90
6.7 Mikroangiopathie	91
6.7.1 Marklager und Stammganglien-Lakunen – typische schwere Mikroangiopathie	91
6.7.2 Hirnstammlakunen	92
6.7.3 Leukoaraiose und subkortikale Demyelinisierung	92
6.8 Besonderheiten	93
6.8.1 Dissekte	93
6.8.2 Morbus CADASIL	94
6.8.3 Vaskulitiden	95
6.9 Waller'sche Degeneration	96
6.10 Hypoxischer Hirnschaden	97
6.11 Fehlinterpretationsmöglichkeiten	98
7 Hirnblutung	99
7.1 Grundlagen	99
7.1.1 Häufigere Ursachen	99
7.1.2 Formen	99
7.1.3 Erscheinungsbild einer Blutung	99
7.1.4 Untersuchungsprotokoll und typische Sequenzen	99
7.1.5 Altersbestimmung – Entwicklung im Zeitverlauf	101
7.2 Fehlinterpretationsmöglichkeiten	105
7.2.1 Fett	105
7.2.2 Kalk	105
7.2.3 Tumor	105
7.2.4 Methämoglobin im Angio-MRT (besonders TOF)	106
7.3 Hypertensive Blutungen	107
7.4 Hämorrhagische Infarkte	108
7.5 Amyloidangiopathie	111
7.6 Gefäßmalformationen	111
7.7 Iatrogene Blutungen	113
7.8 Hirn- und Sinusvenenthrombose	113
7.8.1 Definition und klinische Manifestation	113
7.8.2 Bildgebende Diagnostik	114
7.8.3 Untersuchung und Messprotokolle	114
7.8.4 Messprotokolle	114
7.8.5 Probleme und Pitfalls	114
7.9 Kongestive Enzephalopathie (Differentialdiagnose zur Sinusvenenthrombose)	123
7.10 Subarachnoidalblutung	124

8 Entzündliche Erkrankungen	127
8.1 Autoimmune Erkrankungen der Hirnsubstanz –	
Multiple Sklerose	127
8.1.1 Technische und apparative Voraussetzungen/ Untersuchungsprotokolle	128
8.1.2 Die McDonald-Kriterien	130
8.1.3 Typische Läsionen und Bewertung	131
8.1.4 Sonderformen der MS – atypische MS	141
8.2 Differentialdiagnosen zur MS	144
8.2.1 Tumore	144
8.2.2 Vaskuläre Prozesse	144
8.2.3 ADEM (Akute disseminierte Enzephalomyelitis)	147
8.3 Virusenzephalitiden	149
8.3.1 Herpes Simplex-Enzephalitis	149
8.3.2 Limbische Enzephalitis	151
8.4 Neuroborreliose (Lyme Disease)	151
8.5 Vitaminmangel (B12)	152
8.6 Myelinolysen	153
8.7 Reversible Leukenzephalopathie	154
8.8 Creutzfeld-Jakob-Erkrankung	155
8.9 Bakterielle Infektionen (Abszess, Septische Embolien)	156
8.9.1 Hirnabszess	156
8.9.2 Septische Embolien	157
8.10 Bakterielle und abakterielle Erkrankungen der Hirnhäute	159
8.10.1 Sarkoidose	159
8.10.2 Idiopathische Pachymeningeosis	159
8.10.3 Tuberkulose	161
8.10.4 Tolosa-Hunt-Syndrom	162
9 Epilepsiediagnostik	163
9.1 Allgemeines	163
9.2 Untersuchungsprotokolle	164
9.2.1 Einstellungsebenen	165
9.2.2 Normalbefunde Hippocampus	166
9.3 Pathologische MRT-Befunde bei verschiedenen Epilepsien	167
9.3.1 Hippocampus-Sklerose	167
9.3.2 Gyrierungsstörungen	168
9.3.3 Heterotopien	171
9.3.4 Double Cortex	172
9.3.5 Dysplasien	173
9.3.6 Missbildungstumore/Hamartome	173
9.3.7 Dysembryoplastisch neuroepithelialer Tumor (DNT)	174
9.3.8 Gangliogliom	175
9.3.9 Hamartien/Hamartome	176
9.3.10 Kavernome	178
9.3.11 Posttraumatische Läsionen bei Epilepsie	181

10 Tumore	183
10.1 Grundlagen	183
10.2 Untersuchungsprotokoll	185
10.3 Extraaxiale Tumore – Meningeome	186
10.3.1 Frontales Konvexitätsmeningeom	187
10.3.2 Schädelbasismeningeom	189
10.4 Hirneigene Tumore – Astrozytome/Gliome	191
10.4.1 Pilozytisches Optikusgliom	191
10.4.2 Astrozytom Grad II	192
10.4.3 Astrozytom Grad III	194
10.4.4 Astrozytom Grad IV	194
10.4.5 Glioblastom/Astro Grad IV	195
10.4.6 Mischgliome, Oligodendrogliome	199
10.4.7 Primitive Neuroektodermale Tumoren (PNET)	200
10.4.8 Ependymome	201
10.4.9 Hämangioblastome	201
10.4.10 Ventrikeltumore	202
10.4.11 Lipome	203
10.4.12 Epidermoide	203
10.4.13 Dermoide	204
10.4.14 Metastasen	204
10.4.15 Lymphome	206
10.5 Hypophysen-Tumore	207
10.5.1 Mikroadenome	207
10.5.2 Makroadenome	208
10.6 Schädelbasistumore	210
10.7 Tumore der Orbita	212
10.8 Kleinhirnbrückenwinkel und Felsenbein	212
10.8.1 Akustikusneurinome	212
10.8.2 Vestibularisneurinome	214
10.8.3 Meningeom	215
10.8.4 Dermoide	216
10.8.5 Epidermoide	216
10.8.6 Arachnoidalzysten	216
10.8.7 Lipome	216
10.8.8 Metastasen	216
10.9 Primär vom Knochen ausgehende Tumore	216
11 Degenerative und Systemerkrankungen	217
11.1 Atrophie-Definition	217
11.2 Morbus Alzheimer	217
11.3 Morbus Parkinson	219
11.4 Multisystematrophien	219
11.5 Kollagenosen/Vaskulitiden	220
11.6 Phakomatosen	220
11.6.1 Morbus Recklinghausen (NF I)	221
11.6.2 Morbus Bourneville-Pringle	222
11.6.3 Morbus Sturge-Weber	223

12 Metabolische Erkrankungen	225
12.1 Vitaminmangel /Funikuläre Myelose	225
12.2 Diabetes mellitus	225
12.3 Dysequilibrium/Myelinolyse	226
12.4 Wernicke Enzephalopathie	227
12.5 Toxische Erkrankungen	228
12.6 Alkoholkrankheit	230
13 Schädel-Hirn-Trauma	231
13.1 Akutes epidurales Hämatom und akutes Subduralhämatom	232
13.2 Chronisches Subduralhygrom und -hämatom	233
13.3 Contusio/Compressio	236
13.4 Traumatische Subarachnoidalblutung	237
13.5 Spätveränderungen nach SHT	238
14 Hydrozephalus	241
14.1 Formen des Hydrozephalus	241
14.2 Untersuchungsprotokoll	241
14.3 Normaldruckhydrozephalus	241
14.4 Hydrocephalus occlusus	242
14.5 Hydrocephalus aresorptivus und hypersecretorius	243
14.6 Hydrocephalus e vacuo	244
Anhang	245
Befunderstellung	247
Technische Abkürzungen	249