

1. Optimierte Untersuchungstechnik: Verwendung geeigneter Meßsequenzen, Vermeidung von Artefakten

1

K.-H. Trümmeler

Vorbemerkung: Prinzip der 2D- und 3D-Messungen	1	PD-Kontrast mit EPI	18
Welche Sequenzen stehen uns zur Verfügung	2	T ₂ *- und T ₂ -Kontrast mit EPI	18
Gradientenecho-Sequenz (GE)	3	T ₁ -Kontrast mit EPI	18
Welche Vorteile und Nachteile bietet die FLASH-Sequenz?	3	Diffusionsbildgebung mit EPI	18
Allgemeines zu FLASH	3	3D-EPI	19
Meßzeitverkürzung mit FLASH	4	Prinzipien der Bildinterpretation und Untersuchungstechnik	20
FLASH und T ₂ *-Gewichtung	4	Ödem	20
T ₁ -Gewichtung mit FLASH	5	Tumoren	21
3D-Messungen mit FLASH	6	Nekrose	21
Spinecho-Sequenz (SE)	6	Zerebrale Ischämien	21
T ₁ -Kontrast mit SE	7	Blutungen	22
PD- und T ₂ -Kontrast mit SE	7	Fettgewebe	22
Inversion-Recovery-Sequenz (IR)	7	Knochen	23
Turbo-Spin-Echo-Sequenz (TSE)	8	Verkalkungen	23
Vor- und Nachteile von TSE	8	Eisenablagerungen	24
Unterschied zwischen SE und TSE ..	8	Gliose	24
Sortierung der Echos	10	Bildartefakte	25
T ₁ -gewichtete TSE	11	Definition	25
PD-gewichtete TSE	11	Artefakte durch Patientenbewegung und Blutfluß	25
T ₂ -gewichtete TSE	11	Abhilfe bei Bewegungs- und Blutflußartefakten	26
Doppelkontrastmessungen (PD und T ₂) mit TSE	12	Nachteile der Vorsättigungstechnik	27
3D-TSE	13	Überfaltungsartefakte	27
Besonderheiten von TSE und HASTE	15	Abhilfe bei Überfaltungsartefakten	27
Turbo-Inversion-Recovery-Sequenz (TIR)	15	Chemical-Shift-Artefakte	28
Turbo-Gradienten-Spin-Echo-Sequenz (TGSE)	15	Abhilfe bei Chemical-Shift-Artefakten	30
Die Vor- und Nachteile der TGSE-Sequenzen	16	Vertauschen der Frequenz- und Phasenkodierichtung	30
3D-TGSE	16	Verwendung von Fettunterdrückung	30
Echo-Planar-Imaging (EPI)	16	Verwendung von IR-Sequenzen ..	30
Vor- und Nachteile von EPI	17		

Auslöschungs- und Verzerrungsartefakte	30	Abhilfe bei Kantenartefakten	32
Abhilfe bei Signalauslöschungen durch lokale Inhomogenitäten ...	31	Geringere Voxelgröße	32
Kantenartefakte	32	Verwendung eines Rohdatenfilters	32

2. Magnetresonanztomographie hirnversorgender Gefäße **33**

G. Fürst und M. Hofer

Technische Grundlagen	33	Selektive Vorsättigung einzelner Gefäße, Kollateralflüsse	41
Einleitung	33	Vor- und Nachteile verschiedener MRA-Techniken	41
Signalaufbau und Phasenkodierung ..	33	3D-TOF (time of flight) – MR-Angiographie	42
Flußprofile und Strömungsmuster ...	34	2D-TOF (time of flight) – MR Angiographie	42
Flugzeiteffekte (time of flight, TOF) .	34	Magnituden-Subtraktionstechnik und Phasenkontrast-MRA	43
Phasenverschiebungseffekte	35	Bildnachverarbeitung durch Maximum Intensity Projection (MIP)	43
Flußbedingte Artefakte	36	Arterielle MR-Angiographie	44
Geisterartefakte (ghosting)	36	Indikationen, Normalbefunde und Varianten des Circulus Willisii	44
Signalverluste durch hohe Flußgeschwindigkeiten	36	Stenosierende und okklusive Gefäßprozesse, Dissektionen	47
Signalverluste durch Turbulenzen	36	Aneurysmata	52
Signalverluste durch Spindephasierung	38	Arteriovenöse Gefäßmalformationen (AVM)	55
Techniken zur Manipulation des Flußkontrasts	38	Selektive MRA einzelner Arterien	56
Gradienten-Bewegungskompensation	38	Venöse MR-Angiographie	58
Gradientenschallzeit- und Echozeitverkürzung	38	Sinusvenenthrombose	58
Signalunterdrückung stationärer Gewebe	38	Literatur	61
Vorsättigung bei arterieller MR-Angiographie	39		
Vorsättigung bei venöser MR-Angiographie	40		

3. Hirntumoren **62**

D. Uhlenbrock

Inzidenz der Tumoren	62	Grading	64
Wertigkeit der Kernspintomographie	62	Altersspezifische Tumorfrequenz	64
Untersuchungsstrategie	62	Lokalisationsabhängige Tumorverteilung .	64
Kontrastmittelgabe	63	Tumoren des neuroepithelialen Gewebes .	67
Tumorödem	63	Tumoren der Astroglia	67
Extraaxiale und intraaxiale Tumorumlage	63	Tumoren der Oligodendroglia	75
Tumorklassifikation	64	Tumoren der Ependymzellen	77

Mischgliome	79	Tumoren von unsicherer histologi- scher Genese	94
Tumoren des Plexus choroideus	79	Primär malignes Lymphom des ZNS	95
Neuronale und neuronalgliale Tumoren	80	Keimzelltumoren	97
Tumoren des Pinealischgewebes	81	Zysten und Tumor-like-lesions	100
Embryonalzelltumoren	83	Tumoren der Sellaregion	104
Tumoren der kranialen Nerven	84	Metastasen	111
Tumoren der Meningen	87	Tumoren mit lokaler Ausbreitung nach intrakraniell	114
Tumoren der meningothehialen Zellen	87	Tumoren der vorderen Schädelgrube .	114
Mesenchymale, nicht meningothehiale Tumoren	93	Tumoren der mittleren und hinteren Schädelgrube	115
Benigne Tumoren	93	Literatur	119
Maligne Tumoren	94		

4. Zerebrovaskuläre Erkrankungen

123

D. Uhlenbrock

Akute zerebrovaskuläre Ischämie	123	Andere Gefäßerkrankungen	135
Territorialinfarkt	123	Moya-Moya-Erkrankung	135
Grenzzoneninfarkt	124	Sinus- und Venenthrombose	135
Endstrominfarkt	124	Aneurysma	138
Lakunärer Insult	125	Gefäßfehlbildungen	141
Vertebrobasiläres Versorgungs- gebiet	125	Arteriovenöse Malformation	141
Infratentorielle Infarkte	130	Kavernöses Hämangiom	142
Chronische zerebrovaskuläre Insuffizienz .	132	Venöses Angiom	145
Akute zerebrovaskuläre Ischämie bei Kindern	134	Venöse Varizen	146
		Literatur	148

5. Schädel-Hirn-Traumen und -Blutungen

150

P. Lukas

Pathophysiologische Korrelate der Signal- veränderungen bei Blutungen	150	Posttraumatische Atrophie	157
Mögliche Signalveränderungen	150	Posttraumatischer Hydrozephalus	157
Pathophysiologie der Blutung in der zellulären Ebene	150	Sinusvenenthrombose	157
MR-Erscheinungsbild von Blutungen	152	Blutungen	158
Traumen und Traumafolgen	153	Intrazerebrale Blutungen	158
Hirnkontusion	154	Epidurales Hämatom	162
Posttraumatisches Ödem	157	Subdurales Hämatom	162
Posttraumatischer Infarkt	157	Subdurales Hygrom	164
		Subarachnoidales Hämatom	165
		Literatur	166

6. Neurodegenerative Erkrankungen und Stoffwechselerkrankungen 167

D. Uhlenbrock und V. Engelbrecht

Neurodegenerative Erkrankungen der grauen Substanz	167	Stoffwechselerkrankungen mit vorherrschendem Befall der grauen Substanz	188
Neurodegenerative und metabolisch bedingte Erkrankungen mit vorherrschender Beteiligung des extrapyramidalen Systems	169	Sphingolipidosen	188
Stoffwechselerkrankungen der grauen und weißen Substanz	175	Mukopolysaccharidosen (MPS)	189
Stoffwechselerkrankungen mit vorherrschendem Befall der weißen Substanz	176	Mukolipidosen und Glykoproteinosen	190
Leukodystrophien	176	Stoffwechselerkrankungen mit Befall der grauen und weißen Substanz	190
Störungen des Aminosäurestoffwechsels	185	Peroxisomale Erkrankungen	190
		Mitochondriale Zytopathien	191
		Literatur	193

7. Multiple Sklerose, toxische Enzephalopathie, hypoxisch-ischämische Enzephalopathie 197

D. Uhlenbrock

Multiple Sklerose	197	Läsionen bei älteren Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen	217
Toxische Enzephalopathie	207	Hirnblutungen bei hypoxisch-ischämischer Hirnschädigung	219
Alkoholtoxische Hirnschädigung	207	Geburtstraumatisch bedingte Blutungen	221
Hypoxisch-ischämische Enzephalopathie .	210	Literatur	223
Schädigungen der weißen Substanz in der Perinatalphase	211		
Schädigungen der grauen Substanz in der Perinatalphase	212		

8. Kongenitale Malformationen 225

D. Uhlenbrock

Störungen der dorsalen Induktion	225	Störungen der ventralen Induktion	231
Anenzephalie, Kraniorhachischisis totalis/partialis	225	Holoprosenzephalie	231
Zephalozelen	225	Alobäre Holoprosenzephalie	231
Okzipitale Zephalozele	226	Semilobäre Holoprosenzephalie ..	231
Anteriore Zephalozele	226	Lobäre Holoprosenzephalie	231
Parietale Zephalozele	228	Fehlbildungen des Gesichts	232
Arnold-Chiari-Malformation	228	Arhinenzephalie	232
Arnold-Chiari-Malformation Typ I	228	Septooptische Dysplasie	232
Arnold-Chiari-Malformation Typ II	229	Entwicklungsstörungen des Kleinhirns	233
Arnold-Chiari-Malformation Typ III	229	Aplasie des Vermis	233
		Rhombenzephalosynapsis	233
		Neozerebelläre Aplasie und Aplasie des gesamten Kleinhirns	233

Fehlbildungen der Kleinhirnregion mit zystischem Charakter ..	234	Arachnoidalzyste	245
Kraniosynostosis	236	Migrationsstörungen	247
Störungen der neuronalen Proliferation, Differenzierung und Histogenese	237	Schizenzephalie	247
Neurofibromatose (Morbus Recklinghausen)	237	Agyrie/Pachygyrie	248
Neurofibromatose Typ I	238	Polymikrogyrie	250
Neurofibromatose Typ II	240	Heterotopien	250
Tuberöse Hirnsklerose (Morbus Bourneville)	240	Unilaterale Megalenzephalie	251
Sturge-Weber-Syndrom	243	Agensie des Corpus callosum	252
Hippel-Lindau-Erkrankung	244	Toxisch und entzündlich bedingte Fehlbildungen	253
Ataxia teleangiectatica	244	Porenzephalie	253
Aquäduktstenose	244	Hydranenzephalie	253
		Multizystische Enzephalomalazie	253
		Literatur	254

9. Infektiöse und nichtinfektiöse Entzündungen

257

D. Uhlenbrock

Meningitis	257	Prionenerkrankungen	277
Pachymeningitis	257	Creutzfeldt-Jakob-Krankheit	277
Leptomeningitis	258	Kuru	277
Virale (lymphozytäre) Meningitis	258	ZNS-Infektionen bei AIDS-Patienten	277
Bakterielle Meningitis	259	HIV-Enzephalitis	277
Meningitis tuberculosa	259	Progressive multifokale Leukenzephalopathie	278
Chronische Meningitis	264	Toxoplasmose	278
Meningitis infolge physikalischer Einwirkungen	264	Kryptokokkose	280
Kongenitale und in der Neugeborenenphase auftretende Infektionen	265	Parasitäre Infektionen	280
Toxoplasmose	265	Neurozystizerkose	281
Rubella	265	Echinokokkose	282
Zytomegalievirusinfektion	266	Granulomatöse entzündliche Erkrankungen	283
Herpes-simplex-Enzephalitis	266	ZNS-Tuberkulose	283
Hirnabszeß	267	Pilzinfektionen	283
Unreifer Hirnabszeß	267	Vaskulitis	283
Reifer Hirnabszeß	267	Riesenzellarteriitis	285
Virale Enzephalitis	270	Morbus Behçet	285
Herpes-simplex-Typ-I-Enzephalitis ..	270	Sarkoidose	286
Chronische virale Enzephalitiden	273	Nicht infektiöse Entzündungen	287
Akute disseminierte Enzephalomyelitis ...	274	Morbus Whipple	287
Slow-Virus-Infekt	276	Histiozytosis	288
SSPE (subakute sklerosierende Panenzephalitis)	276	Literatur	288

10. Normale Alterung des Gehirns, Liquorzirkulationsstörungen, subdurale Effusionen **290**

D. Uhlenbrock

Reifung des Gehirns	290	Liquorzirkulationsstörungen	299
Markscheidenreifung	291	Subdurale Effusionen	304
MRT-Befund im hohen Alter	294	Literatur	306

11. Therapiefolgen und Rezidive **308**

H. P. Higer

Therapiefolgen	308	Leukenzephalopathien	312
Meningeale Reaktion	308	Zweitumoren	315
Operationsdefekt	309	Resttumor und Rezidiv	315
Blutungen und Hygrome	310	Extraaxiale Tumoren	315
Hirnatrophie und Hydrozephalus	311	Intraaxiale Tumoren	317
		Literatur	321

Sachverzeichnis **323**
