

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Magnetresonanztomographie	1
1.1	Woher kommt das (f)MRT-Signal?	2
1.1.1	Physikalische Grundlagen	2
1.1.2	Magnetresonanz	4
1.1.3	Messung des MR-Signals	5
1.1.4	Gewebespezifische Signaländerungen und Bildparameter	7
1.2	Vom Signal zum Bild – Bildrekonstruktion	8
1.2.1	Schichtselektion	8
1.2.2	Selektion von Bereichen in der Messschicht durch Frequenz- und Phasenkodierung	9
1.2.3	Messsequenztypen und Bildkontrast	11
1.2.4	Artefakte	13
1.3	Aufbau des MR-Geräts	15
1.4	MR-Sicherheit	17
1.4.1	B_0 -Feld	17
1.4.2	Gradienten	18
1.4.3	Hochfrequenz-Pulse	19
1.4.4	Sicherheitsmaßnahmen	19
	Literatur	21
2	Der BOLD-Effekt	23
2.1	Physikalische Mechanismen des BOLD-Effekts	24
2.2	Zeitliche Dynamik des BOLD-Effekts	24
2.3	Physiologische Mechanismen des BOLD-Effekts	25

VIII Inhaltsverzeichnis

2.4	Räumliche Spezifität des BOLD-Effekts	27
2.5	BOLD-Effekt und neuronales Antwortverhalten	29
	Literatur	30
3	Datenvorverarbeitung	33
3.1	Qualitätskontrolle	34
3.2	Korrektur der zeitlichen Reihenfolge der Schichtakquisition	35
3.3	Bewegungskorrektur	36
3.4	Koregistrierung individueller Datensätze	40
3.5	Räumliche Normalisierung	41
3.5.1	MNI-Koordinatensystem	44
3.5.2	Oberflächenbasierte Normalisierung	44
3.5.3	Funktionelle Normalisierung	45
3.6	Räumliche Glättung	46
3.7	Vorverarbeitungspakete und Standardisierungsversuche	46
	Literatur	47
4	Univariate Verfahren zur Auswertung von fMRT-Daten	49
4.1	Allgemeines Lineares Modell	60
4.2	Statistische Inferenz	62
4.3	Korrekturmethoden für multiple Vergleiche	65
4.4	Reduktion der Voxelanzahl – ROI-Analysen	67
4.5	Parametrische Designs	68
4.6	Bewertung der eigenen Ergebnisse	70
	Literatur	70
5	Experimentelle Designs für fMRT	73
5.1	Block- vs. ereigniskorrigiertes Design	74
5.2	Linearität überlagerter Signale	75
5.3	Designoptimierung	76
5.3.1	Dauer der Messung	80
5.3.2	Analyse des BOLD-Signalverlaufs	80
5.3.3	Kontraste zwischen verschiedenen Experimentalbedingungen	81
5.3.4	Jittering und Oversampling	83
	Literatur	84
6	Strukturelle und funktionelle Konnektivität	85
6.1	Messung von strukturellen Unterschieden	85
6.2	Messung von struktureller Konnektivität	86

	Inhaltsverzeichnis	IX
6.3	Messung von interregionaler funktioneller Konnektivität	87
Literatur		91
7	Multivariate Musteranalyse	93
7.1	Unterschiede zur univariaten Analyse	93
7.2	Multivariate Klassifikation von fMRT-Daten	95
7.3	Repräsentationale Ähnlichkeitsanalyse	103
Literatur		109
8	Visualisierung und Interpretation der Hirnaktivierung	113
8.1	Neuroanatomie	114
8.1.1	Atlanten	114
8.2	Verschiedene Darstellungsweisen der funktionellen Neuroanatomie	115
8.2.1	Makroskopische Anatomie	115
8.2.2	Cytoarchitektur und Faserverbindungen	117
8.3	Bildgebungsdaten erscheinen realer als abstrakte Daten	119
8.4	Das Problem der reversen Inferenz	120
Literatur		122
9	Zeitliche und räumliche Auflösung des BOLD-Signals	123
9.1	Zeitliche Auflösung des BOLD-Signals	124
9.1.1	Variation des BOLD-Signals	124
9.1.2	Messung des BOLD-Zeitverlaufs	126
9.1.3	Maximale zeitliche Auflösung des BOLD-Signals	128
9.2	Gemeinsame Messung von fMRT- und EEG-Signalen	130
9.3	Initialer Signalabfall	130
9.4	Räumliche Auflösung	131
9.4.1	Abbildung der kolumnären Cortexarchitektur	131
9.4.2	Schicht-spezifisches fMRT	131
9.4.3	Räumliche Auflösung bei der multivariaten Musteranalyse	134
9.4.4	Funktionelle Registrierung	135
Literatur		138
10	Patienten-MR	141
10.1	Besondere Aspekte der fMRT-Untersuchung von Patienten	142
10.1.1	Aktivierungslokalisierung	142
10.1.2	Einfluss von pathologischen Veränderungen auf das BOLD-Signal	143

X Inhaltsverzeichnis

10.1.3	Vasoaktive Substanzen	144
10.2	Präoperative fMRT	145
10.2.1	Epilepsiechirurgie	146
10.3	Diffusions-Traktographie	148
10.4	Läsions-Symptom Kartierung	149
10.4.1	ROI-basierte Methoden	149
10.4.2	Voxel-basierte Methoden	150
10.4.3	Bedeutung der Kontrollgruppe	150
10.4.4	Multiple Läsionen	151
	Literatur	152
	Stichwortverzeichnis	153