

**Koordination von Augen- und Handbewegungen
und deren Veränderung im Alter sowie bei zentral motorischen Störungen**

Dissertation
der Fakultät für Biologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Anke Roll

München, den 13. Dezember 1999

1. Gutachter: Prof. Dr. G. Neuweiler
2. Gutachter: Prof. Dr. G. Schuller
Sondergutachter: Prof. Dr. W. Wolf

Tag der mündlichen Prüfung: 02.03.2000

Berichte aus der Biologie

Anke Roll

**Koordination von Augen- und
Handbewegungen und deren Veränderung im Alter
sowie bei zentral motorischen Störungen**

Shaker Verlag
Aachen 2000

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Roll, Anke:

Koordination von Augen- und Handbewegungen und deren Veränderung
im Alter sowie bei zentral motorischen Störungen/Anke Roll.

- Als Ms. gedr. - Aachen : Shaker, 2000

(Berichte aus der Biologie)

Zugl.: München, Univ., Diss., 2000

ISBN 3-8265-7359-5

Copyright Shaker Verlag 2000

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen
oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISBN 3-8265-7359-5

ISSN 0945-0688

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Aufbau der Arbeit

Zusammenfassung

Vorwort zum Aufbau der Arbeit

1 Einleitung	1
1.1 Koordination	1
1.1.1 Sakkadische Augenbewegungen	1
1.1.2 Manuelle Bewegungen	3
1.2 Zeitliche und räumliche Aspekte koordinierter Bewegungen	3
1.2.1 Einfluß räumlicher Parameter: die "Anti"-Bedingung	7
1.2.2 Einfluß zeitlicher Parameter: die "Gap"-Bedingung	8
1.2.2.1 Der Gap-Effekt	8
1.2.2.2 Expreßsakkaden	8
1.2.3 Dynamische Eigenschaften der sakkadischen Augenbewegungen	9
1.2.3.1 Dynamik	9
1.2.3.2 Korrektursakkaden	10
1.3 Neurophysiologische Aspekte der Bewegungskontrolle	11
1.3.1 Steuerung sakkadischer Augenbewegungen	11
1.3.2 Steuerung manueller Bewegungen	12
1.3.3 Neuronale Strukturen	15
1.4 Zielsetzung	18
2 Methode	20
2.1 Experimenteller Aufbau	20
2.2 Versuchsdurchführung	22
2.3 Versuchspersonen	24
2.3.1 Gesunde Versuchspersonen	24
2.3.2 Patienten mit der Parkinson Krankheit	26
2.3.3 Patienten mit zerebellären Läsionen	26
2.3.4 Patienten mit parietalen Läsionen	27
2.4 Auswertung der Meßdaten	29
2.4.1 Detektion des Reaktionsbeginns	29
2.4.1.1 Detektion anhand von Ableitung und Schwellenwerten	31
2.4.1.2 Detektion anhand der Regressionsanalyse	32
2.4.1.3 Detektion anhand eines Likelihood-Verfahrens	32
2.4.1.4 Vergleich der Detektionsmethoden	36

2.4.2	Detektion des Endes der Reaktionen	37
2.4.3	Ausschlußkriterien	38
2.4.4	Visuelle Kontrolle	39
2.5	Analyse der Reaktionen	40
2.5.1	Reaktionsmerkmale	41
2.5.2	Mathematische Analyse der Reaktionsmerkmale	42
2.5.3	Graphische Darstellung der Ergebnisse	44

3 Ergebnisse und Diskussionen **45**

3.1 Gruppe der jungen Erwachsenen (JE) **45**

3.1.1	Einführung	45
3.1.2	Ergebnis	45
3.1.2.1	Manuelle Reaktion	45
3.1.2.2	Sakkadische Reaktion	47
3.1.2.3	Vergleich der Gap 0- und der Gap 200-Bedingungen	52
3.1.2.4	Fehler	55
3.1.2.5	Zusammenwirken von sakkadischer und manueller Reaktion	55
3.1.3	Diskussion	69
3.1.3.1	Zeitliche Interferenz zwischen sakkadischen und manuellen Reaktionen	69
3.1.3.2	Gap-Effekt	76
3.1.3.3	Einfluß der kombinierten Reaktionen auf die Sakkadendynamik	77
3.1.4	Zusammenfassung für die JE-Gruppe	78

3.2 Gruppe der älteren Erwachsenen (AE) **79**

3.2.1	Einführung	79
3.2.2	Ergebnis	80
3.2.2.1	Manuelle Reaktion	80
3.2.2.2	Sakkadische Reaktion	80
3.2.2.3	Vergleich der Gap 0- und der Gap 200-Bedingungen	85
3.2.2.4	Fehler	87
3.2.2.5	Zusammenwirken von sakkadischer und manueller Reaktion	88
3.2.3	Diskussion	95
3.2.3.1	Zeitliche Interferenz zwischen sakkadischen und manuellen Reaktionen	95
3.2.3.2	Einfluß der kombinierten Reaktionen auf die Sakkadendynamik	96
3.2.3.3	Neuronale Aspekte altersabhängiger Veränderungen	97
3.2.4	Zusammenfassung für die AE-Gruppe	97

3.3 Patienten mit der Parkinson Krankheit (PK)	99
3.3.1 Einführung	99
3.3.2 Ergebnis	102
3.3.2.1 Manuelle Reaktion	102
3.3.2.2 Sakkadische Reaktion	102
3.3.2.3 Vergleich der Gap 0- und der Gap 200-Bedingungen	106
3.3.2.4 Fehler	107
3.3.2.5 Zusammenwirken von sakkadischer und manueller Reaktion	108
3.3.3 Diskussion	113
3.3.3.1 Zeitliche Interferenz zwischen sakkadischer und manueller Reaktion	113
3.3.3.2 Einfluß der kombinierten Reaktionen auf die Sakkadendynamik	115
3.3.3.3 Gap-Effekt, Expreßsakkaden und Antisakkaden	116
3.3.4 Zusammenfassung für die PK-Gruppe	117
3.4 Patienten mit zerebellären Läsionen (ZL)	119
3.4.1 Einführung	119
3.4.2 Ergebnis	121
3.4.2.1 Manuelle Reaktion	121
3.4.2.2 Sakkadische Reaktion	122
3.4.2.3 Vergleich der Gap 0- und der Gap 200-Bedingungen	126
3.4.2.4 Fehler	127
3.4.2.5 Zusammenwirken von sakkadischer und manueller Reaktion	128
3.4.3 Diskussion	134
3.4.3.1 Zeitliche Interferenz zwischen sakkadischer und manueller Reaktion	134
3.4.3.2 Einfluß der kombinierten Reaktionen auf die Sakkadendynamik	135
3.4.4 Zusammenfassung für die ZL-Gruppe	136
3.5 Patienten mit parietalen Läsionen (PL)	137
3.5.1 Einführung	137
3.5.2 Ergebnis	140
3.5.2.1 Manuelle Reaktion	140
3.5.2.2 Sakkadische Reaktion	141
3.5.2.3 Vergleich der Gap 0- und der Gap 200-Bedingungen	145
3.5.2.4 Fehler	149
3.5.2.5 Zusammenwirken von sakkadischer und manueller Reaktion	149
3.5.3 Diskussion	155
3.5.3.1 Zeitliche Interferenz zwischen sakkadischer und manueller Reaktion	155
3.5.3.2 Selektive Aufmerksamkeit in Bezug auf Gap-Effekt u. Expreßsakkaden	157
3.5.3.3 Einfluß der kombinierten Reaktionen auf die Sakkadendynamik	158
3.5.4 Zusammenfassung für die PL-Gruppe	159

4	Abschließende Diskussion	160
4.1	Reaktionszeiten in den EA-Experimenten	160
4.2	Getrennte oder gemeinsame Kommandosignale?	161
4.2.1	Drei Reihenfolgen bei der Koordination zweier Reaktionen	161
4.2.2	Kennzeichen der verschiedenen Reihenfolgen	163
4.3	Interferenz zwischen sakkadischer und manueller Reaktion	164
4.3.1	Welche Konsequenz hat das Auftreten verschiedener Reihenfolgen für die Interferenz-Bestimmung anhand der DA-Methodik?	164
4.3.2	Interferenz auch im EA-Experiment: Sakkadenhemmung verzögert manuelle Reaktionszeit	166
4.3.3	Inwieweit lassen sich die Interferenzen durch Modelle beschreiben?	167
4.3.3.1	Modelle für die Verarbeitung gruppierter Reaktionen SR MR	167
4.3.3.2	Modelle für die Verarbeitung sequenzierter Reaktionen SR→MR und MR→SR	169
4.3.4	Neurophysiologische Aspekte der koordinierten Reaktionen	171
4.4	Der Gap-Effekt	174
4.5	Expreßsakkaden und Antisakkaden	177
4.6	Haben koordinierte Reaktionen Auswirkungen auf Sakkadenparameter oder umgekehrt Sakkadenparameter auf die Ausführung koordinierter Reaktionen?	179
4.7	Ausblick	181
Literaturverzeichnis		184
Anhang I	Methoden zur Detektion der Reaktionen	197
Anhang II	Kontrollexperiment mit akustischem Warnsignal	204
Anhang III	Einzelergebnisse der Versuchspersonen	206
Anhang IV	Begriffserklärungen und neurologische Tests	233
Lebenslauf		238
Danksagung		239

Abkürzungen

AE	Ältere Erwachsene
AS	Antizipatorische Sakkade(n)
BG	Basalganglien
CGL	Corpus geniculatum laterale
cd	Candelar
cm	Zentimeter
CN	Nukleus caudatus
CS	Colliculus Superior
DA-Experiment	Doppelaufgaben-Experiment
EA-Experiment	Einzelaufgaben-Experiment
EMG	Elektromyogramm
ES	Expreßsakkade(n)
FAF	Frontale Augenfelder
GPe	Globus pallidus externus
GPi	Globus pallidus internus
Hz	Hertz
JE	Junge Erwachsene
KG	Kontrollgruppe
KS	Korrektursakkade(n)
LED	Lichemittierende Diode(n)
li	links
LIP	Laterales intraparietales Areal
LRS	Langsame Reguläre Sakkade(n)
m	Meter
MEP	Magnetisch evozierte Potentiale
ml	männlich
MR	Manuelle Reaktion(en)
MRZ	Manuelle Reaktionszeit(en)
ms	Millisekunde(n)
MST	Mediosuperior-temporales Areal = V5
MT	Mediotemporales Areal = V5a
mV	Millivolt
N	Newton
OB	Ohne Befund
PBZ	Pyramidenbahnzeichen
PFC	Präfrontaler Kortex
PK	Patienten mit der Parkinson Krankheit
PL	Patienten mit parietalen Läsionen
PLl	Patienten mit parietalen Läsionen linkshemisphärisch
PLr	Patienten mit parietalen Läsionen rechtshemisphärisch
PMA	Prämotorisches Areal
PPC	Posteriorer parietaler Kortex
PPRF	Paramediane pontine Retikulärformation
PS	Primärsakkade

re	rechts
riMLF	rostraler interstitieller Kern des Fasciculus longitudinalis medialis
RS	Reguläre Sakkaden
sec	Sekunde
SMA	Supplementär motorische Area
SN	Substantia Nigra
SNpr	Substantia Nigra pars reticulata
SNpc	Substantia Nigra pars compacta
SOA	stimulus onset asynchrony
SR	Sakkadische Reaktion(en)
SRS	Schnelle Reguläre Sakkade(n)
SRZ	Sakkadische Reaktionszeit(en)
SSEP	Somatosensibel evozierte Potentiale
STN	Subthalamischer Nukleus
V1 - V5a	Visuelle Kortexareale
VP	Versuchsperson(en)
wf	weiblich
ZL	Patienten mit zerebellären Läsionen