

Handelndes Ich im motorischen System: Meinhaftigkeit - eine Frage des Informationsabgleichs?

U. Thiemann¹, F. Resch¹, M. Weisbrod^{2,3}, S. Bender^{1,2}

¹ Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Zentrum für Psychosoziale Medizin, Universitätsklinikum Heidelberg
² Sektion Experimentelle Psychopathologie, Zentrum für Psychosoziale Medizin, Universitätsklinikum Heidelberg
³ Abteilung für Psychiatrie, SRH Klinikum Karlsbad-Langensteinbach

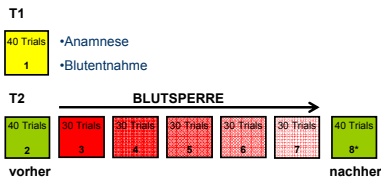
Einleitung

Kortikale Aktivierung im motorischen System soll eine elementare Grundlage des handelnden Selbst darstellen. Bei der Ausführung von Willkürbewegungen werden afferente sensorische Rückmeldungen aus der Peripherie mit einer im Rahmen der Bewegungsplanung erstellten hypothetischen Kopie des Bewegungsablaufs, der sogenannten Efferenzkopie, verglichen. Es gibt Hinweise dafür, dass bei den für die Schizophrenie pathognomonischen Ich-Störungen dieser Mechanismus gestört ist und Bewegungshandlungen daher nicht als meinhaft erkannt werden können. Die motorische Teilkomponente der postoperativen negativen Variation (PINV) stellt ein Korrelat von motorischer Aktivierung dar, das das reine Kommando zur Muskelkontraktion überdauert und somit zum Abgleich mit sensorischen Rückmeldungen geeignet ist.

Methodik

Um die kortikale Bewegungsevaluation von afferenten sensorischen Rückmeldungen differenzieren zu können, untersuchten wir anhand eines Reaktionszeit-Paradigmas die bewegungskorrelierten Potentiale von zehn gesunden Probandinnen und Probanden (21 bis 25 (24,0 ± 1,0) Jahre alt, sieben Frauen, drei Männer) im hochauflösenden EEG nach temporärer Ausschaltung der afferenten sensorischen Rückmeldung. Dies wurde durch Anlage einer Blutsperrre über ca. 30 Minuten erreicht. Differenziert wurden: eine Komponente der sensorischen Refferenz (350-600 ms nach Stimulus-, bzw. 70-170 ms nach EMG-Onset) und eine Komponente der motorischen Nachverarbeitung (mPINV; 700-1200 ms nach Stimulus-, bzw. 500-1000 ms nach EMG-Onset).

Studienablauf

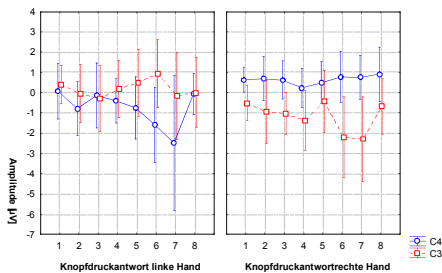


T1 mit Anamnese, Blutentnahme und 40 Trials. T2 mit 40 Trials vor Anlage der Blutsperrre, danach Blöcke von jeweils 30 Trials unter Blutsperrre bis zum Erreichen der temporären Deafferenzierung (subjektives Rating der Probanden), im Anschluss nach Wiederherstellung erneut 40 Trials.

* Durchlaufende Nummerierung der Messblöcke in chronologischer Reihenfolge korrespondierend zur Darstellung der Messwiederholungs-ANOVA. Dargestellt sind die Messblöcke vor Blutsperrrebeginn, unter Blutsperrre bis zur vollständigen temporären Deafferenzierung und nach Blutsperrre.

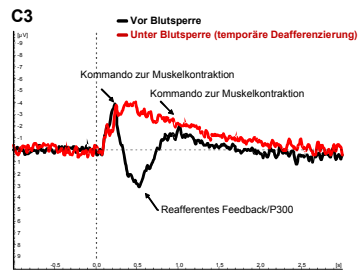
Ergebnisse

Unter temporärer Deafferenzierung zeigte sich, dass die Aktivierung über dem primär-motorischen Kortex während der PINV sogar zunahm, sobald die Bewegung nicht mehr oder nur noch unter großer verstärkter Anstrengung (Effort) durchgeführt werden konnte.



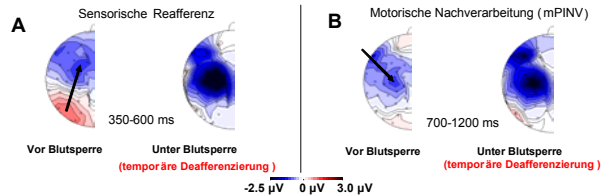
Daten an den Elektroden C3 und C4 in der Messwiederholungs-ANOVA mit den Faktoren "Block", "Hemisphere" und "Reaktionseite": hochsignifikante Interaktion zwischen allen drei Faktoren (F (7,63)=5,8, p=0,002; Greenhouse-Geisser-Epsilon=0,5). Hinweis auf eine zusammen mit der Reaktionsseite wechselnde verstärkte lateralisierte Aktivierung des motorischen Kortex unter Deafferenzierung (Neuman-Keuls-Post-Hoc-Tests p<0,001).

Die Aktivierung des Dipols im postzentralen Gyrus reduzierte sich parallel zum Wegfall der somatosensiblen und propriozeptiven Rückmeldung hingegen deutlich: Für die LRP zeigte sich während der sensorischen Refferenz ein Haupteffekt des Faktors „Block“ in der Messwiederholungs-ANOVA mit den Faktoren „Block“ und „Elektrode“ (CP3/4 über dem primären somatosensorischen Cortex und P9/10 als Projektionsfläche tangentialer Dipole in SI/II) mit F(7,63)=4,0, p=0,02 (Greenhouse-Geisser-Epsilon=0,38), wobei Newman-Keuls-Post-Hoc-Tests zeigten, dass der deafferenzierte Zustand gegenüber allen anderen Läufen vor und nach Blutsperrre signifikant reduzierte Werte aufwies (p<0,003).



Stimulus-gelockter Kurvenlauf der Gruppenmittelwerte an Elektrode C3 über dem primär motorischen Kortex kontralateral zur Antwortseite.

Gekennzeichnete Komponenten: Kommando zur Muskelkontraktion, reafferentes sensorisches Feedback und motorische Nachverarbeitung



[A+B] Topographie der lateralisierten (LRP-) Gruppenmittelwerte (Grand Averages). Visueller Stimulus bei 0 ms, auf den mit Tastendruck reagiert wurde.

Man beachte die Verstärkung der motorischen Nachverarbeitung (mPINV) über dem motorischen Cortex (MI) unter temporärer Deafferenzierung [B], während der Dipol der sensorischen Refferenz nicht mehr nachweisbar ist [A].

Schlussfolgerung

Die PINV scheint somit Teil einer motorischen Gedächtnisspur zu sein, die unabhängig von sensorischer Rückmeldung besteht und einen Abgleich mit dem motorischen Programm im Sinne der Efferenzkopie ermöglicht. Eine Untersuchung an schizophrenen Patienten sollte sich anschließen, um die Relevanz dieser Prozesse für die Erklärung der Meinhaftigkeit von Bewegungshandlungen weiter beschreiben zu können.

Literatur

Bender, S., Becker, D., Oelkers-Ax, R., Weisbrod, M.,
Cortical motor areas are activated early in a characteristic sequence during post-movement processing.
Neuroimage 2006 (32): 330-351.

Kristeva, R., Charkarov, V., Wagner, M., Schulte-Mönting, J., Hepp-Reymond, M.-C.,
Is the movement-evoked potential mandatory for movement execution? A high-resolution EEG study in a deafferented patient.
Neuroimage 2006 (31): 677-685.

Danksagung:

Besonderer Dank gilt Frau Kerstin Herwig und dem Team des EEG-Labors sowie Herrn Dr. P. Lages vom SRH Kurpfalzkrankenhaus Heidelberg für die hämatologische Beratung und Bewertung des Thrombophiliescreenings.