

Magnetografische Untersuchung kortikaler Reorganisationen in S1 infolge peripherer passiver taktiler Koaktivierung

Die Forschung auf dem Gebiet der Neurowissenschaften konnte zeigen, dass im adulten Kortex die Topografie im somatomotorischen Kortex nicht fixiert ist, sondern die Dauer und Ausdehnung der neuronalen Aktivität dynamischen Prozessen unterliegt. Die räumlichen und zeitlichen Erregungsmuster sind die beiden Faktoren, die die Topografie kortikaler Repräsentationen und die Funktion neuronaler Einheiten bestimmen.

Die Syndaktylie als eine Form der peripheren passiven Koaktivierung stellt ein einfaches aber effektives Paradigma zur Induktion eingangsabhängiger Plastizität dar: In Tierversuchen konnte man zeigen, dass die Synchronizität der sensiblen Eingangsaktivität die Ausbildung fusionierte kortikaler Repräsentationen bewirkt. Ziel der Dissertation war der Nachweis kortikaler Reorganisationen im primär somatosensiblen Kortex (S1) des adulten, menschlichen Gehirns infolge einer peripheren passiven Koaktivierung mittels Magnetenzephalografie darzustellen und die parallele Untersuchung der Verhaltensrelevanz durch psychophysische Tests.

Erwartet wurde, dass

1. die Synchronizität der sensiblen Eingangsaktivität die Ausbildung fusionierter kortikaler Repräsentationen induziert,
2. dass diese veränderten Aktivierungsmuster reversibel sind
3. und begleitet werden von einer veränderten Perzeption der zugehörigen peripheren rezeptiven Felder.

Es wurden zwei Studien durchgeführt, die sich im wesentlichen durch die Länge der Koaktivierungsphase unterschieden. In Studie 1 wurden die hirmagnetischen Repräsentationen der Finger I - IV vor und nach einer 3-wöchigen Plastizitätsinduktion gemappt. Die Plastizitätsinduktion erfolgte durch eine funktionale Syndaktylie von Zeige- und Mittelfinger der nicht-dominanten Hand durch Heftpflaster. In Studie 2 wurden die kortikalen Repräsentationen von N. ulnaris und medianus (SEF) vor und nach einer 40-minütigen taktilen Koaktivierung von 4 Fingern der gleichen Hand magnetografisch abgebildet. Beide Studien wurden durch eine Wiederholungsmessung ohne zwischenzeitliche Fingermanipulation komplettiert, um die Reversibilität eventueller reorganisatorischer Veränderungen zu dokumentieren. Begleitend erhielten die Probanden einen psychophysischen Test zur Erfassung perzeptiver Veränderungen. Es wurden Tests zur Punktllokalisaton (Studie 1) bzw. einen Test zur Bestimmung der taktilen Schwelle, Punktllokalisierung und Zweipunktdiskriminierung (Studie 2) angewandt.

Alle Untersuchungen wurden mit einem Einzelkryostaten des Philips Doppel-Deware Systems im Biomagnetischen Zentrum der Friedrich-Schiller Universität Jena durchgeführt. Die Datenanalyse erfolgte mit dem Softwarepaket Curry 3 Version (Philips Medical Systems). Für die Quellenlokalisation wurde ein äquivalenter Stromdipol oder eine Stromdichteverteilung berechnet. Für die weitere Auswertung wurden die Ergebnisse zum Zeitpunkt der maximalen Feldstärke mit Hilfe des Excel-Programms als Gruppenstudien ausgewertet. Es wurden dabei neben der Berechnung der euklidischen Distanzen zwischen den SEF der einzelnen Fingerrepräsentationen Studie (1) bzw. der N. ulnaris und medianus-SEF (Studie 2) auch die Intensität der Stromdipole und die Stromdichteverteilung vor und nach Manipulation herangezogen.

Die 40-minütige taktile, passive Koaktivierung von Fingern führte zu einer signifikanten Distanzminderung zwischen der N. medianus und N. ulnaris Repräsentation in Area 3b des primär somatosensiblen Kortex, die in der

Kontrollhemisphäre nicht nachweisbar war. Somit gelang der Nachweis plastischer Veränderungen in Area 3b als eine Bestätigung dafür, dass kortikale Repräsentationen dynamische Größen sind, die sich stets in unmittelbarer Rückkopplung mit dem sensorischen Eingangsraum befinden. Die Plastizitätseffekte waren von keiner Änderung der perzeptiven Seite begleitet. Ursächlich hierfür ist entweder die fehlende Verhaltensrelevanz dieser rein passiven Manipulation, oder die im Vergleich zu Vorarbeiten der Plastizitätsforschung mit einem ähnlichen Paradigma wesentlich kürzere Phase der synchronen taktilen Stimulation.

Die Betrachtung der Änderung der euklidischen Distanzen zwischen den einzelnen Fingerrepräsentationen und die Daten des psychophysischen Tests der Studie 1 waren nicht signifikant. Infolge der peripheren passiven Koaktivierung zeigt sich jedoch im Vergleich mit der Kontrollhemisphäre ein Trend zur Zunahme der euklidischen Distanzen und eine Zunahme der Streubreite der Messdaten. Dies ist als ein Hinweis für einen möglichen Reorganisationsprozess zu werten. Alle genannten Veränderungen in der Lokalisation kortikaler Repräsentationen sind sowohl in Studie 1 als auch in Studie 2 reversibel.