

Endogene elektrische Felder dirigieren das Neocortex-Netz

Interne elektrische Felder bilden einen Regelkreis mit positivem und negativem Feedback zwischen Nervenzellaktivität und schwachen endogenen elektrischen Feldern, das zeigen diese Experimente an Nervenzellen von Frettchen.

Bisher dachte man, dass die auftretenden elektrischen Felder im Nervensystem Nebenprodukte der Nervenaktivität sind. Man fand aber in Experimenten, dass von außen einwirkende elektrische Felder die Aktivität der Neuronen beeinflussen, d. h. elektrische Felder können Neuronen depolarisieren. Das wurde an Hippocampus-Zellen von männlichen Frettchen, die mit einer chemischen Substanz aktiviert worden waren, gezeigt. Man weiß aber wenig über die Rolle der internen elektrischen Felder während der physiologischen Aktivität des Neocortex. Deshalb sollte in diesen Experimenten gezeigt werden, dass von außen einwirkende elektrische Felder, die nur geringe Änderungen des Membranpotenzials hervorrufen, die Neocortex-Aktivität steigern. Die Schwelle dafür liegt im Bereich der physiologischen Feldstärken. Von außen einwirkende Felder können einkoppeln. Die geringe Veränderung des Membranpotenzials spricht dafür, dass interne elektrische Felder die Netzwerke des Neocortex steuern. Es sind Feedback-Regulationen zwischen internen elektrischen Feldern und neuronaler Aktivität. Der Neocortex ist als jüngste Entwicklungsstufe ein komplexer Bereich in der Hirnrinde. Er ist die äußerste Schicht des Großhirns, die nur bei Säugetieren vorkommt und aus sechs Schichten besteht, in denen Sinneseindrücke und Motorik verarbeitet werden. Außerdem ist dort das Assoziationszentrum angesiedelt. Die hier untersuchten niederfrequenten Felder gehören zu den ausgedehntesten und am stärksten synchronisierten elektrischen Feldern, die natürlicherweise im Neocortex vorkommen. Die Frequenzen von 6–9 Hz liegen im Bereich der Aktivitätsmuster während des Schlafs. Das ist wichtig für das Gedächtnis bzw. die Speicherung von Erinnerungen. Die Schwelle für die Aktivierung liegt bei 0,5 mV/mm (peak 2–4 mV/mm). Die Felder werden durch den Ionenfluss erzeugt, der der synchronisierten neuronalen Aktivität zugrunde liegt. Diese schwachen Felder haben das Potential zur Bildung einer Rückkopplungsschleife, die auf dieselbe Aktivität einwirkt, die sie selbst erzeugt hat. Man konnte sehen, dass die aktivitätsabhängigen elektrischen Felder durch positive Rückkopplung steigend auf die niedrigen Frequenzen im Neocortex wirken. Dazu passt, dass das elektrische Feld der negativen Rückkopplung eine Verminderung der Rhythmusstruktur zur Folge hatte, so dass man schließen kann: Die endogenen elektrischen Felder haben eine führende Rückkopplungsfunktion in Wechselwirkung mit der physiologischen Netzwerkaktivität. Die Experimente hier zeigten, dass das aktive Neocortex-Netzwerk empfänglich ist für schwache konstante Sinuswellen von gleicher Feldstärke wie die der endogenen elektrischen Felder. Es kommt zu positiven und negativen Rückkopplungsreaktionen, durch die die Netzwerkdynamik bzw. die nicht-synaptischen Kommunikationsmechanismen im Gehirn von Säugetieren organisiert und strukturiert werden.

Die vielen Untersuchungen lassen sich so zusammenfassen: Schwache elektrische Felder, die während der normalen Aktivität des Neocortex-Netzwerkes erzeugt werden, haben das Potenzial zur Bildung von positiven und negativen Rückkopplungsschleifen, die die Aktivität des Netzwerkes regeln und die Kommunikation steuern. Zusammen liefern die Experimente

zur positiven und negativen Rückkopplung direkte Beweise für eine funktionelle Rolle der endogenen elektrischen Felder, die ein biophysikalisches Signal geben zu Organisation und Strukturierung der Netzwerkaktivität. Endogene schwache elektrische Felder synchronisieren die Nervenzellaktivitäten im Neocortex des Säugetiergehirns. So muss man die neuronalen Neocortex-Netzwerke nicht nur als anatomische Verbindungen betrachten, die über Synapsen, sondern auch durch räumliche und zeitliche komplexe elektrische Felder verbunden sind.

Quelle:

Fröhlich F, McCormick DA (2010): Endogenous Electric Fields May Guide Neocortical Network Activity. *Neuron* 67, 129–143; DOI 10.1016/j.neuron.2010.06.005

Zellforschung mit Niederfrequenz

Magnetfelder verändern Eigenschaften von Bakterien

50-Hz-Magnetfelder greifen während der Bildung des Biofilms in den Stoffwechsel der Bakterien ein. Die Form der Bakterien wird verändert, die Zellmasse des Biofilms und die Schutzfunktion waren nach der Feldbehandlung signifikant vermindert, während das DNA-Muster bei Proben und Kontrollen kaum Unterschiede zeigten. Der bestehende Biofilm wurde nicht beeinflusst.

Helicobacter pylori lebt im Magen und scheint beim Menschen an Entzündungen, Geschwüren und Tumoren beteiligt zu sein. Das Bakterium kommt in zwei Formen vor, der Spiral- und Kugelform. Die Umwandlung von einer Form in die andere kommt durch Peptidoglykane in der Zellwand zustande, gesteuert durch das *amiA*-Gen. Während sich die spiralförmigen Bakterien in die kugelige Form umwandeln, bilden sie einen Biofilm zum Schutz vor Angriffen, und entziehen sich so der Erkennung durch das Immunsystem. Deshalb kann es zu lebenslanger Besiedelung im Magen kommen. Ziel dieser Arbeit war, festzustellen, ob sich die Haftfähigkeit der Bakterienzellen am Untergrund verändern, wenn sie Magnetfeldern ausgesetzt werden. Die Haftfähigkeit der Zellen ist Voraussetzung für die Bildung des Biofilms auf der Unterlage. Für das Experiment wurden erstens frische Bakterienzellkulturen und zweitens ein 2 Tage alter Biofilm von *Helicobacter pylori* einem 2 Tage einwirkenden 50-Hz-Magnetfeld von 1 mT ausgesetzt, um zu testen, ob bzw. wie sich die Eigenschaften (Anheften und Ablösen) des Biofilms verändern. Die 50-Hz-Magnetfeldbehandlung führte zu vielen u-förmigen (abnormen) Bakterienzellen, weniger Zellen insgesamt, weniger lebenden und weniger kugeligen Zellen.

50-Hz-Magnetfelder von 1 mT greifen in die Entwicklung bei der Bildung des Biofilms ein, weshalb ein großer Teil der Bakterienzellen die spiralförmige Form beibehalten, während die Zellen der unbefeldeten Kontrollen zum Schutz in die kugelige Form übergehen (58,4 % befeldete gegenüber 33,1 % der Kontrollen behielten die Spiralform bei). Das zeigt sich auch im *amiA*-Gen, das am Übergang von der Spiral- in die Kugelform beteiligt ist. Die Expression des *amiA*-Gens war bei den mit Magnetfeld behandelten Bakterien vermindert gegenüber der scheinbehandelten Kontrolle. Als Folge könnten die Membranen geschädigt werden. Die spiralförmigen gebliebenen Bakterienzellen waren wenig lebensfähig im Vergleich zu den Bakterien der Kontrollen, weshalb man davon ausgeht, dass die Magnetfelder die Anpassungsmaschinerie der festsitzenden Bakterien aus dem Gleichgewicht bringen. Im Unterschied zu den Ergebnissen des neu gebildeten Biofilms gab es bei den fertigen