

Nervenzellen leisten Nachbarschaftshilfe

In der Sehrinde des Gehirns werden neuronale Signale, die von der Netzhaut kommen, analysiert und weiter verarbeitet. Wenn Teile der Netzhaut verletzt werden, bekommen die entsprechenden Bereiche der kortikalen Sehrinde keine Eingangssignale mehr. An der entsprechenden Stelle des Gesichtsfeldes wird es sprichwörtlich „dunkel“, es entsteht ein Skotoma. Plastische Prozesse in der Sehrinde des Gehirns können das Sehvermögen zumindest teilweise wieder herstellen: die Zellen, denen Eingangssignale aus der Retina fehlen, erhalten nach Umstrukturierung des Netzwerkes von anderen Zellen Eingangssignale. Aber von welchen Zellen stammt der neue Input? Um diese Frage zu beantworten, untersuchte Dirk Jancke, Bernstein Gruppe Computational Neuroscience, in einem Kooperationsprojekt mit Ulf Eysel von der Medizinischen Fakultät an der Ruhr-Universität Bochum, Regenerationsprozesse nach einer Netzhautverletzung in Ratten. Wie die Forscher zeigten, spielt dabei ein Ausbau der neuronalen Verknüpfungen mit Zellen aus den benachbarten Regionen der Sehrinde eine bedeutende Rolle.

Das Bild, das auf die Netzhaut fällt, wird so auf die Sehrinde übertragen, dass die Topologie erhalten bleibt – benachbarte Orte auf der Retina werden auch von benachbarten Neuronen der Sehrinde verarbeitet. Die Zellen der Sehrinde erhalten aber nicht nur Eingangssignale von der Retina, sie sind auch untereinander weitreichend verknüpft. Wie die Wissenschaftler um Jancke zeigen konnten, werden diese Kontakte bei Regenerationsprozessen weiter verstärkt. „Es gibt schon länger Studien, die solche plastischen Prozesse beschreiben. Bislang konnten diese Vorgänge aber nicht funktionell über relativ große Bereiche der visuellen Rinde visualisiert werden“, erklärt Jancke.

Die Vorgänge in der Sehrinde beobachteten die Bochumer Forscher mit einer neuen Methode, bei der spannungsabhängige Farbstoffe zum Einsatz kommen. Sie ändern ihre Fluoreszenz, wenn Zellen elektrische Signale empfangen oder aussenden. Diese bildgebende Methode erlaubt die Erfassung der Aktivität neuronaler Zellpopulationen mit einer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung. Kurz nach der Retinaverletzung zeigten Zellen in der betroffenen Region der Sehrinde keine oder nur wenig Aktivität. Aber schon wenige Wochen später breiteten sich verstärkt neuronale Aktivitätswellen von den Nachbarregionen in diese Region aus. „Kortikale Nervenzellen, die durch die Netzhautschädigung plötzlich keinen direkten Eingang mehr haben, können durch den Anschluss an ihre noch funktionstüchtigen weiter entfernten Nachbarn zumindest wieder um die Ecke sehen“, so Jancke. Fehlende Bildinformation werden durch Informationen aus benachbarten Bereichen ersetzt. Die Wiederherstellung der Funktion kortikaler Neurone nach Verletzungen ist ein zentrales Thema in den Neurowissenschaften. Das retinale Läsionsmodell bietet einen idealen Zugang, um Grundlagen solcher neuronalen Umstrukturierungsprozesse im kortikalen Netzwerk systematisch zu erforschen.

Quelle / Source: Palagina G., Eysel U.T., Jancke D. [Strengthening of lateral activation in adult rat visual cortex after retinal lesions captured with voltage-sensitive dye imaging in vivo. Proc. Nat. Acad. Sci. \(USA\)](#),

Neuronale Aktivität (aufsteigend in der Amplitude von grün, gelb, rot) in der kortikalen Sehrinde sechs Tage (oben) und 28 Tage (unten) nach einer Retinaverletzung. Nach Regeneration breitet sich die Aktivität von benachbarten Bereichen zunehmend in die von der retinalen Läsion betroffene Region (oberhalb der schwarzen Linie) aus.

Neuronal activity (ascending in amplitude from green, yellow, red) in the cortical visual cortex six days (top) and 28 days (bottom) after a retinal lesion. After regeneration, the activity of neighboring regions increasingly spreads into the region affected by the retinal lesion (above the black line).

Nerve cells provide neighborly aid

The visual cortex of the brain analyzes and processes neuronal signals originating from the retina. When parts of the retina are injured, the corresponding regions in the visual cortex no longer receive any input signals. The respective spot in the visual field gets proverbially “dark” – a scotoma forms. Plasticity processes in the brain’s visual cortex can, at least partly, restore the ability to see: after reorganization of the network, the cells that are deprived of input signals from the retina receive input signals from other cells. But which cells provide this new input? In order to find an answer to this question, Dirk Jancke, Bernstein Group Computational Neuroscience – in a cooperation project with the Ulf Eysel, Medical Faculty at the Ruhr-University of Bochum – observed regeneration processes after retinal lesions in rats. The researchers showed that strengthening of neuronal connections to neighboring cells of the visual cortex play an important role here.

The image that falls on the retina is projected to the visual cortex in such a way that topology is maintained; neighboring regions on the retina are processed by neighboring neurons in the visual cortex. The cells in the visual cortex, however, do not only receive input signals from the retina; they are also widely interconnected. The scientists around Jancke managed to show that these contacts are further strengthened during regeneration

processes. “For quite some time, there have been studies describing such plastic processes. Until now, however, these processes could not be visualized functionally over relatively large areas of the visual cortex,” Jancke explains.

The scientists from Bochum observed the processes in the visual cortex with a new method that makes use of voltage-sensitive dyes. They change their fluorescence when cells receive or send electrical signals. By applying this imaging method, the activity of neuronal cell populations can be captured with high spatial and temporal resolution. Shortly after the retinal lesion, the cells in the affected region of the visual cortex showed no or only little activity. But within only a few weeks after the lesion, neuronal activity waves increasingly spread from neighboring regions into the affected region. “Cortical nerve cells, which are suddenly deprived of direct input after a retinal lesion, are at least enabled to look around the corner again thanks to the connection to still-functional distant neighbors,” Jancke points out. Lacking image information is replaced by information from neighboring regions. The restoration of the function of cortical neurons after injuries is a central subject in neuroscience. The retinal lesion model provides an ideal access in order to systematically explore the basic principles of such neuronal reorganization processes in the cortical network.

