

Nicht nur mit den Augen sehen: Erregungsgrad beeinflusst Wahrnehmung

Bericht: Ludwig-Maximilians-Universität München

Das Gehirn moduliert visuelle Signale abhängig von inneren Zuständen, wie eine neue Studie von LMU-Neurowissenschaftlerin Laura Busse zeigt.

Was wir sehen, ist nicht einfach nur eine neuronale Repräsentation des optischen Eindrucks im Auge, sondern eine Interpretation dieses Bildes, bei der auch unsere Bedürfnisse und Erwartungen einfließen. Diese Faktoren werden durch frühere Erfahrungen geprägt und hängen auch von inneren Zuständen wie unserer Verhaltensaktivität und unserer Wachsamkeit oder Aufmerksamkeit ab - zusammen oft als "Erregungszustand" (engl. „arousal“) bezeichnet. In einer neuen Publikation, die kürzlich im Fachmagazin PLoS Biology veröffentlicht wurde, haben Forschende der LMU, der Universität Freiburg sowie des Bernstein Centers für Computational Neuroscience die neuronale Aktivität im visuellen Thalamus analysiert. Dabei handelt es sich um ein Hirnareal, das visuelle Signale direkt vom Auge über den Sehnerv empfängt, verarbeitet und weitergibt. Um genau zu sein: Sie untersuchten den thalamischen Nucleus dorsalis lateralis geniculatae (dLGN), die primäre Schaltstelle für visuelle Signale von der Netzhaut zum visuellen Kortex.

Was passiert da im Thalamus?

„Es ist seit Langem bekannt, dass die Neuronen des dLGN, wie auch die Neuronen in anderen thalamischen Kernen, auffällige Aktivitätsmuster aufweisen, die mit Erregung in Verbindung stehen“, erklärt LMU-Professorin Laura Busse, Leiterin der Studie und künftig Principal Investigator im Exzellenzcluster SyNergy. Insbesondere wurden zwei zustandsabhängige Feuermodi beschrieben: Burst-Firing, das eher bei niedriger Erregung und Verhaltensinaktivität auftritt, und tonisches Feuern, das bei Wachsamkeit beobachtet wird. „Das hat zu der Hypothese geführt, dass Thalamuskern Burst- und Tonic-Firing-Modi verwenden, um den Informationsfluss zu und zwischen kortikalen Bereichen je nach Erregungszustand des Tieres dynamisch zu steuern oder zu verändern.“ Experimentell überprüft wurde diese These bisher aber noch nicht. „Die neuronalen Mechanismen, mit denen Erregung die Verarbeitung visueller Informationen beeinflusst, sind nach wie vor ungeklärt.“

In der neuen Studie verglich Busses Team die im Thalamus gemessene Aktivität deswegen direkt mit dem Erregungsgrad. „Die Erregung spiegelt sich im Pupillendurchmesser von Säugtieren wider, wobei größere Pupillen auf einen erregten Zustand hindeuten“, erläutert die Neurobiologin. Auf diese Weise könne man anhand von Veränderungen in der Pupillengröße auf den Erregungszustand eines Tieres schließen. Die gekoppelte Untersuchung von Thalamus-

und Pupillenaktivität half Busses Team, den Zusammenhang zwischen Thalamus-Aktivität und Erregungsgrad mit klareren Augen zu sehen.

Sinneseindrücke werden moduliert

„Wir entdeckten, dass während bestimmter Phasen der Pupillenerweiterung und -verengung unterschiedliche Muster neuronaler Aktivierung auftreten“, so Professor Christian Leibold von der Universität Freiburg und dem Bernstein Center für Computational Neuroscience, ebenfalls Autor der Studie. „Die elektrische Aktivität im visuellen Thalamus ist über zeitliche Skalen von Sekunden bis mehreren Minuten mit der Pupillendynamik gekoppelt.“ Diese Verschiebung der neuronalen Aktivitätsmuster bei Erregung war robust: Sie hing nicht von anderen Faktoren ab, wie zum Beispiel davon, was das Tier sah und ob es sich bewegte, stillsaß oder seine Augen bewegte.

„Unsere Forschung zeigt also, dass grundlegende visuelle Informationen in verschiedenen Phasen der Erregung mit unterschiedlichen Kodierungen an "höhere" Hirnareale wie den visuellen Kortex übermittelt werden“, meint Neurobiologin Laura Busse. Das liefere eine erste mechanistische Erklärung dafür, wie die visuelle Wahrnehmung durch Veränderungen des Erregungszustands beeinflusst werden könne. „Unsere Ergebnisse stützen die Annahme, dass die erregungsabhängige Modulation kein singulärer Prozess ist, sondern wahrscheinlich ein Zusammenspiel von Veränderungen, die über verschiedene Zeitebenen hinweg stattfinden.“

Originalpublikation:

Davide Crombie, Martin A. Spacek, Christian Leibold & Laura Busse: Spiking activity in the visual thalamus is coupled to pupil dynamics across temporal scales. PLOS Biology (2024)
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002614>

16.5.2024

LMU Stabsstelle Kommunikation und Presse
Ludwig-Maximilians-Universität München
www.uni-muenchen.de