

Charakterisierung der Dynamik synaptischer Übertragung und aktivitätsabhängiger Verarbeitung visueller Bewegungsinformation im Gehirn der Fliege

Zusammenfassung

Fliegen sind außerordentliche Flugkünstler. Die hierfür erforderliche Verhaltenskontrolle basiert auf der schnellen und präzisen Aufnahme und Verarbeitung von Umweltreizen, sowie der Übertragung neuronaler Information zwischen Nervenzellen. Da synaptische Übertragung mit einer spezifischen Filterung einhergeht kann die Synapse als kleinste informationsverarbeitende Einheit betrachtet werden.

In meiner Doktorarbeit habe ich die Informationsverarbeitung auf zellulärer Ebene im visuellen System der Fliege (*Calliphora vicina*) untersucht. Im ersten und zweiten Teilprojekt habe ich die Signalübertragung an Synapsen zwischen individuell identifizierbaren bewegungssensitiven Neuronen (VS- und V1-Neurone) systematisch analysiert und im dritten Teilprojekt Mechanismen aktivitätsabhängiger Adaptation untersucht.

Die VS-V1-Synapse zeichnet sich durch eine besondere Übertragungscharakteristik aus. Die präsynaptischen VS-Zellen weisen eine komplexe Signalstruktur auf. Das Membranpotenzial dieser Zellen setzt sich aus einer graduierten Komponente mit aufgelagerten aktionspotenzialartigen Depolarisationen zusammen. An der Synapse wird dieses komplexe Signal verrechnet und postsynaptisch durch die V1-Zelle als Aktionspotenzialfolge weitergeleitet.

Bisherige Annahmen über die Signalübertragung an dieser Synapse basierten auf Versuchen, bei denen die Zellen entweder visuell oder durch Injektion von Strömen stimuliert wurden. Bei diesen Versuchen war es nicht möglich, das präsynaptische Signal reproduzierbar zu kontrollieren. In meiner Arbeit konnte ich diese Begrenzung durch Anwendung der Voltage-Clamp-Technik überwinden, und eine systematische Analyse der synaptischen Signalübertragung durchführen.

Ebenfalls mittels der Voltage-Clamp-Technik konnte ich untersuchen, welche Komponenten aktivitätsabhängiger Plastizität in den Antworten bewegungsempfindlicher visueller Neurone der Fliege unmittelbar von einer vorausgegangenen Membranpotenzialdepolarisation abhängen. In bisherigen Ansätzen unter visueller Reizung konnten diese intrinsischen Komponenten nicht von den in präsynaptischen Schichten generierten Komponenten isoliert werden.

Die Arbeit gliedert sich in die folgenden drei Teilprojekte:

Im ersten Teil der Arbeit (*Bestimmung des synaptischen Arbeitsbereichs präsynaptischer graduierter Signale im visuellen System der Fliege*) wurde von einer VS-Zelle und der V1-Zelle gleichzeitig abgeleitet. Das VS-Membranpotenzial wurde mit der Voltage-Clamp-Technik kontrolliert und das Ausgangssignal in Abhängigkeit zum Eingangssignal analysiert. Ich konnte zeigen, dass Depolarisation einer einzigen VS-Zelle zu einer erhöhten Aktionspotentialrate in V1 führt. Diese Rate ist hierbei über einen großen Bereich linear vom präsynaptischen Membranpotenzial abhängig und kann dessen Modulationen über einen weiten Frequenzbereich folgen.

Der zweite Teil der Arbeit (*Die zeitliche Präzision in bewegungsempfindlichen Neuronen der Fliege wird durch aufgelagerte Aktionspotenziale eines graduierten Signals vermittelt*) betrachtet vornehmlich den Einfluss der schnellen, aktionspotenzialartigen Komponente des präsynaptischen Mischpotenzials. Anhand der Signalübertragung und der Wechselwirkung zwischen prä- und postsynaptischem Signal wurden zudem Rückschlüsse auf die noch nicht vollständig aufgeklärte Art der Übertragung - chemisch oder elektrisch - an den untersuchten Synapsen gezogen.

Im dritten Teil der Arbeit (*Adaptation in bewegungsempfindlichen Neuronen der Fliege wird durch Depolarisierung bewirkt*) konnte gezeigt werden, dass die im Rahmen von Adaptationsprozessen beobachtete Nachhyperpolarisierung nicht auf Veränderung der synaptischen Übertragung beruht, sondern von intrinsischen, potenzialabhängigen Prozessen in den bewegungsempfindlichen Neuronen abhängt.