

Aufrechterhaltung des Ruhepotentials

Aufgaben

1 Leckstrom

Die Axonmembran ist für Natrium-Ionen fast undurchdringlich, aber eben nicht ganz. Mit der Zeit gelangen wenige Natrium-Ionen vom extrazellulären Raum ins Axoninnere. Dies bezeichnet man als Leckstrom.

- 1.1 Beschreiben Sie anhand der Informationen in M1 die osmotische Kraft $F_{\text{osm}}(\text{Na}^+)$ und die elektrostatische Kraft $F_{\text{el}}(\text{Na}^+)$ auf die Natrium-Ionen im Ruhezustand des Axons.
- 1.2 Beschreiben Sie die Auswirkungen des Leckstroms auf das Membranpotential im Ruhezustand des Axons.

2 Aktiver Ionentransport

Messungen am Axon zeigen, dass das Membranpotential auch über längere Zeit konstant bleibt. Dies bedeutet, dass der Natrium-Leckstrom rückgängig gemacht wird.

- 2.1 Begründen Sie anhand der Konzentrations- und Ladungsverhältnisse, dass die Rückführung von Natrium-Ionen vom Axoninneren in den extrazellulären Raum nur durch aktiven Transport bewerkstelligt werden kann.
- 2.2 Begründen Sie, dass in Nervenzellen auffällig viele Mitochondrien vorkommen.

3 Experiment

Der Giftstoff Zyankali blockiert die Zellatmung in den Mitochondrien.

Erläutern Sie die Folgen einer solchen Vergiftung für die Aufrechterhaltung des Ruhepotentials in einem Neuron.

Materialien

M1 Verhältnisse am Axon

Die Konzentration der Natrium-Ionen beträgt im Axoninneren $50 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, außerhalb des Axons $440 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Im Ruhezustand ist die Innenseite der Axonmembran negativ und die Außenseite positiv geladen.

Hinweise für die Lehrkraft:

Mit den Lernaufgaben dieses Arbeitsblattes können sich die Kursteilnehmer das Thema Natrium-Kalium-Pumpe selbst erarbeiten, sollten damit aber nicht allein gelassen werden, weil es sein kann, dass manche dabei Einhilfen benötigen.

- 1.1 osmotische Kraft $F_{\text{osm}}(\text{Na}^+)$: von außen nach innen gerichtet, da außen hohe und innen niedrige Konzentration an Natrium-Ionen herrscht
elektrostatische Kraft $F_{\text{el}}(\text{Na}^+)$: ebenfalls von außen nach innen gerichtet, da die positiv geladenen Natrium-Ionen von der negativen Ladung innen angezogen werden
- 1.2 Weil mit den Natrium-Ionen positive Ladungen in das Axon eindringen, wird die negative Ladung im Inneren geringer, d. h. der Zahlenwert des Membranpotentials wird immer kleiner, das Membranpotential nähert sich dem Wert Null.
- 2.1 Sowohl die osmotische, als auch die elektrostatische Kraft, die auf die Natrium-Ionen einwirken, wirken von außen nach innen. Der Transport muss also gegen beide Kräfte stattfinden, das heißt unter Energieaufwand.
- 2.2 Mitochondrien sorgen für die Energieversorgung der Zelle, indem sie durch die Zellatmung den Energieträger ATP zur Verfügung stellen. (*Vorwissen aus der 10. Klasse*)
- 3 Ohne die Zellatmung in den Mitochondrien kein ATP, ohne ATP arbeitet die Natrium-Kalium-Pumpe nicht, so dass langsam, aber stetig Natrium-Ionen von außen in das Innere des Axons eindringen. Dadurch verringert sich der Betrag des Membranpotentials kontinuierlich.

Hinweis: Aufgabe 3 wäre in einer schriftlichen Prüfung problematisch, weil die Kursteilnehmer nicht wissen, welche Details verlangt sind und welche nicht. Gute Schüler beschreiben hier gerne die gesamten Mechanismen zur Entstehung und Aufrechterhaltung des Ruhepotentials und ggf. auch noch die Auslösung eines Aktionspotentials bei Überschreiten des Schwellenwerts.

Aufpassen bei der Verwendung des Ausdrucks „Verringerung des Potentials“, denn mathematisch gesehen ist -70 mV geringer als -60 mV ! Auch sollten Sie Begriffe wie „positiver“ und „negativer“ vermeiden, weil sie grammatisch nicht korrekt sind.