

Zusammenfassung

Eizelle und Spermium treffen sich nicht zufällig. Vielmehr werden Spermien von der Eizelle aktiv angezogen, mit Hilfe von Lockstoffen. Die Lockstoffe weisen den Spermien den Weg zum Ziel. Diesen Vorgang bezeichnet man als Chemotaxis. In Spermien des Seeigels *Arbacia punctulata* ist die chemotaktische Signaltransduktion sehr gut untersucht. Die Spermien reagieren bereits auf einzelne Moleküle des Lockstoffs Resact, ein Peptid. Neben dieser enormen Empfindlichkeit sind die Spermien ebenfalls in der Lage, Resackonzentrationen zu verarbeiten, die sechs Größenordnungen umfassen. Bisher ist nichts darüber bekannt, wie sich die Spermien nach einer Reizung durch den Lockstoff erholen und wie sie ihre Empfindlichkeit auf der Reise entlang des Lockstoffgradienten anpassen. Unklar ist auch, wie die Spermien ihre Empfindlichkeit für den Lockstoff regulieren, wenn Sie in einem Lockstoffgradienten schwimmen.

In dieser Arbeit habe ich untersucht, wie Spermien ihre Empfindlichkeit an verschiedene Lockstoff-Bedingungen anpassen. Ich beschreibe vier charakteristische Funktionen – Sampling, Interferenz/Refraktärzeit, Adaptation und Erholung/Sensibilisierung.

1. *Sampling*: Sampling bezeichnet die Fähigkeit, für eine bestimmte Zeit den Reiz zu registrieren und dann mit einer zellulären Antwort zu reagieren. Ich zeige durch Ca^{2+} -Messungen, dass Spermien Stimuli, die in weniger als 50 ms aufeinanderfolgen, linear aufsummieren. Längere Stimulusintervalle verursachen eine fortschreitende Reduktion des Ca^{2+} -Signals. Die Dauer des Samplings (Integrationszeit) wird durch die Zeit bestimmt, die benötigt wird, um Ca^{2+} -Kanäle zu aktivieren.
2. *Interferenz / Refraktärzeit*: Interferenz verweist auf die Störung eines Ca^{2+} -Signals durch einen zweiten Reiz. Während der Ca^{2+} -Antwort reagiert die Zelle auf einen zweiten Reiz weiterhin mit einer Hyperpolarisation, $[\text{Ca}^{2+}]_i$ fällt jedoch stark ab und erholt sich anschließend wieder. Der Abfall wird durch die Schließung offener Ca_v -Kanäle und die erhöhte Aktivität eines $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ -Austauschers ausgelöst; d.h., der zweite Reiz interferiert mit dem Signal, das durch den ersten Reiz ausgelöst wurde.

3. *Adaptation*: Während des Ca^{2+} -Signals und der Erholung ist die Empfindlichkeit der Zelle herabgesetzt. Die Empfindlichkeit der Zelle steht in umgekehrter Beziehung zur Stärke des ersten Reizes (Weber'sches Gesetz), d.h. die Zelle adaptiert.
4. *Erholung / Sensibilisierung*: Die Adaptation verschwindet allmählich, und die Antwort erholt sich, wenn das Intervall zwischen den beiden Reizen ausreichend lang ist. Bei hohen Hintergrundkonzentrationen erholt sich die Zelle langsamer und weniger vollständig. In manchen Fällen war die Empfindlichkeit sogar erhöht, das heißt, die Spermien sensibilisierten. Das Ausmaß der Adaptation, der Erholung und der Sensibilisierung hängt von der Stärke des ersten und der folgenden Stimuli ab. Die Sensibilisierung war bei hohen Hintergrundkonzentrationen und stärkeren Teststimuli am deutlichsten. Beispielsweise war die Ca^{2+} -Antwort bei einer Hintergrundkonzentration von 5 nM und einer Testkonzentration von 2,5 nM um das dreifache erhöht.

Diese einzigartigen Eigenschaften ermöglichen es den Spermien, ein periodisches Ca^{2+} -Signal zu erzeugen und eine hohe Empfindlichkeit in einem kontinuierlichen Gradienten oder sogar einer ungleichmäßigen Lockstoffverteilung, die mehrere Größenordnungen umfasst, aufrecht zu erhalten.