

Numerische Evaluierung analytischer Feldgleichungen zur Beschreibung des Kanalübersprechens bei Cochlea Implantatträgern

M. Hörner, M. Nicoletti, W. Hemmert

Technische Universität München, IMETUM, Bioanaloge Informationsverarbeitung

Eine der größten Limitierungen von heutigen Cochlea Implantaten liegt im sogenannten Kanalübersprechen. Durch eine höhere Leitfähigkeit der endolymphatischen Flüssigkeit innerhalb der Cochlea verglichen mit der des umgebenden Knochengewebes, wird das elektrische Potential entlang der Cochlea gestreckt. Daraus resultiert ein Verlust der spek-tralen Fokalität der erregten Spiralganglionpopulation. Sowohl bei der Optimierung des Stimu-lationsparameter als auch bei Algorithmen zur Reduktion der Kanalinteraktionen, die bei der parallelen Stimulation zum Einsatz kommen, wird eine genaue Beschreibung des elektrischen Potentialfeldes vorausgesetzt. Bisherige Ansätze zur Beschreibung des Kanalübersprechens leiten sich aus rein empirisch ermittelten Gleichungen oder rein numerischen Modellen ab. Eine analytische Lösung des Feldproblems ermöglicht eine numerisch effiziente Berechnung des Kanalübersprechens und ist näher an der tatsächlichen Physik in der Cochlea. Dazu haben wir das inhomogene Feldproblem durch ein anisotropes ersetzt. Die hieraus resultierende Feld-gleichung geht von einem anisotropen Medium aus und nähert die Feldverteilung im inhomogenen Fall an. Des weiteren wurde eine Parametrisierung eingeführt, die es ermöglicht, unterschiedliche Cochlea Geometrien und Leitfähigkeiten zu berücksichtigen. Zur Validierung der Feldgleichung wurde sie sowohl mit Finite Elemente- (FE) Modellen als auch mit einem Zweidomänen Modell nach Goldwyn et al. So wie mit den Feldgleichungen im homogenen Medium verglichen. Die Cochlea Anatomie in den FE-Modellen wurde in unterschiedlichen Komplexitätsstufen modelliert, um deren Einfluss auf den Feldverlauf numerisch zu untersuchen. Verglichen wurden sowohl die errechneten elektrischen Potentiale als auch die Aktivierungsfunktionen (Elektrischer Feldgradient entlang des auditorischen Nerven) der unterschiedlichen Modellansätze. Es hat sich gezeigt, dass sich auch mit zunehmendem Komplexitätsgrad der zugrunde gelegten Modellannahmen die analytisch berechnete Feldgleichung insbesondere für das Kanalübersprechen relevante Potential durchweg gute Beschreibungsergebnisse erzielt. Diese Arbeit wurde von MED-EL sowie vom BMBF im Rahmen des Münchner Bernsteinzentrums für Computational Neuroscience (01GQ0441 und 01GQ1004B) gefördert.

