

Elektroakustisches Rückkopplungsverhalten zwischen FMT und Piezoelementen im Mittelohr

Till Moritz Eßinger¹, Matthias Bornitz¹, Martin Koch¹, Nikoloz Lasurashvili¹, Marcus Neudert¹

¹Universitätsklinikum Carl Gustav Carus an der Technischen Universität Dresden, Dresden

Fragestellung

Der Floating Mass Transducer® (FMT) ist als Teil der Vibrant Soundbridge™ weltweit einer der meistgenutzten implantierbaren Aktoren. Wir untersuchen die Kombination des FMT im Runden Fenster mit einem implantierbaren Piezomembran-Sensor, welcher im Incudostapedialgelenk freischwebend eingesetzt wird und das (bisher nicht implantierte) Mikrofon der Vibrant Soundbridge ersetzt. Wie bei jedem elektroakustischen System ist die maximal erreichbare stabile Verstärkung des Nutzsignals durch die Rückkopplung zwischen Aktor und Sensor und die damit verbundene Schwingfähigkeit begrenzt. Wir zeigen, dass ein solches System mithilfe digitaler Signalverarbeitung hinreichend stabil betrieben werden kann, um eine nennenswerte Hörverstärkung zu erzielen.

Methoden

Das potentiell vollimplantierbare System aus Sensor und FMT untersuchen wir im Felsenbeinpräparat, wobei der Schwerpunkt auf der Erfassung und Charakterisierung des Rückkopplungsverhaltens liegt. Ein chirurgisch angelegtes drittes Fenster in der basal ersten Viertelwindung der Cochlea ermöglicht optische und akustische Messungen von Verstärkungsleistung und Hörverstärkung.

Ergebnisse

Die Rückkopplung FMT-Sensor ist auf drei Pfaden zu erwarten: Akustisch, elektromagnetisch und mechanisch. Letzterer Pfad, vom FMT am Runden Fenster über die Cochlea, das ovale Fenster und den Stapes, ist unseren Messungen zufolge der größte und damit entscheidende Anteil. Die akustische Rückkopplung (über Luft bzw. Knochenleitung) ist zu vernachlässigen. Bereits ohne aktive Rückkopplungsunterdrückung ist das System stabil genug, um bis zu 30 dB Verstärkung im audiologischen Frequenzbereich zu erzielen. Mithilfe von computergesteuerter Signalverarbeitung können breitbandig mehr als 40 dB Hörverstärkung erzielt werden.

Schlussfolgerungen

Das untersuchte System ist hinreichend robust zu betreiben, um als Hörhilfe für bestimmte Formen der Schwerhörigkeit zu dienen. Andere – noch zu untersuchende – Faktoren vorausgesetzt, ist die Kombination des etablierten FMT als Aktor mit dem neuartigen implantierbaren Piezosensor als Teil eines vollimplantierbaren Systems potentiell geeignet.