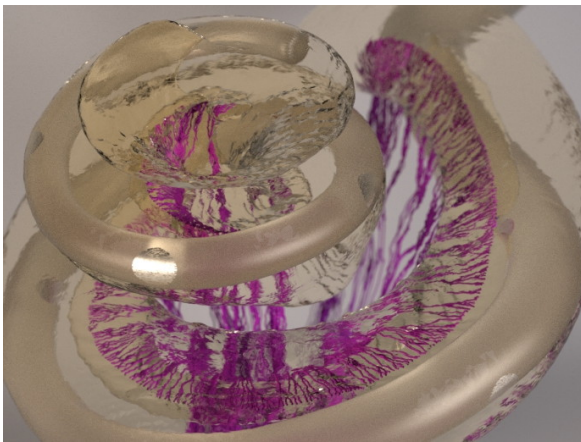
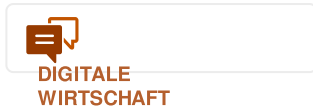


Advanced Computational Model for the Development of Cochlear Implants

Ergebnisse in Kürze

Besseres Design von Cochlea-Implantaten mit 3D-Computermodellen

Ein EU-Wissenschaftlerteam verbesserte mithilfe neuester Computermodelle das Design von Cochlea-Implantaten (CI).



© S.Bai, J.Encke, W.Hemmert

CI sind chirurgisch implantierte Geräte, die bei mittelschwerem bis schwerem sensorisch-neuralem Hörverlust ein Schallempfinden vermitteln. Die Cochlea selbst ist als Teil des Innenohrs für das Hörvermögen zuständig und besteht aus einer spiralförmigen, hohlen, konischen Knochenkammer, die mit dünnem, feinem Epithelgewebe ausgekleidet ist.

CI umgehen die sensorischen Haarzellen, erregen die restlichen Fasern des Hörnervs direkt durch elektrischen Strom und erzeugen

auf diese Weise ein Hörgefühl. Obwohl das Hörvermögen mit CI wiederhergestellt werden kann, ist die Wirksamkeit wegen der breiten Verteilung der Ströme in dem mit Flüssigkeit gefüllten Innenohr begrenzt, sodass auch die Anzahl der wirksamen Elektroden begrenzt ist, was die spektrale Auflösung verschlechtert.

Das Projekt CIModelPLUS sollte nun mit dem neuesten Cochlea-Modell die ingenieurtechnische Entwicklung von CI der nächsten Generation unterstützen, bei denen die genaue Verteilung des elektrischen Stroms im Gewebe und die elektrische Erregung einzelner Nervenfasern verbessert wird. Unterstützt wurde das Forschungsvorhaben im Rahmen der Marie-Skłodowska-Curie-Maßnahmen.

Verbesserungen im Detail

Bei bisherigen Cochlea-Modellen blieben einige spezifische Merkmale der Cochlea-Anatomie unberücksichtigt, etwa Mikrostrukturen (Modiolus) innerhalb der knöchernen Achse, in der sich die spiralförmigen Ganglienneuronen befinden und die von Nervenfasern und Blutgefäßen durchzogen ist. „Die meisten Modelle des Innenohrs haben einheitliche und glatte Geometrien, sodass die Erregungsmuster der Hörnervenfasern einheitlich und gleichmäßig verlaufen“, sagt Prof. Werner Hemmert, Leiter des Projekts an der Technischen Universität München.

So wurden mittels Röntgenmikrotomografie hochaufgelöste Struktur-Scans der Cochlea erzeugt, um aus diesen Aufnahmen ein präzises 3D-Modell zu erstellen. Für die Rekonstruktion musste jedes Gewebe einzeln segmentiert werden. Um die Modellstruktur und Gewebeeigenschaften präzise nachbilden zu können, waren genaue Kenntnisse der Anatomie und Physiologie Voraussetzung.

Mit der Finite-Elemente-Methode (FE) wurde zunächst die elektrische Stromverteilung im 3D-Cochlea-Modell als Ergebnis der elektrischen Stimulation von CI-Elektroden numerisch angenähert. Durch Zusammenführen der Simulations- und Versuchsergebnisse wurde dann daraus ein neues Computermodell der Cochlea entwickelt.

Wichtigste Vorteile

Basierend auf dem hochaufgelösten 3D-Modell rekonstruierte das Projektteam auch den Weg der ANF innerhalb des Cochlea-Modells. Diese Rekonstruktion erfolgte mit einem selbst entwickelten halbautomatisierten Algorithmus, der den Weg der Neuronen durch den großporigen modiolaren Knochen verfolgt. „Wenn wir unser Modell jetzt anwenden, sind die Erregungsmuster des Hörnervs aufgrund der Sensitivität für kleinste anatomische Abweichungen viel detaillierter“, erklärt Postdoktorand Dr. Siwei Bai, Marie-Skłodowska-Curie-Stipendiat.

Für die Validierung ihrer 3D-Modellsimulation arbeitete die Forschergruppe mit CI-Trägern als Testpersonen. „Mit bereits implantierten CI-Elektroden konnten wir direkt das elektrische Potenzial in der Cochlea messen. Die vom Modell errechnete Spannungsspreizung lag sehr gut im gemessenen Bereich, sodass die Genauigkeit der Modellparameter wahrscheinlich schon recht hoch ist“, bemerkt Dr. Bai.

Und Prof. Hemmert merkt an, „dass jetzt elektrophysiologische Beobachtungen simuliert werden können, indem wir unser FE-Modell und ein entsprechendes biophysikalisches Kabelmodell mit mehreren Kompartimenten kombinieren, die auf diese rekonstruierten ANF angewendet werden.“ Mit dem CImodelPLUS kann somit die CI-vermittelte Erregung des Hörnervs besser berechnet werden, was Grundlage

für bessere Neuroimplantate und vor allem CI ist, um die Lebensqualität von Menschen mit Hörverlust zu verbessern.

Schlüsselbegriffe

CIModelPLUS, Cochlea-Implantat (CI), Hörnervenfaser (ANF), Hören, Computermodell, Finite-Elemente (FE), Simulation

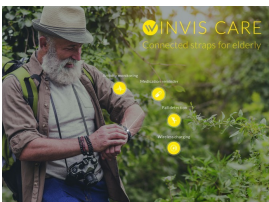
Entdecken Sie Artikel in demselben Anwendungsbereich



Das Auge als Fenster zum Gehirn

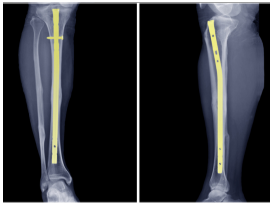


Könnten wir Knochen mit Metall beschichten und einen Menschen so stärker machen?



Vernetztes Armband leistet älteren Menschen Hilfestellung und entlastet Gesundheitssysteme





Ein Material aus der Luft- und Raumfahrtbranche kann Knochen reparieren



Projektinformationen

CIModelPLUS

ID Finanzhilfsvereinbarung: 702030

[Projektwebsite](#) 

DOI

[10.3030/702030](https://doi.org/10.3030/702030) 

Projekt abgeschlossen

EK-Unterschriftsdatum

21 März 2016

Startdatum

1 März 2017

Enddatum

28 Februar 2019

Finanziert unter

EXCELLENT SCIENCE - Marie Skłodowska-Curie
Actions

Gesamtkosten

€ 159 460,80

EU-Beitrag

€ 159 460,80

Koordiniert durch

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
MÜNCHEN



Germany

Letzte Aktualisierung: 6 September 2019

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/386866-3d-computer-models-improve-cochlear-implant-design/de>

European Union, 2025