



Doctoral Thesis

Entwicklung und klinische Evaluation einer Gehörprothese für sensorisch taube Patienten basierend auf der elektrischen Stimulation des achten Nervs

Author(s):

Dillier, Norbert

Publication Date:

1978

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000155515> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss ETH 6230

Entwicklung und klinische Evaluation einer Gehörprothese für sensorisch taube Patienten basierend auf der elektrischen Stimulation des achten Nervs

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Technischen Wissenschaften
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
NORBERT DILLIER
Dipl. El.Ing. ETH
geboren am 14. Dezember 1950
von Rapperswil/SG

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. M. Anliker, Referent
Prof. Dr. U. Fisch, Korreferent

Zürich 1978

ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklung einer Gehörsprothese, welche sensorisch tauben Patienten verbesserte Sprachdiskriminationsfähigkeit und vermehrte Kommunikationsmöglichkeiten verschafft, erfordert die Abklärung einer Reihe von theoretischen und konzeptuellen Aspekten. Der Realisation einer solchen Prothese liegt folgende Hypothese zugrunde: Ein neurosensorisch tauber Patient mit einem mindestens teilweise intakten Nervus acusticus würde akustische Signale wahrnehmen können, falls es gelänge, in seinem Hörnerv ein dem Muster eines Normalhörenden äquivalentes Muster künstlich zu erzeugen.

Mittels Modellsimulationen, Stimulationsexperimenten mit normalhörenden und gehörlosen Versuchspersonen (Elektroden im Ohrkanal und am Promontorium) und ausgedehnten Evaluationstests mit einem nach Meningitis im Kindesalter vorerst links und später allmählich über Jahre hin auch rechts er-taubten 50 jährigen Patienten, dem zwei bipolare Platin-elektroden operativ eingepflanzt worden waren, wurde ver-sucht, diese Hypothese zu verifizieren.

Die Modellsimulationen ergaben, dass es aufgrund der neusten tierexperimentell gefundenen Daten über das periphere Ge-hörssystem möglich ist, mit relativ einfachen Mitteln einen Schallreiz so zu transformieren, dass in einer kleinen Gruppe von Nervenfasern ein dem Normalverhalten ähnliches Aktivi-tätsmuster damit erzeugt werden kann.

Bei den Stimulationsexperimenten mit normalhörenden und ge-hörlosen Versuchspersonen konnten bei über 60 % der gehör-losen Patienten durch elektrische Stimulation Hörempfindun-gen hervorgerufen werden. Dabei war jedoch die Schwelle der Hörempfindungen sehr nahe oder teilweise sogar oberhalb

der Schwelle von Unannehmlichkeitsempfindungen, sodass erstens keine quantitativen Aussagen gemacht oder differenziertere Versuche durchgeführt werden konnten und zweitens auch bei denjenigen Patienten mögliche neurale Erregbarkeit durch implantierte Elektroden nicht ausgeschlossen werden konnte, welche bei den Tests keine Hörempfindungen wahrnehmen konnten.

Die Evaluationstests mit den eingepflanzten Elektroden ergaben, dass Periodizitätshören mittels elektrische Stimulation bis zu einer Frequenz von etwa 200 Hz mit gleicher oder sogar besserer Differenzschwelle wie bei Normalhörenden übertragen werden kann. Der Effekt der Platzfrequenz (unterschiedliche Tonhöhenempfindung je nach Position der stimulierten Elektrode) konnte ebenfalls gezeigt werden.

Das Intensitätsunterscheidungsvermögen ist dem eines Normalhörenden äquivalent oder sogar überlegen, jedoch ist der dynamische Bereich auf maximal 12 dB begrenzt, was einer grossen Reduktion der übertragenen Information gleichkommt. Vorsichtige Abschätzungen der Kanalkapazität ergeben eine minimale Anzahl von vier bis zehn Elektroden für eine 70 bis 90 prozentige Diskrimination von Umgangssprache.

ABSTRACT

The realization of a hearing prosthesis which provides sensory deaf patients with improved speech discrimination ability and better communication possibilities is based upon the following hypothesis:

A neurosensory deaf patient with at least a partially intact auditory nerve would perceive acoustic signals if an activation pattern equivalent to the pattern in a normal ear could be reproduced artificially in his auditory nerve.

A model of the peripheral auditory system has been reviewed and adapted to new physiological data to explain differences in the excitation patterns of single auditory nerve fibers between acoustic and electrical stimulation.

Experiments with electrical stimulation in the external ear canal and on the promontory in 30 deaf patients and 15 normal hearing subjects have shown hearing sensations in more than 60 % of the deaf patients although the thresholds of discomfort were very close or even below the thresholds of hearing. Extended evaluation tests with a 50 years old bilaterally deaf patient who had two bipolar platinum electrodes implanted into the modiolus of the basal and middle turn of his left cochlea, carried out over a period of five months, have shown that periodicity hearing can allow for electrical differential thresholds equivalent or lower than the acoustical ones in normal persons in the frequency region below 200 Hz. The effect of place frequency could also be demonstrated. Intensity difference limens (on the order of 0.8 to 1.2 dB) were equivalent or even better than those found in normals whereas the dynamic range was limited to maximally 12 dB. For speech discrimination, a multichannel system of four to ten electrodes stimulating different nerve fiber groups seems to be the minimum requirement.