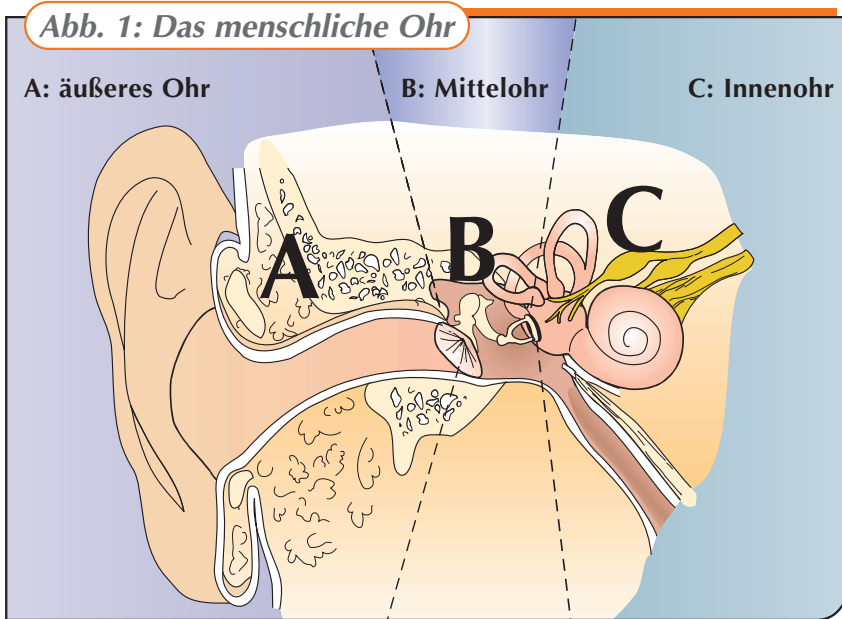


Rückkehr in die Welt der Töne

Joachim M. Müller, Franz Schön, Stephan Brill und Jan Helms

Die akustische Welt erschließt sich dem Menschen über das Ohr. Es vermittelt wie kein anderes Sinnesorgan dem Menschen ästhetisch und emotional höchst gegensätzliche Eindrücke – an denen hochgradig inzwischenschwerhörige und gehörlose Menschen dank der Entwicklung von Cochlea-Implantaten auch teilhaben können.

Abb. 1: Das menschliche Ohr



(mit freundlicher Genehmigung von MED-EL GmbH, www.medel.com)

In Deutschland wurden in den 70er Jahren die ersten CIs zur Versorgung ertaubter und gehörloser Patienten genutzt. Diese frühen Geräte ermöglichten zwar, wieder etwas akustisch wahrzunehmen, aber es fiel schwer, Bekanntes wiederzuerkennen oder Sprache zu verstehen. Wenn gleichzeitig von den Lippen abgelesen wurde, verbesserten die aus heutiger Sicht recht einfachen Geräte die Kommunikationsmöglichkeiten der Patienten aber oft beträchtlich. Heutzutage ist die CI-Versorgung eine etablierte Therapie. Dies ist neben der Zunahme an Erfahrung und dem damit verbundenen Wissenszuwachs auf die interdisziplinäre Zusammenarbeit, die sichereren Operationstechniken und die weiter verbesserten technischen Möglichkeiten zurückzuführen. Im Zusammenwirken der unterschiedlichsten an einer CI-Versorgung beteiligten Spezialdisziplinen werden erfreuliche Ergebnisse erzielt: Mit modernen CI-Systemen ist für viele Patienten ein früher kaum für möglich gehaltenes

► Sprache ist die Grundlage zwischenmenschlicher Kommunikation. Sie ist „Träger des Geistigen, der Gedanken und des Wissens“. Schon im Altertum war man sich der Bedeutung des Ohrs als Vermittler des Geistigen bewusst (Hellbrück 1993). Bis zum sechsten Lebensjahr wächst der Wortschatz eines hörenden Kindes auf rund 5000 Wörter an. Dies geschieht scheinbar mühelos und wie von selbst. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist aber, dass die Kinder Sprache ausreichend hören können. Gehörlos geborenen Kindern ist dieser natürliche Erwerb der Sprache verwehrt, sie sind von Anfang an benachteiligt.

Cochlea-Implantate als Kommunikationshilfen

Cochlea-Implantate (CIs) sind technische Hörhilfen, die bei einem stark geschädigten Innenohr dessen Funktion übernehmen. CIs ermöglichen gehörlosen bzw. hochgradig schwerhörigen Menschen eine akustische Ankoppelung an die Umwelt und ein, wenn auch im Vergleich zum normalen Ohr eingeschränktes, Hörvermögen. Gehörlos geborenen Kindern bietet ein CI die Chance, Sprache kindgemäß durch Hören und Nachahmen zu erlernen. CIs stellen damit eine der wichtigsten Entwicklungen der letzten 200 Jahre auf dem Gebiet der Kommunikationshilfen für Gehörlose und hochgradig Schwerhörige dar.

offenes Sprachverständnis erreicht worden.

Wenn daher heute Patienten, die noch ein Restgehör haben, mit konventionellen Hörgeräten Sprache nicht mehr ausreichend verstehen können, werden auch sie folgerichtig mit einem CI versorgt. Erhielten früher zunächst nur postlingual ertaubte Erwachsene ein CI, also Menschen, die Sprache über ein früher vorhandenes akustisches Gehör erlernt haben, so werden heute auch prä- und perilingual ertaubte Kinder versorgt, also gehörlos geborene Kinder, die noch keine Sprache erlernt haben, oder Kinder, die während des Spracherwerbs ertaubt sind. Dabei sind die kritischen Phasen des Spracherwerbs zu bedenken: von der Geburt bis circa zum vierten bis siebten Lebensjahr. Den Kindern wird damit die Chance zu einem auf Hören gestützten Spracherwerb eröffnet.

Anatomie und Physiologie des Hörens

Der Hörvorgang beginnt, wenn ein akustischer Reiz das äußere Ohr erreicht und über den Gehörgang und das Mittelohr zum Innenohr gelangt. Im Mittelohr wird der Schall über das Trommelfell und die Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel zum ovalen Fenster transportiert. Die Bewegung des Steigbügels versetzt schließlich die Flüssigkeitssäule im Innenohr in Schwingungen (Abb. 1).

Zusammenfassung

Sprache als Grundlage zwischenmenschlicher Kommunikation ist für die meisten von uns selbstverständlich. Durch die Implantation von technischen Hörhilfen in das Innenohr (Cochlea-Implantate) kann heute auch gehörlosen Kindern die Chance gegeben werden, auf Hören gestützt die Sprache zu erwerben. Voraussetzung hierfür sind eine vorhandene Cochlea sowie ein anatomisch intakter und funktionsfähiger Hörnerv. Werden beide Ohren mit entsprechenden Implantaten versorgt, können die Hörqualität nochmals verbessert und den Betroffenen die Orientierung im alltäglichen Raum ermöglicht werden.

Schlüsselwörter: Gehörlosigkeit, Schwerhörigkeit, bilaterale Cochlea-Implantation

Dort, in der Schnecke (Cochlea), die man sich als einen 2,5-fach gewundenen spiraligen Tunnelgang vorstellen kann, eingebettet in den Knochen des Felsenbeins, werden die Schall-schwingungen in elektrische Erregungsmuster des Hörnervs umgesetzt. Im Einzelnen spielt sich dabei Folgendes ab: Die Steigbügelschwingungen regen in der Flüssigkeitssäule des Innenohres eine Wanderwelle an. Je nach Frequenz des gehörten Schalls wächst die Wanderwelle an unterschiedlichen Orten zu einem Maximum an: Hochfrequenter Schall baut die Wanderwelle zu einem Maximum nahe der Schneckenbasis auf, tieffrequenter zu einem Maximum nahe der Schnecken Spitze. An den Stellen maximaler Auslenkung werden die Hörsinneszellen, die so genannten Haarzellen, maximal gereizt. Durch das Auf und Ab der Basilarmembran werden die Stereozilien der Haarzellen gebogen. Dadurch öffnen sich Ionenkanäle in der Zellmembran, die Zelle wird depolarisiert (siehe Glossar) und schüttet an den Synapsen zum Hörnerv Neurotransmitter aus, die nun ihrerseits die Nervenfasern depolarisieren und dadurch ein elektrisches Aktionspotential auslösen. Dieses breitet sich entlang des Hörnervs aus und löst schließlich im Gehirn die Wahrnehmung eines akustischen Reizes aus.

Informationskodierung in der Cochlea

Die Tonhöhe ist eine Gehörfempfindung, die eng mit der Frequenz eines Tones verbunden ist. Je höher die Frequenz, desto höher die Hörfempfindung. Eine Theorie, wie die Tonhöhenempfindung zustande kommt, ist die auf Helmholtz zurückgehende „Orsttheorie“. Wie bereits beschrieben, bilden sich aufgrund der Ausprägung der Wanderwelle an unterschiedlichen Orten frequenz-spezifische Schwingungsmaxima aus. Dieser Zusammenhang zwischen Ort und Frequenz wird auch als Tonotopieprinzip bezeichnet.

Die Orsttheorie vermag aber nicht alle Phänomene der Tonhöhenwahrnehmung zu erklären. Ergänzend dazu ist das Gehör in der Lage, die Tonhöheninformation gänzlich oder teilweise aus dem zeitlichen Muster der Aktionspotenziale des Hörnervs zu entnehmen (Hellbrück 1993). Der Grundstein für die Theorie, wonach das Gehörsystem das zeitliche Erregungsmuster zur Tonhöhenerkennung nutzen kann, geht auf Rutherford (1886) und Wever

(1949) zurück. Unter der Vorstellung, dass mehrere Nervenfasern als Antwort auf einen Ton zeitversetzt Aktionspotenziale ausbilden und die nachfolgend erregten Fasern ihre Aktionspotenziale in der Refraktärzeit der vorhergehend erregten Faser ausbilden, nahm Wever an, dass auch höhere Frequenzen aus dem zeitlichen Muster zu einer Tonhöhenempfindung dekodiert werden können. Hinzu kommt, dass die Nervenfasern nur in einer bestimmten Phase der Schwingung der Basilarmembran Aktionspotenziale aussenden, nämlich nur dann, wenn sich die Basilarmembran auf die Paukentreppe zubewegt. Wenn sich die Basilarmembran wieder in Richtung Vorhoftreppe zurückbewegt, werden die Nervenfasern gehemmt. Über die Zeit wechseln sich so Perioden vieler Nervenimpulse mit solchen geringer Impulszahlen ab. Diese Abfolge geschieht in einer für die Frequenz des anregenden Tones charakteristischen Weise. Das auditive System vermag also aus dem Zeitmuster der Hörnervenerregung Informationen zur Tonhöhe zu extrahieren.

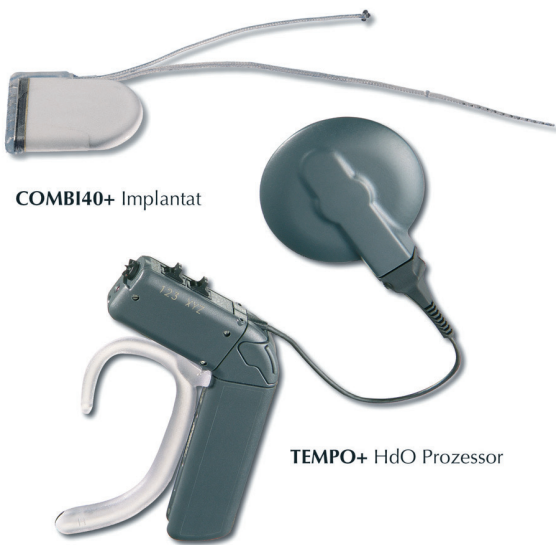
Funktionsweise des Cochlea-Implantates

Seit Anfang der 80er Jahre wurden mehr als 30 verschiedene CI-Typen entwickelt (Ganz 1987). Die verschiedenen Konstruktionen spiegeln die technischen Möglichkeiten und Entwurfsphilosophien der jeweiligen Zeit wider.

Anzeige

„Fischer-Bau“

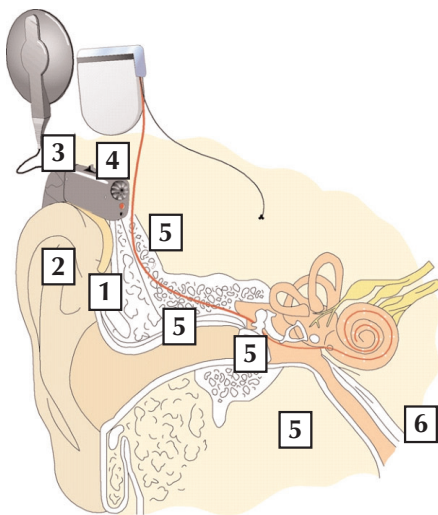
Abb. 2: modernes Cochlea-Implantat-System (CI)



Das CI-System besteht aus dem Implantat, das bei der Operation eingelegt wird (links oben im Bild), und den externen Systemkomponenten, die hinter dem Ohr getragen werden und das Schallsignal in elektrisch kodierte Informationen umwandeln.

(mit freundlicher Genehmigung von MED-EL GmbH, www.medel.com)

Abb. 3: Funktionsweise eines CI-Systems



Der Schall wird über ein Mikrofon (1) aufgenommen, im externen Sprachprozessor (2) aufbereitet und über einen Sender (3) drahtlos an den implantierten Empfänger (4) übertragen. Von dort wird das elektrische Signal, das beispielsweise Sprache oder Musik als definierte Folge elektrischer Impulse kodiert, an eine Elektrode (5) weitergeleitet. Diese wird durch das Mastoid und den Rezessus facialis am Nervus facialis vorbei in der funktionslosen Cochlea (6) platziert. Der Elektrodenträger stimuliert hier den Hörnerv und nach Dekodierung der fortgeleiteten Nervenenergie im Gehirn kann das ursprüngliche Signal wieder als Sprache oder Musik erkannt werden.

(mit freundlicher Genehmigung von MED-EL GmbH, www.medel.com)

In den meisten Fällen ist eine Gehörlosigkeit durch eine cochleäre Störung, zum Beispiel den Verlust oder die Degeneration sensorischer Haarzellen, bedingt. Das bedeutet, dass die mechanischen Schallwellen nicht mehr in eine elektrische Erregung des Hörnervs umgewandelt werden können. Das CI stimuliert den Hörnerv direkt elektrisch und ersetzt so die ausgefallene natürliche Reizübertragung von den Sinneszellen des Innenohres auf den Hörnerv. Die funktionslose Cochlea dient damit nur noch als Platzhalter, der gewährleisten soll, dass die Elektrode in möglichst optimaler Position zum Hörnerv gehalten wird.

Das CI-System übernimmt demnach die Funktion von Mittel- und Innenohr: Der Schall wird über ein Mikrofon aufgenommen, im externen Sprachprozessor aufbereitet und über einen Sender drahtlos an den implantierten Empfänger übertragen. Im Sprachprozessor wird das Schallsignal als Folge elektrischer Impulse kodiert und an die Stimulationselektroden in der Schnecke weitergeleitet (Abb. 2 und 3).

Die Elektrode wird durch das Mastoid und den Rezessus facialis am Nervus facialis vorbei in der funktionslosen Cochlea platziert. Der Elektrodenträger weist mehrere Elektrodenkontakte auf, die in der Cochlea an unterschiedlichen Orten positioniert werden. Dadurch wird eine tonotopie Erregung des Hörnervs erreicht. Schnelle Reizfolgen über mehrere Kanäle ermöglichen, neben dem Tonotopieprinzip auch das Zeitprinzip effektiv zu nutzen, das für eine natürlich klingende und verständliche Wahrnehmung der in kodierter Form dargebotenen Sprachsignale ebenfalls wichtig ist. Die schnellen Sprachkodierungsstrategien, wie die moderne CIS-Strategie (s. Glossar), gehen auf Wilson (1991) zurück. Sie führten zu einem deutlich verbesserten Sprachverstehen.

Bedeutsam für die Effektivität der CIs ist auch die Reizrate, die wenigstens 1500 Hz pro Kanal betragen sollte. Entscheidend scheint dabei auch zu sein, dass jeder dieser 1500 Pulse neu aus dem Sprachsignal berechnet wird, damit jeder Puls neue Informationen überträgt. Die mehrfache Wiederholung eines identischen Pulses führt im Vergleich zu jeweils neu berechneten Pulsen zu einem Informationsverlust.

Die Sprachverständlichkeit hängt weiter davon ab, in welcher Weise der Hörnerv entlang der Achse der knöchernen Schnecke des Innenohres (Modiolus) gereizt wird. Da Patienten auch mit in der Cochleaspitze platzierten Elektroden verwertbare und nützliche Hörempfindungen wahrnehmen, scheint es plausibel, dass eine möglichst vollständige Nutzung der gesamten Länge der Cochlea anzustreben ist. Ausführliche Untersuchungen ergaben, dass mit vier bis acht Reizelektroden, möglichst breit entlang der Cochlea verteilt, gute und stabile Sprachergebnisse zu erzielen sind (Brill et al. 1997). Eine Erhöhung der Zahl der Reizelektroden von acht auf zwölf erbrachte nur unwesentliche Verbesserungen des

Sprachergebnisses unter Testbedingungen in Ruhe. Als sinnvoller Kompromiss zwischen erwünschten Stimulationseffekten und unerwünschten Störartefakten, zum Beispiel durch interferierende elektrische Felder eng nebeneinander liegender Stimulationselektroden, scheinen sich unter den derzeitigen technischen Möglichkeiten acht bis zwölf Elektroden als Optimum herauszustellen. Folgerichtig verwenden zur Zeit alle gängigen Implantatsysteme in einem Stimulationszyklus sechs bis zwölf Kanäle, allerdings mit erheblich variierenden Reiz- und Aktualisierungsraten.

Voraussetzungen für CI-Versorgung

Das CI-System kodiert die Informationen der ankommenden Schallsignale entsprechend der zugrunde liegenden Sprachkodierungsstrategie und wandelt sie in elektrische Pulse um, die den Hörnerv elektrisch stimulieren. Ein CI ist daher für Patienten angebracht, deren Cochlea zwar nicht mehr aus-

reichend funktioniert, deren Hörnerv jedoch anatomisch intakt und funktionsfähig ist. Andernfalls könnte die Erregung des Hörnervs nicht weitergeleitet werden und die Informationen könnten nicht in die zentrale Hörbahn gelangen.

Vor einer CI-Versorgung muss nachgewiesen werden, dass sowohl Cochlea als auch Hörnerv vorhanden sind. Dies kann durch bildgebende Verfahren wie Computertomographie oder Kernspintomographie erfolgen. So kann der Chirurg vor einer Operation die individuelle anatomische Situation beurteilen. Elektrophysiologische und psychoakustische Verfahren, das heißt spezielle Hörteste nach akustischer und elektrischer Stimulation des Hörnervs, erlauben eine Abschätzung der präoperativen elektrischen Erregbarkeit des Hörnervs. In der Kombination beider Verfahren können die Hörvorgänge nach elektrischer Stimulation der Hörbahn mit der funktionellen Kernspintomographie dargestellt werden.

Klinische Ergebnisse

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zwischen der CI-Versorgung bei postlingual ertaubten Erwachsenen, Jugendlichen und Kindern und der bei prälingual ertaubten Kindern zu unterscheiden. Eigenen Ergebnissen zufolge verstehen postlingual ertaubte Erwachsene ein Jahr nach der Prozessoranpassung durchschnittlich circa 60 Prozent im Freiburger Einsilbertest (siehe Glossar). Neben der Ertaubungsursache, dem Alter bei Ertaubung und einer eventuellen Erfahrung mit Hörgeräten bei fortschreitender Schwerhörigkeit gilt die Dauer der Taubheit als ein wesentlicher Faktor, der die Prognose nach CI-Versorgung nachhaltig beeinflussen kann. Die oben gemachten Angaben von 60 Prozent Einsilberversandnis beziehen sich auf alle postlingual ertaubten Erwachsenen, die in Würzburg zwischen 1994 und 2003 ein CI erhielten. Die Patienten wurden dabei nicht nach bestimmten Kriterien ausgewählt. Etwa 30 Prozent der versorgten Patienten waren bereits länger als 20 Jahre ertaubt.

Die Wahrscheinlichkeit, mit der eine gewisse Sprachverständlichkeit erreicht wird, lässt sich aus der Verteilungsfunktion ablesen. Die Ergebnisse der Würzburger Patienten im „Freiburger Einsilbertest“ lassen sich grob durch eine Gleichverteilung beschreiben. Das bedeutet, dass 54 Prozent der Patienten ein Jahr nach Erstanpassung mehr als 50 Prozent der Worte im Freiburger Einsilbertest verstehen. Ein Einsilberversandnis von 50 Prozent erweist sich dabei für den klinischen Alltag als sinnvolle Größe, da im Allgemeinen davon ausgegangen wird, dass ein Hörgeräte- oder CI-Träger mit einem Einsilberversandnis von 50 Prozent mit fremden Personen telefonieren kann.

Die Indikationsgrenzen für eine Hörgeräteversorgung waren und sind fließend. Nach einer retrospektiven Analyse der Resultate der Patienten, die vor der Implantation noch ein Restgehör aufwiesen, liegt die derzeitige Grenze, bei der über ein CI nachgedacht werden sollte, bei 40 Prozent Einsilberversandnis. Wichtig für die Abgrenzung zwischen CI und Hörgerät ist dabei eine Einschätzung der indivi-

Zu den Autoren *Priv.-Doz. Dr. Joachim Müller hat in den vergangenen zehn Jahren als Oberarzt an der HNO-Klinik des Universitätsklinikums Würzburg den Schwerpunkt Cochlea-Implantation und Hörprothetik aufgebaut und ist seit diesem Jahr auch formaler Leiter der inzwischen als internationales Referenzzentrum anerkannten Abteilung. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören unter anderem die Transplantation und Ersatzmaterialien in der Mittelohrchirurgie, die Tympanoplastik und rekonstruktive Mittelohrchirurgie bei Kindern, die Cochlea-Implantation, insbesondere auch die beidseitige, sowie das binaurale Hören und auditorische Hirnstammimplantate.*

Dr. rer. nat. Franz Schön und Dr. Stephan Brill, beide Diplom-Physiker, sind an der Würzburger HNO-Klinik für die Anpassung des Sprachprozessors zuständig. Dr. Stephan Brill forscht darüber hinaus auf dem Gebiet der Sprachkodierung der Cochlea-Implantate.

Prof. Dr. Jan Helms ist Direktor der HNO-Klinik am Universitätsklinikum Würzburg.

duellen Kommunikationsfähigkeit mit und ohne Hörgerät im Vergleich zur Kommunikationsfähigkeit von CI-Trägern.

Trotz der Leistung moderner CI-Systeme, die teilweise ein freies Sprachverständnis und Telefonieren ermöglichen, bleibt der CI-Träger in seiner Hörleistung hinter normal hörenden Menschen zurück.

Bilaterale CI-Versorgung

In alltäglichen Hörsituationen profitieren wir von der Existenz beider Ohren. Tatsächlich sind verschiedene Aufgaben des Hörens sogar grundsätzlich nur mit zwei Ohren zu bewältigen. Das wohl bekannteste Beispiel hierzu ist die Lokalisation einer Schallquelle. Hierbei kommt zum Tragen, dass die Schallwellen das Ohr, das der Schallquelle zugewandt ist, früher erreichen als das abgewandte Ohr (Interaural Time Differences, ITDs). Ferner, dass die Schallwellen an dem der Schallquelle zugewandten Ohr einen höheren Schallpegel aufweisen als an dem abgewandten Ohr (Interaural Level Differences, ILDs). Außer bei der Lokalisation der

Anzeige

„Barmherzige Brüder“

Schallquelle spielt das beidseitige Hören eine wichtige Rolle bei vielen weiteren Höraufgaben, zum Beispiel der Separation von Schallquellen, der Sprachverständlichkeit im Störlärm und der Unterdrückung von Klangverfärbungen (Blauert 1996).

Zweiseitig versorgte Patienten profitieren

Bislang konzentrierte sich die Forschungsarbeit auf die CI-Versorgung nur eines Ohres. Dies ist aus historischen Gründen verständlich, betrachtet man die Entwicklung der CIs von einer akustische Eindrücke vermittelnden Prothese Anfang der 70er Jahre hin zum heutigen Hightech-Implantat. Trotzdem ist der Schritt zur CI-Versorgung beider Ohren lange Zeit nicht

Glossar

Synapse: Umschaltstelle für die Erregungsübertragung von einer Nervenzelle auf eine andere oder auf eine Muskelzelle.

Neurotransmitter: chemische Substanzen, die in Bläschen an der präsynaptischen Nervenendigung gespeichert sind und bei einem Aktionspotenzial freigesetzt werden = Erregungsweiterleitung an Synapsen

Aktionspotenzial:

Es bezeichnet das bioelektrische Spannungsgefälle zwischen erregten und nicht erregten Stellen der Zellmembran. Es entsteht durch Depolarisation des üblicherweise negativen Membranpotenzials (circa -60 mV) nach dem Alles-oder-Nichts-Gesetz. Natrium-Ionen strömen massenhaft in den Intrazellularraum, so dass das Membranpotenzial innen vorübergehend positiv geladen ist. Gleichzeitig steigt dadurch die Membranleitfähigkeit für Kalium-Ionen, die nun vermehrt aus der Zelle in den Extrazellularraum strömen – so lange, bis das Membranpotenzial wieder auf seinen Ruhewert gesunken ist (Repolarisation).

Refraktärzeit: Zeit nach einem Aktionspotenzial, in der an der betreffenden Membran trotz maximaler Reizintensität erst kein (absolute Refraktärzeit), dann ein abgeschwächtes Aktionspotenzial ausgelöst werden kann (relative Refraktärzeit)

CIS-Strategie = Continued Interleaved Sampling

CIS ist eine streng sequenzielle, nicht simultane stimulierende Sprachkodierungsstrategie, bei der bestimmte Elektroden mit einer schnellen Stimulationsrate stimuliert werden, ohne von Veränderungen des empfangenen Schalls beeinflusst zu werden. Durch die schnelle Stimulationsrate stehen detaillierte zeitbezogene Informationen der Sprache zur Verfügung. (<http://cochlearde.dlc-solutions.com/NewToCochlear/295.asp>)

Freiburger Einsilbertest = Sprachverständlichkeitsmessung in Ruhe:

Dabei wird überprüft, ob das Sprachverständnis mit einem Hörgerät durch die Verstärkungswirkung bereits bei einem Pegel von 65 dB (entspricht dem Pegel der Umgangssprache) erreicht wird. Mit Kopfhörern wird der Bereich des bestmöglichen Einsilberverstehens ermittelt.

gewagt worden. Die Ursachen hierfür sind vielfältig: Frühere Untersuchungen Anfang der 90er Jahre in Australien zeigten für die zweiseitige Versorgung keine Verbesserung gegenüber der einseitigen. Es ließ sich kein Fortschritt im Sprachverständnis messen (van Hoesel 1994, 1995).

Andere Sprachkodierungsstrategien, wie die 1991 von Wilson publizierte CIS-Strategie, demonstrierten dagegen einen deutlichen Zugewinn an Sprachverständnis für CI-Träger und war auch Grundlage für die weltweit erste bilaterale Versorgung in der Würzburger HNO-Klinik 1996. Die Implementierung als Acht- und später als Zwölf-Kanal-Gerät erbrachte Ergebnisse, wie sie vorher nicht beobachtet worden waren (Helms 1999). Sie zeigen, dass bilateral versorgte CI-Träger ebenso wie Normalhörende die interauralen Zeit- und Lautstärke-differenzen nutzen können.

„Zurück in der dreidimensionalen Welt“

Seit 1996 werden in Würzburg, den Anregungen eines Patienten folgend, Erwachsene und, seit 1998, Kinder bilateral mit einem CI versorgt. Bislang erhielten 106 Patienten im Alter von 15 Monaten bis 60 Jahren beidseits ein CI (Combi 40 oder Combi 40+ der Firma Med-El). Beide Ohren wurden dabei entweder zu einem Zeitpunkt oder an zwei verschiedenen Terminen operiert. Chirurgische Komplikationen wurden nicht beobachtet.

Die von den bilateral versorgten Patienten erlebte Verbesserung der Hör- und Lebensqualität spiegelt sich auch in den Messergebnissen wider. Im Freiburger Einsilbertest stieg das absolute Sprachverständnis signifikant um rund 20 Prozent, von etwa 40 Prozent auf circa 60 Prozent. Auch im Rauschen war das Sprachverständnis in beiden angewandten Lautsprecherkonfigurationen signifikant verbessert. In der gleichen Anordnung wurden auch Kinder untersucht. Sie erreichten ähnliche Ergebnisse wie die Erwachsenen und profitierten in gleicher Weise: Die binaurale Versorgung verbesserte die Sprachverständlichkeit im Rauschen um 18 Prozent gegenüber der einseitigen CI-Versorgung.

Eine weitere, wichtige Qualität des binauralen Hörens ist das Richtungshören. Nachdem Untersuchungen bei Erwachsenen gezeigt haben, dass sie Schallquellen im Raum orten können, war die Frage naheliegend, ob dies auch bei Kindern möglich ist. Hierzu wurde im Rahmen einer Doktorarbeit (Edelmann, in Vorbereitung) die Fähigkeit zum Richtungshören an 15 bilateral und 10 unilateral versorgten Kindern untersucht: Bei 13 Kindern korrelierten die Richtungseinschätzungen mit dem Ort der Schallquelle, ein Kind verweigerte den Test. Sie entwickelten innerhalb von zwei Jahren ein signifikantes Richtungsgehör. In der Gruppe der unilateral versorgten Kinder erfüllte ein Kind die Signifikanzkriterien des Tests. Neun entwickelten kein signifikantes Richtungsgehör.

Im Gespräch mit Patienten, Eltern und Angehörigen wird deutlich, dass die Auswirkungen auf die individuelle Lebensqualität die mit den gängigen audiologischen Messmethoden zu fassenden Effekte bei weitem übertreffen, zum einen durch das „Wieder-hören-Können“, zum anderen durch die nochmals verbesserte Hörqualität nach beidseitiger CI-Versorgung. Eindrucksvoll konnten wir dies bei einem von Geburt an blinden Patienten erleben, der im Rahmen seiner seit 20 Jahren progredient verlaufenden Schwerhörigkeit ertaubte. Er wurde beidseitig mit CIs versorgt und kann sich jetzt wieder akustisch im Raum orientieren. Er ist voll in seinen Beruf als Schreibkraft für medizinische Fachberichte reintegriert und kann auch seinem Hobby wieder nachgehen: Er lauscht Vogelstimmen und identifiziert die kleinen Sänger an ihrem Gesang.

Ein englischer Patient, selbst Physiker, beschrieb seine Eindrücke nach der Versorgung des zweiten Ohres so: „Ich bin zurück in der dreidimensionalen Welt.“ ◆

Priv.-Doz. Dr. Joachim M. Müller, HNO-Klinik am Universitätsklinikum Würzburg, Josef-Schneider-Straße 11, 97080 Würzburg, E-Mail: joachim.m@mail.uni-wuerzburg.de

Die Literatur zu diesem Beitrag kann unter Tel.: (07 11) 78 63-72 38 angefordert oder von der Homepage www.pflegezeitschrift.de heruntergeladen werden.