

市民公開講座

難聴を克服するために

—難聴治療の最新事情—

平成 19-21 年度 厚生労働科学研究費・感覚器障害研究事業
研究成果発表会

京都大学大学院医学研究科耳鼻咽喉科・頭頸部外科
財団法人 長寿科学振興財団 共催

京都大学百周年時計台記念館

平成 22 年 1 月 11 日 午後 1 時

プログラム

第1部

聞こえの仕組み

稲岡孝敏（京都大学）

今どんな難聴治療研究が行われているのか

中川隆之（京都大学）

第2部

人工内耳

平海晴一（京都大学）

新しい人工聴覚器の開発 － プロジェクト HIBIKI

伊藤壽一（京都大学）

第3部

ハイブリッド型人工内耳と脳幹インプラント

熊川孝三（虎の門病院耳鼻咽喉科部長・聴覚センター長）

「聞こえの仕組み」

京都大学大学院医学研究科耳鼻咽喉科・頭頸部外科

稲岡 孝敏

難聴は最も多いからだの障害の一つであり、65歳以上の方の3人に2人は難聴を持っています。また軽度の難聴を含めると日本国内で2000万人の方が難聴を持っているといわれています。難聴の原因はさまざま、音の情報が耳から脳に伝わる経路のどこかに不調をきたすと難聴を生じます。難聴について理解を深めていただくために、どのような仕組みで音が聞こえているのかについてお話しします。

耳は外耳・中耳・内耳の3つの部位に分けられます。外耳は耳たぶと外耳道、中耳は鼓膜と耳小骨と呼ばれる体内で最も小さい骨、内耳は蝸牛と前庭・三半規管から成ります。音の情報は内耳から聴神経、脳幹を通じて脳の聴覚中枢へと伝わり、音として認識されます。

外耳は空気の振動である音を集める働きをしています。外耳で集められた音は、外耳道を通じて鼓膜に達して鼓膜を振動させます。中耳は振動を内耳に伝える働きをしており、音によって生じた鼓膜の振動は耳小骨に伝わり、さらに内耳へと伝えられます。内耳は中耳から伝わった振動を電気信号に変換する働きをしています。音の振動の情報は蝸牛で電気信号に変換され、聴神経から脳幹にある蝸牛神経核に伝えられます。蝸牛神経核は電気信号を中継する神経細胞が集まっている部位ですが、ここから聴覚中枢へと電気信号が伝わります。

加齢による難聴の原因の多くは内耳であると考えられています。蝸牛はカタツムリの殻のようならせん構造をした器官です。内部は鼓室階・中央階・前庭階の3つの管に分かれています。中央階にはコルチ器という構造が存在し、コルチ器には有毛細胞という細胞がきれいに並んでいて、音の振動を増幅したり電気信号に変換して聴神経に伝えたりといった、聞こえに重要な役割を果たしています。また、有毛細胞が電気信号を発生するのに必要なエネルギーを作り出す血管条という構造も、同じ中央階に存在しています。

外耳および中耳は音の振動の伝達にかかわるので伝音系、内耳や聴神経は電気信号の伝達にかかわるので感音系と呼ばれ、難聴の原因がある部位により伝音難聴と感音難聴に分類されています。難聴の原因が伝音系・感音系の両方に存在する場合は混合性難聴と呼ばれます。伝音難聴の例としては鼓膜の損傷や中耳炎などが挙げられ、薬剤や手術による治療で改善する見込みがあります。感音難聴の例としては突発性難聴や老人性難聴などが挙げられ、一般的に薬剤や手術による治療は困難ですが、新しい治療を開発しようと努力が続けられています。

治療するのが難しい難聴に対して、現時点では補聴器や人工中耳、人工内耳などの聴覚補助装置が使われています。これらについても新しい方法が開発されつつあります。

「今どんな難聴治療研究が行われているのか」

京都大学大学院医学研究科

耳鼻咽喉科・頭頸部外科

中川隆之

感音難聴は、最も頻度が高く、日常生活に大きな影響を及ぼす身体機能障害です。突発性難聴などで、急激に聴力を失うと、誰でもパニック状態におちいりますし、人生が真っ暗になった気分になります。片側の聴力が低下するだけでも、これほどの精神的なダメージを受けるわけですが、両方の聴力を失ってしまうような状態は、どれほどつらいことなのでしょう。このような切実な問題が背景にあることから、世界中で難聴やこれに伴う耳鳴りを克服するための研究が行われています。われわれの研究グループの元にも国内外の難聴でお悩みの患者さんから、研究の進み具合についてたくさんの問い合わせがあります。わたしの講演では、これらの難聴や耳鳴りに関係する世界の研究の流れの中から、実際の臨床への応用が期待できる研究について、特に臨床応用までどれぐらいの距離があるのかに留意して、解説したいと思います。

「人工内耳」

京都大学大学院医学研究科耳鼻咽喉科・頭頸部外科

平海 晴一

人工内耳という言葉は、あまり聞いたことの無い方もいらっしゃるかもしれません。この人工内耳というのは、補聴器を使っても会話ができないような高度の難聴の人の耳に手術で埋め込むことによって、会話ができる程度まで聞こえるようにする機械です。20世紀の発明品の中で最も優れたものの一つともいわれ、日本でも既に 5000 人以上の方が手術を受けています。

まず、人工内耳の仕組みについて説明します。自然界の音は、様々な高さの音が組み合わさって来ています。これらの音は、耳の奥にある蝸牛という場所で、それぞれの音の高さによって決まった場所で、内有毛細胞という細胞を興奮させます。この細胞の興奮が聞こえの神経を通じて脳に伝わり、私たちは音を感じることが出来ます。難聴の方の多くは、この内有毛細胞が上手く興奮しないため、音を感じることが出来ません。人工内耳はマイクとコンピューターと蝸牛の中に埋め込む電極から来ています。マイクで音を拾い、コンピューターで分析し、蝸牛の中の適切な場所で聞こえの神経を直接電気刺激することにより、音を脳に伝えます。しかしながら、正常な耳では内有毛細胞は約 3,500 個であるのに対し、人工内耳では、電極数はせいぜい 20 個前後で、自然の音をそのまま脳に伝えることは出来ません。そのため、人工内耳では言葉の聞き取りに重要な情報を選択しています。

それでは、どんな人は人工内耳の手術をしたほうが良いのでしょうか。難聴の方は、大人になってから聞こえなくなった人と、生まれたときから聞こえない人に分かります。大人になってから聞こえなくなった人に人工内耳の手術をすると、個人差はあるのですが、平均すると静かなところでの 1 対 1 での会話は 80~90%が理解できるようになります。大まかに言って、静かな部屋で 1 対 1 での会話が出来ない人は、人工内耳の手術を考えても良いでしょう。一方で生まれたときから聞こえない人では、脳が音を聞く訓練ができていません。訓練ができていないままで成長してから人工内耳の手術をして音が聞こえるようになっても、聞こえた音を十分理解できない場合が有ります。そのため、生まれたときから聞こえない人ではなるべく早い時期、出来れば 3 歳くらいまでに手術をしたほうが良いでしょう。

人工内耳には、MRI という検査が受けにくい、音楽やうるさい場所での会話が分かりにくいといった欠点もあります。また、病気によっては人工内耳の手術が出来ないこともあります。技術の進歩により、これらの点は徐々に改善していますが、現在の人工内耳の成績の伸びが、徐々に鈍りつつあることも事実です。今後は、新しいアイデアが必要とされているのかもしれません。

新しい人工聴覚器の開発 — プロジェクト *HIBIKI*

伊藤 寿一

(京都大学大学院医学研究科耳鼻咽喉科・頭頸部外科学)

難聴の中で主に内耳にその原因のある「感音難聴」は 65 歳以上の方の約 6 割に認められ、75 歳以上の方に 4 分の 1 が日常生活に支障をきたすレベルの難聴を有することが知られています。さらに、生まれつき全く耳の聞こえない先天的難聴児は出生 1000 人に 1 人に認められ、非常に頻度の高い先天的機能障害です。したがって、感音難聴治療は、社会的な課題であり、超高齢化社会を迎える日本においては切実な問題となっています。

感音難聴は治療が困難な障害で、軽度であれば補聴器の使用が可能ですが、高度難聴であれば内耳に刺激装置を入れる「人工内耳」が唯一の治療法となっています。いずれも聴覚の回復に寄与していますが、人工内耳はほとんど聾の方の方にのみ適応に限られ、全く正常の聞こえを獲得することは困難で、また両者とも体外装置、電池を必要するなどの欠点があります。

われわれはこれら既存の機器とは全く異なる考えに基づいた新しい聴覚補助機器の開発を始めました。

新しい機器は内耳への内完全埋め込み型であり、残っている内耳の機能も利用するという考えに基づいて設計されています。この機器はマイクロ・エレクトロ・メカニカル・システムズ (MEMS) 技術と呼ばれる超微細加工技術を利用しており、体外装置は不要で、動かすのに電池も何も必要ありません。

われわれはこの機器を「人工感覚上皮(人工蝸牛)」と名付け、オールジャパン体制の多施設共同で開発プロジェクト(「プロジェクト *HIBIKI*」)を立ち上げました。

このプロジェクトは日本の誇る、ナノテクノロジー、バイオマテリアル、再生医学を応用・融合させた全く新しい発想のものです。目指すところは、体外装置もいない、電池もいない、より自然な聴力を得ることができる難聴治療機器です。

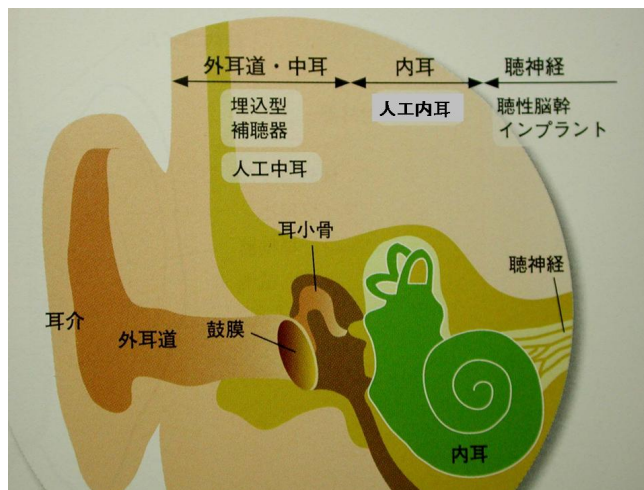
まだ開発途上、実験段階ですが、この市民公開講座で概略をお話します。

ハイブリッド型人工内耳と脳幹インプラント

虎の門病院 耳鼻咽喉科部長・聴覚センター長

熊川孝三

テクノロジーを駆使した最近の難聴手術の進歩には目を見張るものがあります！
従来の手術では治せなかった難聴に対して、図のように、病気の部位毎に対応する4種類の「人工聴覚臓器」が実際に臨床の場で使われています。



難聴の部位と対応する人工聴覚臓器

補聴器が使えないほどの高度な感音難聴の方でも、人工内耳を内耳に埋め込むことで聴覚を回復できます。すでに1994年から保険も適用され、年間に約500人の方がこの手術を受けています。

ただし、これまでの標準型人工内耳は、電極が長くて太く、残った聴力が悪化してしまう可能性もあり、すでに高度に聴力が低下している方（両側90デシベル以上）だけが対象で、低音域に聴力が残っている方は適応となりませんでした。さらに、日本語は英語に比べて母音の占める率が多いという特徴があり、低い周波数情報がとても重要であることが分かっています。

そこで、人工内耳の電極をこれまでよりも短くして、残った聴力を悪化させずに、高音域は人工内耳で刺激し、残った低音域を補聴器で入力するという、音響刺激と電気刺激のハイブリッド（混合を意味します）型人工内耳が開発されました。

また、120チャンネル化された人工内耳では、これまで最大24チャンネルの標準型人工内耳では難しかった音楽の聞こえも良くなっています。

さらに、内耳よりも脳に近い聴神経の障害による難聴、例えば両側の聴神経腫瘍などは、人工内耳の適応となりませんでした。これも脳幹に電極を貼り付ける聴性脳幹インプラントで聞こえが取り戻せるようになってきました。

これらの、人工聴覚臓器の進歩と将来の夢について講演いたします。

許可なく複製することを禁じます。

京都大学大学院医学研究科
耳鼻咽喉科・頭頸部外科