

19990521

平成11年度厚生科学研究費補助金研究報告書

言語の認知・表出障害に対するリハビリテーション
の体系化に関する研究

(感覚器障害 H10-感覚器-012)

平成12年3月

研究代表者 児嶋久剛

(京都大学医学研究科)

厚生科学研究費補助金（感覚器障害研究事業）
総括研究報告書

言語の認知・表出障害に対するリハビリテーションの体系化に関する研究

主任研究者 児嶋久剛 京都大学大学院医学研究科

研究要旨

聴覚・言語障害者の脳機能をポジトロン断層法などの脳機能画像で観察し、その病態の解明を行った。その上で、これに即した合理的な補装具、リハビリテーション法を開発した。脳機能画像を用いることで、聴覚・言語障害の病態解明とリハビリテーションへの応用が十分に可能と考えられた。

分担研究者 内藤 泰
庄司和彦
藤木暢也
平野 滋
京都大学大学院医学研究科

A. 研究目的

言語の認知や表出の障害は社会生活上致命的なハンディキャップとなることは衆知の通りであるが、従来、我が国ではこの問題に十分な対応がなされてきたとはいえない。これは治療の主体が聴覚、構音の末梢器官に限定され、リハビリテーション法も言語聴覚士の経験に頼られていたためである。今後これら障害の治療を考える上では、中枢における言語処理機構を解明することがまず重要である。本研究の目的は、これら言語処理にかかわる中枢処理機構を解明し、それに則った合理的、科学的な治療体系を作ることである。

B. 研究方法

ポジトロン断層法（PET）をはじめとする脳機能画像法を用いて、言語の認知・表出にかかわる中枢神経機構を観察した。対象は難聴者、人工内耳使用者、言語障害者であり、言語聴取や発話時の脳活動を検討した。同時に、適宜コントロールとなる正常データを正常人のボランティアの協力により計測した。

上記脳機能画像のデータに基づき、科

学的、合理的な補装具やリハビリテーション法を開発し、その効果を臨床的、脳機能画像上で検証し、さらなる改良へと結びつけた。

C. 研究結果

難聴がおこると脳機能に変化がおこることは、前年度の人工内耳患者での観察でも分かっていたので、今年度は中等度難聴者の脳機能を観察した。中等度感音難聴者の場合、よく理解できる言葉とできない言葉とがしばしば観察される。その違いが脳機能のどこからくるのかを検出することは難聴の病態を解明するにあたり極めて重要である。そこで、感音難聴者を対象に、よくわかる単語と聞き取れない単語とを聞かせ、そのときの脳活動を観察した。その結果、認知のよい言語音に対しては両側の聴覚連合野が十分に活動するのに対し、認知不良の語音のときには右の聴覚連合野の活動が認められなくなった。従来、言語認知に対しては左半球優位性が確認されているが、今回認められた右聴覚連合野の活動の抑制は、言語認知の前段階である語音の音韻分析に異常をきたしたことを示すものと考えられた。これは内耳の障害による情報の不足が結果的に右半球での分析不足を招いたものと考えられ、末梢での障害が中枢に及ぼす影響を示すものとも考えられた。

以上のごとく、末梢から脳に送られる語音の情報量が減ると言語理解に多大な障害をもたらすので、より多くの情報、特に従来の補聴器では不十分であった子音の情報を十分に送れる補聴器を開発した。これは、音声波形のゼロクロス点間での最大音圧が一定となるように増幅するもので、従来の周波数特性にとらわれず、子音部分も一律に増幅できるものである。実際に、この補聴器を感音難聴者に試用した結果、無騒音環境、騒音環境いずれにおいても従来の補聴器よりよい言語理解が得られた。さらに、従来の補聴器では無力であった衝撃音下での言語認知も良好であった。これは衝撃音を含む騒音を全て一律の音圧まで下げられるからと考えられた。また、従来の補聴器では、衝撃音の入った時点より前の情報もなくなるという、フィードフォワード・マスキング効果が観察され、これがより一層言語認知を不良にしていた。今回開発した補聴器ではこのような障害もほとんど認められなかった。次に、この補聴器をかけることで実際に内耳から中枢に送られる情報量を蝸電図を用いて検討した。その結果、従来の補聴器では消えてしまう子音の情報が電気信号として確かに内耳から出力されていることが分かった。

聴覚・言語障害のリハビリテーション法について：

先天聾の人工内耳症例に対し、言葉の聴取のみで訓練をおこなった場合と、聴取+復唱をさせて訓練を行わせた場合との言語認知成績を比較すると、後者の方が格段によくなった。このときの脳活動をポジトロン断層法で観察すると、後者の方で、より広範な聴覚連合野の活動と、運動関連領域の活動が認められた。このように、聴取のみでなく発話運動を組み合わせることで、言語のリハビリテーションが向上がすることが、主観的にも客観的にも確認できた。

そこで、このようなフィードバックが誰にでもより簡便におこなえるソフトの開発を行った。これは聴覚・発話障害者のリハビリテーション用のソフトで、自分の音声波形や他の情報としてリアルタイムで明視化できるものである。これらは、VoiceOscillo、RT-Sona、FreqViewの3つからなる。

VoiceOscilloはリアルタイムに音声波形を表示するソフトである。Windows®95/98/2000用とWindowsCE®用がある。コンピューターに接続されたマイクからの入力をリアルタイムにディスプレイへ表示している。

RT-Sonaはリアルタイムにソノグラフを表示するソフトである。Windows®用である。コンピューターに接続されたマイクからの入力を一定データ長毎にフーリエ変換を行い、各周波数成分の強弱を白黒の濃淡に変換してディスプレイに表示している。

FreqViewはリアルタイムに音声の周波数領域波形を表示するソフトである。Windows®用とWindowsCE®用がある。コンピューターに接続されたマイクからの入力を一定データ長毎にフーリエ変換を行い、得られた周波数領域の波形をディスプレイに表示している。

Windows®マシンでマイクからの入力を得るのにDirectX®のDirectSound®を用いている。これにより、従来Windows®では実現が困難とされてきたリアルタイム高速サンプリング(22kHz以上)が容易に実現できた。フーリエ変換にはFFT(Fast Fourier Transform)を用いてはいるものの、RT-SonaやFreqViewなどでリアルタイムで音声波形をフーリエ変換できるのは昨今のコンピューター処理能力の飛躍的向上による所が大きい。

上記のソフトは今までのリハビリにはなかったいくつかの利点があげられる。

1. 患者の自宅にWindows®マシンやWindowsCE®マシンがあれば、自宅でリハビリが可能なこと。

2. インターネットを通じてダウンロードしたり、フロッピーディスクに入れて配布したり、ソフト自体の入手が容易なこと。

3. Windows®の走るノートパソコン、あるいはWindowsCE®マシン(携帯マシン用のWindows)を用いれば、持ち運びのできるリハビリ環境が得られる点。

4. 患者の自宅にマシンがなければ、携帯マシンにリハビリソフトをインストールした状態で貸し出すことができる点。

これらのソフトはネットワーク上に公開した。(http://www.hs.m.kyoto-u.ac.jp/freesoft/)

D. 考察

難聴者の脳機能を脳機能画像を用いて観察した結果、内耳からの情報不足が右聴覚連合野の活動抑制というかたちで現れ、音韻の分析障害が難聴の一因になっていることが確認された。そこで、内耳から中枢への出力情報を増加させる補聴器を開発し、難聴者で試用すると、衝撃音を含めた騒音下での言語認知が飛躍的に向上した。

一方、聴覚・言語障害のリハビリテーション法を考えるにあたり、聴覚フィードバックを用いたバイオフィードバック法は極めて有効であることが確認された。これは先天聾などの聴覚障害者が言語を学習する上でも重要であるし、吃音などの機能的な発声障害者がリハビリするにも重要であることが分かった。これに即して自宅で簡便にできるリハビリソフトを開発した。今後はこれを日常臨床に応用する予定である。

我々がこの2年間に行ってきた脳機能画像による正常人、難聴者、発声障害者の観察結果は、補聴器の改良、聴覚フィードバックを用いた言語リハビリに確実に結びついてきていることが確認できたと考えられる。

E. 結論

脳機能画像を用い聴覚・言語障害の病態がわかり、それに基づいた補聴器やリハビリテーション法を開発することができた。今後は、これらの方法の有用性を臨床的に検証し、さらなる改良を行っていく予定である。このように、脳機能画像は聴覚・言語障害の治療法の開発に有用であることが再認識された。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 児嶋久剛, 平野滋, 楯谷一郎, 井上真郷, 内藤泰, 庄司和彦. 中枢における言葉の認知と表出の相互作用. 喉頭, 2000. (掲載予定)
- 2) Kojima H, Hirano S, Shoji K, Isshiki N. Anatomic study for posterior medialization thyroplasty. Ann Otol Rhinol Laryngol 108: 373-377, 1999.

- 3) 平野 滋, 児嶋久剛, 庄司和彦, 金子賢一, 楯谷一郎. 機能性発声障害に対する喉頭枠組み手術. 耳鼻臨 93: 53-60, 2000.
- 4) 金子賢一, 庄司和彦, 児嶋久剛, 安里亮, 平野 滋: 衝撃音下での補聴器による語音聴取成績. Audiology Japan 42 (3): 217-221, 1999.
- 5) 金子賢一, 庄司和彦, 児嶋久剛, 安里亮, 平野 滋: 補聴器による語音聴取に対する衝撃音の影響. 耳鼻臨床 92: 601-606, 1999.
- 6) 金子賢一, 庄司和彦. 老人性難聴と補聴器. 日本医事新報 3914: 37-42, 1999.
- 7) 楯谷一郎, 平野 滋, 内藤 泰, 児嶋久剛. 視覚・触覚による言語中枢処理機構—文献的考察—耳鼻臨 93: 157-165, 2000.
- 8) Fujiki N, Naito Y, Hirano S, Kojima H, et al. Correlation between rCBF and speech perception in cochlear implant users. Auris Nasus Larynx 26: 229-236, 1999.
- 9) Shiomi Y, Naito Y, Honjo I, Fujiki N, et al. Cochlear implant in patients with residual hearing. Auris Nasus Larynx 26: 369-374, 1999.
- 10) 山口 忍, 川野通夫, 藤沢直人, 中島志織, 藤木暢也, 塩見洋作, 内藤泰, 本庄 巖: 人工内耳装用幼児のマッピング—初回マッピングを中心に—. Audiology Japan 42: 667-673, 1999.
- 11) 内藤 泰: 小児人工内耳の適応とリハビリテーション. Otol Jpn 9: 97-103, 1999.
- 12) 森田武志, 内藤 泰: 小児人工内耳術後の表出言語の発達—文献的考察—. 耳鼻臨床 92: 1247-1254, 1999.
- 13) 内藤 泰, 本庄 巖: 言語活動の画像診断. 画像診断 19: 1174-1182, 1999.
- 14) 内藤 泰: 聴覚中枢機構の発達と可塑性. CLIENT21 (臨床耳鼻咽喉科・頭頸部外科) 第10巻, 感覚器 (本庄 巖編), 120-133頁, 中山書店, 東京, 2000.
- 15) 内藤 泰: 聴覚の皮質受容機構とその可塑性. 臨床脳波 41: 279-284, 1999.
- 16) 内藤 泰: 聴皮質の機能解剖とその可塑性. 耳鼻臨床 92: 1027-1039, 1999.
- 17) 井上真郷, 庄司和彦, 児嶋久剛, 平野滋, 内藤 泰, 本庄 巖. 脳機能画像の3次元再構築. 日耳鼻 102: 971-975, 1999.

2. 学会発表

- 1)平野 滋、児嶋久剛、楯谷一郎、金子賢一、庄司和彦. 痙攣性発声障害の脳機能異常. 第12回喉頭科学会(久留米)2000年3月17-18日
- 2)Tateya I, Naito Y, Hirano S, Kojima H, et al. Cortical activation in patients with inner ear hearing loss demonstrated by positron emission tomography. 23rd Midwinter Research Meeting of ARO. February 20-24, 2000, St. Petersburg Beach, USA
- 3)Naito Y, Funabiki K, Tateya I, Hirano S, Nishizawa S, Inoue M, Shoji K, Kojima H, Konishi J. Cortical activation during caloric vestibular stimulation with and without visual fixation. 23rd Midwinter Research Meeting of ARO. February 20-24, 2000, St. Petersburg Beach, FL, USA
- 4)西岡奈美江、岩城 忍、山口 忍、川野通夫、森田武志、藤木暢也、内藤 泰: 人工内耳装用幼児の構音発達. 第44回日本聴覚医学会(福岡)、1999年10月15日
- 5)内藤 泰、藤木暢也、森田武志、船曳和雄、山口 忍、川野通夫: 就学期以降の人工内耳. 第44回日本聴覚医学会(福岡)、1999年10月15日
- 6)山口 忍、川野通夫、野中信之、平井朋子、藤木暢也、内藤 泰: 人工内耳装用幼児の評価. 第44回日本聴覚医学会(福岡)、1999年10月15日
- 7)場朱美、金 賢熙、川野通夫、森田武志、藤木暢也、内藤 泰: 人工内耳装用幼児の対人行動の発達. 第44回日本聴覚医学会(福岡)、1999年10月15日
- 8)馬場朱美、金賢熙、川野通夫、森田武志、藤木暢也、内藤 泰. 人工内耳装用幼児の対人行動の発達. 第44回日本聴覚医学会. 1999年10月15日.
- 9)内藤 泰: ポジトロン断層法一難聴者の聞こえの評価. 第100回日本耳鼻咽喉科学会 パネルディスカッション(仙台)、1999年5月22日
- 10)Naito Y, Fujiki N, Hirano S, Nishizawa S, Takahash H, Kojima H, et al. Development and plasticity of the auditory cortex in cochlear implant users: a follow-up study by PET. Asia Pacific Symposium on Cochlear Implant and Related Sciences, Seoul, April 2-4, 1999

- 11)Fujiki N, Naito Y, Hirano S, Nishizawa S, Kojima H, et al. Cortical activity and speech perception performance in cochlear implant users. Asia Pacific Symposium on Cochlear Implant and Related Sciences, Seoul, April 2-4, 1999
- 12)Nakajima S, Iwaki S, Fujisawa N, Yamaguchi S, Kawano M, Fujiki N, Naito Y, Honjo I: Speech discrimination in elderly cochlear implant users. Asia Pacific Symposium on Cochlear Implant and Related Sciences, Seoul, April 2-4, 1999
- 13)Nishioka N, Baba A, Yamaguchi S, Kawano M, Fujiki N, Naito Y, Honjo I: Development of play in a young cochlear implant user. Asia Pacific Symposium on Cochlear Implant and Related Sciences, Seoul, April 2-4, 1999
- 14)Naito Y, Hirano S, Nishizawa S, Fujiki N, Kojima H, Konishi J, Honjo I: Plasticity and development of auditory cortex in post- and prelingually deaf cochlear implant users demonstrated by PET. 22nd Midwinter Meeting of Association for Research in Otolaryngology. St. Petersburg Beach, Florida, February 13-18, 1999
- 15)Fujiki N, Naito Y, Hirano S, Kojima H, Nishizawa S, Konishi J, Honjo I: Correlation between brain activity and speech perception in cochlear implant users. 22nd Midwinter Meeting of Association for Research in Otolaryngology. St. Petersburg Beach, Florida, February 13-18, 1999

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

19990521

これ以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので下記の「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。

「研究成果の刊行に関する一覧表」

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 児嶋久剛, 平野滋, 楯谷一郎, 井上真郷, 内藤泰, 庄司和彦. 中枢における言葉の認知と表出の相互作用. 喉頭, 2000. (掲載予定)
- 2) Kojima H, Hirano S, Shoji K, Isshiki N. Anatomic study for posterior medialization thyroplasty. Ann Otol Rhinol Laryngol 108: 373-377, 1999.
- 3) 平野 滋, 児嶋久剛, 庄司和彦, 金子賢一, 楯谷一郎. 機能性発声障害に対する喉頭枠組み手術. 耳鼻臨 93: 53-60, 2000.
- 4) 金子賢一, 庄司和彦, 児嶋久剛, 安里亮, 平野 滋: 衝撃音下での補聴器による語音聴取成績. Audiology Japan 42 (3): 217-221, 1999.
- 5) 金子賢一, 庄司和彦, 児嶋久剛, 安里亮, 平野 滋: 補聴器による語音聴取に対する衝撃音の影響. 耳鼻臨床 92: 601-606, 1999.
- 6) 金子賢一, 庄司和彦. 老人性難聴と補聴器. 日本医事新報 3914: 37-42, 1999.
- 7) 楯谷一郎, 平野 滋, 内藤 泰, 児嶋久剛. 視覚・触覚による言語中枢処理機構—文献的考察—耳鼻臨 93: 157-165, 2000.
- 8) Fujiki N, Naito Y, Hirano S, Kojima H, et al. Correlation between rCBF and speech perception in cochlear implant users. Auris Nasus Larynx 26: 229-236, 1999
- 9) Shiomi Y, Naito Y, Honjo I, Fujiki N, et al. Cochlear implant in patients with residual hearing. Auris Nasus Larynx 26: 369-374, 1999
- 10) 山口 忍, 川野通夫, 藤沢直人, 中島志織, 藤木暢也, 塩見洋作, 内藤泰, 本庄 巖: 人工内耳装用幼児のマッピング—初回マッピングを中心に—. Audiology Japan 42: 667-673, 1999
- 11) 内藤 泰: 小児人工内耳の適応とリハビリテーション. Otol Jpn 9: 97-103, 1999
- 12) 森田武志, 内藤 泰: 小児人工内耳術後の表出言語の発達—文献的考察—. 耳鼻臨床 92: 1247-1254, 1999
- 13) 内藤 泰, 本庄 巖: 言語活動の画像診断. 画像診断 19: 1174-1182, 1999
- 14) 内藤 泰: 聴覚中枢機構の発達と可塑性. CLIENT21 (臨床耳鼻咽喉科・頭頸部外科) 第10巻, 感覚器 (本庄 巖編), 120-133頁, 中山書店, 東京, 2000
- 15) 内藤 泰: 聴覚の皮質受容機構とその可塑性. 臨床脳波 41: 279-284, 1999
- 16) 内藤 泰: 聴皮質の機能解剖とその可塑性. 耳鼻臨床 92: 1027-1039, 1999
- 17) 井上真郷, 庄司和彦, 児嶋久剛, 平野滋, 内藤 泰, 本庄 巖. 脳機能画像の3次元再構築. 日耳鼻 102: 971-975, 1999.