

Field Study News



児童のためのデュオフォン

電話での言葉の理解が著しく改善

アメリカ、オクラホマ州 Hearts for Hearing 財団に所属する Jace Wolfe 氏の最新の研究によると、固定電話で電話の音を聞く際に、片耳で聞く電話プログラムを使用するより、デュオフォンを使用する方が 2 歳～14 歳の児童の言葉の理解が改善すると発表しています。デュオフォンは、片方の補聴器（マイクロホンやテレコイル）が音声信号を拾うと、もう片側の補聴器にワイヤレスでその音声信号を送信・通信を行います。こうすることで両耳で同時に同じ音声信号を聞くことが出来るのです。6 歳～14 歳の少し大きくなった児童の場合、片耳で電話音を聞くことに対し、デュオフォンを使用すると言葉の認識が平均で 32% 改善しました。2 歳～5 歳の小さい幼児の場合、平均で 19.5% の改善が見られました。

目的

この研究では、1) 聴力低下を抱える児童のグループに対して、静かな環境下と騒音下における電話での言葉の認識を評価することと、2) 固定電話に対し、デュオフォンがどれだけ児童の言葉の理解に効果があるか評価することを目的としています。

はじめに

両耳に聴力低下を抱える児童にとっての一般的な手法は両耳に補聴器を装用することです。両耳聴取の効果として、両耳加算によって静かな環境下や、特に騒音下におけるラウドネスの感知や音質、両耳冗長性、音源定位、言葉の認識が向上されると言われています (Carhart, 1965)¹; (Davis & Haggard, 1982)²; (Dermody & Byrne, 1975)³; (Harris, 1965)⁴; (Shaw, 1974)⁶。

これまで、聴力低下を抱える児童がどのようにして電話の言葉を理解するのかという調査はなされていませんでした。(Picou & Ricketts, 2011; 2013)^{7,8} は、成人にとって片耳で電話の言葉を聞くよりも、ストリーミング機器を使って両耳で聞く方が言葉の認識に大きな改善が見られるという報告をしました。片耳で聞くことに対し、両耳で電話を聞くと、言葉の認識が平均で 22% 改善するという結果になりました。

(Kochkin, 2010)⁹ によると、成人の補聴器ユーザーの約 30% が電話で満足に言葉の理解をしていないと報告したと述べています。このニーズに取り組むため、競合他社のほとんどが電話の信号を通信できるアクセサリーを使用する手段を取りました。アクセサリーを使用せず、且つ携帯電話でも固定電話でも使用可能な解決策こそが、フォナックのデュオフォンなのです。デュオフォンは、補聴器のマイクロホンもしくはテレコイルで拾った信号をワイヤレスでもう片側の補聴器に送信します。さらに、受信側の補聴器のマイクロホンは SN 比を改善するために減衰されます。これはリアルタイムで広帯域音声信号を送信する、フォナック独自の両耳間音声通信技術のおかげで可能となりました。デュオフォンは自動切替でも手動切替でもいずれの動作も可能です。また、次のような重要なメリットがあります：

- 1) 補聴器装用者は両耳で電話信号を受信することが可能。
- 2) 固定電話でも携帯電話でも使用可能。
- 3) 別途インターフェースは不要。
- 4) 入力信号は補聴器のマイクロホンでもテレコイルでも可能。

この研究には 24 名の児童が参加。うち 14 名は 6 歳～14 歳でした（平均＝9.5、標準偏差＝2.8）；これを‘年上グループ’、と呼びました。そして残り 10 名は 2 歳～5 歳でした（平均＝3.9、標準偏差＝1.0）；これを‘年下グループ’、と呼びました。研究への参加にあたり下記を基準にしました：

- 1) 良聴耳の 4 周波数の純音平均聴力の閾値が 35-75 dB HL で、両耳に聴力低下がある。
- 2) 500, 1000, 2000, 4000 Hz の気導閾値に 20 dB 以上の差はなく、聴力低下対称型である。
- 3) ユーザーはフルタイムで DSL 処方の目標利得を設定した補聴器を両耳で使用している。
- 4) 英語が第一言語であること。
- 5) 生活年齢が 1 年以上あり、話し言葉に感情表現や感受性が見られる。
- 6) どの被検者もフォナック ボレロ Q90-M13 を両耳に装用したが、年下グループに属する 3 番目の被検者は、悪聴耳の 4 周波数の平均閾値が 81 dB HL だったので、フォナック ボレロ Q90-SP を両耳に装用。

フォナックのデフォルト（初期設定）の電話プログラムもテレコイルのプログラムも、いずれも Audioscan RM500SL を使用してプローブマイクロホンで測定を行いました。あらかじめ録音した 60 dB SPL の標準スピーチを電話から提示し、補聴器の出力を評価しました。そして、研究者の 1 人が補聴器のマイクロホン横に受話器を固定して持ちました。補聴器の利得は、電話プログラムとテレコイルプログラム、それぞれの出力が±3 dB になるよう調整されました（図 1）。両グループともにこの設定がなされました。年上グループでは、リアルイヤープローブマイクロホンを使って補聴器の出力を測定しました。年下グループでは、RECDs(Real-Ear-to-Coupler-Difference:実耳と音響カプラのレベル差)を使用して、シミュレーションでプローブマイクロホンを使って補聴器の出力を測定しました。これらの測定では、1 つは片耳で聞くテレコイルのプログラムを使用し、もう 1 つは両耳で聞くデュオフォンを設定したテレコイルのプログラムを使用しました。

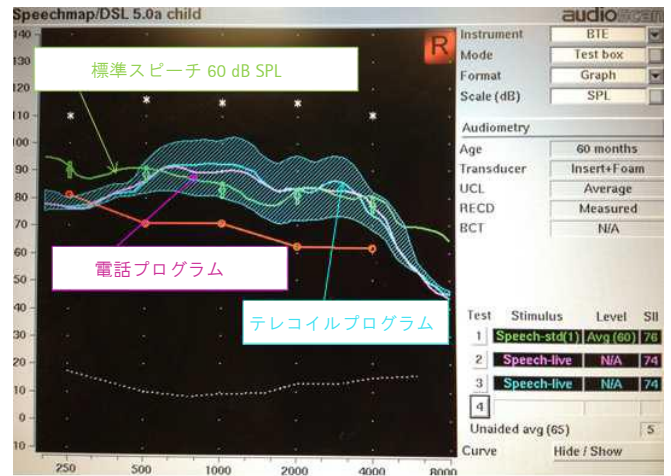


図 1
Audioscan RM500SL の標準スピーチと比較した電話プログラムとテレコイルのプログラムの出力サンプル

全 24 名の児童に対し、静かな環境下で電話からの言葉を認識するテストを行いました。騒がしい環境下で、このテストをやり遂げることが出来たのは 24 名中、22 名だけでした。年下グループの 2 名はテストに飽きてやり遂げることが出来ませんでした。テストでは、被験者全員を対象に、片耳で聞くテレコイルのプログラムを使用した場合と、両耳で聞くデュオフォンを使用した場合の 2 パターンが使用されました。以下の 2 つの理由で片耳で聞く電話プログラムではなく、片耳で聞くテレコイルのプログラムが選択されました：

- 1) テスト中に電話を正しい位置に固定し続けることが子供たちには難しく、
 - 2) 電話プログラムを使用中、電話の受話器を最適な位置から 2.5cm 離れた状態で固定し続けることで電話信号の出力が 15 dB 減衰するかもしれないという指摘があったためです(Holmes & Chase, 1985)⁵。
- テレコイルを条件にテストは行われましたが、電話プログラムとテレコイルのプログラムは正式には直接比較はされませんでした。年上グループには、音声電話ハンドセットを取り付けた固定電話と接続した CD プレーヤーから予め録音しておいた子音-母音-核-子音(CNC)からなる単語を提示し、言葉の認識を評価しました。そして、被験者位置が 50 dB(A)になるように部屋の四隅に設置した 4 つのスピーカーから相関性の無い教室音(Schafer & Thibodeau, 2006)¹⁰ を提示し、騒音下での言葉の認識を評価しました。テスト順序（例、片耳対デュオフォン）は変更したり、逆にしながら均衡を保ち行われました。

年下グループには、ノースウェスタン大学 - 児童の言葉の知覚(NUCHIPs)の単語の半分を使って、静かな環境下と騒音下で行った会話の中で言葉の認識を評価しました。テストで使用した音刺激はオープンセットで提示し、この研究では一貫して女性話者で行いました。女性話者は児童とは別の部屋で固定電話を使って単語を話してもら

いました。ノースウェスタン大学 - 児童の言葉の知覚 (NUCHIPs)テストで提示した言葉は、女性話者から 1メートル離れた場所で騒音計を使ってモニターされ、ピークは 60 dB(A)を示しました。年上グループと同様に、被検者位置が 55 dB(A)になるように部屋の四隅に設置した 4つのスピーカーから相関性に無い教室音 (Schafer & Thibodeau, 2006)¹⁰を提示し、言葉の認識を評価しました。テスト順序 (例、片耳対 デュオフォン) は変更したり、逆にしながら均衡を保ち行われました。

結果

年上グループと年下グループが行った言葉の認識の平均スコアを図 2 と図 3 に示しています。片耳で聞く電話プログラムの使用に対し、両耳で聞く デュオフォンの使用では、年上グループの言葉の明瞭度は静かな環境下で 29%、騒音下で 35%の改善が見られました。年下グループでは静かな環境下で 18%、騒音下で 21%の改善が見られました。2 回ずつ繰り返し行った測定結果の相違分析から、年上グループと年下グループ共に、静かな環境下と騒音下における言葉の平均スコア、そして片耳で聞く電話プログラムと両耳で聞く デュオフォンに大きな差が見られました。

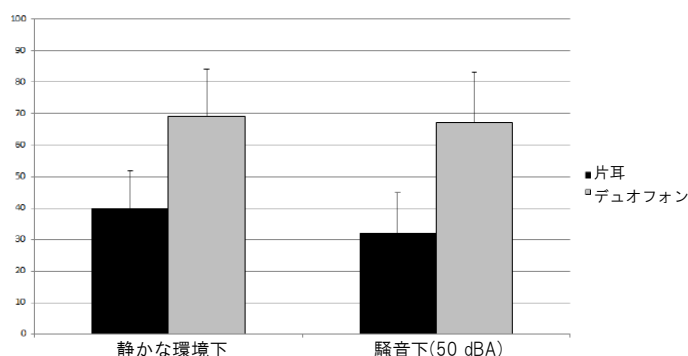


図 2
年上グループ (6 歳~14 歳) に行った片耳で聞く電話のプログラムと両耳で聞く デュオフォンを使用した時の言葉の認識スコアの平均

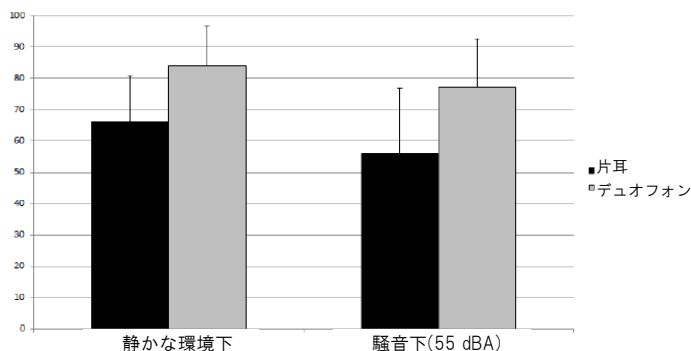


図 3
年下グループ (2 歳~5 歳) に行った片耳で聞く電話のプログラムと両耳で聞く デュオフォンを使用した時の言葉の認識スコアの平均

まとめ

研究結果では、騒音下や静かな環境下で聴力低下を抱える児童がデュオフォンを使用すると、大きな効果があると述べられています。このデュオフォンは、受話器を当てる補聴器から音声信号を送信し、反対側の補聴器でその音声信号を受信するためワイヤレスの両耳間通信を使用します。そして、受信する側の補聴器のマイクロホンは SN 比を改善させるため抑制されます。年上グループの言葉の認識スコアは、静かな環境下と騒音下において、両耳で聞くデュオフォンを使用すると平均で 32%まで改善しました。一方で、年下グループでモニターしながら行った言葉の認識スコアは平均で 19.5%まで改善しました。この改善結果は Picou and Ricketts (2011; 2013)^{7,8}が成人に対して行った、両耳と片耳で使用する電話での聞こえを比較した時の改善結果によく似ています。

参考文献

1. Carhart R (1965) Monaural and binaural discrimination in against competing sentences. *International Journal of Audiology*; 4(3): 5-10.
2. Davis A, Haggard M (1982) Some implications of audiological measures in the population for binaural aiding strategies. *Scandinavian Audiology Supplement*; 15: 167-179.
3. Dermody P, Byrne D (1975) Loudness summation with binaural hearing aids. *Scandinavian Audiology*; 2(1): 23-28.
4. Harris J D (1965) Monaural and binaural speech intelligibility and the stereophonic effect based upon temporal cues. *The Laryngoscope*; 75: 428-446.
5. Holmes A, Chase N (1985) Listening ability with a telephone adapter. *Hearing Instruments*, 36:16-17
6. Shaw E (1974) Acoustic response of external ear replica at various angles of incidence. *Journal of the Acoustical Society of America*; 55: 432(A).
7. Picou E, Ricketts T A (2011) Comparison of Wireless and Acoustic Hearing Aid-Based Telephone Listening Strategies. *Ear & Hearing*; 32(2): 209-220.
8. Picou E, Ricketts T (2013) Efficacy of Hearing-Aid Based Telephone Strategies for Listeners with Moderate-to-Severe Hearing Loss. *Journal of the American Academy of Audiology*; 24: 59-70.
9. Kochkin S (2010) MarkeTrak VIII: Consumer satisfaction with hearing aids is slowly increasing. *The Hearing Journal*; 63(1): 19-27.
10. Schafer E, Thibodeau L (2006) Speech recognition in noise in children with cochlear implants while listening in bilateral, bimodal, and FM-system arrangements. *American Journal of Audiology*; 15: 114-116.