学校で使用するロジャー フォーカス

片耳もしくは両耳が健聴である人にデザインされた、新しいワイヤレス補聴援助システムの機能、装用感そして効果に関する研究

この研究では、児童が使用する新しいデジタル補聴援助システムの機能について評価し、児童がこのシステムを学校環境で適切に使用できるのか客観的に研究しました。この研究には 6 歳～16 歳までの合計 15 名の児童に参加してもらいました。その結果、全ての児童が適切な利得レベルで使用できることが分かりました。オープン耳せんを取り付けたスリムチューブを使用することで、どの児童も自身の持つ聞こえを失うことなく快適に使用することが出来ます。騒音下での言葉の聞き取りでは、機能面で有意な改善が見られ、機器が毎日の教室環境での使用に有効的であることを支持する結果となりました。

はじめに

これまでも、児童は音声了解度を獲得するためには、成人よりもより良い SN 比が必要であると立証されてきました(Crandall と Bess, 1987; Nabelek と Robinson, 1982)。これは聴覚系の中枢が未発達であり、言語の冗長性、すなわち言葉の欠けている情報を補完する能力がまだ確立されていない点が理由です。理解するということが耳でなく脳で起こることから、注意・記憶・言語・認識といった要素が私たちの聴覚情報処理能力に大きく貢献しているのです。

ネガティブな影響を与える多くの聞き取り環境によっては、理解が低下してしまう児童もいます。使用する背景として、聴覚情報処理障害(APD)、一側性難聴、自閉症スペクトラム障害、外国語の習得などが挙げられます。調査によると、これらを抱える児童にとって、ワイヤレス補聴援助システムは非常に効果的であることが分かりました(Hornickel ら, 2012; Johnstone ら, 2009; Rance ら, 2013; Schafer ら, 2012; Tharpe, Ricketts と Sladen, 2003)。一日中児童が使用しても、劣悪な音環境や距離、雑音といった問題に対して効果を低下させることなく動作し続け、聴きたい音へのアクセスが最大限提供されるように、聴覚に対する解決方法がアドバイスされました。

ロジャー フォーカスは聞き手に直接音声を届けるようデザインされた、新しいデジタルワイヤレス補聴援助システムです。自然な聞き取りや周囲の環境音を妨げることなく良好な SN 比を保持することが出来ます。ロジャー フォーカスは高い音質と小型化を実現しつつ、干渉の問題や煩わしい操作を最小にするようデザインされた最先端のデジタルワイヤレス伝送を利用しています。音響遅延を最小に抑えながらも広帯域音声を提供する、人間工学に基づいた小さな耳かけ型となっています。

検証方法

6 歳～16 歳までの児童 15 名がロジャー フォーカスを評価するのに参加しました。15 名のうち 10 名が一側性難聴、3 名が変動が見られる伝音難聴、1 名が聴覚処理の障害、そして 1 名には少しだけ難聴が見られました。どの児童も補聴援助システムの機器を使用した経験がありました。彼らにはロジャー フォーカスを良聴耳に装用してもらいました。

まず初めは、標準オープン型耳せんを取り付けたスリムチューブを児童に装用してもらいました。0～2 番のスリムチューブが選択され、S もしくは M サイズのオープン型耳せんが取り付けられました。ロジャー フォーカスが音響的に児童の聴力レベルに対して適切であるか判断するため Schafer (2013)が説いた AAA の手順を使用しました。目標は良聴耳の聴力閾値に対する DSL v5 pediatric（以下、DSL）で処方した目標利得と使用しました。ロジャー フォーカス受信機を設定するため、実耳測定を行い、ロジャー インスパイロの自動音量調整機能を使用して、DSL の目標利得に一番近い近似値になるよう利得を調整しました。

PHONAK
life is on

利得設定が適切かどうかの判断には、2008 年の AAA (American Academy of Audiology)で提唱された、FM システムの調整ガイドラインを用い、±3dB 以内の許容誤差であることを確認しました。

また、防音室内で以下のようなテストも行われました。あらかじめ被験者を±45 度に設置されたスピーカーがある音場下に置き、非良聴耳側に置いたスピーカーの中心から 15 cm下にロジャー インスパイロのマイクロホンを吊り下げて設置し、こちら側から音声を提示しました。被験者の良聴耳側からは雑音を提示しました。目標利得レベルが児童にとって快適であるか確認するため、7 点方式のラウドネス測定が使用されました。「快適でない」と評価があった際は、自動音量調整機能を使って受信機の設定を変更し、児童が快適だと評価するまで測定が繰り返されました。60 dB HL の音声と 55 dB HL の背景雑音を使用して、SN 比+5 dB の環境が快適であるかの評価がなされました。

SN 比-5 dB の騒音下において、Bamford-Kowal-Bench (BKB)の文章を使って言葉の聞き取りが測定されました。このテストでは背景雑音 65 dB HL の環境下において、60 dB HL の提示レベルが使用されました。

テスト終了後、被験者には 3 週間毎日教室でロジャー フォーカスを使用してもらいました。試聴していく中で、音質、快適性、機器のデザインに関する主観的な意見を聞くため、それぞれの児童にアンケート調査がなされました。

結果と考察

どの機器も FM 調整ガイドラインに基づき、平均±3dB の許容誤差になるよう調整されました。実耳測定を行った結果、機器はどの周波数帯においても MPO を超えていませんでした。裸耳利得の損失がないことを確認するため、裸耳特性とロジャー フォーカスの電源をオフにして測定した実耳特性とを比較しました。ほとんどのケースが良聴耳の片耳装用であったため、ロジャー フォーカスを使用しても環境音の聞こえを阻害しないことが必要でした。スリムチューブとオープン型耳せんの組み合わせで測定したところ、どの調整内容においても裸耳利得の損失は検出されませんでした。

ラウドネス測定は被験者 15 人のうち 14 人に行われました。最年少である児童の 1 人はこの測定を行わなかったため、利得は目標設定に合わせました。残った 14 人のうち 11 人は SN 比+5 が快適な目標利得設定だと評価しました。提示文章の音が「小さすぎる」と答えた児童に対しては、利得を 3 ステップ上げました。全ての児童が快適な範囲内で評価をしました。

良聴耳に重要な音声を伝送することで、周囲に競合雑音がある聞き取りにくい音環境を克服させることのできるロジャー フォーカスの性能により、騒音下での言葉の聞き取りが大きく改善させました。図 1 の各スコアによると、ロジャー フォーカスを使用しない児童に対し、使用した児童は、騒音下での言葉の聞き取りにおいて 90%以上の改善が得られました。ロジャー フォーカスで文章の聞き取りテストを行ったところ、平均改善スコアは（全ての被験者において）53%でした。対応あり測定 t 検定を使用した BKB-SIN テストにおけるスコア*では、補聴援助システムを一切使用しない場合(M=45.65)とロジャー フォーカスを使用した場合(M=92.59)とで大きく改善しました。指標 Cohen’s d 1.35 は非常に大きな効果があったことを示しています。

[* $t(16) = -5.566, p < .05$]

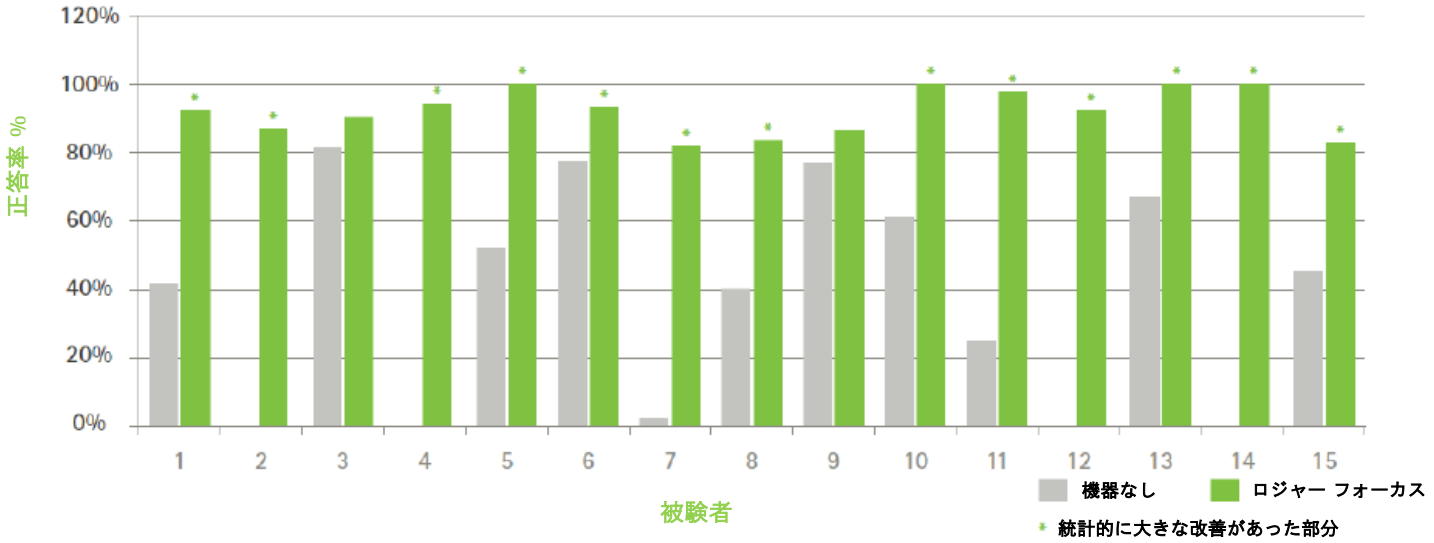

図 1

被験者 15 人を対象に、ロジャー フォーカスを使用した場合とワイヤレス補聴援助システムの機器を一切使用しない場合の騒音下における言葉の聞き取りを比較しました。*の付いた緑のバーが、2 つの状況間における統計的な改善に対して大きな差があることを示しています。

この研究に参加した最年少の 1 年生を含む全ての児童は、まずスリムチューブに標準ドーム型耳せんの組み合わせで使用しました（写真 1）。このうち 7 人は 6 歳～8 歳の児童でした。最初のフィッティングで、児童 15 名のうち 12 名が以前に FM システムで使用していたオーダーメイドのイヤーモールドよりもスリムチューブとオープン耳せんを選択しました。残る児童 3 名は、オーダーメイドのイヤーモールドの使用を希望したので、スリムチューブは小児用イヤフックに、耳せんも標準チューブからイヤーモールドに取り換えました。児童 12 名(86%)が以前の FM ユニットよりもロジャー フォーカスの装用を選択しました。その主な理由として、快適な装用感、操作可能なボリュームコントロール、音質そしてストッパーなどが挙げられました。

写真 1
0 番のスリムチューブと S サイズのオープン耳せんを装用する最年少 6 歳の児童。挿入損失、不快感、ストッパーに関する問題は一切ありませんでした。

まとめ

この研究で、ロジャーフォーカスは、少なくとも片耳が健聴もしくは健聴に近い聴力の児童に大きな効果を提供することが分かりました。ロジャー フォーカスは、AAA が作成した装用効果のガイドライン(2008)で指定された FM のオフセット許容誤差に合致する利得レベルを提供しました。正式なラウドネス測定と 3 週間にわたる実生活での聞こえ環境において、快適だと思える聞こえのレベルが全ての児童に設定されました。6 歳くらいのほとんどの児童は標準スリムチューブの長さに不快感を感じることなく装用し、どの児童もストッパーに対して問題を訴えることはありませんでした。また、ロジャー フォーカスは、可聴性を損なうことなく、児童の聞くという目的を可能にさせながら、裸耳利得の損失なく装用できるということも確認できました。最後に、サンプルとして以前使用していた FM 機器と比較したところ、大多数の児童がロジャー フォーカスの音質、快適性、審美性そして利用可能なボリュームコントロールに好感を持ったと述べました。

謝辞

今回の研究において、ご貢献とご協力をいただいた SEDOL (Special Educational District of Lake Country) のオージオロジストの皆様に心からのお礼を述べたいと思います。

参考文献

AAA Clinical Practice Guidelines: Remote Microphone Hearing Assistance Technologies for Children and Youth Birth-21, (2008). Available:http://www.audiology.org/resources/documentlibrary/Pages/Hearing AssistanceTechnologies.aspx

Crandell, C., Bess, F. (1987). Developmental changes in speech recognition in noise and reverberation. ASHA, 29, 170.

Hornickel, J., Zecker, S.G., Bradlow, A.R., and Kraus, N. (2012). Assistive listening devices drive neuroplasticity in children with dyslexia. Proceedings of the National Academy of Sciences vol 109 (41). pp 16731-36.

Johnstone, K.N., John A.B., Hall J.W., Crandell C.C. (2009). Multiple beneLts of personal FM system use by children with auditory processing disorder (APD). International Journal of Audiology vol 48 (6). pp 371-83.

Nabelek, A., Robinson, P. (1982). Monaural and binaural speech perception in reverberation for listeners of various ages. Journal of the Acoustical Society of America vol 71. 1242-48.

Rance G., Saunders K., Carew P., Johansson M., Tan J. (2013). The Use of Listening Devices to Ameliorate Auditory Deficit in Children with Autism, The Journal of Pediatrics vol 164 (2). pp 352-57.

Schafer, E.C., Bryant, D., Sanders, K., Baldus, N., Algier, K., Lewis, A., Traber, J., Layden, P., Amin, A. (in press). Fitting and verification of frequency modulation (FM) systems on children with normal hearing. Journal of the American Academy of Audiology.

Schafer, E.C., Mathews, L., Mehta, S., Hill, M., Munoz, A., Bishop, R., & Maloney, M. (2012). Personal FM systems for children with autism spectrum disorders (ASD) and/or attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD): An initial investigation. Journal of Communication Disorders vol 46 (1). pp 30-52.

Tharpe, A.M., Ricketts, T., & Sladen, D. (2003). FM Systems for Children with Minimal to Mild Hearing Loss. ACCESS: Achieving Clear Communication Employing Sound Solutions. pp 191-97.