

Phonak

Field Study News●

青少年の自立を後押しするダイナミックノイズキャンセルとタップコントロール機能

米国のヴァンダービルト大学で行われた研究において、青少年が使用している補聴器のダイナミックノイズキャンセル機能（以下、DNC）を有効にした場合の利点が評価されました。この研究では、異なるDNCの設定においてことばの理解度のスコアが安定していたと結論付けました。さらに、マイフォナック アプリとマイフォナック ジュニア アプリを利用してDNCの調節をすることで、騒がしい環境での不安が軽減されポジティブな影響が生まれることが示されました。また、タップコントロール機能は簡単にBluetooth®にアクセスできる魅力的なオプションであることも示されました。

Standaert, L., Nelson, J.および Erin Picouら/ 2024年2月

重要なポイント

- DNCの設定に関わらず、ことばの理解度は維持された。
- 雑音抑制の強弱を個々に合わせて調節できることについて、参加者のほとんどが「自信を感じた」と報告した。
- 騒がしい環境において不安を感じると報告した参加者に対して、アプリを利用してDNCの設定を調節することがその不安の軽減につながることが示された。
- DNCを「オフ」に設定した場合と比べると、「強」に設定した場合の聴取努力が軽減されたと参加者が報告した。

考慮すべき事項

- 小児フィッティングのデフォルトとしてDNCを「弱」に設定することを検討し、青少年がそれに従ってアプリを使用するよう勧めた。騒がしい環境において、参加者はアプリを利用してDNCのスライダーを中央の位置に設定した。
- 青少年は自分の都合に合わせてアプリでDNCを調節することを好み、選択した補聴器設定をコントロールできることでより自信を持てると感じられる可能性がある。
- タップコントロールを有効にし、簡単なトレーニングを提供する。全ての参加者がタップコントロールを使用することができ、ほとんどの参加者が補聴器や電話で操作するよりもタップコントロールを利用してBluetoothストリーミングにアクセスするのを好むと報告した。

はじめに

これまで、雑音抑制や指向性マイクロホンなどの高度な補聴器機能は、主に成人の補聴器ユーザーのために開発されてきました。その一方、小児向けフィッティングは、無指向性マイクロホンと最小限の雑音抑制により、できるだけ多くの可聴性を提供することに重点を置いていました。しかし最近の文献において、若年補聴器ユーザーにアダプティブ ノイズ マネジメントなど高度な機能を提供することが、学齢期やそれ以上の年齢の子どもに有益である可能性が示されました (McCreeryら、2012年; McCreeryら、2010年; Stelmachowiczら、2012年; Beck、2014年; Pittman、2011年; Wolfeら、2022年; Wolfeら、2017年)。さらに、学齢期やそれ以上の年齢の子どもがリアルタイムで調節可能なアプリを利用する場合、彼らが雑音抑制の強弱を調節できることが示されました (Bohnertら、2023年; Standaert、2021年)。

DNCは適応型指向性ビームフォーマーと組み合わせで動作する空間雑音抑制機能です。最大4 dBのSN比の改善を提供することができます。この機能は、フィッティングソフトであるフォナック ターゲット (以下、Target) から有効/無効、そして強度を調整することができます。また、ユーザー自身でマイフォナック アプリもしくはマイフォナック ジュニア アプリを利用して調節することもできます。

青少年が雑音抑制による音質の向上から恩恵を得られることが分かっています。ただし、自らDNCを調節することで、自信の向上、不安の軽減、または主観的評価による聴取努力の軽減といった他の利点をもたらすかどうかはまだ明らかになっていません。ヴァンダービルト大学の聴覚研究ラボで行われた研究で、DNCの強弱、タップコントロールの使用と好みは自信、不安、聴取努力、そしてことばの理解度に与える影響について調査しました。

方法

この研究には、10~17歳までの参加者計18名が募集されました。男性と女性それぞれ9名で、全員が補聴器経験者です。参加者は全員、フィッティングソフトTargetの推奨に基づいてM/Pレシーバーと耳せんを取り付けたフォナック オーデオ ルミティ90を装着しました。参加者は、マイフォナック アプリ6.3をインストールした自分のスマートフォン、またはラボが貸し出したマイフォナック アプリ6.3がインストールされたスマートフォンを使用しました。

この研究では、3回のラボ訪問と2回の自宅試聴が行われました。初回のラボ訪問では、補聴器のフィッティング、検証、およびアプリの使用に関するトレーニングが行われました。参加者には、0度方位から会話音 (70 dBA) を提示し、同時に4つの隅に設置されたスピーカーから雑音 (68 dBA) を流しました。これら会話音と雑音のレベルは、補聴器の「非常に騒がしい中でのことば」プログラムに応じて設定されました。参加者は会話音を聞きながらマイフォナック アプリを使用してDNCの強弱をスライダーで調節し、強弱による会話音の聞き取りの違いを確認するよう指示されました。参加者はスライダーの操作に慣れたら、好みに応じてカスタム設定を作成して保存するよう指示されました。この設定をベースラインとして、初回の自宅試聴においてその他の調整を行いました。さらに、初回のラボ訪問ではDNCを「オフ」、「弱」、「強」に設定した場合のA/B比較が含まれました。各比較 (「オフ」対「弱」、「オフ」対「強」、「弱」対「強」) は6回ずつ行われ、合計18回の比較が行われました。

2回目のラボ訪問では、スライダーの使用と好み、ノイズリダクションの調節が騒音環境における気分 (不安/自信の評価) にどのように影響するかについてのアンケート調査を実施しました。質問は、「1」が最も好ましくない、「5」が最も好ましいという5段階で評価されました。つまり、「1」は「自信感が大幅に低下」または「非常に不安を感じる」、5は「自信感が大幅に向上」または「非常に安心する」を示しています。

参加者は再度雑音の中で会話音を聞き取り、スライダーを好みに合わせて調節してその設定をアプリにカスタム設定として保存しました。その後、DNC「オフ」、「弱」、「強」、「カスタム設定」で聴取努力を自己評価するために二重課題パラダイムを実施しました。このタスクは、単音節語の理解度と反復の一次タスクおよび特定の単語カテゴリーに対する物理的な反応の二次タスクで構成されました。参加者は、聞いた単語が「バスケットボールより大きい物体」であった場合にボタンを押しました。二重課題活動の後、参加者には「どれくらい簡単に聞き取れましたか？」という質問がされ、0 (全く簡単ではない) から100 (非常に簡単) までの評価尺度を使用しました。この方法論の詳細については、Picouら (2017年) を参照ください。この質問の評価は0は全く簡単ではない、100は非常に簡単という範囲でした。その後、参加者はTargetのトレーニング オプションを使用してタップコントロールの使用方法に関するトレーニングを受けました。

適切にタップコントロールを使用できる能力は、以下3つの追加タスクで評価されました：

- ストリーミングの一時停止/再開
- 電話の応答
- 音声アシスタントへの質問

初回の試行で3/5回が正答、必要に応じて2回目の試行でさらに1回が正答であることを合格基準としました。

2回目の自宅試聴では、参加者は騒がしい状況でスライダーを使い続け、ストリーミングにタップコントロールを使用するよう推奨されました。

最後のラボ訪問では、音楽のストリーミング、電話の応答、音声アシスタントへの質問に対するタップコントロールの使いやすさに関するアンケート調査を実施しました。また、各タスクのためにどの方法（タップコントロール、補聴器のボタンを押す、または電話のコントロール）を使用することを好むかについても質問されました。質問は「1」が最も好ましくない、「5」が最も好ましいという5段階で評価されました。

スライダーの位置が表示されているアプリの画面（すなわち、自宅試聴期間中において最も使用されたカスタム設定）をキャプチャーしました。そして、ソフトウェア（Adobe computer software）を使用してスライダーの位置をインチ単位で測定しDNCが完全にオンの状態を100%、DNCがオフの状態を50%としてパーセンテージを計算しました。

最後のラボ訪問では、適応型HINT-Cテストを用いて、客観的な雑音下の聞き取りテストも行いました。補聴器には、DNC設定を「オフ」、「弱」、「中」、「強」それぞれに設定した4つの「騒音下でのことば」プログラムが設定されました。プログラムの順序がランダム化され、参加者には条件が分からないように設定しました。単語リストは異なるレベルで前方に設置されたスピーカーから提示され、一方でカフェテリアノイズは68 dBAのレベルで四隅に設置されたスピーカーから提示されました。補聴器の各プログラムごとにHINT-Cテストで正答率が50%になる場合のSN比を計算しました。

結果

研究およびその後の分析において、3つの外れ値が特定されました。そのうち2名の参加者は普段から補聴器を定期的に使っていないと報告し、1名の参加者は自宅試聴中にアプリを使用できなかったと回答しました。

この3つの外れ値を除外し、以下は残りの参加者15名に基づいた結果です。初回のラボ訪問におけるA/B比較では、特に「弱」と「強」を選ぶ際に参加者の回答が一貫していなかったため、結論を得ることができませんでした。その代わりに最後の訪問において、参加者のスマートフォンからキャプチャーされた画像を使用してスライダー位置の分散分析を行いました。これはA/B比較において好ましいプログラム（DNCオン対DNCオフ）のグループ間因子と、実際の設定においてスライダー位置の一貫性を確認するためです。

結果は有意であり（ $p=0.04$ ）、A/B比較で「オフ」または「好みが無い」を選択した参加者は、実際の設定でDNCがほぼオフの位置（スライダー位置：60%）を好ましいこと示しました。A/B比較でDNC「オン」を好んだ参加者は、スライダー位置を82%に設定すること（「中」に相当）を好みました。図1aおよび1bを参照ください。



図1a. DNC「オフ」（左の図）、DNC「弱」（中央の図）、DNC「中」（右の図）に対応することばの指向性のスライダーの位置を示しています。スライダーが50%にある「オフ」と比較すると、DNC「弱」ではスライダーが約60%、DNC「中」ではスライダーが約82%にあることが示されました。

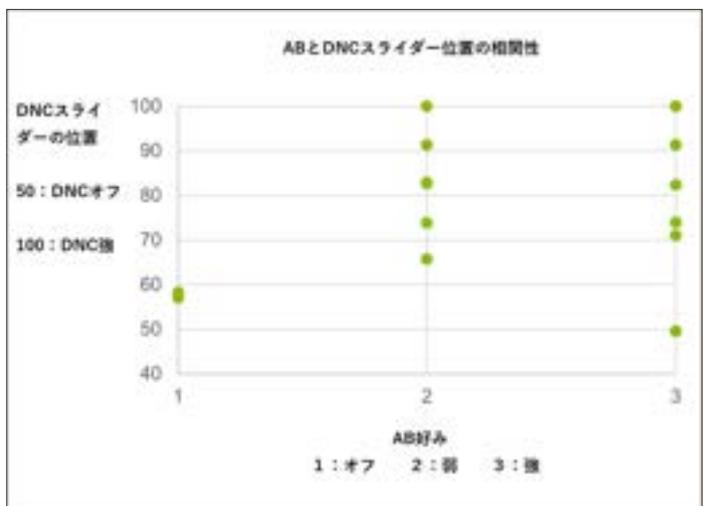


図1b. A/B比較でDNCオフを好んだ参加者（縦軸の1）はスライダーの位置を「弱」（60%未満）に設定している一方、DNCオンで「弱」または「強」を好んだ参加者（縦軸の2と3）のほとんどは自宅試聴中にスライダーを65%およびそれ以上に設定していました。

「マイフォナック アプリでことばの指向性のスライダーを調節できるのが好きですか？」という質問に対して、ほとんどの参加者（80%）が肯定的な回答をしました。さらに、参加者の73%が少なくとも週に数回以上、ノイズリダクションを調節するためにアプリを使用すると回答しました。アプリを気に入った参加者は、アプリが使いやすいことと、現在の環境に基づいて補聴器のプログラムを変更できることを好むと回答しました。3名の参加者（20%）はアプリでの調節を好まないと回答しました。そのうち1名の参加者は「自分の好みに合わせてプログラムを快適または普通に聞こえる音にすることができなかった」と報告し、他の2名の参加者は周囲の環境をより認識できるように周りのすべての音を聞きたいと報告しました。

これらの7名の参加者は、アンケートで「少し自信がある」または「非常に自信がある」と感じていると報告しました。評価スケールは1「非常に自信がない」～5「非常に自信がある」までです。以下図3を参照ください。

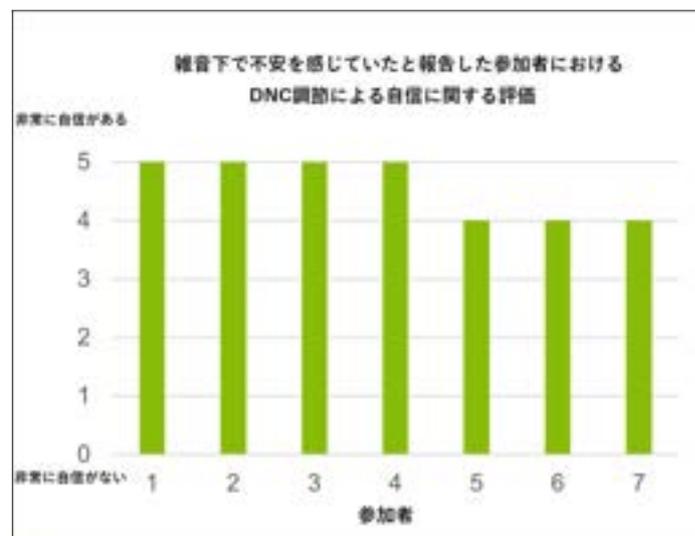


図3. この研究に参加する前に雑音下で不安を感じていたと報告した7名の参加者によるDNCの調節に関する自信の評価。評価スケールは、1=非常に自信がない、2=少し自信がない、3=自信が変わらなかった、4=少し自信がある、5=非常に自信がある。

不安と自信を評価するためのアンケート —DNCの使用により—

次の結果は、この研究に参加する前に雑音下で「少し不安」または「非常に不安」と報告した参加者7名に基づきます。そのうち6名の参加者はアプリの使用により雑音下での不安が軽減されたと報告しましたが、研究前に「少し不安」と感じていた1名の参加者はアプリの使用によって感じ方が変わらなかったと述べました。また、この参加者は「もっと使用してみないとどう感じるかわからない」と述べました。以下図2を参照ください。

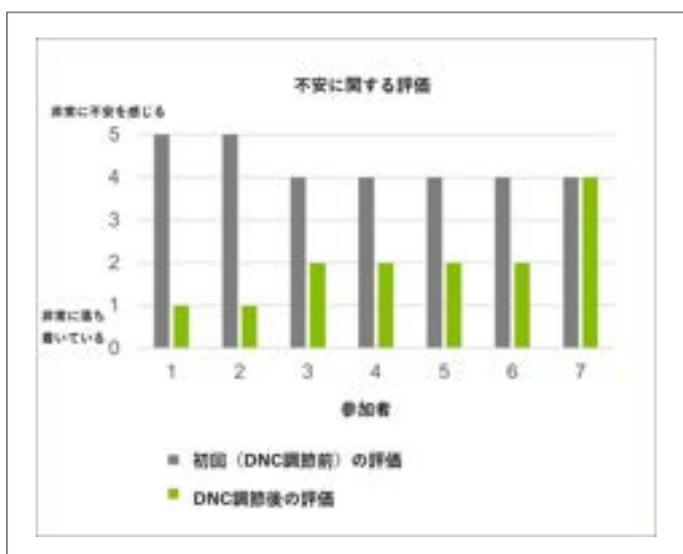


図2. DNC調節前と調節後の雑音に対する不安の評価。評価スケール：1は非常に落ち着いている/不安がかなり軽減された、2は少し落ち着いている/不安が少し軽減された、3は不安も落ち着きも感じない、4は少し不安を感じる/不安が少し増加された、5は非常に不安を感じる/不安がかなり増加された。

雑音下において落ち着いていると報告した2名の参加者は、アプリの使用により雑音下で「少し不安を感じる」と報告しました。1名の参加者はことばの指向性を調節しすぎると周囲の状況がわからなくなる」と述べ、もう1名の参加者は「後ろや周囲の人が話しているのが聞こえなくなると感じた」と述べました。雑音下で不安を感じていないと報告した1名の参加者は「アプリの使用が雑音下での感じ方に変化をもたらさなかったが、理解度と集中力が改善された」と述べました。

聴取努力に関する自己評価

参加者には二重課題テストの後に「聞きやすかったですか？」という質問に答え、各設定を0（全く聞きやすくない）から100（非常に聞きやすい）のスケールで評価しました。プログラムを共通因子とし、参加者を線形混合効果モデルを用いて解析を行ったところ、評価に有意な差が見られました。事後比較では、「オフ」と比較して「強」の評価が良好であった ($p < 0.05$) こと、「弱」と比較して「強」の評価が良好であった ($p < 0.01$) ことが明らかになりました。以下図4を参照ください。

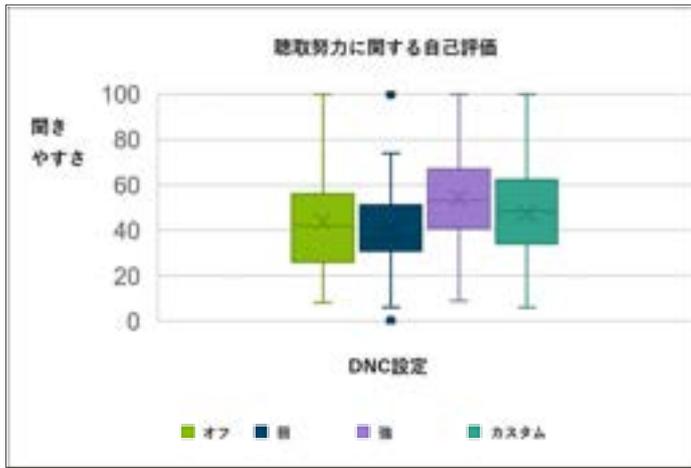


図4. 異なるDNCの設定における二重課題の聞きやすさに関する自己評価。評価スケール：0（全く聞きやすくない）から100（非常に聞きやすい）まで。線形混合効果モデルの解析により、「オフ」と「強」および「強」と「弱」の間に有意差が見られた。

雑音下でのことばの理解度

DNC設定「オフ」、「弱」、「中」、「強」の平均dB SN比は非常に似ていました。データ解析の結果、いずれのDNC設定にも有意差は見られませんでした ($p = 0.296$)。全てのSN比レベルは1.01から1.02の間でした。下記図5を参照ください。

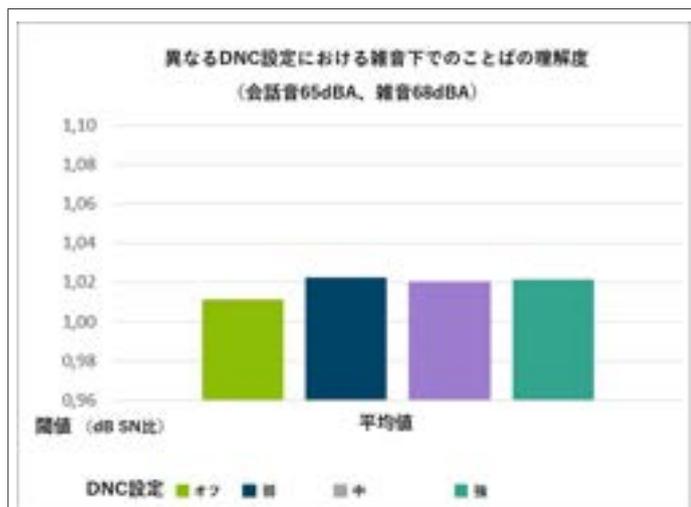


図5. DNCの強度を変更した場合のSN比の比較。

FDAのガイダンスに従い、0歳から9歳の子どもに対してDNCを「弱」に設定した場合のHINT-Cテストにおけるデータ推測を実施しました。結果は、低年齢の子どもが高年齢の子どもよりも成績が悪くなる可能性は低く、「弱」設定がことばの理解度に影響を与える可能性も低いことが示されました。これらの結果を踏まえると、0歳から18歳までの子どもに対してDNCを有効にし「弱」に設定した場合でも、雑音下でのことばの理解度に影響はないことが示唆されています。

タップコントロールの好み

参加者全員は、初回のトレーニング後またはラボでの簡単な再指導後、タップコントロール機能をうまく使用することができました。1名の参加者は自宅試聴においてタップコントロールやアプリ/電話を使用してストリーミングや通話を利用しなかったと報告しました。もう1名の参加者は「常にうまく動作するわけではなかったため、少し使いにくい」と報告しました。電話で操作する場合と比べて、参加者のほとんど（60%）はストリーミングのためにタップコントロールを使用することを好みました。一方、参加者の半数（53.3%）は電話を受ける際にタップコントロールを使用することを好みました。

結論

主な結果として、DNCを有効にすると主観的な聴取努力においてポジティブな効果が見られました。DNCの設定にかかわらずことばの理解度が維持されたことが重要な点となります。この研究の参加者全員は、DNCを調節するためにことばの指向性のスライダーを使用することができ、ほとんどの参加者が自分のノイズリダクション設定を個々に合わせて調節するオプションを好みました。アプリを使用する際、雑音で不安を感じると報告した参加者は不安が軽減され、自信を持てたと報告しました。これらの主な結果から、小児医療従事者は、全ての年齢の小児患者に対してDNCのデフォルト設定を「弱」にすることに自信を持てます。

さらに、参加者はタップコントロールの使用が簡単であると報告しました。ストリーミングや電話をかける際にタップコントロールまたは電話アプリのどちらを好むかにかかわらず、この機能は成人難聴者に限定されるべきではありません。

以上のことから、医療従事者は自信を持って難聴を抱えている青少年にDNCおよびタップコントロール機能を使用させられます。アプリおよびタップコントロール機能の追加使用について青少年と保護者の両方と話し合うことで、難聴を抱えている青少年をさらにサポートすることができるでしょう。

参考資料

Beck DL. Pediatric audiology and hearing in children: Interview with Jerry Northern PhD. <https://www.audiology.org/news/pediatric-audiology-and-hearing-children-interview-jerry-northern-phd>. July 25, 2014.

Bohnert, A., Gaxibegovic, D., Harmuth, C., Nelson, J., Schnittker, J., & Lässig, A. (2023, May 11-13). Benefits of myPhonak Junior for children (Conference Poster), 7th Phonak European Conference, Berlin, Germany. <https://www.phonak.com/evidence>

Health, C. for D. and R. (2024). Leveraging Existing Clinical Data for Extrapolation to Pediatric Uses of Medical Devices. [www.fda.gov](https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/leveraging-existing-clinical-data-extrapolation-pediatric-uses-medical-devices). <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/leveraging-existing-clinical-data-extrapolation-pediatric-uses-medical-devices>

McCreery, R. W., Venediktov, R. A., Coleman, J. J., & Leech, H. M. (2012). An evidence-based systematic review of amplitude compression in hearing aids for school-age children with hearing loss. *American journal of audiology*, 21(2), 269–294. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(2012/12-0013\)](https://doi.org/10.1044/1059-0889(2012/12-0013))

McCreery, R., Gustafson, S., & Stelmachowicz, P. (2010). Should Digital Noise Reduction be Activated in Pediatric Hearing Aid Fittings? *A Sound Foundation Through Early Amplification*, 153-165.

Picou, E. M., Charles, L. M., & Ricketts, T. A. (2017). Child-Adult Differences in Using Dual-Task Paradigms to Measure Listening Effort. *American journal of audiology*, 26(2), 143–154. https://doi.org/10.1044/2016_AJA-16-0059

Pittman A. (2011). Age-related benefits of digital noise reduction for short-term word learning in children with hearing loss. *Journal of speech, language, and hearing research : JSLHR*, 54(5), 1448–1463. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0341\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0341))

Standaert, L. (2021). Benefits of Remote Support and Remote Control app solutions for parents and children. *Phonak Field Study News*. <https://www.phonak.com/evidence>

Stelmachowicz, P., Lewis, D., Hoover, B., Nishi, K., McCreery, R., & Woods, W. (2010). Effects of digital noise reduction on speech perception for children with hearing loss. *Ear and hearing*, 31(3), 345–355. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181cda9ce>

Wolfe, J., Duke, M., Miller, S., Schafer, E., Jones, C., Rakita, L., Dunn, A., Browning, S., & Neumann, S. (2022). Evaluation of Potential Benefits and Limitations of Noise-Management Technologies for Children with Hearing Aids. *Journal of the American Academy of Audiology*, 33(2), 66–74. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1735802>

Wolfe, J., Duke, M., Schafer, E., Jones, C., & Rakita, L. (2017). Evaluation of Adaptive Noise Management Technologies for School-Age Children with Hearing Loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(5), 415–435. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16015>

The Bluetooth® word mark and logos are registered trademarks owned by Bluetooth SIG, Inc. and any use of such marks by Sonova AG is under license.

研究者

社外研究者



Erin Picouはヴァンダービルト大学 メディカルセンター 聴覚言語学科の准教授で、聴覚・感情知覚研究室 (HAPI) の責任者でもあります。特にことばの理解、聴取努力、感情知覚に焦点を当て様々な研究を行っています。現在 *American Journal of Audiology* の編集長を務めています。

社内研究者



Lisa Standaertは米国のイリノイ州 オーロラにあるフォナック聴覚研究センターの臨床コンプライアンス・マネージャーです。フォナック聴覚研究センターで行われている研究が、臨床試験に関する連邦規制に準拠していることを確認するほか、外部の小児および成人に関する研究も管理しています。



Jodie Nelson はスイスのフォナック本社を拠点とするフォナック小児聴覚グローバルマネージャーです。フォナックが聴力レベルや種類を問わずあらゆる難聴のこどもに最高品質の小児向け補聴器製品群を提供できるように努めています。彼女は常に「子どもはみな大切」をモットーとして働いています。彼女の知識はオーストラリアで小児オーディオロジストおよびクリニカルリーダーを務めた長年の臨床経験に基づくものです。