

Клинические испытания

Июль 2016



SoundRecover2

Лучшее восприятие высокочастотных звуков взрослыми с тяжелой/глубокой тугоухостью

Данное исследование выполнено в головном офисе Phonak в Штефе (Швейцария). Для сравнения SoundRecover и SoundRecover2 использовали пороги слышимости со слуховыми аппаратами и тест восприятия фонем. В работе приняли участие 28 взрослых с тяжелой/глубокой тугоухостью. У многих взрослых с тяжелой/глубокой тугоухостью SoundRecover позволяет добиться улучшения слышимости высоких частот, однако у людей с недостаточной сохранностью слуха у нижнего предела граничной частоты (1,5 кГц), приходится прибегать к переносу звуков в еще более низкочастотную область, чтобы расширить диапазон слышимых звуков. Согласно результатам настоящего исследования, SoundRecover2 в заушных CA Naída V улучшает обнаружение и распознавание глухих высокочастотных фонем у взрослых с тяжелой/глубокой тугоухостью. В частности, SoundRecover2 может помочь тем, у кого SoundRecover оказывался неэффективным.

Цель исследования

Целью настоящего исследования было сравнение эффективности нового алгоритма SoundRecover2 и первоначального SoundRecover у взрослых с тяжелой/глубокой высокочастотной тугоухостью, пользующихся заушными CA (BTE) Naída Venture.

Введение

Технологии частотного понижения, расширяющие диапазон восприятия пользователей слуховых аппаратов, появились на рынке около 10 лет назад. Phonak представил нелинейную частотную компрессию, SoundRecover, вместе с первыми CA Naída в 2007 г. Эта технология позволила восстанавливать слышимость высокочастотных звуков, недоступных при обычном звукоусилении. Преимущества SoundRecover были описаны McDermott (2010). Последующие исследования подтвердили улучшение обнаружения, различения и распознавания высокочастотных звуков взрослыми и детьми (Uys и соавт., 2015; Hopkins и соавт., 2015; Wolfe и соавт., 2010, 2011; Glista, Scollie, 2009; McCreery и соавт. 2014; Scollie и соавт., 2016).

У многих взрослых с тяжелой/глубокой тугоухостью SoundRecover позволяет добиться улучшения слышимости высоких частот, однако у людей с недостаточной сохранностью слуха у нижнего предела граничной частоты (1,5 кГц), приходится прибегать к переносу звуков в еще более низкочастотную область, чтобы расширить диапазон слышимых звуков. Снижение граничной частоты ниже 1,5 кГц чревато риском попадания сжатого звука в частотный диапазон, где присутствуют гласные. Новый алгоритм SoundRecover2 направлен на восстановление слышимости высокочастотных звуков без изменения низкочастотных структур, важных для хорошего качества звучания. SoundRecover2 сохранил основные черты SoundRecover, дополнив их адаптивным алгоритмом и более низкой граничной частотой, что позволило использовать его у людей с более тяжелыми степенями тугоухости.

В данной работе изучается вопрос о возможности улучшения обнаружения и распознавания глухих высокочастотных фонем посредством SoundRecover2 в BTE Naída V у взрослых с глубокой/тяжелой высокочастотной тугоухостью. Ожидается, что люди, нуждающиеся в более низкой граничной частоте, чем в первоначальном SoundRecover, получат больше преимуществ, пользуясь SoundRecover2.

PHONAK
life is on

Методика

Исследование представляло собой слепое объективное измерение порогов слышимости с СА (АТ) и выполнение теста восприятия фонем (PPT). Кроме того, испытуемые носили СА Naída V дома и в перерывах между обследованиями. Результаты подвергались дисперсионному анализу (ANOVA) с повторными измерениями.

Участники исследования

В работе приняли участие 27 взрослых с тяжелой/глубокой тугоухостью. Усредненная аудиограмма соответствовала симметричной нисходящей (от умеренной до глубокой) тугоухости (рис. 1).

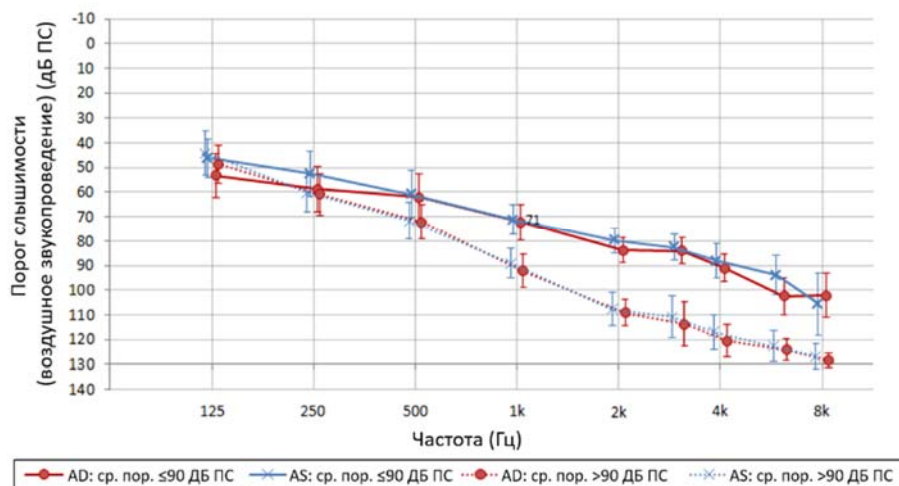


Рис. 1: Усредненные аудиограммы, сгруппированные по степени тугоухости (ср. пороги по 6 частотам): у 16 испытуемых ≤ 90 дБ ПС, у 11 испытуемых > 90 дБ ПС.

При расчете средних порогов (по воздуху) на частотах 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц были сформированы 2 группы испытуемых. У 16 испытуемых средние тональные пороги по 6 частотам не превышали 90 дБ ПС (6F AHL ≤ 90 дБ ПС), а у остальных 11 испытуемых средние тональные пороги по 6 частотам превышали 90 дБ ПС (6F AHL > 90 дБ ПС). Эти две группы аудиограмм приведены на рис. 1.

Пороги со слуховыми аппаратами

Пороги с СА измеряли в свободном поле с помощью модулированных тонов в диапазоне от 250 Гц до 8 кГц. Стимулы предъявляли через динамик, расположенный под углом 0° на расстоянии 1 м. Порог определяли по восходящей методике. Измерения успешно выполнены у 10 из 11 испытуемых с 6F AHL > 90 дБ ПС и у 14 из 16 испытуемых с 6F AHL ≤ 90 дБ ПС.

Обнаружение и распознавание высокочастотных согласных

Тест восприятия фонем – независимый от языка речевой тест, созданный для исследования высокочастотного слуха (Boretzki и соавт., 2011; Schmitt и соавт., 2016). PPT состоит из 3 подтестов – обнаружение, различение и распознавание. В настоящем исследовании использовали подтесты обнаружения и распознавания.

Тест обнаружения представляет собой пороговую методику, подобную аудиометрии в свободном поле. В тесте распознавания оценивается способность испытуемого узнавать различные высокочастотные речевые звуки, например, /ш/ или /с/ в закрытом выборе. В обоих подтестах использовали два варианта звука /ш/ – с максимумом на 3 и 5 кГц (ш3, аша3, ш5, аша5), и два варианта звука /с/ – с максимумами на 6 и 9 кГц (с6, аса6, с9, аса9). Все звуки предъявляли под углом 0° с расстояния 0,8 м. PPT завершили 8 испытуемых с 6F AHL > 90 дБ ПС и 12 испытуемых с 6F AHL ≤ 90 дБ ПС.

Слуховые аппараты

Каждому испытуемому были бинаурально настроены СА Phonak Naída V90-SP/UP и Q90-SP/UP, снабженные индивидуальными вкладышами со стандартным звуководом. Выбор СА SuperPower (SP) или UltraPower (UP) основывался на конкретной аудиограмме. СА программировались с помощью программы настройки Phonak Target 4.3 по формуле Adaptive Phonak Digital (APD). Активировали все исходные функции и настройки. По умолчанию была включена частотная компрессия.

Результаты

Пороги со слуховыми аппаратами

Результаты измерения порогов со слуховыми аппаратами (АТ) представлены на рис. 2 и 3. На рис. 2 показаны пороги с СА для 14 испытуемых с 6F AHL<90 дБ ПС. В СА Naída V измеряли АТ для обоих алгоритмов. Это было сделано для того, чтобы алгоритм частотной компрессии был единственным различием между измерениями. Сравнение АТ для двух алгоритмов частотной компрессии (красная и зеленая линии на рис. 2) показывает, что небольшие различия наблюдаются лишь на частотах выше 1,5 кГц, где действует частотная компрессия. Второе сравнение проводили для одного и того же алгоритма (SoundRecover), но с двумя разными СА – Naída Q (серая линия) и Naída V (красная линия). На этот раз пороги более схожи, чем в первом сравнении. В целом, эти результаты свидетельствуют о том, что АТ больше зависят от используемого алгоритма, а не от слухового аппарата. Поэтому было решено ограничиться сравнением алгоритмов на примере СА Naída V.

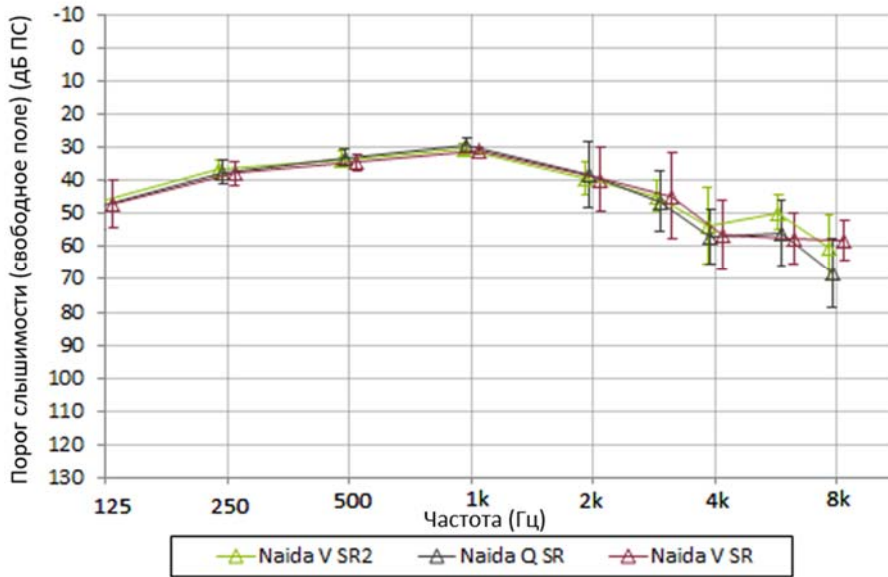


Рис. 2: Пороги с СА для 14 испытуемых с 6F AHL<90 дБ ПС. Представлены пороги для SoundRecover в Naída Q/Naída V и для SoundRecover2 в Naída V.

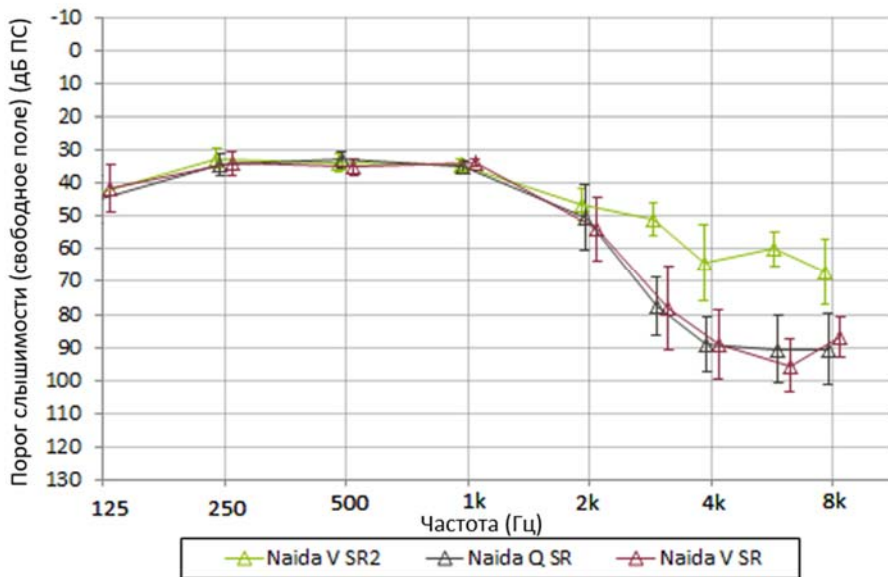


Рис. 3: Пороги с СА для 10 испытуемых с 6F AHL >90 дБ ПС. Представлены пороги для SoundRecover в Naída Q/Naída V и для SoundRecover2 в Naída V.

Как уже отмечалось, на рис. 2 представлены АТ для испытуемых с 6F AHL<90 дБ ПС. У них средние пороги слышимости на частоте 2 кГц (вблизи граничной частоты 1,5 кГц) составляли около 80 дБ ПС (рис. 1). На рис. 3 представлены пороги с СА для 10 испытуемых с 6F AHL >90 дБ ПС, у которых средние пороги слышимости на частоте 2 кГц составляли 110 дБ ПС (рис. 1). Представляется, что в первом случае алгоритм, использующий граничную частоту

1,5 кГц, обладает достаточной эффективностью, тогда как во втором случае частота 1,5 кГц оказывается слишком высокой.

Если это так, перенос частот в более низкочастотную область может расширить диапазон воспринимаемых частот у этих пациентов. Иными словами, если пороги слышимости на частоте 2 кГц составляют около 110 дБ ПС, пороги со слуховыми аппаратами будут лучше с SoundRecover2 (т.е. при более низкой граничной частоте).

Результаты, полученные у испытуемых с 6F AHL >90 дБ ПС, подтверждают улучшение высокочастотных порогов слышимости (2-8 кГц) для SoundRecover2 по сравнению с SoundRecover. Улучшение в этом частотном диапазоне достигает 10-20 дБ. В то же время, пороги с СА для низко- и среднечастотных модулированных тонов (250-1000 Гц) не меняются. Поэтому мы ожидаем, что пороги обнаружения высокочастотных согласных (при проведении PPT с SoundRecover2) улучшатся у испытуемых с 6F AHL >90 дБ ПС и не изменятся (по сравнению с традиционным SoundRecover) у людей с 6F AHL ≤90 дБ ПС. У всех испытуемых не ожидается изменений восприятия согласных и гласных при преобладании низко- и среднечастотной звуковой энергии.

Обнаружение и распознавание высокочастотных согласных

Результаты теста восприятия фонем (PPT) указывают на улучшение порогов только у испытуемых с 6F AHL >90 дБ ПС при использовании SoundRecover2 по сравнению с SoundRecover. В тесте обнаружения SoundRecover2 характеризовался лучшими порогами обнаружения ш5 и с6 ($p < 0,001$), а также с9 ($P = 0,01$). Как следует из рис. 4, снижение порогов обнаружения достигало 10-20 дБ.

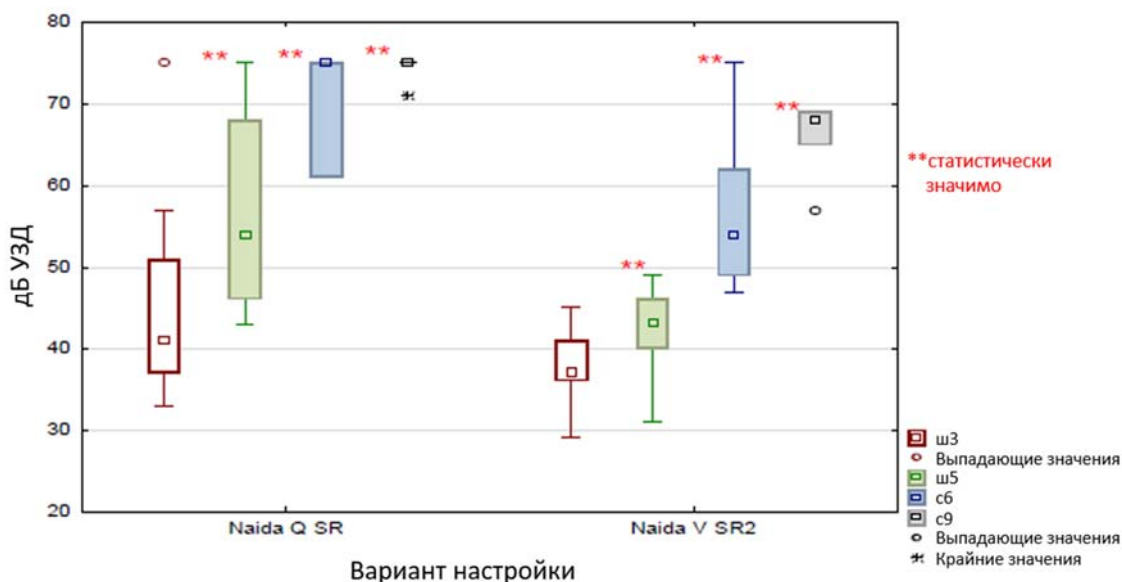


Рис. 4: Пороги обнаружения, измеренные у 8 испытуемых с 6F AHL >90 дБ ПС в СА Naída Q (SoundRecover) и Naída V (SoundRecover2).

В тесте распознавания лучшие пороги распознавания аша5 для SoundRecover2 получены только у испытуемых с 6F AHL >90 дБ ПС. Различия достигали уровня статистической значимости ($p < 0,001$). Как следует из рис. 5, диапазон разброса порогов был уже для SoundRecover2. Снижение порогов составляло около 20 дБ.

Отмеченные преимущества SoundRecover2 подкрепляются опытом использованием аппаратов в реальной обстановке. Многие участники исследования носили Naída V с технологией SoundRecover2 дома. Их субъективные впечатления подтверждают, что лучшая слышимость высокочастотных звуков является преимуществом в повседневной жизни. Вот некоторые примеры их высказываний:

“Теперь я слышу птиц и шорохи в лесу. Это прекрасно, потому что в предыдущих аппаратах я их не слышал.”

“Я всегда слышала фонтан в приемной. Но теперь я понимаю, что это именно фонтан.”

“Теперь я слышу разговаривающих за моей спиной людей, даже если они довольно далеко.”

“Я слышу тиканье часов. С прежними аппаратами я не мог этого слышать.”

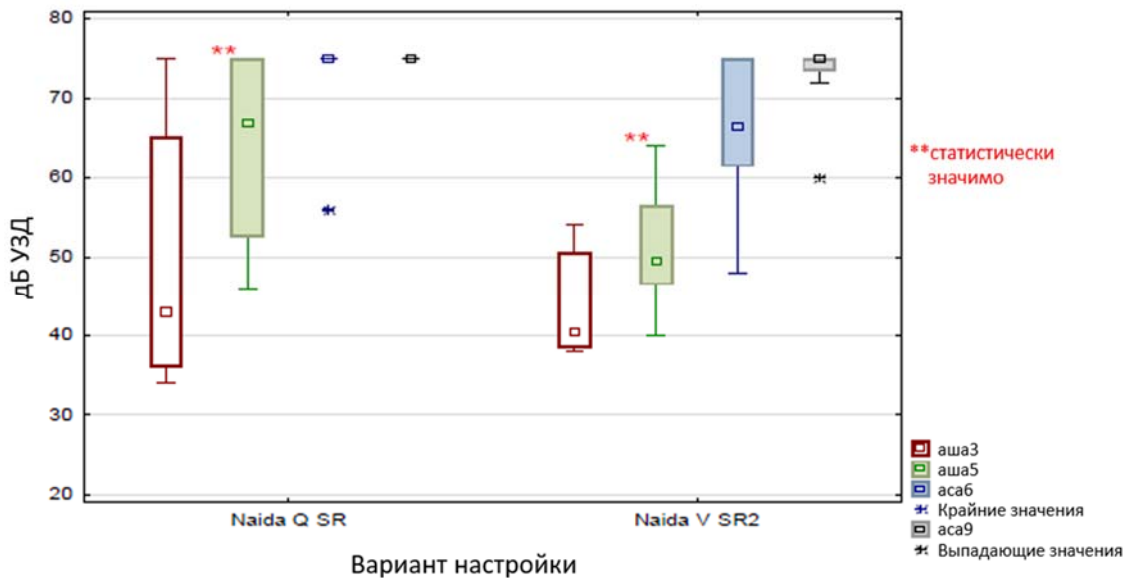


Рис. 5: Пороги распознавания, измеренные у 8 испытуемых с 6F AHL >90 дБ ПС в СА Naída Q (SoundRecover) и Naída V (SoundRecover2).

Заключение

Можно утверждать, что у людей с 6F AHL >90 дБ ПС и средними порогами на 2 кГц около 110 дБ ПС перенос частот в более низкочастотную область посредством SoundRecover2 приводит к расширению диапазона слышимости, значительно улучшая слышимость высокочастотных звуков.

Измерение порогов со слуховыми аппаратами хорошо согласуется с результатами PPT. У людей с 6F AHL ≤ 90 дБ ПС достаточное улучшение слышимости высокочастотных звуков достигалось с помощью SoundRecover и не улучшалось дополнительно при использовании SoundRecover2. Это подтверждается результатами PPT – значимых различий обнаружения и распознавания не выявлено.

Результаты свидетельствуют, что SoundRecover2 в заушных СА Naída V улучшает обнаружение и распознавание глухих высокочастотных фонем взрослыми с тяжелой/глубокой тугоухостью. В частности, люди с узким диапазоном остаточного слуха могут воспользоваться преимуществами частотной компрессии, обеспечиваемой SoundRecover2.

Литература

- Boretzki M, Schmitt N, Kegel A, Krueger H, Rehmann J, Eichhorn F, Meisenbacher K, Raether J. (2011) Future Directions in Evaluating Frequency Compression. In: A Sound Foundation Through Early Amplification. Proceedings of the International Pediatric Audiology Conference. November 8-10, 2010, Chicago, USA, 201-203.
- Glista, D., and S. Scollie. (2009) Modified Verification Approaches for Frequency Lowering Devices. In Audiology Online. Vol. November. 1-11.
- Hopkins K, Khanom M, Dickinson AM, Munro KJ (2014) Benefit from non-linear frequency compression hearing aids in a clinical setting: The effects of duration of experience and severity of high-frequency hearing loss. International Journal of Audiology 53: 219-228.
- McCreery, R.W., J. Alexander, M.A. Brennan, B. Hoover, J. Kopun, and P.G. Stelmachowicz. (2014) The influence of audibility on speech recognition with nonlinear frequency compression for children and adults with hearing loss Ear and Hearing. 35(4):440-447
- McDermott, H. (2010). SoundRecover - The importance of wide perceptual bandwidth. Phonak Background Story.
- Rehmann, J., Allegro Baumann, S., Siddhartha Jha, S., (2016) SoundRecover2 – the first adaptive frequency compression algorithm: More audibility of high-frequency sounds. Phonak Insight.
- Schmitt, N., Winkler, A., Boretzki, M., Holube, I. (2015). A phoneme perception test method for high-frequency hearing aid fitting. Journal of the American Academy of Audiology.
- Scollie, S., D. Glista, J. Seto, A. Dunn, B. Schuett, M. Hawkins, N. Pourmand, and V. Parsa. (2016) Fitting frequency-lowering

signal processing applying the AAA Pediatric Amplification Guideline: Updates and protocols. Journal of the American Academy of Audiology, 27(3):219-236

International Journal of Audiology.

Wolfe, J., Duke, M., Schafer, E., Rehmann, J., Jha, S., John, A., Jones, C. (2016). Preliminary evaluation of a novel non-linear frequency compression scheme for use in children. Submitted to International Journal of Audiology.

Wolfe J, John A, Schafer E, Nyffeler M, Boretzki M, et al. (2010)

Uys, M and Latzel, M (2015), Long-Term Effects of Non-Linear Frequency Compression on Performance of Music and Speech Perception. Commun Disord Deaf Stud & Hearing Aids, 3:3.

Wolfe, J., Duke, M., Schafer, E., Rehmann, J., Jha, S., John, A., Jones, C. (2016). Preliminary evaluation of a novel non-linear frequency compression scheme for use in children. Submitted to

Evaluation of nonlinear frequency compression for school-age children with moderate to moderately severe hearing loss. Journal of the American Academy of Audiology 21: 618-628.

Wolfe J, John A, Schafer E, Nyffeler M, Boretzki M, et al. (2011) Long term effects of non-linear frequency compression for children with moderate hearing loss. International Journal of Audiology 50: 396- 404.

Авторы и исследователи



Bernadette Fulton получила степень бакалавра лингвистики в Университете Монаша (Австралия), а затем обучалась по специальности "клиническая аудиология" в Мельбурнском Университете (Австралия). Обладает большим опытом работы в частных и государственных клиниках, включая слуховую реабилитацию, подбор и настройку слуховых аппаратов и аудиологическую диагностику. В 2004 г. Бернадет начала работать в компании Dynaptic Hearing (Мельбурн), занимающейся технологиями цифровых сигнальных процессоров. Позже перешла в компанию Bernafon AG (Швейцария), где возглавляла международную группу аудиологов, занимающихся исследованиями и разработками. С 2015 г. работает менеджером аудиологии в рабочей группе по реабилитации взрослых с тяжелым/глубоким нарушением слуха в Phonak Communications (Муртен).



Simone Ebbing закончила обучение по специальности "акустик по слуховым аппаратам" в 2007 г. В 2010 г. она получила степень бакалавра по Hörsakistik в Университете прикладных наук Любека. В том же году Симона начала работать в Phonak AG и в настоящее время возглавляет отдел валидации.



Timo Boeld обучался по специальности "коррекция нарушений слуха" с 2005 по 2008 гг. С 2008 г. обучался по специальности "технология коррекции слуха и аудиология" в Университете Jade (Ольденбург), который окончил в 2011 г. со степенью бакалавра инженерии. С 2011 г. работал аудиологом-исследователем в научно-технологическом отделе Phonak AG, а с 2014 г. работает менеджером отдела валидации.