

White Paper

La preferenza sonora come dimensione misurabile nel fitting audioprotesico: evidenze dal confronto tra elaborazione nel dominio del tempo e dominio della frequenza

By Laura Winther Balling, Ph.D., Niels Sogaard Jensen, M.Sc., Michael Nielsen, B.Sc. Sebastian Best, Dipl.-Ing., Dina Lelic, Ph.D., Frédéric Marmel, Ph.D., and Gitte Englund, Ph.D.

ABSTRACT

È un'esperienza clinica comune osservare che, per alcuni portatori di apparecchi acustici, un certo tipo di elaborazione del suono non risulta del tutto adeguato, mentre un altro viene percepito come nettamente migliore. Tuttavia, il lavoro sistematico sulle preferenze sonore non rientra ancora nella pratica clinica standard.

Questo white paper presenta due studi che analizzano le preferenze degli ascoltatori per due distinti design sonori: un approccio nel dominio del tempo (Widex) e un approccio nel dominio della frequenza (Signia). In uno studio online su larga scala (n=248) e in uno studio "guided walk" in condizioni reali (n=28), fino al 40% dei partecipanti ha mostrato una preferenza forte e coerente per uno dei due design di elaborazione.

Questi dati indicano che la preferenza sonora rappresenta un aspetto significativo e clinicamente rilevante dell'esperienza con l'apparecchio acustico. Le preferenze non sono risultate prevedibili sulla base di fattori demografici o dello stile di vita, ma si configurano come un fenomeno ricco di sfumature e personale, che idealmente richiede l'esperienza diretta dei suoni in ambienti differenti.

Risultati principali

- Fino al 40% degli ascoltatori mostra una forte preferenza per uno specifico approccio di elaborazione del segnale, con proporzioni simili tra chi preferisce il dominio del tempo e chi preferisce il dominio della frequenza.
- All'interno dei gruppi di ascoltatori che manifestano preferenze specifiche, le motivazioni di tali preferenze risultano personali e ricche di sfumature.
- I fattori demografici e legati allo stile di vita non predicono la preferenza sonora.

Implicazioni cliniche

- Le difficoltà di acclimatamento a nuovi apparecchi acustici potrebbero ridursi se la preferenza sonora individuale venisse considerata durante la selezione e il fitting del dispositivo.
- La preferenza sonora può contribuire a spiegare la variabilità nella soddisfazione d'uso tra pazienti con profili audiometrici simili.
- Confronti di ascolto strutturati tra differenti design sonori possono aiutare gli audiologi a valutare la preferenza sonora come parte del processo di fitting, supportando un approccio più personalizzato e centrato sul paziente.

Introduzione

In audiologia clinica, il successo consiste nel fare in modo che la vita possa essere ascoltata: poter partecipare alle conversazioni, comprendere le parole, godere della musica e riconoscere gli ambienti sonori. Nella pratica clinica standard, questo si traduce nell'obiettivo di consentire al paziente di adattarsi in modo fluido e senza sforzo agli apparecchi acustici. Se il criterio di successo è chiaro, altrettanto chiara è una verità clinica fondamentale: non esiste un unico marchio di apparecchi acustici in grado di raggiungere questi obiettivi per tutte le persone. Un buon ascolto si ottiene in modi diversi per persone diverse.

Gli audioprotesisti lo sanno bene: bastano pochi anni di esperienza per osservare che, per alcuni pazienti, un determinato apparecchio può risultare semplicemente sbagliato, mentre un altro può essere esattamente quello giusto. Un tipo di elaborazione sonora può essere percepito come sgradevole o innaturale, mentre un altro consente al portatore di rilassarsi nell'ascolto. Questa variabilità è ampiamente riconosciuta nella pratica clinica: in un sondaggio del maggio 2025 condotto su 150 professionisti dell'udito in Germania e negli Stati Uniti, l'85% degli intervistati ha concordato sul fatto che nessuna singola piattaforma audioprotesica possa essere adatta a tutti.

Una possibile spiegazione di questa osservazione clinica risiede nei diversi approcci fondamentali di elaborazione del segnale adottati dagli apparecchi acustici moderni. Un elemento centrale è rappresentato dalla scelta del banco di filtri, che definisce il campo d'azione per tutta l'elaborazione successiva. È importante sottolineare che questa scelta implica anche una decisione sul compromesso inevitabile tra risoluzione in frequenza e risoluzione temporale: filtri più ampi in frequenza comportano necessariamente un minor ritardo di elaborazione, mentre filtri più stretti generano sempre un ritardo maggiore.

I banchi di filtri nel dominio del tempo utilizzano ampiezze di filtro variabili per mantenere basso il tempo medio di elaborazione, con bande più larghe nelle alte frequenze; al contrario, i banchi di filtri nel dominio della frequenza impiegano la stessa larghezza di filtro su tutto lo spettro, applicando in parallelo numerosi filtri ad alta risoluzione. L'elaborazione nel dominio della frequenza è ampiamente diffusa negli apparecchi acustici contemporanei per la sua potenza elaborativa. L'elaborazione nel dominio del tempo, invece, presenta il vantaggio di preservare la naturalezza, poiché imita la natura logaritmica dei filtri cocleari e mantiene basso il ritardo di elaborazione del segnale.

La natura fondante di queste differenze rende rilevante indagare se gli ascoltatori rispondano in modo sistematico a tali diversità. Questo white paper affronta questa domanda analizzando le preferenze degli utenti rispetto a differenti design sonori, confrontando l'elaborazione Widex nel dominio del tempo con quella Signia nel dominio della frequenza.

Un punto di partenza evidente è costituito dai profili complementari dei due design sonori. L'elaborazione Signia nel dominio della frequenza è nota per le sue soluzioni innovative per le conversazioni tra più interlocutori in rumore (Folkeard et al., 2024; Jensen et al., 2023) e per l'elaborazione della propria voce (Powers et al., 2018a; Powers et al., 2018b), consentendo ai portatori di partecipare alle conversazioni con minore sforzo. L'elaborazione Widex nel dominio del tempo si concentra invece su una chiarezza naturale, imitando i meccanismi dell'orecchio (Balling et al., 2022) e bilanciando l'attenzione al parlato con la consapevolezza dell'ambiente circostante (Balling et al., 2025). Sulla base di questo, si potrebbe essere tentati di concludere che il filtraggio nel dominio della frequenza di Signia debba essere prescritto agli utenti attivi che danno valore alla conversazione in rumore, mentre gli utenti che apprezzano un suono naturale dovrebbero essere adattati con il filtraggio nel dominio del tempo di Widex. Tuttavia, la preferenza sonora nella vita reale è una questione complessa e personale, che può superare queste categorizzazioni.

Esiste una vasta letteratura sulle prestazioni e sulle preferenze rispetto a singole caratteristiche degli apparecchi acustici, in funzione di specifiche caratteristiche del portatore, ma questa ricerca in genere non si esprime direttamente sull'effetto fondante delle differenze tra banchi di filtri. I risultati comprendono, tra l'altro, l'osservazione che le impostazioni della velocità di compressione dovrebbero dipendere dalla capacità di memoria di lavoro (per una rassegna di questa letteratura, si veda Windle et al., 2023); che la preferenza per (Lelic et al., 2022a) e la sensibilità a (Stiefenhofer, 2022) ritardi di elaborazione più brevi dipendono dalla perdita uditiva e dalla capacità di discriminazione del ripple spettrale (Súsonnuddóttir et al., 2024); e che la preferenza per il numero di canali e per il tipo di amplificazione nell'ascolto della musica è influenzata dalle capacità di risoluzione in frequenza degli ascoltatori (Croghan et al., 2014). Questa linea di ricerca comprende anche numerosi tentativi di comprendere la variabilità delle preferenze individuali per la riduzione del rumore (Houben et al., 2023; Kubiak et al., 2022; Neher & Wagener, 2016; Völker et al., 2018).

Oltre a queste ricerche su singole funzioni, una linea di studio importante riguarda la categorizzazione dei portatori di apparecchi acustici in gruppi distinti tramite profilazione audiologica (Cherri et al., 2024; Saak et al., 2022; Sanchez-Lopez et al., 2020; Sanchez-Lopez et al., 2021). Una sfida fondamentale della profilazione audiologica è che una profilazione efficace richiede: (1) una batteria di test gestibile che consenta la previsione di (2) un numero limitato di profili distinti, oltre a (3) trattamenti specifici e ben definiti per ciascun gruppo, che mostrino un tasso di successo superiore alla media. Finora, sebbene singoli studi abbiano fornito risultati rilevanti, si può affermare che nessun quadro coerente di profilazione audiologica al di là del solo audiogramma tonale abbia ottenuto un consenso generale.

Mentre la ricerca sui profili audiologici si concentra soprattutto sul fitting appropriato e sulla regolazione fine di un determinato set di apparecchi acustici, un'altra linea di ricerca si focalizza maggiormente sul gusto degli ascoltatori rispetto all'elaborazione sonora e, in questo senso, si avvicina probabilmente di più alla scelta tra due distinti design di elaborazione sonora negli apparecchi acustici. Questo include il lavoro di Schoeffler e Herre (2013), che hanno rilevato come alcuni ascoltatori siano maggiormente attenti al contenuto di ciò che stanno ascoltando, mentre per altri la qualità audio sia l'aspetto cruciale. In quella ricerca l'oggetto è la musica, ma è probabile che qualcosa di simile valga anche per il parlato: per alcuni ascoltatori, la focalizzazione sul contenuto del discorso può essere sufficiente a giustificare un'elaborazione più aggressiva, mentre per altri la conseguente innaturalità può rendere il segnale vocale più difficile da comprendere (Neher & Wagener, 2016).

Alcuni di questi aspetti possono aiutare il professionista dell'udito a scegliere l'apparecchio più adatto per un determinato individuo, ma comprendere fino in fondo la preferenza sonora resta una sfida, perché si tratta di un'esperienza complessa e profondamente personale, difficilmente spiegabile soprattutto sulla base di singole caratteristiche. Una comprensione completa della preferenza sonora richiede di considerare molti fattori differenti e le loro interazioni, inclusi gli aspetti dell'elaborazione audioprotesica, le caratteristiche del portatore e gli ambienti di ascolto. Gli studi presentati in questo white paper rappresentano l'inizio di una linea di ricerca che affronta proprio questa pluralità di aspetti e le loro interazioni.

Un obiettivo centrale di questa linea di ricerca è andare oltre un approccio clinico focalizzato sull'udibilità o sulla performance in test specifici, generalmente legati all'intelligibilità del parlato. Sebbene la maggior parte degli apparecchi acustici premium, se ben adattati, garantisca udibilità e intelligibilità nella maggior parte delle situazioni, questo non significa necessariamente che ogni utente sia soddisfatto o che tutti i suoi bisogni trovino risposta. Udibilità e intelligibilità devono quindi rappresentare il punto di partenza, al quale si devono aggiungere almeno altre due considerazioni. La prima è che alcune funzionalità specifiche possono risultare particolarmente rilevanti in determinate situazioni o per determinati portatori, come il focus di Signia sulla conversazione tra più interlocutori o l'elaborazione Widex ZeroDelay nelle ipoacusie da lievi a moderate. La seconda, altrettanto importante, è che la preferenza sonora del paziente dovrebbe idealmente essere presa in considerazione prima della scelta dell'apparecchio acustico, così che l'acclimatamento riguardi il tornare a sentire e non l'adattarsi a una qualità sonora non gradita.

I due studi presentati analizzano l'esperienza degli ascoltatori con due distinti approcci di elaborazione del segnale negli apparecchi acustici, oltre alle loro preferenze e priorità. Il primo è uno studio online su larga scala, in cui partecipanti appartenenti al target degli utilizzatori di apparecchi acustici hanno ascoltato in cuffia registrazioni realizzate con due diversi tipi di elaborazione. Questo

consente di valutare rapidamente le preferenze di un ampio numero di ascoltatori. Tuttavia, l'ascolto in cuffia non rappresenta pienamente l'esperienza reale di indossare apparecchi acustici; per questo motivo, il secondo studio ha adottato una metodologia guided walk, nella quale utilizzatori esperti hanno confrontato i due apparecchi in una serie di situazioni reali rappresentative. Il guided walk offre il vantaggio di combinare un elevato grado di validità, perché si svolge in contesti reali, mantenendo al tempo stesso una maggiore omogeneità tra le scene valutate rispetto a una prova domiciliare dei dispositivi.

Nel loro insieme, i due studi affrontano le seguenti ipotesi:

- 1. Gli ascoltatori presentano preferenze distinte e sistematiche quando scelgono tra diversi design di elaborazione sonora.** Sebbene esista probabilmente una fascia intermedia di persone che potrebbe trovarsi bene con entrambi i design sonori, ipotizziamo che vi sia anche un gruppo consistente di ascoltatori con una forte preferenza per uno dei due, e che quindi potrebbe vivere un'esperienza audioprotesica decisamente migliore se adattato con quel determinato design sonoro.
- 2. Gli ascoltatori preferiscono suoni diversi per ragioni diverse.** Questa ipotesi viene indagata chiedendo ai partecipanti le motivazioni alla base della loro preferenza, attraverso metodi sia quantitativi (domande chiuse) sia qualitativi (domande aperte).
- 3. I dati demografici, i bisogni uditivi e lo stile di vita uditivo possono predire la preferenza.** Questo aspetto viene valutato mediante questionari standardizzati e domande personalizzate.

Studio 1 Metodo: Ascolto di registrazioni

Partecipanti

I partecipanti sono stati reclutati tramite la piattaforma Prolific (<https://www.prolific.com/>). Prima di accedere allo studio principale, dovevano completare il test di screening uditivo ShoeBox Online (<https://www.shoebbox.md/products/shoebbox-online/>). I soggetti i cui risultati indicavano un udito normale sono stati esclusi dalla partecipazione. Per garantire la qualità dei dati in uno studio online, nel quale non è possibile controllare quanto i partecipanti siano concentrati durante l'esecuzione dei compiti richiesti, sono stati inseriti quattro controlli di attenzione nel corso delle prove di ascolto e dei questionari. Anche i partecipanti che non hanno superato questi controlli sono stati esclusi dallo studio.

In totale, 248 partecipanti hanno completato con successo lo studio. L'età media era di 63 anni (intervallo: 50-79 anni; deviazione standard, SD: 7 anni), con una distribuzione di genere quasi equilibrata: 125 donne e 123 uomini. Secondo i risultati di un test uditivo di cinque minuti basato su questionario, incluso nella batteria di test (Kochkin & Bentler, 2010; Koike et al., 1994), il 3% dei partecipanti presentava una perdita uditiva molto lieve, il 20% una perdita uditiva da lieve a moderata, il 31% una perdita

uditiva moderata, il 25% una perdita uditiva da moderata a severa e il 21% una perdita uditiva da severa a profonda. Alla domanda relativa all'uso degli apparecchi acustici, il 58% dei partecipanti ha dichiarato di non averli mai utilizzati.

Al contrario, il 18% ha indicato di utilizzare regolarmente apparecchi acustici. I restanti partecipanti avevano o valutato questa possibilità ma deciso di non acquistare, oppure restituito gli apparecchi dopo un periodo di prova, oppure ancora li avevano posseduti ma li utilizzavano solo occasionalmente o non li utilizzavano affatto.

Apparecchi acustici, fitting e registrazioni

Gli studi hanno valutato la preferenza degli ascoltatori per diversi design di elaborazione sonora. L'elaborazione nel dominio del tempo era rappresentata da Widex Allure RIC, mentre quella nel dominio della frequenza da Signia Integrated Xperience (IX) Pure C&G. Per le registrazioni, i dispositivi sono stati adattati su un manichino KEMAR utilizzando ricevitori M ed eartip Instant Sleeve Vented, e programmati su una perdita uditiva N3 (Bisgaard et al., 2010). Il fitting è stato eseguito utilizzando i rispettivi razionali proprietari, seguendo un flusso di fitting standard con impostazioni per utenti esperti.

Audio Lab di Lynge, in Danimarca, e il Wonderful Sound Lab di Erlangen, in Germania. Lo Spatial Audio Lab è composto da un array sferico di 45 altoparlanti che utilizza codifica e decodifica Ambisonics di quarto ordine per ricreare in modo altamente realistico una varietà di scenari del mondo reale. Il Wonderful Sound Lab utilizza un array integrato di 45 altoparlanti e 24 microfoni direzionali per offrire una varietà di scene acustiche virtuali con riverbero aumentato in tempo reale. Nei due laboratori vengono utilizzate librerie sonore differenti, per cui il laboratorio scelto per una determinata registrazione dipendeva dalla scena selezionata.

La Tabella 1 fornisce una panoramica delle scene sonore registrate. Dopo la registrazione, i file audio sono stati sottoposti a post-processing per ottimizzarli all'ascolto in cuffia, compensando la doppia risonanza del condotto uditivo dovuta al fatto che il suono era stato registrato a livello del timpano e successivamente ascoltato tramite cuffie, e regolando il guadagno in modo da ottenere un livello di ascolto appropriato nell'esperimento online. Le

registrazioni erano equivalenti in termini di livello sonoro complessivo, così da garantire che eventuali differenze di loudness non influenzassero le differenze di preferenza.

Scene registrate per lo Studio 1

1. Musica pop strumentale
2. Ristorante lontano dai tavoli occupati
3. Ristorante a un tavolo con otto persone
4. Ristorante con parlato target
5. Suoni della natura: pioggia
6. Suoni in una grande sala fitness con musica
7. Parlato in ambiente silenzioso
8. Aula scolastica con parlato target dell'insegnante
9. Aula scolastica con studenti che parlano tra loro
10. Birreria

Table 1. Panoramica dei 10 scenari sonori registrati valutati dai partecipanti allo Studio 1.

Procedura

La procedura dello studio è illustrata nella Figura 1. Dopo aver completato con successo il test di screening uditivo ShoeBox Online, i partecipanti hanno proseguito compilando diversi questionari (si veda sotto). Una volta inviati i questionari, è iniziato il test principale di ascolto.

Durante il test principale di ascolto, i partecipanti hanno valutato 10 diversi scenari, passando liberamente da un suono all'altro tutte le volte che desideravano. Per ciascuno scenario, veniva chiesto loro di indicare quale design sonoro preferissero e di valutarne l'intensità su una scala da 1 (preferenza molto debole) a 5 (preferenza molto forte). I due design sonori erano anonimizzati come Sound System A e Sound System B. Per bilanciare eventuali bias, a circa metà dei partecipanti l'elaborazione nel dominio del tempo veniva presentata come System A, mentre all'altra metà veniva presentata come System A l'elaborazione nel dominio della frequenza. Gli scenari valutati sono riportati nella Tabella 1.

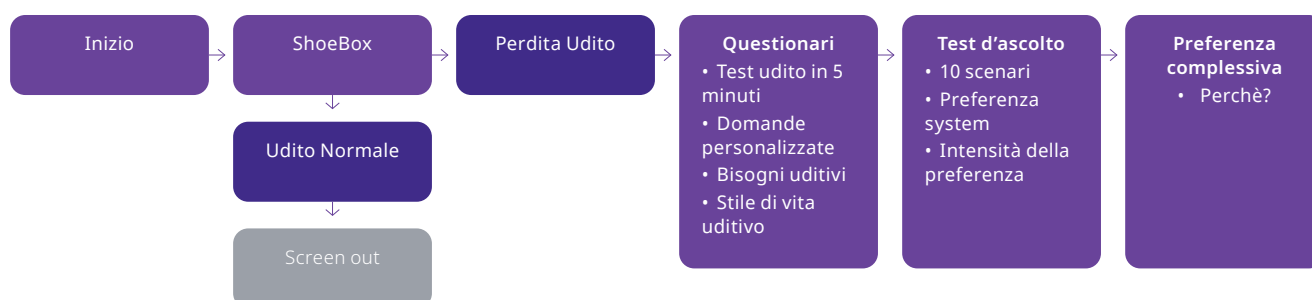


Figura 1: La procedura dello Studio 1.

Studio 2 metodo: Guided walk

Partecipanti 28 partecipanti (7 donne e 21 uomini) hanno completato il guided walk. L'età media era di 69 anni (intervallo: 44-80 anni; SD: 9 anni), ed erano tutti fisicamente in grado di svolgere il percorso a piedi, che costituiva una parte integrante del protocollo di test del guided walk. Tutti i partecipanti erano utilizzatori esperti di apparecchi acustici, con un uso regolare auto-riferito di almeno un anno. Nessuno di loro utilizzava, al momento dello studio, i design sonori oggetto del test, e i loro apparecchi personali appartenevano a sei diversi marchi. Presentavano una perdita uditiva neurosensoriale da lieve a moderatamente severa, rientrando nel range di fitting di entrambi gli apparecchi utilizzati nello studio. La media della perdita uditiva tonale pura (calcolata su 0,5, 1, 2 e 4 kHz) era di 48 dB HL (intervallo: 22-67 dB HL; SD: 13 dB HL).

Il guided walk è stato condotto a Lynge e Copenhagen, in Danimarca, con 23 partecipanti madrelingua danesi, e a Erlangen, in Germania, con cinque partecipanti madrelingua tedeschi.

Elaborazione sonora e fitting

Come nello Studio 1, l'elaborazione del segnale nel dominio della frequenza era rappresentata da Signia Pure C&G IX, mentre quella nel dominio del tempo da Widex Allure RIC. Tutti i partecipanti sono stati adattati bilateralmente con entrambi i dispositivi, utilizzando per entrambe le coppie di apparecchi la stessa configurazione di eartip, scelta in base alla perdita uditiva del singolo partecipante. Gli apparecchi sono stati adattati utilizzando i rispettivi razionali proprietari di fitting nei software Compass Cloud e Connexx, seguendo per entrambi la procedura di fitting raccomandata come best practice. Quando raccomandato da Compass Cloud, gli apparecchi Widex venivano adattati con il programma PureSound (ritardo ultra-basso), e questo stesso programma veniva poi utilizzato nel guided walk. Non è stato effettuato fine-tuning; tuttavia, se un partecipante riteneva inadeguato il livello sonoro complessivo, oppure se emergevano differenze evidenti di loudness tra i due apparecchi, erano consentite regolazioni del guadagno master.

Le etichette identificative e i loghi presenti sui dispositivi sono stati coperti con adesivi colorati, così da mascherare ai partecipanti l'identità del marchio; inoltre, durante il fitting, i partecipanti non vedevano sullo schermo il software di adattamento.

Procedura

Il flusso dello studio è illustrato nella Figura 2. Nel sito danese, le fasi da 1 a 4 e le prime due scene del guided walk (fase 5) sono state svolte in una giornata, mentre le ultime quattro scene della fase 5 e le restanti fasi (6-7) sono state completate in un secondo giorno. Nel sito tedesco, l'intero programma è stato completato in un'unica giornata.

Il guided walk comprendeva sei scene in differenti ambienti sonori, elencate nella Tabella 2. In tutte le scene, ad eccezione della scena 1, il responsabile del test fungeva da interlocutore, offrendo al partecipante la possibilità di valutare sia la percezione del parlato sia la propria voce, oltre ai suoni ambientali naturalmente presenti nella scena. In ciascuna scena, il partecipante indossava una coppia di apparecchi acustici per alcuni minuti prima di passare all'altra, avendo tempo sufficiente per conversare con il test leader e per ascoltare i suoni ambientali. Dopo aver ascoltato entrambi gli apparecchi, ai partecipanti veniva chiesto di esprimere la propria preferenza tra i due in quella specifica scena.

Studio 2: scene del guided walk

1. Ascolto di musica tramite altoparlanti in una sala d'ascolto silenziosa. Il brano musicale specifico era scelto dal partecipante.
2. Un'area reception relativamente tranquilla ma riverberante, con persone di passaggio e conversazioni sporadiche.
3. L'atrio di arrivo di una stazione ferroviaria affollata, con persone che passano, parlano e con occasionali annunci agli altoparlanti.
4. Un caffè con persone che parlano e musica di sottofondo
5. Una piazza cittadina vicino a una strada molto trafficata.
6. Un parco cittadino con persone di passaggio, canto di uccelli e rumore del traffico in lontananza.

Tabella 2: Panoramica delle sei scene sonore valutate durante il guided walk nello Studio 2.

L'ordine di prova dei due apparecchi acustici è stato controbilanciato tra partecipanti e scene. Di conseguenza, per ciascun partecipante, il suono nel dominio del tempo veniva testato per primo in tre delle sei scene e, per ciascuna scena, il suono nel dominio del tempo veniva presentato per primo a metà dei partecipanti (e viceversa per il suono nel dominio della frequenza).

La conduzione del guided walk in scenari reali comporta

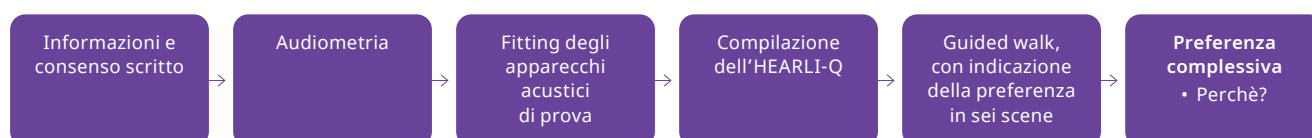


Figura 2: La procedura dello Studio 2.

una naturale variabilità in ciascuna scena, sia tra una sessione e l'altra sia all'interno della stessa sessione, poiché la configurazione delle sorgenti sonore e i livelli sonori potevano variare nel corso della giornata, tra giorni diversi e tra i due siti di studio (Danimarca e Germania). Tuttavia, le scene selezionate sono sufficientemente coerenti dal punto di vista interno da consentire che le valutazioni vengano analizzate e presentate congiuntamente, e l'approccio guided walk presenta il grande vantaggio di rappresentare una gamma di scenari reali effettivi, e non simulati, pur mantenendo un certo grado di controllo sperimentale.

Studio 1 e Studio 2: Questionari

I partecipanti di entrambi gli studi hanno risposto a una serie di domande. Prima dei test di ascolto, il questionario comprendeva:

- L'Hearing-Related Lifestyle Questionnaire (HEARLI-Q, Lelic et al. 2022b), che comprende 23 scenari di ascolto, per ciascuno dei quali tutti i partecipanti hanno valutato tre dimensioni: frequenza di occorrenza, importanza del sentire bene e difficoltà di ascolto. Queste valutazioni sono state utilizzate per ricavare tre possibili predittori della preferenza: ricchezza dello stile di vita uditivo, richiesta uditiva e difficoltà uditiva.
- Domande personalizzate sull'esperienza con gli apparecchi acustici e, ove rilevante, sul marchio dell'apparecchio attualmente utilizzato.
- Nello Studio 1, le sezioni "social/occupational" e "technology" del questionario di valutazione dei bisogni uditivi (<https://www.hearinghealthclinic.com/wp-content/uploads/2016/05/HNAAPRIL2015v2.pdf>): i partecipanti hanno valutato se una serie di possibili motivazioni al bisogno di apparecchi acustici fosse per loro molto importante, desiderabile oppure non importante.

Nello Studio 1, in cui non erano disponibili dati audiometrici (poiché Shobox era disponibile soltanto come strumento di screening), è stato utilizzato un test uditivo di cinque minuti basato su questionario (Kochkin & Bentler, 2010; Koike et al., 1994). Questo questionario comprende una selezione di situazioni di ascolto potenzialmente difficili e chiede ai partecipanti di indicare con quale frequenza ciascuna situazione provochi difficoltà. È stato dimostrato che il punteggio del questionario correla con l'audiometria tonale liminare (Koike et al., 1994). Durante i test di ascolto, i partecipanti indicavano la propria preferenza sonora per quella specifica scena.

Dopo i test di ascolto, ai partecipanti veniva chiesto di indicare:

- La preferenza complessiva, espressa attraverso una scelta forzata binaria tra i due design sonori.
- L'intensità della preferenza complessiva.

Le ragioni della preferenza complessiva, sia in forma aperta sia scegliendo tra le seguenti categorie: qualità sonora,

qualità sonora della musica, naturalezza, piacevolezza, riconoscibilità, comprensione del parlato, chiarezza del parlato, propria voce (solo nel guided walk) e localizzazione (solo nel guided walk).

Risultati

Ipotesi 1:

Gli ascoltatori presentano preferenze distinte e sistematiche quando scelgono tra diversi design di elaborazione sonora.

La prima domanda che affrontiamo riguarda come si distribuiscano le preferenze complessive dei partecipanti alla fine di ciascuno studio. Come mostrato nella Figura 3, la distribuzione risulta molto simile nei due studi: 53/47 nello studio con registrazioni e 50/50 nel guided walk.

In entrambi gli studi, la preferenza complessiva veniva rilevata tramite una scelta forzata tra i due distinti design sonori, sulla base della logica che, in un contesto clinico, un apparecchio acustico deve comunque essere scelto, dal portatore o dal professionista dell'udito. Per questo motivo è interessante considerare anche l'intensità della preferenza espressa dai partecipanti. Questa è stata valutata su una scala a cinque punti nello studio con registrazioni e su una scala a tre punti nel guided walk. I risultati indicano, come prevedibile, che non tutte le preferenze hanno la stessa intensità. Il gruppo di ascoltatori con una preferenza forte rappresenta circa il 30% del campione nello studio con registrazioni (considerando i punteggi 4 e 5 come preferenze "forti") e si avvicina al 40% nello studio guided walk, come illustrato nella Figura 4. Come per la preferenza complessiva, anche queste preferenze risultano distribuite in modo pressoché equilibrato tra i due design sonori. Se questo dato si traducesse nel contesto clinico, ipotesi plausibile dato che emerge in entrambi gli studi, ci si potrebbe aspettare che circa il 20% dei pazienti presenti una forte preferenza per ciascun design sonoro, mentre fino al 60% potrebbe essere aiutato in modo altrettanto efficace da uno o dall'altro.

Infine, è interessante osservare quanto siano sistematiche queste preferenze, cioè in che misura la preferenza espressa nei singoli scenari si allinei con quella complessiva. Il modo più semplice per valutarlo è contare il numero di scenari nei quali la preferenza dei partecipanti coincide con la loro preferenza complessiva. Nello studio con registrazioni, che comprendeva 10 scenari, i partecipanti hanno scelto il suono complessivamente preferito in media in 6,4 scenari, cioè in circa due terzi dei casi. Nel guided walk, che comprendeva sei scene, i partecipanti hanno scelto il suono complessivamente preferito in media in 4,2 scene, vale a dire ancora una volta in circa due terzi dei casi.

In sintesi, le preferenze espresse dai partecipanti nei singoli scenari tendono generalmente ad allinearsi con la preferenza complessiva. Tuttavia, il grado di allineamento varia, e alcuni scenari mostrano più deviazioni individuali rispetto ad altri. Questo significa che alcuni suoni o alcune scene possono essere più predittivi della preferenza

complessiva rispetto ad altri; se fosse possibile ricrearli o riprodurli in ambito clinico, potrebbero aiutare i professionisti a scegliere fin dall'inizio l'apparecchio acustico più adatto. Il potere predittivo di scenari specifici potrebbe essere ulteriormente affinato considerando anche la frequenza con cui tali situazioni si verificano nella vita del singolo paziente e l'importanza che esse rivestono per lui, ma questo rimane un tema da approfondire in studi futuri.

Ipotesi 2:

Gli ascoltatori preferiscono suoni diversi per ragioni diverse. Passando alla seconda ipotesi, analizziamo le ragioni alla base delle preferenze degli ascoltatori utilizzando sia domande aperte sia domande chiuse. In entrambi gli studi, la domanda aperta chiedeva ai partecipanti di descrivere i motivi della propria preferenza, rendendo possibile un'analisi qualitativa delle risposte. La conclusione più generale che emerge da questa analisi è che le ragioni per cui i partecipanti preferiscono diversi design sonori sono ricche di sfumature, legate al contesto e spesso difficili da riassumere attraverso descrittori ampi come qualità sonora, intelligibilità del parlato o naturalezza. Un esempio significativo è rappresentato dalla dimensione della "clarity", uno dei termini più frequentemente menzionati per entrambi i design sonori. I partecipanti hanno spesso indicato la chiarezza come motivo chiave della propria preferenza, sia per l'elaborazione nel dominio del tempo sia per quella nel dominio della frequenza, ma un esame più attento delle loro risposte aperte rivela modi sottilmente diversi di descrivere come la chiarezza venga percepita e vissuta.

Per i partecipanti con una preferenza complessiva per l'elaborazione Widex nel dominio del tempo, la

chiarezza veniva associata soprattutto alla separazione dei suoni e alla precisione. Citazioni dello Studio 1 come "Le caratteristiche sonore erano più chiare, definite e udibili" e "un suono più nitido e definito nella maggior parte dei casi" illustrano bene questo modo di parlare della chiarezza. Per i partecipanti con una preferenza per l'elaborazione Signia nel dominio della frequenza, invece, il linguaggio usato per descrivere la chiarezza è leggermente diverso e richiama maggiormente una sensazione di comfort e immersione. Questo emerge da citazioni dello Studio 1 come "Si sente un po' meglio senza dover tendere l'orecchio" e "Si sentono le voci più chiaramente e senza che risultino troppo acute."

È importante sottolineare che queste differenze nelle motivazioni della preferenza non riguardano quale sistema sia oggettivamente più chiaro, ma piuttosto il modo in cui gli ascoltatori sperimentano la chiarezza e le parole che usano per dare senso alla propria esperienza. Schemi simili emergono anche per altri descrittori, come naturalezza e qualità sonora, nonché nelle risposte dei partecipanti a una domanda chiusa sulle ragioni della loro preferenza sonora. In questa domanda, ai partecipanti veniva chiesto di scegliere tre motivi della propria preferenza da un insieme chiuso di sette attributi sonori nello Studio 1 (intelligibilità del parlato, chiarezza del parlato, qualità sonora, qualità sonora della musica, piacevolezza, naturalezza e riconoscibilità dei suoni) e di nove attributi nello Studio 2 (gli stessi dello Studio 1 più due attributi aggiuntivi, propria voce e localizzazione, rilevanti solo in un contesto reale e non quando i suoni vengono presentati in cuffia). Tutti gli attributi sono stati selezionati da almeno alcuni partecipanti come una delle tre ragioni della preferenza, a conferma dell'ampia varietà di motivazioni che possono entrare in gioco.

Studio 1: Preferenza complessiva



Studio 2: Preferenza complessiva

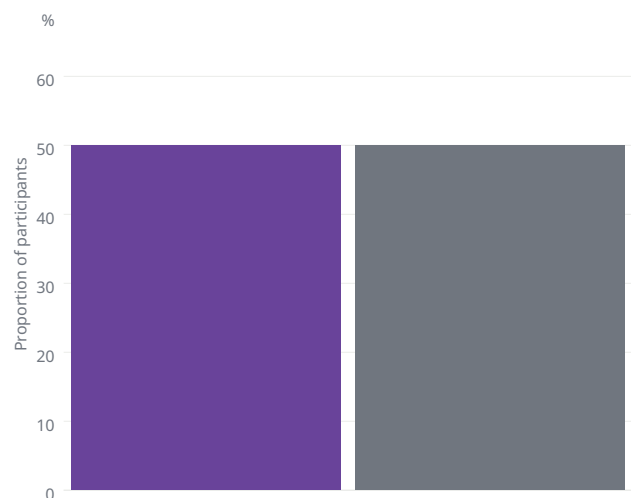
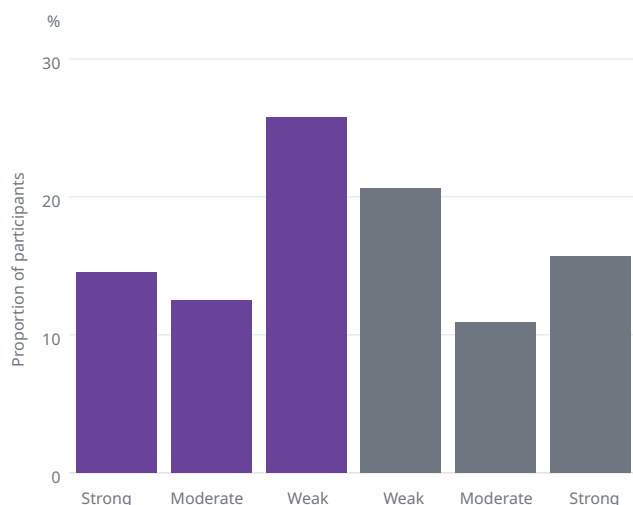


Figura 3: Distribuzione delle preferenze nello Studio 1 (registrazioni), a sinistra, e nello Studio 2 (guided walk), a destra.

Studio 1: Grado di preferenza



Studio 2: Grado di preferenza

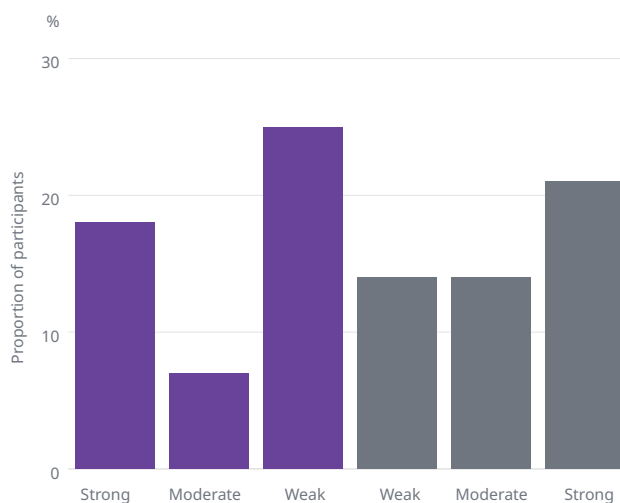


Figura 4: Grado di preferenza per ciascun marchio indicato dai partecipanti nello studio con registrazioni, a sinistra, e nel guided walk, a destra. La scala a 5 punti dello Studio 1 è stata ricondotta alla stessa scala a 3 punti dello Studio 2, raggruppando i punteggi 4 e 5 come "Forte", il punteggio 3 come "Moderata" e i punteggi 1 e 2 come "Debole".

Confrontando i due design sonori, i risultati mostrano che i due gruppi di preferenza differiscono solo marginalmente negli attributi che indicano come motivazione della propria scelta. Questo suggerisce che tali categorie ampie vengano interpretate in modi diversi da ascoltatori con preferenze complessive differenti. Per esempio, sia chi preferisce il dominio del tempo sia chi preferisce il dominio della frequenza può scegliere "sound quality" come ragione della propria preferenza, ma riferendosi a esperienze diverse e a differenti preferenze sensoriali. Allo stesso modo, può essere selezionata "speech clarity" sulla base, ad esempio, di un'esperienza di maggiore naturalezza del parlato — come ci si aspetterebbe per Widex — oppure di una percezione in cui il parlato appare più enfatizzato e separato dal rumore di fondo — come ci si aspetterebbe per Signia.

In sintesi, le risposte sia alle domande aperte sia a quelle chiuse confermano l'ipotesi secondo cui gli ascoltatori preferiscono suoni diversi per ragioni diverse, ma l'analisi suggerisce anche che attributi sonori generalizzati non siano sufficienti a cogliere in modo sistematico le differenze di preferenza tra i due design sonori. Questo significa che la preferenza sonora non può necessariamente essere determinata semplicemente chiedendo agli ascoltatori di esprimersi su categorie ampie come "sound quality" o "speech clarity", ma richiede spesso un vocabolario più sfumato, come i diversi modi di descrivere la chiarezza. Un'altra via per indagare la preferenza sonora, come già emerso in relazione all'Ipotesi 1, consiste nel considerare la reazione degli ascoltatori a specifici suoni o scenari che potrebbero rivelarsi predittivi della preferenza generale. Nel loro insieme, i risultati

indicano che la preferenza sonora nasce dall'interazione tra percezione, contesto di ascolto e fattori individuali dell'ascoltatore, e che questa interazione dovrebbe essere presa in considerazione nella pratica clinica.

Nel complesso, i risultati indicano che la preferenza sonora nasce dall'interazione tra percezione, contesto di ascolto e caratteristiche individuali dell'ascoltatore, e che tale interazione dovrebbe essere presa in considerazione nella pratica clinica.

Ipotesi 3:

I dati demografici, i bisogni uditivi e lo stile di vita

uditivo possono predire la preferenza. Per verificare la terza ipotesi, prendiamo in esame una serie di variabili relative ai partecipanti dei due studi, includendo sia variabili demografiche di base (genere, età, perdita uditiva) sia le risposte ai questionari che indagano i bisogni uditivi e lo stile di vita uditivo.

Nessuna delle variabili demografiche è risultata predittiva della preferenza. Questo è verosimilmente poco sorprendente per quanto riguarda il genere e l'età. Più interessante, anche se non inatteso, è osservare nella Figura 5 distribuzioni molto simili delle categorie di perdita uditiva tra i soggetti che preferiscono i due diversi design di elaborazione sonora. Questo indica che la preferenza per l'uno o l'altro tipo di elaborazione può emergere lungo tutto l'audiogramma. La Figura 5 mostra la distribuzione relativa al solo Studio 1, poiché la dimensione campionaria molto

più ampia di questo studio offre una rappresentazione più adeguata della distribuzione. Tuttavia, anche nello Studio 2 il grado di perdita uditiva non è risultato predittivo della preferenza.

Analogamente a quanto osservato per le variabili demografiche, nessuno dei due studi ha mostrato differenze tra i soggetti che preferivano il dominio del tempo e quelli che preferivano il dominio della frequenza in termini di ricchezza dello stile di vita uditivo, domanda uditiva o difficoltà di ascolto, così come misurate dal questionario HEARLI-Q. Né sono emerse differenze sulla base dell'Hearing Needs Assessment incluso nello Studio 1.

Pertanto, anche se può sembrare intuitivo supporre che la preferenza sonora possa essere predetta a partire da caratteristiche demografiche o di stile di vita dei candidati all'applicazione audioprotesica — variabili facilmente rilevabili tramite i questionari iniziali — i risultati di questo studio indicano che tali fattori non sono, di per sé, predittivi della preferenza sonora. La preferenza sembra invece dipendere più fortemente dalle esperienze maturate in specifiche situazioni di ascolto. Coerentemente con questa interpretazione, alcuni scenari di ascolto si sono dimostrati più predittivi della preferenza complessiva rispetto ad altri.

La via più promettente per prevedere la preferenza complessiva sembra quindi essere quella di considerare le preferenze espresse nei singoli scenari, eventualmente in combinazione con la valutazione che il singolo ascoltatore attribuisce alla frequenza di occorrenza e all'importanza di quegli specifici scenari.

La via più promettente per prevedere la preferenza complessiva sembra quindi essere quella di considerare le preferenze espresse nei singoli scenari, possibilmente in combinazione con la valutazione che il singolo ascoltatore attribuisce alla frequenza di occorrenza e all'importanza di quei determinati scenari. Sebbene la preferenza osservata in una singola scena di ascolto non debba essere utilizzata isolatamente, si potrebbe attribuire maggiore peso alle preferenze espresse in scene particolarmente frequenti e rilevanti per il singolo ascoltatore, nel tentativo di stimare quale approccio di elaborazione del segnale abbia maggiori probabilità di offrire il miglior abbinamento possibile.

Studio 1: perdita uditiva dei partecipanti

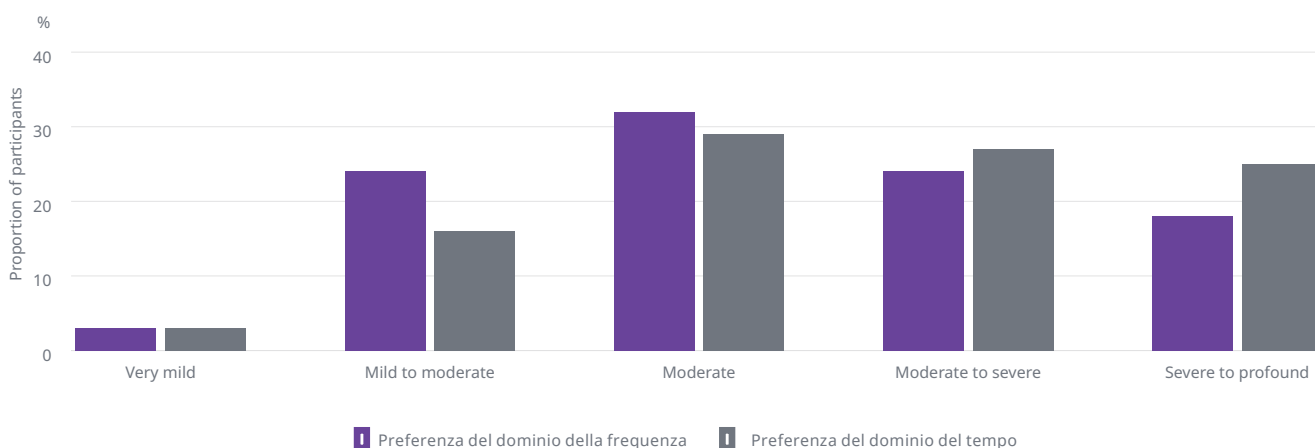


Figura 5: Distribuzione dei partecipanti dello Studio 1 nelle diverse categorie di perdita uditiva (sulla base del test uditivo su questionario di Koike et al., 1994). Le percentuali sono calcolate all'interno di ciascun gruppo di preferenza.

Conclusioni

I due studi presentati in questo white paper mostrano una notevole coerenza sia tra le diverse modalità di indagine — registrazioni ascoltate in cuffia nello Studio 1 e situazioni reali nello Studio 2 — sia tra i diversi gruppi di utenti — un gruppo misto composto prevalentemente da non utilizzatori nello Studio 1 e utilizzatori esperti di apparecchi acustici nello Studio 2. Nel complesso, i risultati indicano che fino a circa il 40% degli ascoltatori manifesta una forte preferenza per uno specifico design sonoro, distribuita in modo equilibrato tra i due diversi design testati. Il restante 60% mostra preferenze più deboli e potrebbe verosimilmente essere aiutato in modo altrettanto efficace da un apparecchio acustico ben adattato, indipendentemente dal tipo di elaborazione utilizzato.

I risultati mostrano inoltre che tali preferenze difficilmente possono essere previste sulla base delle caratteristiche dell'ascoltatore incluse nell'analisi. Almeno età, genere e stile di vita non hanno mostrato un potere predittivo significativo. L'allineamento tra le preferenze espresse nei singoli scenari e la preferenza complessiva lascia però intravedere la possibilità che il complesso fenomeno della preferenza sonora nel mondo reale possa essere valutato facendo sperimentare agli ascoltatori i diversi design sonori in differenti scene, sia online sia attraverso una breve prova in condizioni reali.

Questi risultati supportano l'interpretazione secondo cui la preferenza sonora rappresenta una dimensione

perceptiva clinicamente rilevante dell'esperienza con l'apparecchio acustico. Essi segnano l'inizio di una linea di ricerca che ha come obiettivo clinico quello di prevedere quale design di elaborazione del suono sia più adatto a ogni singolo paziente che entra in clinica. La preferenza sonora è un elemento fondante e dovrebbe essere considerata accanto a driver di scelta più noti, come il look and feel o la connettività. L'obiettivo di questa ricerca è spostare l'attenzione oltre l'udibilità, la performance e le singole funzionalità dell'apparecchio acustico: tutti aspetti importanti, ma nessuno dei quali, da solo, è in grado di cogliere la piena complessità della preferenza sonora individuale né di spiegare quella comune esperienza clinica per cui un certo design di elaborazione può risultare adatto per alcuni pazienti e inadatto per altri. Tenere conto della preferenza sonora potrebbe inoltre facilitare l'acclimatazione, soprattutto nei soggetti con preferenze marcate.

I futuri approcci clinici potrebbero trarre beneficio dall'integrare una valutazione strutturata della preferenza sonora, attraverso confronti di ascolto mirati tra diversi design sonori, accanto alle consolidate valutazioni audiologiche. Un approccio di questo tipo potrebbe favorire una selezione del dispositivo più personalizzata e migliorare nel complesso il percorso dell'utente con l'apparecchio acustico.

References

- Balling, L. W., Mosgaard, L. D., & Helmink, D. (2022). Signal Processing and Sound Quality. *The Hearing Review*, 29(2), 20-23.
- Balling, L. W., Vormann, M., & Mansour, N. (2025). A Better Speech-in-Noise Experience with Balanced Focus and Awareness. *WidexPress*, 55.
- Bisgaard, N., Vlaming, M., & Dahlquist, M. (2010). Standard audiograms for the IEC 60118-15 measurement procedure. *Trends in Amplification*, 14(2), 113-120.
<https://doi.org/10.1177/1084713810379609>
- Cherri, D., Eddins, D. A., & Ozmeral, E. J. (2024). A Step Toward Precision Audiology: Individual Differences and Characteristic Profiles From Auditory Perceptual and Cognitive Abilities. *Trends in Hearing*, 28, 23312165241263485.
- Croghan, N., Swanberg, A., Anderson, M., & Arehart, K. (2016). Chosen Listening Levels for Music With and Without the Use of Hearing Aids. *American Journal of Audiology*, 25, 161-166.
- Folkeard, P., Jensen, N. S., Kamkar Parsi, H., Bilert, S., & Scollie, S. (2024). Hearing at the Mall: Multibeam Processing Technology Improves Hearing Group Conversations in a Real-World Food Court Environment. *American Journal of Audiology*, 33, 782-792.
https://doi.org/10.1044/2024_AJA-24-00027
- Houben, R., Reinten, I., Dreschler, W. A., Mathijssen, R., & Dijkstra, T. M. H. (2023). Preferred Strength of Noise Reduction for Normally Hearing and Hearing-Impaired Listeners. *Trends in Hearing*, 27, 23312165231211437.
- Jensen, N. S., Samra, B., Kamkar Parsi, H., Bilert, S., & Taylor, B. (2023). Multi-Stream Architecture for Improved Conversation Performance. *The Hearing Review*, 30(10), 20-23.
- Kochkin, S., & Bentler, R. (2010). The validity and reliability of the BHI Quick Hearing Check. *The Hearing Review*, 17(12), 12-28.
- Koike, K. J., Hurst, M. K., & Wetmore, S. J. (1994). Correlation between the American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery five-minute hearing test and standard audiologic data. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 111(5), 625-632.
- Lelic, D., Stiefenhofer, G., Lundorff, E., & Neher, T. (2022a). Hearing aid delay in open-fit devices: Preferred sound quality in listeners with normal and impaired hearing. *JASA Express Letters*, 2(10), 104803.
<https://doi.org/10.1121/10.0014950>
- Lelic, D., Wolters, F., Herrlin, P., & Smeds, K. (2022b). Assessment of Hearing-Related Lifestyle Based on the Common Sound Scenarios Framework. *American Journal of Audiology*, 31(4), 1299-1311.
https://doi.org/https://doi.org/10.1044/2022_AJA-22-00079
- Neher, T., & Wagener, K. C. (2016). Investigating differences in preferred noise reduction strength among hearing aid users. *Trends in Hearing*, 20, 2331216516655794.
- Powers, T., Davis, B., Apel, D., & Amlani, A. M. (2018a). Own Voice Processing Has People Talking More. *The Hearing Review*, 25(7), 42-45.
- Powers, T., Froehlich, M., Branda, E., & Weber, J. (2018b). Clinical Study Shows Significant Benefit of Own Voice Processing. *The Hearing Review*, 25(2), 30-34.
- Saak, S., Huelsmeier, D., Kollmeier, B., & Buhl, M. (2022). A flexible data-driven audiological patient stratification method for deriving auditory profiles. *Frontiers in Neurology*, 13, 959582.
- Sanchez-Lopez, R., Fereczkowski, M., Neher, T., Santurette, S., & Dau, T. (2020). Robust Data-Driven Auditory Profiling Towards Precision Audiology. *Trends in Hearing*, 24, 2331216520973539.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/2331216520973539>
- Sanchez-Lopez, R., Fereczkowski, M., Santurette, S., Dau, T., & Neher, T. (2021). Towards Auditory Profile-Based Hearing-Aid Fitting: Fitting Rationale and Pilot Evaluation. *Audiology Research*, 11, 10-21.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/audiolres11010002>
- Schoeffler, M., & Herre, J. (2013). About the Impact of Audio Quality on Overall Listening Experience. Proceedings of the *Sound and Music Computing Conference 2013, SMC 2013*, Stockholm, Sweden, 2013, 48-53.
- Stiefenhofer, G. (2022). Hearing aid delay in open-fit devices—coloration-pitch discrimination in normal-hearing and hearing-impaired. *International Journal of Audiology*, 62(5), 1-9.
- Súonnudóttir, B., Kowalewski, B., Stiefenhofer, G., & Neher, T. (2024). Individual Differences Underlying Preference for Processing Delay in Open-Fit Hearing Aids. *Trends in Hearing*, 28, 23312165241298613.
<https://doi.org/10.1177/23312165241298613>
- Völker, C., Ernst, S. M., & Kollmeier, B. (2018). Hearing aid fitting and fine-tuning based on estimated individual traits. *International Journal of Audiology*, 57(sup3), S139-S145.
<https://doi.org/10.1080/14992027.2016.1257163>
- Windle, R., Dillon, H., & Heinrich, A. (2023). A review of auditory processing and cognitive change during normal ageing, and the implications for setting hearing aids for older adults. *Frontiers in Neurology*, 14, 1122420.