

# La Direzionalità Naturale II offre agli utilizzatori di ReSound Key l'udito eccellente che meritano

Dott.ssa Jennifer Schumacher, audiologa, e dott. Jennifer Groth

## SOMMARIO

Una concezione errata riguardante gli apparecchi è che ci siano apparecchi acustici di tecnologia “entry level”, come se la necessità e il desiderio di esplorare un mondo costituito da suoni dipendessero dal livello tecnologico degli apparecchi acustici stessi. ReSound ritiene invece che tutti meritino un'esperienza di ascolto eccellente e personalizzata, e per questo ReSound Key™ offre un suono di alta qualità fondato sulla nostra filosofia dell'Organic Hearing-Ascolto secondo Natura. Il presente studio passa in rassegna il ruolo dell'Organic Hearing-Ascolto secondo Natura in ReSound Key ed espone in dettaglio le modalità con cui la Direzionalità Naturale II consente di dischiudere a un numero ancora maggiore di clienti un mondo in cui l'udito e la comunicazione risultano migliori.

## INTRODUZIONE

È finalmente estate e partecipate a una grande festa all'aperto organizzata da un amico. Vi divertite a riacchiare i contatti con gli altri dopo il lungo inverno. La festa è un turbinio di attività, con molti suoni in contemporanea: conversazioni di vari gruppi, risate, bambini che giocano correndo fra gli adulti, forse musica. Ci sono tante cose da ascoltare! Se il vostro udito è buono, ci saranno anche dei rumori che vi distrarranno, ma probabilmente riuscirete a concentrarvi e a capire il parlato o il suono che più vi interessa. L'individuazione di tutti questi suoni in arrivo si deve all'apparato uditivo periferico (le vostre orecchie), ma la concentrazione, l'organizzazione e l'elaborazione saranno opera dell'apparato uditivo cognitivo di livello superiore. Potrete rivolgere l'attenzione a suoni differenti da un momento all'altro, se cambia la conversazione o parte in sottofondo una canzone che vi piace.

Ora immaginate nella stessa situazione un vostro cliente affetto da ipoacusia ancora non trattata. Probabilmente farà fatica a sostenere la conversazione, non solo perché alcune parti del parlato sono difficili da udire e sono sovrastate da altri rumori, ma anche perché tale persona avrà difficoltà a escludere il rumore in competizione. Necessiterà di più tempo e risorse cognitive per seguire i cambiamenti naturali di contenuto e di fonte sonora in una conversazione dinamica di gruppo. Si è dimostrato che l'ipoacusia ostacola il processo cognitivo mediante il quale si escludono varie sorgenti sonore.<sup>1</sup> Ciò significa che la persona è bombardata da tutti questi suoni contemporaneamente ed è meno capace di separarli e di selezionare quelli più importanti da ascoltare.

Forse chiederà ripetutamente aiuto al coniuge per capire ciò che viene detto. Forse fingerà di capire senza però provare

un reale coinvolgimento nel gruppo. Troverete questa persona ai margini della festa, intenta a osservare più che a partecipare. Oppure, frustrata ed esausta per la difficoltà di capire ciò che avviene, forse deciderà di risparmiarsi la fatica e l'imbarazzo di non udire bene restandosene a casa.

Questo esempio evidenzia l'importanza vitale degli apparecchi acustici, non solo nel ripristinare l'udibilità del parlato e di altri suoni, ma anche nel favorire nelle persone affette da ipoacusia il coinvolgimento e la fiducia in sé. Noi di ReSound sfruttiamo i concetti che regolano il funzionamento dell'apparato uditivo e il comportamento umano nell'ascolto per trarne ispirazione nel progettare l'intero nostro ecosistema acustico, che definiamo Organic Hearing-Ascolto secondo Natura. Gli apparecchi acustici non possono sostituire l'apparato uditivo, ma è possibile costruirli in modo da favorire il più possibile le capacità naturali di ascolto e di comportamento. Poiché tutti i nostri apparecchi acustici sono progettati in linea con la filosofia dell'Organic Hearing-Ascolto secondo Natura, voi audioprotesisti avete gli strumenti con cui guidare e aiutare ogni cliente. ReSound Key è un punto di ingresso in questo concetto progettuale di Organic Hearing-Ascolto secondo Natura.

## AIUTO AL FUNZIONAMENTO DELL'ORECCHIO

Partiamo dal fondamento di ogni apparecchio acustico: il sistema di amplificazione. Questa funzione è alla base dell'intera esperienza uditiva, poiché determina il modo in cui vengono amplificati i suoni. ReSound ha introdotto il primo apparecchio acustico in commercio a far uso della compressione di gamma dinamica ampia (WDRC). Questa idea si basa su studi secondo i quali l'orecchio interno sano funziona come un

amplificatore non lineare, consentendo agli esseri umani di udire una vasta gamma di intensità sonore.<sup>2,3</sup> Pertanto, come l'orecchio umano, la compressione WDRC offre livelli diversi di amplificazione a seconda dell'intensità del suono in ingresso: l'amplificazione è maggiore per i suoni deboli, minore per quelli forti. Sebbene la compressione WDRC sia diventata lo standard industriale per l'amplificazione e sia oggi molto diffusa, la progettazione ReSound si è evoluta andando al di là dell'amplificazione legata al livello di ingresso e passando a

imitare specificamente la funzione di filtro operata dalla coclea umana. Una tale serie di filtri è in grado di separare ed elaborare i suoni in maniera analoga all'apparato uditivo umano. Di conseguenza, il nostro sistema di compressione WARP – che prende il nome dalla tecnica con cui i filtri modellano il suono (warped) in modo da riprodurre la funzione di filtro dell'apparato uditivo – offre una qualità del suono naturale, preferita rispetto ad altre tecniche.<sup>4,5</sup>

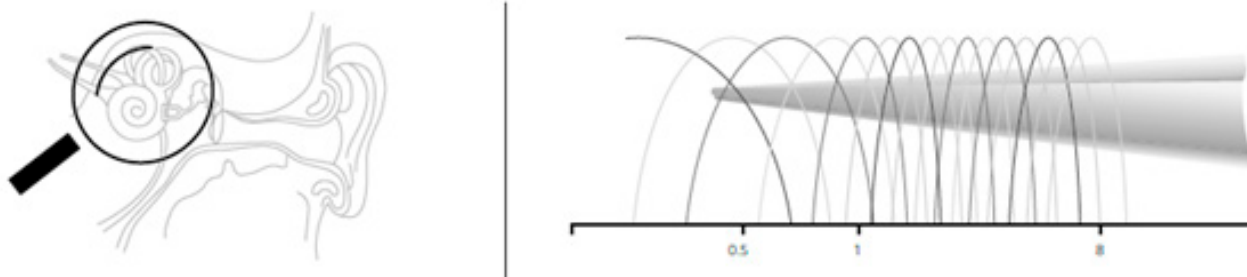


Figura 1. Il sistema di compressione Warp rispecchia entro la gamma di frequenze dell'apparecchio acustico il modello delle bande critiche della coclea. Sebbene ReSound Key riunisca queste bande in un minor numero di canali regolabili dall'audioprotesista, la risoluzione delle frequenze alla base di questo sistema mantiene la stessa risoluzione dell'apparato uditivo.

## UN AIUTO AL NOSTRO MODO DI ASCOLTARE

Oltre all'imitazione delle funzioni biologiche dell'orecchio, un concetto fondamentale dell'Organic Hearing-Ascolto secondo Natura è che queste soluzioni sfruttano e favoriscono il modo naturale in cui noi ascoltiamo. Poiché i nostri ambienti acustici quotidiani sono dinamici, lo è anche il nostro comportamento naturale in tali ambienti. Il suono che in un dato momento riteniamo più importante potrebbe un attimo dopo diventare un rumore. Per citare un esempio, Skagerstrand e colleghi<sup>6</sup> hanno esaminato quali rumori e suoni siano considerati fastidiosi dagli utilizzatori di apparecchi acustici. I partecipanti allo studio tenevano un diario dei suoni che ritenevano fastidiosi. Sebbene l'analisi dei diari abbia riscontrato 18 categorie di rumori segnalate dai partecipanti, i rumori fastidiosi citati più di frequente sono stati parlato/voci e televisione/radio. Il dilemma è chiaro. Proprio quei suoni che si desiderano udire possono talvolta costituire i suoni che non si vogliono udire. In che modo un sistema di apparecchi acustici può favorire anziché ostacolare la capacità naturale del cervello di concentrarsi sui suoni, sopprimerli e rivolgere l'attenzione prima a un suono e poi a un altro?

La modalità microfonica utilizzata negli apparecchi acustici è una variabile che può agire a favore o contro le strategie naturali di ascolto. L'uso tradizionale della modalità microfonica in molti apparecchi acustici moderni consiste nell'applicare automaticamente una risposta direzionale quando l'ambiente circostante è rumoroso e una risposta omnidirezionale in situazioni silenziose. Se si portano due apparecchi acustici, questo stesso criterio è applicato a entrambi gli orecchi. Tale scelta appare logica, essendo ben dimostrato che la direzionalità migliora la compren-

sione del parlato nel rumore quando il parlato è davanti all'utilizzatore di apparecchi acustici, specialmente se il rumore è alle spalle dell'utilizzatore. Il miglioramento della comprensione del parlato con l'uso di microfoni direzionali in tali situazioni è definito beneficio della direzionalità. Vi può essere tuttavia anche uno svantaggio della direzionalità se il suono di interesse non è davanti oppure si sposta o passa da una sorgente all'altra, come avviene di consueto nelle conversazioni fra più persone. Archer-Boyd e colleghi<sup>7</sup> ipotizzano che sia necessario un livello minimo del rapporto segnale-rumore (SNR) per i suoni non frontali affinché gli apparecchi acustici direzionali siano sfruttabili nella vita reale. Come fanno notare questi autori, la progettazione degli apparecchi acustici dovrebbe essere compatibile col comportamento dell'ascoltatore, e i microfoni direzionali che non consentono all'utilizzatore di monitorare l'ambiente causano difficoltà sotto forma di un orientamento più lento e un maggior numero di errori nel localizzare i nuovi suoni di interesse circostanti. Un ulteriore problema dovuto all'uso della direzionalità automatica nella vita reale è che le decisioni prese dagli apparecchi acustici nel modificare la modalità microfono possono essere incoerenti con gli obiettivi di ascolto dell'utilizzatore e troppo lente per seguire l'andamento degli ambienti di ascolto dinamici.

## LA DIREZIONALITÀ NATURALE II INTEGRA IL NOSTRO COMPORTAMENTO NELL'ASCOLTO

ReSound Key è dotato di Direzionalità Naturale II nel programma di ascolto All Around. Questa modalità è progettata secondo il concetto di "orecchio migliore" nell'udito binaurale. Torniamo per un momento alla festa. State

ascoltando una persona del vostro gruppo che racconta una storia, quando all'improvviso un gruppo accanto a voi scoppia a ridere. Per via dell'aumento del rumore, per continuare a seguire il racconto dell'interlocutore dovrete apportare qualche lieve modifica al vostro comportamento nell'ascolto. Probabilmente vi avvicinerete di più alla persona che stavate ascoltando, forse rivolgendo un orecchio nella sua direzione. In questo modo avrete il vantaggio dell'"orecchio migliore", a cui il parlato arriva più nitidamente perché rispetto all'altro orecchio percepisce meno rumore di fondo. Il cervello può allora sfruttare questo flusso di parlato più nitido per farvi capire ciò che viene detto.

La Direzionalità Naturale II consente anche alle persone affette da ipoacusia di sfruttare tale strategia. Un apparecchio acustico è impostato sulla modalità direzionale (orecchio "focus"), mentre l'altro apparecchio è impostato sulla modalità omnidirezionale (orecchio "monitor"). In tal modo l'utilizzatore trae vantaggio da entrambi i microfoni in un unico programma di ascolto. All'apparecchio in modalità direzionale arriva meno rumore, il che migliora il rapporto segnale-rumore per i suoni frontali. Contemporaneamente l'ascoltatore può mantenere la percezione dei suoni circostanti grazie alla risposta omnidirezionale dell'altro orecchio; così si favoriscono le strategie di ascolto naturali che usiamo in una situazione come la festa. I suoni che vogliamo udire, tra cui le voci di persone che parlano stando di fianco a noi oppure dietro, si verificano per circa un terzo del tempo attivo di ascolto nel corso della giornata.<sup>8</sup> La Direzionalità Naturale II facilita questo esito consentendo all'utilizzatore di individuare un suono laterale o posteriore offrendogli la possibilità di decidere se ascoltarlo. In tal caso l'utilizzatore può spostare la testa in direzione di tale suono e trarre ulteriore vantaggio dal migliore rapporto segnale-rumore (SNR) all'orecchio "focus" direzionale. Se non avesse la percezione offerta dall'orecchio "monitor" omnidirezionale, forse non individuerrebbe nemmeno il suono, o perlomeno non in tempo per rivolgergli l'attenzione eudirlo e capirlo bene.

Gli studi sull'intelligibilità del parlato che fanno uso di questa strategia dei microfoni indicano benefici della direzionalità per il parlato frontale in ambiente rumoroso analoghi ai microfoni direzionali bilaterali.<sup>9-12</sup> Inoltre, gli utilizzatori traggono ulteriori vantaggi dal fatto di avere un orecchio in modalità omnidirezionale anziché due orecchi in modalità direzionale. Gli studi di laboratorio sul riconoscimento del parlato quando il parlato di riferimento non è davanti all'ascoltatore indicano un notevole vantaggio per la modalità con microfoni asimmetrici.<sup>11,13,14</sup> Si è constatato che l'uso di microfoni direzionali su entrambi gli

orecchi riduce l'udibilità del parlato non frontale,<sup>15</sup> mentre l'uso di un orecchio "focus" e di uno "monitor" migliora notevolmente la capacità di udire il parlato fuori asse.<sup>14</sup> Si è inoltre rilevato che l'abbinamento tra informazioni uditive e visive nel localizzare una sorgente sonora migliora l'intelligibilità del parlato nel rumore.<sup>16,17</sup> In effetti, l'idea di un orecchio "focus" e uno "monitor" con differenti risposte direzionali è tanto convincente che viene ora esaminata per l'applicazione ad apparecchi di comunicazione per persone normoudenti.<sup>18</sup>

## LA TECNOLOGIA DELLA DIREZIONALITÀ NATURALE II

Applicare differenti modalità dei microfoni a ciascun orecchio nel fitting degli apparecchi acustici sembra una cosa semplice, conseguibile con qualsiasi apparecchio. Vi sono però difficoltà percettive e tecniche che scongiurerebbero questa scelta. Un problema è la differenza di qualità del suono causata dall'attenuazione delle basse frequenze intrinseca agli apparecchi acustici con microfoni direzionali. Una parte importante della Direzionalità Naturale II è il Directional Mix, una funzione che fornisce una differente risposta dei microfoni a seconda della frequenza. Sulle basse frequenze la risposta rimane in modalità omnidirezionale, preservando così il guadagno sulle basse frequenze per una qualità del suono più vibrante e profonda.<sup>19</sup> Il Directional Mix inoltre previene l'attenuazione del guadagno sulle basse frequenze per gli ascoltatori che necessitano di maggiore amplificazione in tale gamma. Si applica la direzionalità alla gamma di frequenze più importante per l'intelligibilità del parlato.<sup>20</sup>

Le basse frequenze non sono importanti solo per la qualità del suono e l'udibilità. Le frequenze al di sotto dei 1500 Hz circa contengono informazioni cruciali sulla distribuzione nel tempo che ci aiutano a localizzare i suoni.<sup>21</sup> La tradizionale direzionalità sull'intera banda passante può ostacolare queste informazioni perché l'elaborazione direzionale in effetti cancella i suoni sulle basse frequenze nell'ambito della strategia per ridurre i suoni provenienti da dietro l'ascoltatore.<sup>22</sup> Inoltre i sistemi con microfoni direzionali fondati sulla tecnologia digitale impiegano nell'elaborazione del suono un tempo lievemente maggiore rispetto a quando l'apparecchio acustico opera solo sul segnale proveniente da un unico microfono omnidirezionale. Perciò la Direzionalità Naturale II sincronizza i tempi di elaborazione tra orecchio "focus" e orecchio "monitor" in modo da preservare le informazioni sulla distribuzione nel tempo utili per la localizzazione, anche se le risposte dei microfoni sono diverse tra un orecchio e l'altro.

## DIREZIONALITÀ NATURALE II NELLA VITA REALE

Due importanti ricerche sul campo che hanno valutato la Direzionalità Naturale II nella vita reale indicano che i benefici di questo criterio di fitting si estendono al di là del laboratorio.<sup>10,23</sup> In entrambi gli studi, ai partecipanti sono stati applicati apparecchi acustici con due programmi: il primo applicava la strategia della Direzionalità Naturale II con orecchio “focus” e orecchio “monitor”, il secondo era un omnidirezionale bilaterale. L'ordine dei programmi è stato controbilanciato fra i partecipanti, i quali tenevano diari in cui indicavano gli ambienti di ascolto riscontrati, un giudizio soggettivo sulle proprie prestazioni uditive in tali ambienti, compresa la fatica di ascolto, e le preferenze tra i programmi. Un esito sorprendente di entrambi gli studi è stato un vantaggio piccolo ma significativo in termini di fatica di ascolto per il programma che applicava la strategia della Direzionalità Naturale II in tutti i tipi di ambiente. Inoltre nessun partecipante ha giudicato il programma omnidirezionale notevolmente migliore in termini di facilità di ascolto, sebbene i partecipanti a entrambi gli studi avessero in media riscontrato una quota molto maggiore di ambienti che avrebbero favorito l'elaborazione omnidirezionale.

Incrociando le indicazioni di ciascun partecipante in merito agli ambienti di ascolto con la rilevazione del tempo di utilizzo degli apparecchi acustici, Kiessling e colleghi<sup>23</sup> hanno tratto ulteriori informazioni sul perché la strategia della

Direzionalità Naturale II possa essere preferita se le esigenze di ascolto sono più dinamiche. Dei 19 partecipanti a questo studio, 14 (il 74%) hanno utilizzato i due programmi in maniera all'incirca uguale, indicando perciò di non percepire molta differenza tra omnidirezionale bilaterale e Direzionalità Naturale II. Queste persone hanno riferito di avere riscontrato ambienti di ascolto perlopiù facili oppure ambienti di ascolto facili e difficili in pari misura. Però gli altri cinque partecipanti (il 26%) hanno usato il programma impostato sulla logica della Direzionalità Naturale II in misura significativamente maggiore (ben cinque volte di più) rispetto al programma omnidirezionale. I diari hanno rivelato che questi cinque partecipanti si sono trovati in ambienti di ascolto difficili, che favorivano l'elaborazione direzionale, da tre a cinque volte più di frequente rispetto agli ambienti in cui sarebbe stata preferibile la risposta omnidirezionale. Ciò dimostra come gli utilizzatori intuitivamente possano gravitare verso la risposta che meglio favorisce il loro modo naturale di ascoltare. Il fatto che nessun partecipante abbia usato di più il programma omnidirezionale lascia supporre che la Direzionalità Naturale II sia la scelta migliore per l'ascolto quotidiano in un'ampia varietà di situazioni. I risultati degli studi di laboratorio citati in precedenza che operavano un confronto con la direzionalità bilaterale rafforzano ulteriormente questa conclusione. Chi usa la Direzionalità Naturale II avrà sempre a disposizione un migliore rapporto segnale-rumore con cui sentire meglio nel rumore, pur potendo sempre udire ciò che avviene tutto attorno.

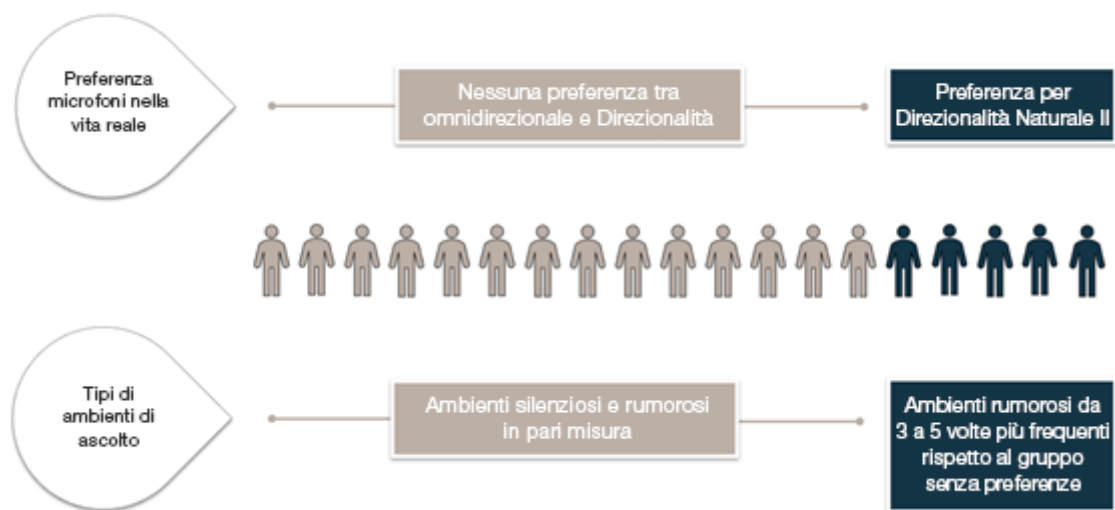


Figura 2. In una ricerca sul campo,<sup>23</sup> 5 partecipanti su 19 hanno preferito la strategia della Direzionalità Naturale II rispetto all'omnidirezionale bilaterale. Questi 5 partecipanti hanno sperimentato un ascolto in ambienti rumorosi con una frequenza da 3 a 5 volte maggiore rispetto ai restanti 14 partecipanti che non hanno espresso preferenze.

Infine, una prova sul campo con l'uso di ReSound Key ha indicato come l'esperienza uditiva quotidiana delle persone a cui è stata applicata la Direzionalità Naturale II non riguardi soltanto l'udito ma anche il benessere.<sup>24</sup> Venti utilizzatori di apparecchi acustici hanno utilizzato un'app per smartphone per indicare gli ambienti di ascolto quotidiani, giudicare il proprio udito e comunicare l'esito delle loro esperienze. Poiché non sempre portavano gli apparecchi acustici, è stato possibile osservare la

differenza apportata da ReSound Key con Direzionalità Naturale II in termini non solo di prestazioni uditive ma anche di benessere. Come si vede nella Figura 3, i partecipanti hanno espresso un giudizio migliore sul loro udito complessivo, ma si sono anche detti meno stanchi, meno stressati e più capaci di fare ciò che desideravano quando portavano ReSound Key con Direzionalità Naturale II, rispetto a quando non portavano apparecchi acustici.

### Oggi nel complesso...

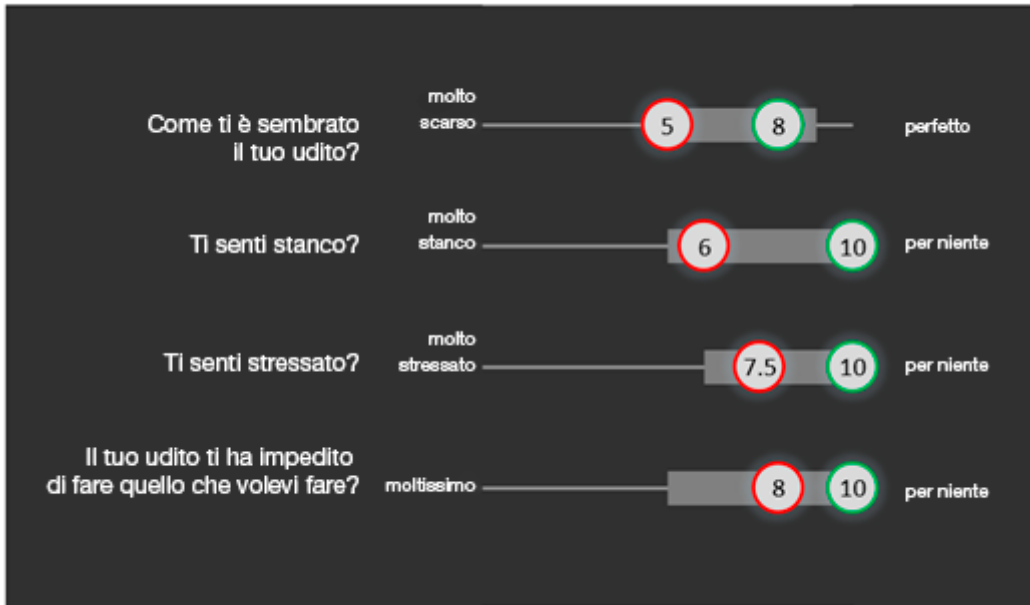


Figura 3. I partecipanti a una ricerca sul campo con ReSound Key e Direzionalità Naturale II hanno giudicato migliori il proprio stato d'animo e il senso di benessere dopo avere portato gli apparecchi acustici (cerchi verdi) rispetto ai giorni in cui non li hanno portati (cerchi rossi).<sup>24</sup> Le valutazioni per ciascuna domanda erano significativamente migliori con ReSound Key che senza apparecchi acustici.

## **RIEPILOGO**

Lo scopo principale degli apparecchi acustici è ripristinare l'udibilità per l'enorme varietà di suoni a cui si va incontro ogni giorno. Ma un udito migliore non riguarda solo una migliore udibilità, bensì anche il fatto di accompagnare l'utilizzatore verso una maggiore sicurezza di sé e la possibilità di sentirsi di nuovo sé stessi. Per favorire nel modo migliore questi risultati, la filosofia dell'Organic Hearing-Ascolto secondo Natura ReSound trae ispirazione dal funzionamento naturale dell'orecchio, nonché dai modi naturali in cui noi usiamo l'udito per operare nella vita quotidiana. ReSound Key completa così la gamma di soluzioni come punto di accesso alla filosofia dell'Organic Hearing-Ascolto secondo Natura. La Direzionalità Naturale II applica in maniera straordinaria la tecnologia direzionale per sfruttare il nostro modo naturale di ascoltare. Ciò consente agli utilizzatori di avere sempre a disposizione un "orecchio migliore" per ciò che è importante udire e di orientarsi e monitorare l'ambiente di ascolto circostante.

## BIBLIOGRAFIA

1. Shinn-Cunningham BG, Best V. Selective attention in normal and impaired hearing. *Trends in Amplification*. 2008 Dec; 12(4):283-99.
2. Villchur E. Signal processing to improve speech intelligibility in perceptive deafness. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1973 Jun;53(6):1646-57.
3. Moore BC, Johnson JS, Clark TM, Pluinage V. Evaluation of a dual-channel full dynamic range compression system for people with sensorineural hearing loss. *Ear and Hearing*. 1992 Oct 1;13(5):349-70.
4. Ricketts TA, Dittberner AB, Johnson EE. High-frequency amplification and sound quality in listeners with normal through moderate hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2008 Feb;51(1):160-72
5. Kates JM, Arehart KH. Multichannel dynamic-range compression using digital frequency warping. *EURASIP journal on advances in signal processing*. 2005 Dec 1;2005(18):483-86.
6. Skagerstrand A, Stenfelt S, Arlinger S, Wikström J. Sounds perceived as annoying by hearing-aid users in their daily soundscape. *International Journal of Audiology*. 2014 Apr 1;53(4):259-69.
7. Archer-Boyd AW, Holman JA, Brimijoin WO. The minimum monitoring signal-to-noise ratio for off-axis signals and its implications for directional hearing aids. *Hearing Research*. 2018 Jan 1;357:64-72.
8. Cord MT, Surr RK, Walden BE, Dittberner AB. Ear asymmetries and asymmetric directional microphone hearing aid fittings. *American Journal of Audiology*. 2011 Dec 1;20(2):111-122.
9. Bentler RA, Egge JL, Tubbs JL, Dittberner AB, Flamme GA. Quantification of directional benefit across different polar response patterns. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2004 Oct 1;15(9):649-59.
10. Cord MT, Walden BE, Surr RK, Dittberner AB. Field evaluation of an asymmetric directional microphone fitting. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2007 Mar 1;18(3):245-56.
11. Picinali L, Prosser S, Mancuso A, Vercellesi G. Speech Intelligibility in virtual environments simulating an asymmetric directional microphone configuration. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2008 May;123(5):3305.
12. Ricketts TA, Picou EM. Speech recognition for bilaterally asymmetric and symmetric hearing aid microphone modes in simulated classroom environments. *Ear and Hearing*. 2013 Sep 1;34(5):601-9.
13. Hornsby BW, Ricketts TA. Effects of noise source configuration on directional benefit using symmetric and asymmetric directional hearing aid fittings. *Ear and Hearing*. 2007 Apr 1;28(2):177-86.
14. Jespersen CT, Kirkwood B, Groth J. Effect of directional strategy on audibility of sounds in the environment for varying hearing loss severity. *Canadian Audiologist*. 2017;4(6). Retrieved from: <https://canadianaudiologist.ca/directional-strategy-feature/>.
15. Picou EM, Aspell E, Ricketts TA. Potential benefits and limitations of three types of directional processing in hearing aids. *Ear and Hearing*. 2014 May 1;35(3):339-52.
16. Arnold P, Hill F. Bisenory augmentation: A speechreading advantage when speech is clearly audible and intact. *British Journal of Psychology*. 2001 May;92(2):339-55.
17. Helfer KS, Freyman RL. The role of visual speech cues in reducing energetic and informational masking. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2005 Feb;117(2):842-9.
18. Giuliani L, Brayda L. The effect of symmetric and asymmetric directional binaural listening on speech understanding with surrounding cocktail party noise. *International Journal of Speech Technology*. 2019 Jun 15;22(2):371-82.
19. Groth J, Laureyns M, Piskosz M. Double-blind study indicates sound quality preference for surround sound processor. *Hearing Review*. 2010;17(3):36-41.
20. Pavlovic CV. Band importance functions for audiological applications. *Ear and Hearing*. 1994 Feb;15(1):100-4.
21. Colburn HS, Shinn-Cunningham B, Kidd G, Durlach N. The perceptual consequences of binaural hearing. *International Journal of Audiology*. 2006;45 (Supplement 1):S33-S44.
22. Van den Bogaert T, Klasen TJ, Moonen M, Van Deun L, Wouters J. Horizontal localization with bilateral hearing aids: Without is better than with. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2006 Jan;119(1):515-26.
23. Kiessling J, Mueller M, Nelson J. Asymmetrische Anpassung mit unterschiedlicher Mikrofoncharakteristik rechts und links. Paper presented at 11. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie, December 2007.
24. Schumacher J. Hearing better, feeling better: ReSound Key has a positive impact on clients' lives. ReSound White Paper, 2021.

**Sede Centrale**

GN Hearing A/S  
Lautrupbjerg 7  
DK-2750 Ballerup  
Danimarca  
Tel.: +45 4575 1111  
resound.com

CVR no. 55082715

**Italia**

GN Hearing Srl  
Via Nino Bixio 1/B  
Montegrotto Terme (PD)  
Italia  
Tel.: +39 049 8911511  
Fax: +39 049 8911450  
www.resound.com/it-It