

# L'Audiologia di Oticon More™

## ABSTRACT

Questo white paper approfondisce i principi fondamentali dell'audiologia in Oticon More™, ispirato dalle nostre ultime scoperte su BrainHearing™ che dimostrano che, per un corretto udito, il cervello beneficia dell'accesso a scene sonore totalmente amplificate con tutti gli oggetti acustici in equilibrio. Per raggiungere questo obiettivo, Oticon More utilizza l'intelligenza di una rete neurale profonda, addestrata su milioni di scene sonore di vita reale e direttamente incorporata sulla nuova piattaforma Polaris™, per fornire ai pazienti l'accesso a scene sonore chiare in cui i suoni significativi sono in equilibrio e contrastati rispetto al rumore di fondo. Questo approccio innovativo di elaborazione del suono è supportato da una nuova strategia di amplificazione ad azione rapida e ad alta risoluzione, che garantisce che gli importanti dettagli sonori vengano trasmessi al cervello. Queste innovazioni nella tecnologia dell'udito differiscono dai tradizionali approcci di riduzione del rumore e compressione e affrontano i loro limiti, dando al cervello l'accesso a una parte maggiore della scena sonora completa, in modo che i pazienti possano concentrarsi meglio su ciò che conta per loro senza perdere traccia dei suoni significativi che si verificano intorno loro, come documentato nella ricerca clinica con Oticon More.

02	Introduzione
03	L'approccio di Oticon More
04	MoreSound Intelligence
06	MoreSound Amplifier
06	MoreSound Optimizer
06	Conclusioni
07	Fonti

## AUTORI

Sébastien Santurette & Thomas Behrens

*Centro per la Ricerca in Audiologia Applicata, Oticon A/S*

## Per il cervello, di più è meglio

Consideriamo una conversazione animata tra amici. Di sicuro vuoi riuscire a seguire ciò che dicono tutti e spostare senza interruzioni la tua attenzione tra di loro durante la conversazione. Inseriamo anche la presenza di un forte ventilatore o il rumore del traffico in sottofondo. Magari tu non vuoi essere disturbato da questi suoni irrilevanti, ma vuoi comunque sapere che ci sono. Se ci fosse anche una band che suona? Con alcune persone che applaudono? È probabile che tu voglia goderti l'atmosfera del luogo riuscendo comunque a seguire ciò che dicono i tuoi amici. Preferisci le tranquille passeggiate nel bosco? Potresti desiderare che il canto degli uccelli e il fruscio delle foglie facciano parte dell'esperienza. Questi sono solo alcuni esempi, ma spesso nelle situazioni di ascolto quotidiano, vorremmo riuscire a concentrarci facilmente su alcuni suoni specifici ma anche essere consapevoli di ciò che sta accadendo intorno a noi e riorientare la nostra attenzione se necessario. Cosa serve per ottenere tutto ciò?

Per dare un senso al suono, combiniamo costantemente le nostre capacità sensoriali, cognitive e sociali (Pichora-Fuller et al., 2017; Meyer et al., 2016 - vedi Figura 1). Grazie a questo sottile equilibrio di abilità, noi esseri umani siamo

attrezzati per navigare con successo nella complessa cacofonia sonora della vita. Affinché funzioni, l'intera scena sonora deve prima essere trasmessa correttamente attraverso l'orecchio e convertita in un codice neurale preciso che viaggia attraverso il nervo uditivo prima che raggiunga il tronco cerebrale e il centro uditivo nel cervello (Man & Ng, 2020; Lesica, 2018): queste sono le nostre capacità uditive sensoriali. A partire dalla corteccia uditiva, il cervello deve quindi essere in grado di orientarsi attraverso gli elementi della scena sonora in arrivo (O'Sullivan et al., 2019; Puvvada & Simon, 2017) e, attraverso l'interazione con altre aree cerebrali specializzate, concentrarsi sui suoni importanti in ogni momento in modo da poter capire e ricordare ciò che conta per noi (Man & Ng, 2020; Shinn-Cunningham et al., 2017) - questo definisce le nostre capacità uditive cognitive. Dopo aver dato un senso a tutti i suoni di interesse in relazione al contesto dell'intera scena sonora, possiamo quindi decidere e agire, ascoltare e parlare, prestare attenzione e reagire a ciò che accade intorno a noi, navigare nel nostro ambiente e comunicare con gli altri (Pichora-Fuller, 2016; Borg et al., 2008) formando le nostre capacità di ascolto sociale.

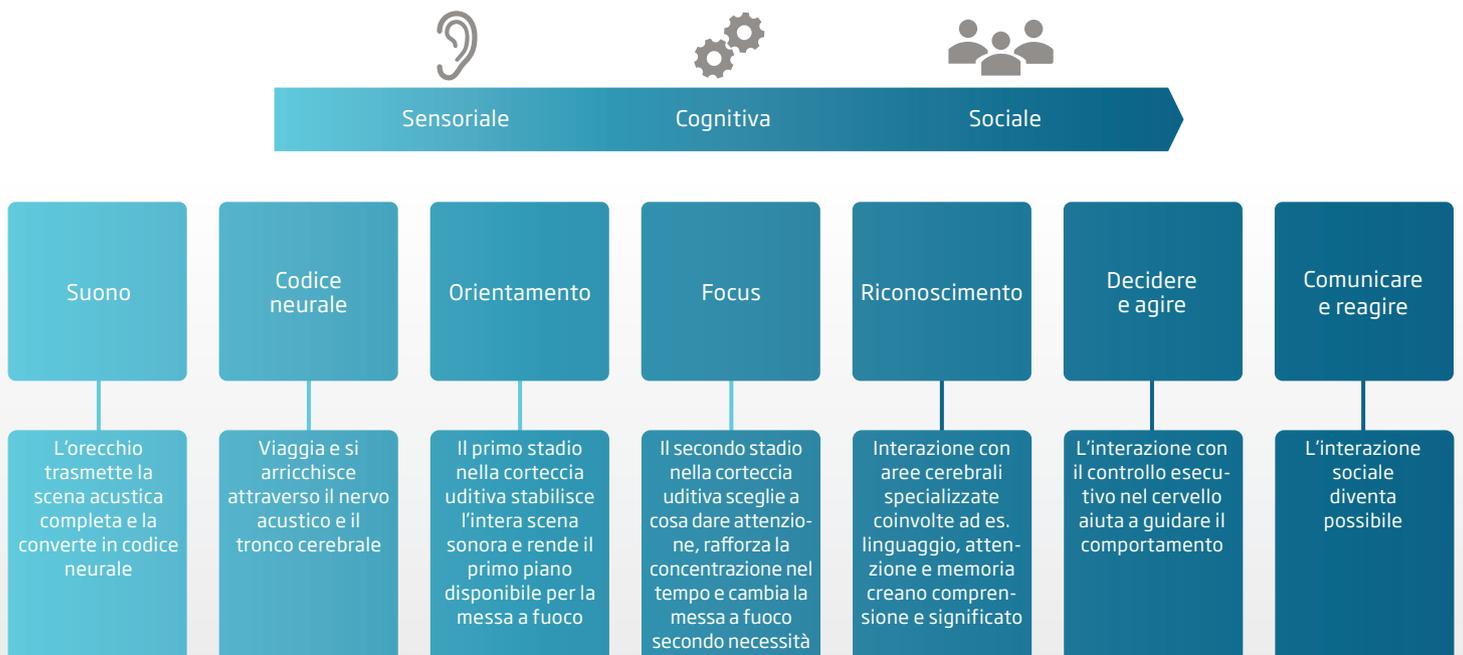


Figura 1: L'udito è un processo biopsicosociale, che coinvolge la percezione sensoriale, la cognizione e il comportamento.

Vi sono ora ampie prove scientifiche che la perdita uditiva non colpisce solo la parte sensoriale del sistema uditivo (Moore, 2007) ma ha anche importanti conseguenze sulle nostre capacità cognitive e sociali, anche al di là del dominio dell'udito (ad es. 2020; Edwards, 2016; Campbell & Sharma, 2014; Rönnberg et al., 2013; Strawbridge et al., 2000; per una revisione, vedere Man & Ng, 2020). La perdita uditiva può avere origine in molte parti diverse del complesso percorso uditivo che collega le orecchie al cervello. È importante sottolineare che, ovunque questi cambiamenti possano verificarsi all'inizio, in genere si traducono in un codice neurale più povero inviato al cervello (Lesica, 2018): il cervello riceve meno informazioni e queste informazioni sono meno precise, rendendo difficile per le persone con ipoacusia usare le loro abilità cognitive e sociali con successo. Fornire più informazioni al cervello con più precisione è quindi essenziale per offrire alle persone con ipoacusia una stimolazione uditiva ottimale e aiutarle a raggiungere i migliori risultati cognitivi e sociali possibili. Questa scoperta chiave è il motore principale alla base del design audiologico di Oticon More™, che offre un livello completamente nuovo di tecnologia per la cura dell'udito basata sulle più recenti conoscenze di BrainHearing™ (Man & Ng, 2020).

### **Dare più accesso al cervello con gli apparecchi acustici**

La tecnologia presente negli apparecchi acustici è stata a lungo progettata in base a quattro presupposti principali: 1) la sorgente sonora più rilevante per le persone ipoacusiche è sempre la persona davanti; 2) I suoni non vocali esacerbano le difficoltà di comunicazione e sono sempre indesiderati; 3) Le persone con ipoacusia hanno accesso a una gamma ridotta di livelli sonori, in modo tale che l'amplificazione possa garantire l'udibilità, pur mantenendo il comfort; e 4) l'amplificazione deve essere garantita senza che si verifichi feedback. Le soluzioni tradizionali per la cura dell'udito hanno tipicamente affrontato questi punti applicando quattro tipi di algoritmi di elaborazione del segnale: 1) Direzionalità, dando priorità d'accesso alla voce frontale; 2) Riduzione del rumore, attenuando tutti i suoni non simil-vocali; 3) Compressione del range dinamico, che rende i suoni deboli udibili e quelli forti confortevoli; e 4) Gestione del feedback che contrasta il

feedback udibile anche se ciò significa sacrificare i livelli di guadagno prescritti in situazioni dinamiche. Sebbene le versioni avanzate di tali algoritmi siano diventate molto efficaci, lo scopo che cercano di raggiungere e le ipotesi su cui si basano potrebbero non essere sempre in linea con ciò che le ultime scoperte scientifiche ci dicono su come il cervello dà un senso ai suoni. Pertanto, possono limitare le persone con ipoacusia.

Ciò che il cervello fa naturalmente è rappresentare l'intera scena sonora e orientarsi attraverso di essa in ogni momento, in modo da poter così lavorare sui vari elementi della scena (Man & Ng, 2020). La combinazione tra direzionalità convenzionale, riduzione del rumore, compressione e sistemi anti-feedback può limitare la scena sonora in diversi modi: limitare l'accesso a tutti i suoni laterali e posteriori al paziente (direzionalità), limitare l'accesso a tutti i suoni non interpretati come voce dall'apparecchio acustico (riduzione del rumore), limitare l'accesso a dettagli sonori importanti che contano per il cervello (compressione) e limitare l'accesso al guadagno ottimale in situazioni dinamiche (gestione del feedback). Per dare al cervello l'accesso a tutti i suoni che trasportano le informazioni, la tecnologia degli apparecchi acustici dovrebbe idealmente aprirsi a tutti i suoni significativi, non solo ai suoni di tipo vocale, per creare un contrasto chiaro e naturale tra gli elementi importanti nella scena e il rumore di sottofondo e per amplificare tutti gli elementi della scena in modo accurato e sufficientemente dettagliato. Solo allora l'attenzione può lavorare in modo naturale su tutti gli elementi chiari disponibili (Man & Ng, 2020).

Il paradigma OpenSound negli apparecchi acustici Oticon applicato alle piattaforme Velox e Velox S è stato un passo importante nell'apertura ai suoni del parlato tutto intorno al paziente, non solo frontali (Le Goff et al., 2016a), con numerosi vantaggi audiologici rispetto alla direzionalità tradizionale (Juul Jensen, 2018; Le Goff et al., 2016b). Il nuovo approccio unico di Oticon per prevenire il feedback ha anche assicurato che i pazienti abbiano accesso a un guadagno ottimale anche in situazioni dinamiche (Løve, 2019).

<sup>1)</sup> I cambiamenti possono verificarsi a molti livelli, ad esempio, nella capacità conduttiva dell'orecchio medio, nella funzione sensoriale delle cellule ciliate nella coclea, nelle proprietà meccaniche delle strutture che circondano le cellule ciliate, nelle connessioni tra l'orecchio interno e il nervo uditivo, la funzione del nervo uditivo stesso o quella di entità neurali uditive più centrali nel tronco cerebrale e nella corteccia.

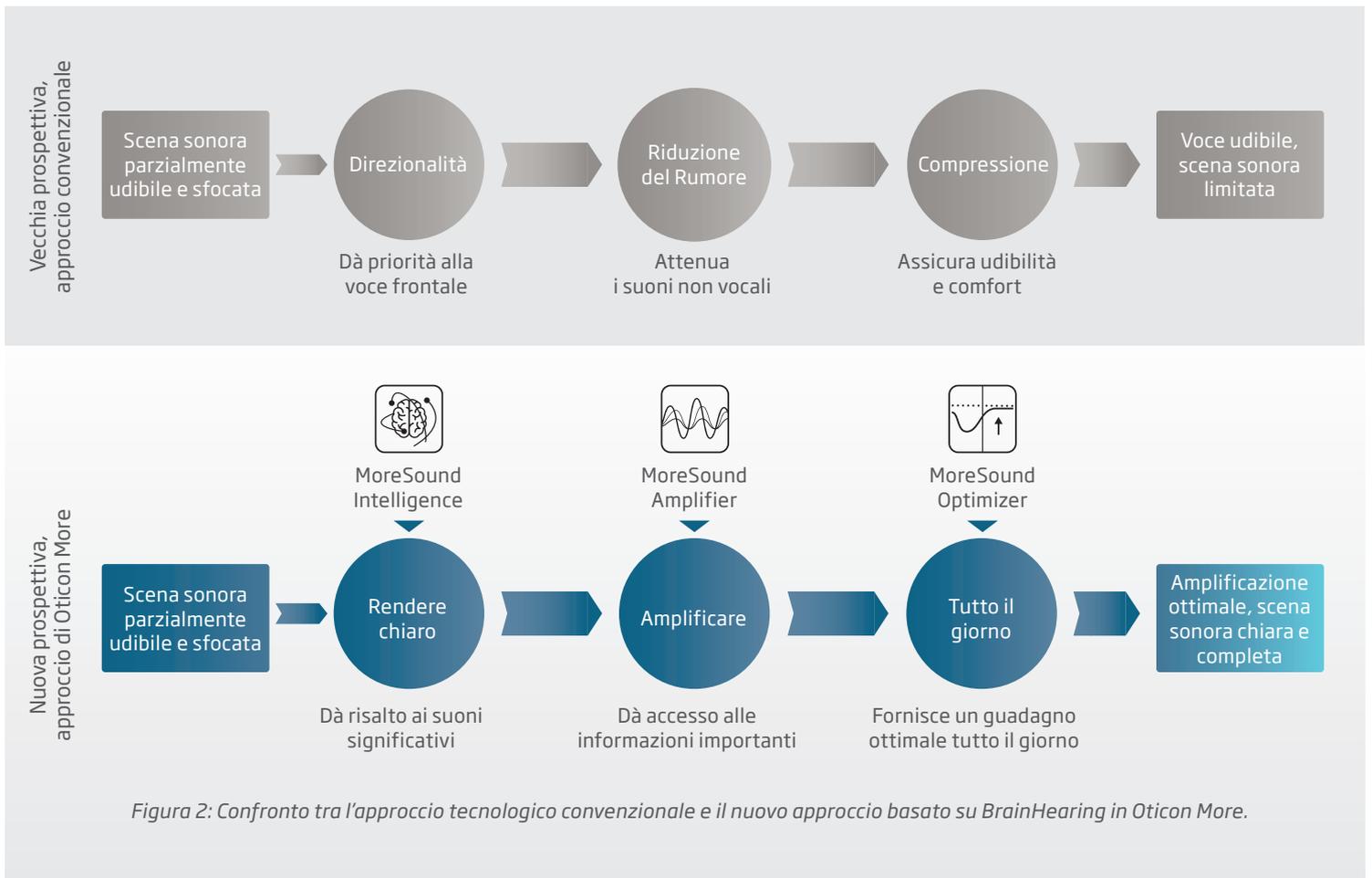
Con Oticon More, costruito sulla nuova potente piattaforma Polaris™, siamo ora in grado di sfidare ulteriormente le convenzioni introducendo la nuova tecnologia BrainHearing™ progettata per dare accesso a scene sonore complete che sono più facili da decodificare per il cervello, in modo che possa migliorare la fase di orientamento, di focus e dare un senso a ciò che sta accadendo. Di seguito, illustriamo come le principali innovazioni audiologiche in Oticon More, MoreSound Intelligence™ e MoreSound Amplifier™, rompono con i tradizionali approcci di riduzione del rumore e compressione per ottenere tali vantaggi, e sono supportate da aggiornamenti all'OpenSound Optimizer in Oticon Opn S, creando il MoreSound Optimizer.

### MoreSound Intelligence™ - Una scena sonora ispirata al cervello per chiarire

Quando si soffre di ipoacusia, i suoni non solo sono meno udibili, ma tendono anche a fondersi insieme. Questo spiega perché le persone con problemi di udito spesso percepiscono le scene sonore come "sfocate" o "confuse" e hanno difficoltà a concentrarsi su suoni specifici. Questa difficoltà nel separare i suoni l'uno dall'altro rende anche

il sistema uditivo di una persona meno resistente al rumore e al suono di disturbo che la persona vorrebbe mantenere in sottofondo. Per offrire alle persone ipoacusiche l'accesso a scene sonore chiare e complete negli ambienti di ascolto del mondo reale, la nuova funzione MoreSound Intelligence (MSI) fa risaltare i suoni significativi dal rumore di fondo preservando l'accesso a tutte le sorgenti sonore e tutte le direzioni che hanno informazioni distinte. Ciò rende più facile per il cervello separare i suoni e concentrarsi su ciò che è rilevante (Santurette et al., 2020).

Anzitutto, MSI analizza l'intera scena sonora per rilevare la complessità dell'ambiente di ascolto e confronta costantemente questa complessità con le esigenze di ascolto individuali del paziente indicate nel software di adattamento Genie 2. MSI quindi rende i suoni significativi più distinti in base a quanto sia facile o difficile l'ambiente attuale per il paziente, adattandosi perfettamente al variare della complessità dell'ambiente nel tempo. Vengono applicati due passaggi di elaborazione per migliorare la chiarezza della scena sonora: elaborazione della chiarezza spaziale e elaborazione della chiarezza neurale.



In ambienti relativamente facili, lo Spatial Clarity Processing di MSI utilizza nuovi modelli dei padiglioni auricolari che imitano meglio il funzionamento di quelli umani reali, per garantire che la scena sonora ripresa dai due microfoni dell'apparecchio acustico sia riprodotta con informazioni spaziali accurate e naturali. In ambienti più difficili, il bilanciamento spaziale assicura che i suoni significativi rimangano accessibili e bilanciati rispetto ai rumori dominanti intorno al paziente, con una precisione che supera quella ottenuta da OpenSound Navigator di Oticon.

Una volta che i suoni sono ben bilanciati nello spazio, interviene il Neural Clarity Processing di MSI. In contrasto con i tradizionali algoritmi di riduzione del rumore, ottimizzati manualmente per preservare la voce e attenuare il rumore in base a presupposti matematici, Neural Clarity Processing fa uso della conoscenza acquisita da una rete neurale profonda (DNN) addestrata su 12 milioni di scene sonore di vita reale (Brændgaard, 2020a), in modo da emulare il funzionamento di un cervello umano. L'intera scena sonora viene elaborata in base a ciò che la DNN ha appreso come suoni primari (i suoni che portano significato

e possono diventare il centro dell'attenzione per il paziente, come parole, musica e suoni ambientali importanti) e come suoni secondari (i suoni che hanno meno significato e sui quali non è rilevante concentrarsi, come il brusio di fondo). Poiché la DNN ha appreso quali elementi delle scene sonore reali veicolano la maggior parte delle informazioni e quali no, e quale dovrebbe essere la relazione naturale tra questi elementi, il risultato è un contrasto più fine e sfumato tra i suoni significativi e il rumore di fondo, rispetto alla tradizionale riduzione del rumore, come mostrato in Figura 3.

In Figura 3, notare come la soppressione del rumore neurale (D) sia più accurata nel rilevare il parlato e come il miglior contrasto abbia forme più organiche rispetto al sistema di riduzione del rumore in Oticon Opn S (C), grazie all'apprendimento avuto nei suoni di vita reale. Ciò è ulteriormente supportato dal Sound Enhancer, che garantisce che il guadagno delle aree rilevate come primo piano da MSI è preservato dinamicamente (aree bianche) o migliorato (aree blu). Per maggiori dettagli tecnici su MSI, vedi Brændgaard (2020a).

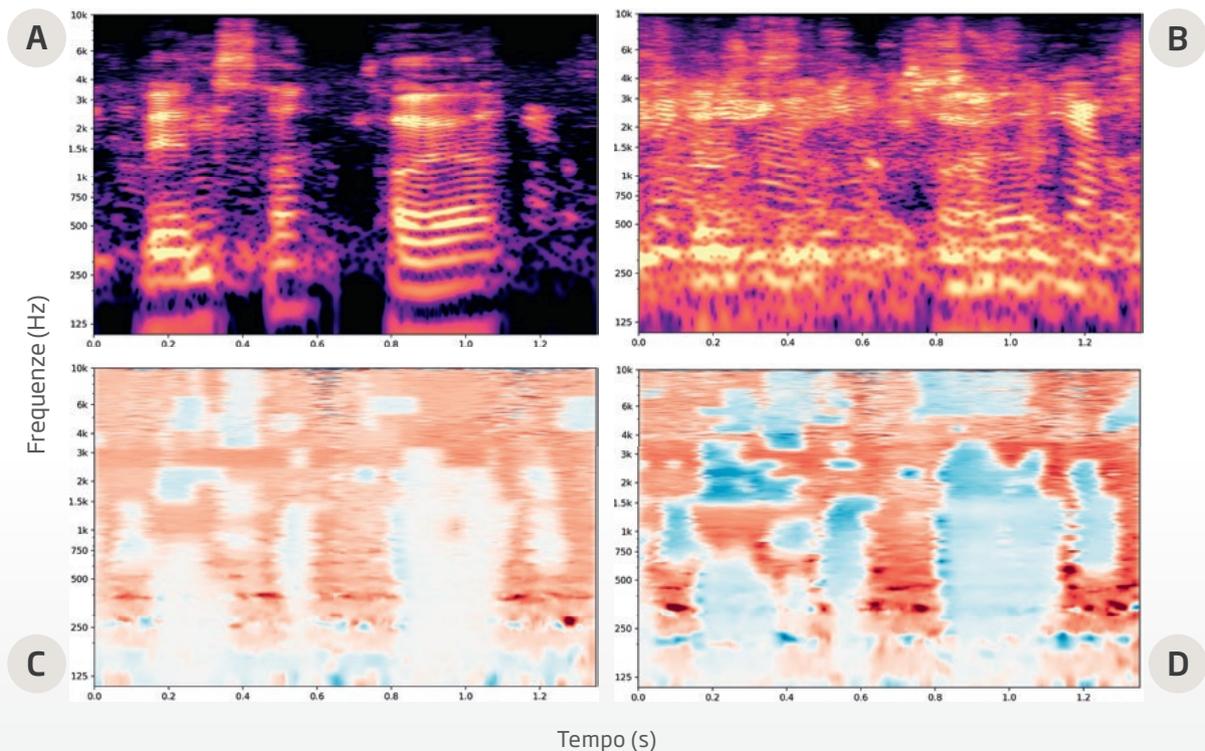


Figura 3: (A) mostra lo spettrogramma di un segnale vocale pulito - la parola danese "sinistra" ("venstre") seguita dalla parola danese "destra" ("højre"). (B) mostra lo spettrogramma dello stesso segnale vocale nel babble noise. (C) e (D) mostrano quali aree di tale scena sonora sono attenuate (aree rosse), preservate (aree bianche) e migliorate (aree blu) dalla tradizionale riduzione del rumore (come implementata in Oticon Opn S con una rapida rimozione del rumore algoritmo, (C)) e dal nuovo approccio basato su DNN in Oticon More (D). La soppressione del rumore neurale in More porta a un maggiore contrasto tra le aree della scena sonora contenenti informazioni significative - in questo caso, la voce - relativa al rumore di fondo, rispetto alla riduzione del rumore implementata in OpenSound Navigator in Oticon Opn S. Con l'azione della DNN, questo contrasto diventa più graduale e sfumato, con più informazioni vocali (aree bianche e blu) fornite al paziente, soprattutto alle alte frequenze a causa della maggiore risoluzione in frequenza della piattaforma Polaris rispetto a Velox S.

## MoreSound Amplifier - un sistema di amplificazione flessibile ad alta risoluzione

Una volta adeguatamente bilanciata la scena sonora da MSI, con un primo piano di suoni significativi sufficientemente distinto dal rumore di fondo per soddisfare le esigenze del paziente, questa scena sonora bilanciata va amplificata per preservare questo attento equilibrio tra i suoni ma anche per trasmettere tutti i dettagli importanti. Ciò è particolarmente cruciale poiché sappiamo che la perdita uditiva rende difficile per il cervello accedere ai dettagli del suono anche quando è reso udibile. Facendo un'analogia visiva, potremmo vedere la scena sonora fornita da MSI come una piccola immagine che dobbiamo ingrandire per trasformarla in una grande immagine, ma senza comprometterne la chiarezza. Come lo realizziamo?

Per dare al cervello l'accesso a dettagli importanti della scena sonora in qualsiasi momento, il nuovo MoreSound Amplifier (MSA) di Oticon More si adatta non solo in termini di velocità ma, soprattutto, anche in termini di risoluzione, in base alle caratteristiche della scena sonora e a come cambia nel tempo. A partire dalla tecnologia Speech Guard di Oticon, negli ultimi dieci anni i tradizionali sistemi di compressione degli apparecchi acustici si sono evoluti verso l'uso di costanti di tempo adattive. Sebbene tali sistemi abbiano il vantaggio di guidare l'amplificazione in base alla velocità o alla lentezza con cui il livello del suono cambia nel tempo, consentendo sia l'udibilità del parlato che evitando il disagio dei suoni forti, in genere funzionano a una risoluzione di frequenza fissa (cioè, con un numero fisso di canali) che viene spesso mantenuta bassa per evitare la distorsione udibile del suono quando viene compresso. Tornando alla nostra analogia visiva, è facile visualizzare che ingrandire una piccola immagine a bassa risoluzione porterà inevitabilmente a un'immagine grande sgranata che ha perso chiarezza e dettaglio e che, una volta ingrandita, non è possibile recuperare questi dettagli.

Questo è il motivo per cui, grazie alla maggiore risoluzione della piattaforma Polaris, MSA riesce a funzionare con una risoluzione sei volte superiore a Speech Guard, adattandosi comunque in velocità con elevata precisione. Quando la scena sonora cambia rapidamente, dobbiamo assicurarci di trasmettere questi cambiamenti con precisione in modo che i suoni forti siano confortevoli e i suoni deboli siano udibili. In questi casi, MSA privilegia quindi la precisione nel tempo rispetto all'utilizzo della risoluzione ad alta frequenza. Al contrario, quando la scena sonora cambia lentamente, dobbiamo assicurarci che i dettagli della scena non vadano persi mentre la amplifichiamo. Pertanto, non appena la scena sonora è più stabile, il sistema passa all'uso di una risoluzione di frequenza più alta per rendere udibili tutti i dettagli acustici rilevanti. Questa risoluzione più

elevata consente di separare meglio i singoli suoni con un contenuto di frequenza diverso e quindi di amplificarli in modo più accurato dal sistema e in equilibrio tra loro.

## Garantire sempre un guadagno ottimale

Il rischio di feedback e gli adattamenti aperti sono stati a lungo due cause principali di accesso limitato al guadagno adeguato per il paziente. Tuttavia, garantire che il guadagno ottimale sia erogato in tutte le situazioni, anche negli adattamenti aperti, è essenziale per ottenere tutti i benefici audiologici del suono ripulito e amplificato tramite MSI e MSA. In Oticon More, il MoreSound Optimizer, un'evoluzione dell'Oticon OpenSound Optimizer per la piattaforma Polaris, assicura che il feedback sia impedito rilevandolo prima che si verifichi, consentendo un migliore accesso al guadagno ottimale anche in situazioni dinamiche. Inoltre, gli adattamenti aperti con Oticon More possono ora beneficiare del nuovo Open Bass Dome che fornisce un migliore accesso al guadagno alle frequenze vocali rispetto a un dome aperto e garantisce che, durante lo streaming della tua musica o podcast preferito, tu abbia accesso a un guadagno a bassa frequenza senza compromettere il comfort di un adattamento aperto. Infine, Oticon More può essere regolato su 24 bande di adattamento, offrendo ancora più flessibilità agli audioprotesisti per fornire un guadagno preciso ai pazienti.

## Oticon More - Una nuova prospettiva nella cura dell'udito

Le innovazioni date da MSI e MSA in Oticon More sono progettate per fornire al cervello migliore accesso a informazioni più pertinenti e precise, contrapponendosi agli approcci tradizionali alla riduzione del rumore e alla compressione negli apparecchi acustici. Approfittando degli apprendimenti di una DNN incorporata nella nuova piattaforma Polaris di Oticon, MSI rende chiara innanzitutto l'intera scena sonora dando risalto ai suoni importanti dal rumore di fondo e accesso a tutte le fonti sonore che hanno informazioni distinte. MSA rende quindi tutti i suoni udibili da ambienti semplici a complessi fornendo un accesso preciso alle dinamiche e ai dettagli del suono grazie alla sua velocità e risoluzione entrambe flessibili. Adattandosi nel tempo, catturando la complessità della scena sonora nel suo divenire e assicurando che gli elementi della scena siano forniti con precisione ed equilibrio al paziente, queste due caratteristiche sono progettate per trasmettere le informazioni più importanti per il cervello nella creazione di scene sonore complete e precise. Di conseguenza, è stato dimostrato che Oticon More offre al cervello un accesso migliore alla scena sonora completa e agli elementi in primo piano, consentendo ai pazienti di concentrarsi, comprendere e ricordare meglio i suoni di interesse, come documentato nella ricerca clinica (Santurette et al., 2020).

## Fonti

1. Borg, E., Bergkvist, C., Olsson, I. S., Wikström, C., & Borg, B. (2008). Communication as an ecological system. *International Journal of Audiology*, 47(sup2), S131-S138.
2. Brændgaard, M. (2020a). MoreSound Intelligence™. Oticon Tech Paper.
3. Brændgaard, M. (2020b). The Polaris platform. Oticon Tech Paper.
4. Campbell, J., & Sharma, A. (2014). Cross-modal re-organization in adults with early stage hearing loss. *PloS one*, 9(2), e90594.
5. Edwards, B. (2016). A model of auditory-cognitive processing and relevance to clinical applicability. *Ear and hearing*, 37, 85S-91S.
6. Juul Jensen, J. (2018). Closing a gap to normal hearing. Oticon Whitepaper.
7. Le Goff, N., Jensen, J., Pedersen, M. S., & Løve C., S. (2016a). An introduction to OpenSound Navigator™. Oticon Whitepaper.
8. Le Goff, N., Wendt, D., Lunner, T., & Ng, E. (2016b). Opn clinical evidence. Oticon Whitepaper.
9. Lesica, N. A. (2018). Why do hearing aids fail to restore normal auditory perception? *Trends in neurosciences*, 41(4), 174-185.
10. Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., ... & Costafreda, S. G. (2020). Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *The Lancet*.
11. Løve, S. (2019). Introduction to OpenSound Optimizer™. Oticon Whitepaper.
12. Man K. L., B., & H. N. Ng, E. (2020). BrainHearing™ - The new perspective. Oticon Whitepaper.
13. Meyer, C., Grenness, C., Scarinci, N., & Hickson, L. (2016). What is the international classification of functioning, disability and health and why is it relevant to audiology? In *Seminars in Hearing* (Vol. 37, No. 03, pp. 163-186). Thieme Medical Publishers.
14. Moore, B. C. J. (2007). *Cochlear hearing loss: physiological, psychological and technical issues*. John Wiley & Sons.
15. O'Sullivan, J., Herrero, J., Smith, E., Schevon, C., McKhann, G. M., Sheth, S. A., ... & Mesgarani, N. (2019). Hierarchical Encoding of Attended Auditory Objects in Multi-talker Speech Perception. *Neuron*, 104(6), 1195-1209.
16. Pichora-Fuller, M. K., Alain, C., & Schneider, B. A. (2017). Older adults at the cocktail party. In *The auditory system at the cocktail party* (pp. 227-259). Springer, Cham.
17. Puvvada, K. C., & Simon, J. Z. (2017). Cortical representations of speech in a multitalker auditory scene. *Journal of Neuroscience*, 37(38), 9189-9196.
18. Rönnberg, J., Lunner, T., Zekveld, A., Sörqvist, P., Danielsson, H., Lyxell, B., ... & Rudner, M. (2013). The Ease of Language Understanding (ELU) model: theoretical, empirical, and clinical advances. *Frontiers in systems neuroscience*, 7, 31.
19. Santurette, S., Ng, E. H. N., Juul Jensen, J., Micula, A. & Man K. L., B. (2020). Oticon More clinical evidence. Oticon Whitepaper.
20. Shinn-Cunningham, B., Best, V., & Lee, A. K. (2017). Auditory object formation and selection. In *The auditory system at the cocktail party* (pp. 7-40). Springer, Cham.
21. Strawbridge, W. J., Wallhagen, M. I., Shema, S. J., & Kaplan, G. A. (2000). Negative consequences of hearing impairment in old age: a longitudinal analysis. *The Gerontologist*, 40(3), 320-326.

Publicazione riservata esclusivamente  
ai sigg. Medici e Audioprotesisti

[www.oticon.global](http://www.oticon.global)

Oticon is part of the Demant Group.

**oticon**  
life-changing **technology**