

Il BrainHearing™ Pediatrico

ABSTRACT

I bambini e gli adolescenti affetti da ipoacusia, esattamente come i loro coetanei normo udenti, desiderano imparare, avere amici, capire chi sono e sentirsi parte della società. Fondamentale per il loro sviluppo è avere pieno accesso alla comunicazione e al complesso mondo dei suoni.

La filosofia Oticon BrainHearing mira a offrire a neonati, bambini e adolescenti apparecchi acustici che forniscano al cervello le migliori informazioni sonore possibili. Attraverso la comprovata tecnologia BrainHearing, gli apparecchi acustici Oticon forniscono loro pieno accesso al panorama sonoro per supportare lo sviluppo cognitivo, lo sviluppo della parola e del linguaggio e lo sviluppo delle relazioni sociali.

Sulla base di studi di ricerca indipendenti condotti da ricercatori di audiologia pediatrica di tutto il mondo, siamo stati in grado di dimostrare che gli apparecchi acustici Oticon forniscono un migliore accesso alle informazioni vocali, miglioramenti nella comprensione del parlato in ambienti rumorosi e uno sforzo di ascolto ridotto.

02	Introduzione
02	Sviluppo del cervello nei bambini
03	Plasticità cerebrale e periodi critici
04	Sviluppo del cervello nei bambini con ipoacusia
06	La vita di bambini e adolescenti con problemi di udito
06	Sviluppo sociale e inclusione per i bambini con problemi di udito
08	Tecnologia Oticon e supporto per il cervello
09	Conclusioni
10	Referenze

REDATTORI DEL NUMERO



David Gordey
*Direttore di Audiologia e
Ricerca Pediatrica
Oticon A/S*



Elaine Hoi Ning Ng
*Ricercatrice Capo del
Centro Ricerche per
l'Audiologia Applicata
Oticon A/S*

Introduzione

I bambini crescono in un mondo ricco di suoni e l'accesso a tutte queste informazioni è molto importante. Il nostro mondo sonoro include discorsi diretti, altre persone che parlano ma che magari non stiamo ascoltando direttamente e tutti i suoni presenti nei vari ambienti. Per i bambini, tutto questo significa insegnare loro come interagire con il mondo e relazionarsi con tutto quello che li circonda. La ricerca ha dimostrato che il nostro sistema uditivo ha connessioni molto importanti con il nostro cervello. Per i bambini, il cervello in via di sviluppo è altamente plastico e durante il suo periodo critico, l'input ambientale e le esperienze sensoriali sono cruciali. Carol Flexer ha descritto questi aspetti del processo uditivo come "le orecchie sono semplicemente una porta e un punto di accesso al nostro cervello". La filosofia BrainHearing™ di Oticon è stata una componente chiave della nostra ricerca e sviluppo negli ultimi 10 anni. BrainHearing garantisce che le nostre soluzioni tecnologiche forniscano a bambini e adolescenti pieno accesso al linguaggio e ai segnali vocali in tutti gli ambienti per supportare il loro sviluppo cognitivo, lo sviluppo del linguaggio e le relazioni sociali.

Sviluppo del cervello nei bambini

Il cervello umano inizia a svilupparsi prima della nascita, cresce rapidamente nella prima infanzia e continua nell'adolescenza. Le prime esperienze di un bambino sono cruciali per il modo in cui la rete cerebrale si organizza (Figura 1). Nelle prime fasi, le cellule cerebrali e i neuroni iniziano a svilupparsi. Vengono quindi stabilite le connessioni tra questi, chiamate sinapsi. Questi processi di sviluppo continuano e si raggiungono il loro culmine nella prima infanzia.

Mentre si stabilisce la struttura base del cervello si crea una massiccia produzione di sinapsi. Dopo l'enorme produzione di sinapsi, il cervello passa attraverso una fase di riduzione delle sinapsi chiamata potatura. È qui che vengono rimossi i neuroni e le sinapsi non necessarie al cervello. La fase di potatura elimina selettivamente le sinapsi in base alla loro "storia di attività". Ad esempio, l'esperienza sensoriale precoce attiva le connessioni neurali nelle aree corticali che coinvolgono la percezione visiva o uditiva. Poiché queste connessioni vengono utilizzate frequentemente, è più probabile che sopravvivano nella fase di potatura. Vengono eliminate le connessioni inutilizzate o non attivate. In questa fase di potatura, lo sviluppo del cervello è prevalentemente guidato dagli input ambientali. Modellata dall'esperienza precoce, la struttura del cervello diventa più raffinata e le connessioni neurali diventano più precise. Il processo di potatura consente flessibilità, aiutando il cervello in via di sviluppo ad adattarsi all'ambiente specifico. Per le aree corticali che sono importanti per le funzioni sensoriali di base come la percezione visiva e uditiva, la potatura avviene tra i quattro e i sei anni di età (Conel, 1939). Per le funzioni cognitive superiori, come la regolazione delle emozioni, la potatura continua anche durante l'adolescenza (Huttenlocher & Dabholkar, 1997). Lo sviluppo del cervello è influenzato dalle prime esperienze. Avere pieno accesso all'ambiente sonoro nella prima infanzia attiverà in modo ottimale le connessioni essenziali per lo sviluppo uditivo in un cervello normale (vedi Tierney & Nelson, 2009 per una rassegna).

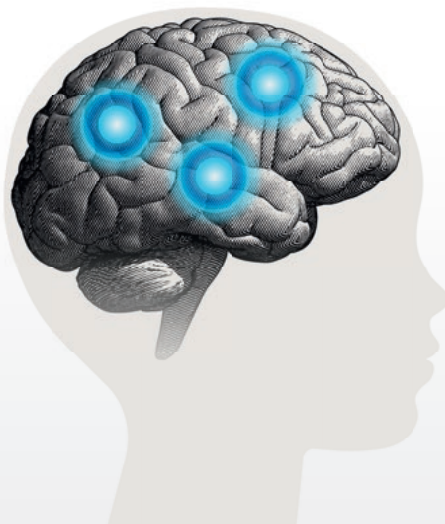


Figura 1. Lo sviluppo del cervello nella prima infanzia è notevolmente rapido. L'esperienza sensoriale nei primi anni influenza fortemente il cablaggio della rete cerebrale.

Plasticità cerebrale e periodi critici

Il cervello in via di sviluppo è altamente plastico e si definisce periodo critico il momento in cui la plasticità cerebrale è massima. Durante questo periodo, gli input ambientali e l'esperienza sensoriale sono cruciali per lo sviluppo ottimale del cervello e della sua struttura. Il periodo critico (0-3 anni di età) è il periodo più favorevole per apprendere alcune nuove abilità, come il linguaggio e la musica. Le funzioni di base come quelle percettive sono ben sviluppate nei primi anni di vita; altre funzioni e sistemi di ordine superiore come la memoria, il processo decisionale e le emozioni continuano a svilupparsi nell'adolescenza e nella prima età adulta. La Figura 2 illustra i periodi critici dello sviluppo cerebrale per diverse funzioni e abilità (vedi Cisneros-Franco et al., 2020; Hensch & Bilimoria, 2012).

Se un'esperienza sensoriale è anormale o assente durante questo periodo, la rete cerebrale sarà cablata in un modo diverso e rappresenterà preferenzialmente le informazioni sensoriali non deprivate. Questo effetto è solitamente irreversibile dopo la chiusura del periodo critico e di conseguenza si rende difficile apprendere determinate abilità più avanti nella vita. Ad esempio, un'ipoacusia trasmissiva ricorrente nella prima infanzia può compromettere l'accesso a particolari suoni del linguaggio e la capacità di rilevare

segnali binaurali. Ciò può produrre impatti di lunga durata sull'acuità percettiva uditiva (Stephenson et al., 1995). Questi impatti alla fine possono influenzare la velocità e la qualità con cui un bambino acquisisce abilità linguistiche (Moore et al., 1991). La ricerca ha anche dimostrato che i bambini che nascono con ipoacusia profonda bilaterale possono trarre maggiori benefici dagli impianti cocleari se ricevono il trattamento prima dei due anni di età rispetto a quelli che vengono trattati più tardi (Kral & Eggermont, 2007). Ciò evidenzia l'importanza di un intervento precoce durante questo periodo di plasticità cerebrale.

Lo sviluppo e la maturazione del cervello sono influenzati sia da fattori genetici che ambientali. La plasticità cerebrale è massima durante il periodo critico e poi diminuisce nel corso della vita. Rispetto ai cervelli giovani in via di sviluppo, i cervelli adulti sono meno plastici e meno favorevoli all'acquisizione di nuove abilità. Le basi dei sistemi sensoriali e percettivi si formano e sono fortemente influenzate dalle esperienze nei primi anni, e sono fondamentali per il linguaggio, il comportamento sociale e lo sviluppo delle emozioni negli anni successivi. Ciò è un chiaro segnale dello sviluppo del cervello straordinariamente rapido nella prima infanzia e della sua capacità di crescere e cambiare per tutta la vita.

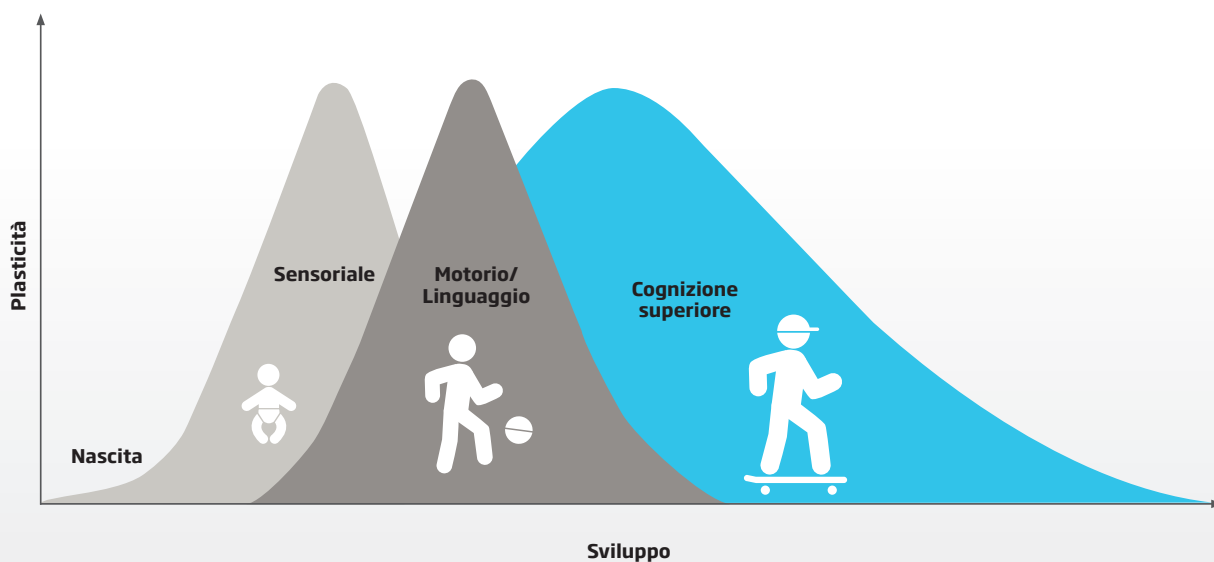


Figura 2. Periodi critici per lo sviluppo dei sistemi sensoriali (vista e udito), del linguaggio e delle funzioni cognitive superiori, nonché di molte altre funzioni cerebrali.

Sviluppo del cervello nei bambini con ipoacusia

Lo sviluppo del cervello è un processo gerarchico, per cablare il cervello con processi di livello superiore è necessario che questi si basino su processi di livello inferiore. Ad esempio, lo sviluppo del linguaggio dipende in modo critico dallo sviluppo sensoriale e percettivo (ad esempio, la discriminazione dei suoni del linguaggio). Per i bambini con perdita dell'udito, l'input uditivo al cervello in via di sviluppo può essere subottimale o distorto a causa dei deficit del sistema uditivo. Poiché l'input sensoriale dall'ambiente modella la maturazione e lo sviluppo del cervello, la perdita dell'udito può avere il seguente impatto sullo sviluppo del cervello nei bambini ipoacusici:

1. Maturazione corticale e sviluppo dei sistemi sensoriali e percettivi

Un input uditivo insufficiente, anormale o assente nelle prime esperienze può avere un impatto negativo sulla creazione di connessioni neurali e sullo sviluppo del rilevamento e della percezione uditiva. Un cervello in via di sviluppo tipico apprende le diverse caratteristiche fisiche dei vari input e costruisce rappresentazioni di oggetti uditivi. Queste caratteristiche includono frequenza e intensità, differenze di tempo e intensità binaurali, modulazione di frequenza e modulazione di ampiezza. Inoltre, nello stesso momento si sviluppano abilità sensoriali e percettive di base insieme all'elaborazione spaziale e all'udito binaurale. Il cervello è in grado di discriminare i suoni del parlato di praticamente tutte le lingue, ma con l'esperienza sarà sintonizzato in modo ottimale sulla lingua madre (vedi Kuhl, 2004, per la discussione). Avere una perdita dell'udito può influenzare la capacità del cervello di rilevare e discriminare questi suoni. Con lo sviluppo di sistema percettivo uditivo compromesso, può verificarsi un impatto negativo sullo sviluppo del linguaggio.

2. Apprendimento uditivo e acquisizione del parlato e del linguaggio

Entro il primo anno di vita, i bambini imparano a discriminare i suoni che sono specifici della lingua a cui sono esposti nel loro ambiente. Prima dei sei mesi, i bambini possono discriminare i suoni di quasi tutte le lingue. Tra i 6 e i 12 mesi, il cervello inizia a specializzarsi nella discriminazione dei suoni della lingua madre e perde la capacità di discriminare i suoni nelle lingue non native

(Kuhl et al, 2003). Questo restringimento della sensibilità percettiva è importante perché è correlato a una migliore discriminazione dei suoni della lingua madre che necessita di migliori abilità linguistiche più avanti nella vita (Kuhl, 2004). L'evidenza di uno studio longitudinale ha mostrato che in media, i bambini in età prescolare (di età compresa tra due e sei anni) con ipoacusia da lieve a grave non raggiungono gli stessi risultati linguistici di un gruppo di coetanei con udito normale (Tomblin et al., 2015). Inoltre, le prestazioni linguistiche dei bambini in età prescolare con ipoacusia più grave risultano inferiori rispetto a quelli con ipoacusia di grado più lieve. Lo studio ha anche mostrato che una migliore udibilità con gli apparecchi acustici è associata a tassi più rapidi di crescita del linguaggio. I bambini in età prescolare con apparecchi acustici adattati con tempistiche corrette hanno ottenuto risultati linguistici precoci migliori rispetto a quelli che sono stati adattati in età più avanzata. Questi risultati supportano il fatto che la perdita dell'udito nella prima infanzia influisce sullo sviluppo del linguaggio e che lo scarso input sensoriale dovuto all'ipoacusia può essere rimediato con l'utilizzo di apparecchi acustici.

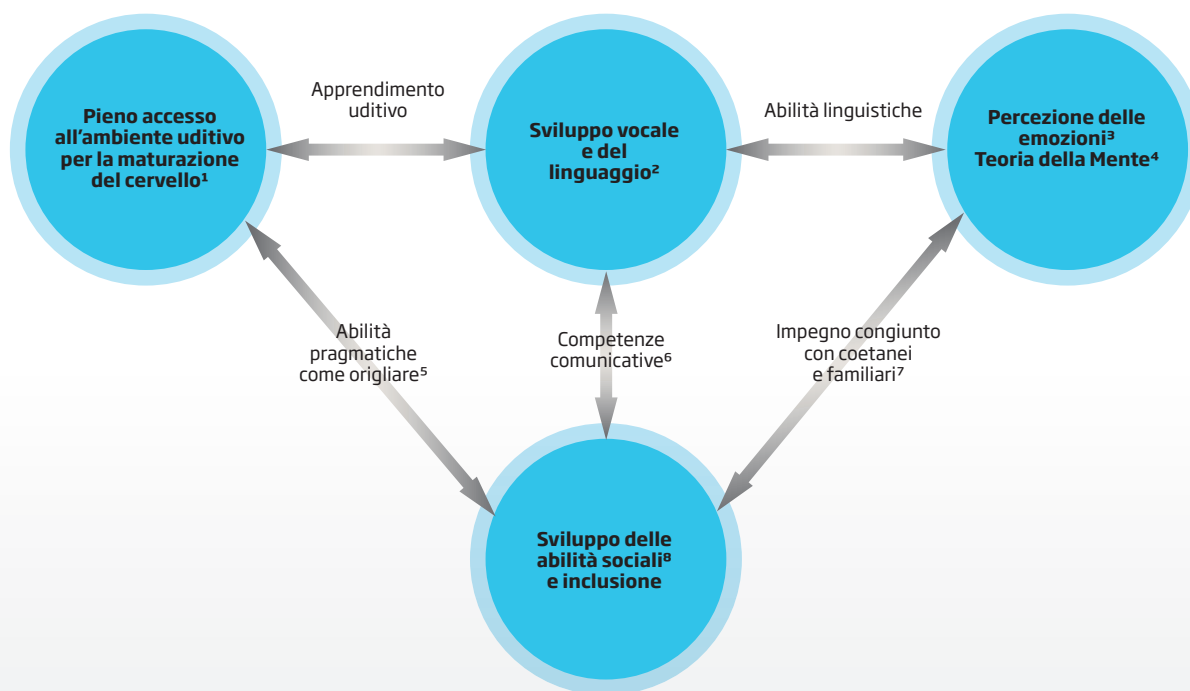
3. Percezione e abilità nel gestire le emozioni

Il riconoscimento delle emozioni è importante per lo sviluppo delle competenze sociali e della conoscenza linguistica. Consente ai bambini di massimizzare le informazioni ottenute dalla lingua parlata e di interagire in modo appropriato in diversi contesti sociali. La capacità di percepire complesse variazioni di tono nel parlato (in particolare la gamma delle basse frequenze) è essenziale per identificare la prosodia emotiva. Precedenti studi sul riconoscimento delle emozioni vocali su bambini con ipoacusia che utilizzano apparecchi acustici suggeriscono deficit nel riconoscimento delle emozioni espresse tramite la voce (ad es. Chatterjee et al. 2015). Inoltre, la perdita dell'udito infantile è stata collegata allo sviluppo ritardato della "teoria della mente", o alla comprensione e al riconoscimento delle emozioni (ad esempio, Peterson, 2004). L'incapacità di percepire le emozioni compromette la capacità di comunicare in modo efficace. Può anche avere effetti più ampi sulla qualità della vita, come prestazioni peggiori a scuola e sul posto di lavoro (vedi Picou et al., 2018 per la revisione).

4. Sviluppo delle abilità sociali: l'importanza delle competenze linguistiche, comunicative e pragmatiche

Lo sviluppo delle abilità linguistiche precede l'emergere delle abilità sociali e avere una competenza sociale è importante per lo sviluppo emotivo e comportamentale. Hoffman et al (2015) hanno studiato l'ipotesi che i bambini con perdita dell'udito che hanno ritardato lo sviluppo del linguaggio mostrano anche un ritardo nelle loro abilità sociali. Lo studio ha rilevato che i bambini con perdita dell'udito (2,5-5,3 anni) avevano abilità linguistiche e sociali più scarse (competenza sociale e comportamento in classe, nonché abilità socio-emotive) rispetto ai loro coetanei normo udenti. Tuttavia, quei bambini che hanno ricevuto l'amplificazione in età precoce hanno mostrato migliori abilità sociali rispetto a quelli che hanno ricevuto l'amplificazione in età più adulta. Lo studio ha anche confermato che i ritardi linguistici hanno effetti negativi a cascata sullo sviluppo delle abilità sociali. Ciò è stato supportato anche da Constantinescu-Sharpe et al (2017), che hanno mostrato che i bambini affetti da ipoacusia (da quattro a cinque anni) portatori di protesi da età precoce avevano risultati sociali paragonabili a quelli dei

bambini con udito normale. Lo sviluppo delle abilità pragmatiche è cruciale anche per i bambini con ipoacusia. Paatch e Toe (2014) hanno notato che la capacità di ascoltare la conversazione a casa e a scuola, esercitarsi a prendere parte alla conversazione e sapere come mantenere le conversazioni era molto importante. Hanno anche affermato che la tecnologia a supporto dell'udito deve consentire loro di ascoltare la conversazione, per aumentare le opportunità di apprendimento incidentale. La Figura 3 riassume l'importante ruolo della stimolazione uditiva sullo sviluppo di diverse abilità e funzioni durante l'infanzia. La perdita dell'udito può avere conseguenze negative sulla crescita e sulla maturazione di queste abilità. Poiché la maturazione delle abilità di base (abilità linguistiche e percezione uditiva per esempio) avviene nei primi anni e sono essenziali per lo sviluppo di abilità di ordine superiore (come la percezione e il riconoscimento delle emozioni) che arrivano più tardi nell'infanzia, un intervento precoce tramite apparecchi acustici è fondamentale per i bambini con problemi di udito. Ciò fornirà un supporto ottimale per lo sviluppo della rete cerebrale e le sue abilità e funzioni associate (vedi Figura 4 a pagina 6).



¹Kral et al., 2000, ²Tomblin et al., 2015, ³Chatterjee et al., 2015, ⁴Nettan et al., 2017 ⁵Paatsch & Toe, 2014, ⁶Constantinescu-Sharpe et al., 2017, ⁷Dirk & Rieffe, 2019, ⁸Hoffman et al., 2015

Figura 3. L'importante ruolo dell'udito e della stimolazione uditiva nello sviluppo di diverse abilità e funzioni durante l'infanzia. L'intervento ritardato o l'uso non ottimale dell'apparecchio acustico possono avere un impatto negativo sullo sviluppo tipico del cervello.

La vita di bambini e adolescenti con problemi di udito

L'esperienza di vita dei bambini con ipoacusia è cambiata radicalmente negli ultimi vent'anni. Gli apparecchi acustici più piccoli e più potenti con tecnologia digitale hanno offerto all'audioprotesista più opzioni per affrontare la perdita dell'udito. Lo screening universale dell'udito neonatale insieme a una tecnologia audio protesica migliorata ha ridotto la deprivazione uditiva con l'adattamento precoce dell'amplificazione e ha permesso di ottenere risultati favorevoli nello sviluppo del parlato e del linguaggio (Archbold & Mayer, 2012; Geers et al., 2011; Mayer & Trezek, 2017). Il mondo è cambiato significativamente anche nell'educazione dei bambini con problemi di udito. L'iscrizione di bambini con problemi di udito nelle classi ordinarie delle scuole è in aumento, mentre diminuisce l'iscrizione nelle scuole per non udenti e nelle classi segregate (Angelides & Aravi, 2006; Consortium of Research in Deaf Education [CRIDE], 2017). Contribuire ulteriormente all'aumento delle iscrizioni nelle scuole ordinarie è la legislazione che dirige il movimento verso l'inclusione sociale per i bambini con abilità diverse (Antia et al., 2002). Oggi, la maggior parte dei bambini con perdita dell'udito si trova nelle stesse scuole dei loro compagni normo udenti, in modo da interagire con loro e ricevendo un'istruzione adeguata (Consortium of Research in Deaf Education [CRIDE], 2017).

Sviluppo sociale e inclusione per i bambini con problemi di udito

Le abilità sociali sviluppate sono estremamente importanti per i bambini che iniziano la scuola. Ci sono prove che suggeriscono una forte relazione tra lo sviluppo psicosociale e il rendimento scolastico di un bambino. La scuola è un ambiente importante per l'attività sociale e i sentimenti di inclusione sono importanti per la motivazione, la partecipazione e i risultati di un bambino (Goodenow, 1993). I bambini che hanno sperimentato relazioni sicure in classe hanno maggiori probabilità di vedere il mondo come un luogo sicuro e sono più pronti a esplorare e imparare (Buyse, Verschueren, Verachtert e Damme, 2009). Inoltre, la ricerca ha dimostrato che i bambini e gli adolescenti con perdita dell'udito sono più a rischio se si parla di sfide sociali. Hanno maggiori probabilità di sperimentare la solitudine rispetto ai loro coetanei udenti e sono a rischio di ritardi nell'elaborazione cognitiva e sociale, disadattamento sociale e disturbi psicologici (Kent, 2003; Warner-Czyz et al., 2015). Mentre studenti e insegnanti credevano che le abilità sociali dei bambini con perdita dell'udito fossero importanti, i genitori hanno riferito che impiegavano più tempo per acquisirle (Gordey, 2018). I genitori hanno pre-insegnato le abilità sociali, per preparare meglio il loro bambino all'ingresso a scuola. Ciò includeva l'iscrizione

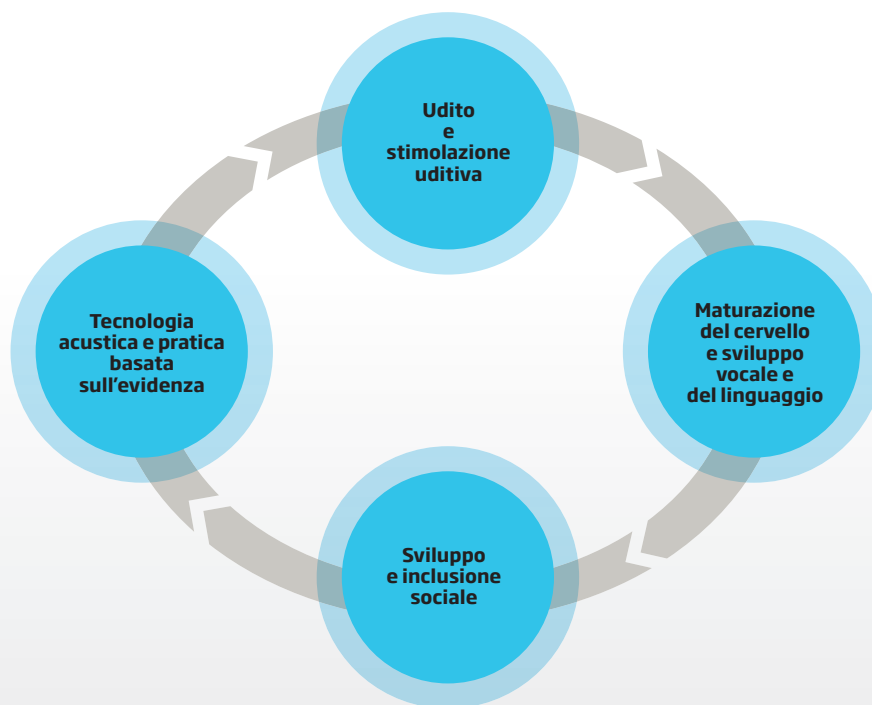


Figura 4. L'intervento precoce e una tecnologia audioprotesica ben adattata forniscono le condizioni ottimali per l'apprendimento e lo sviluppo.

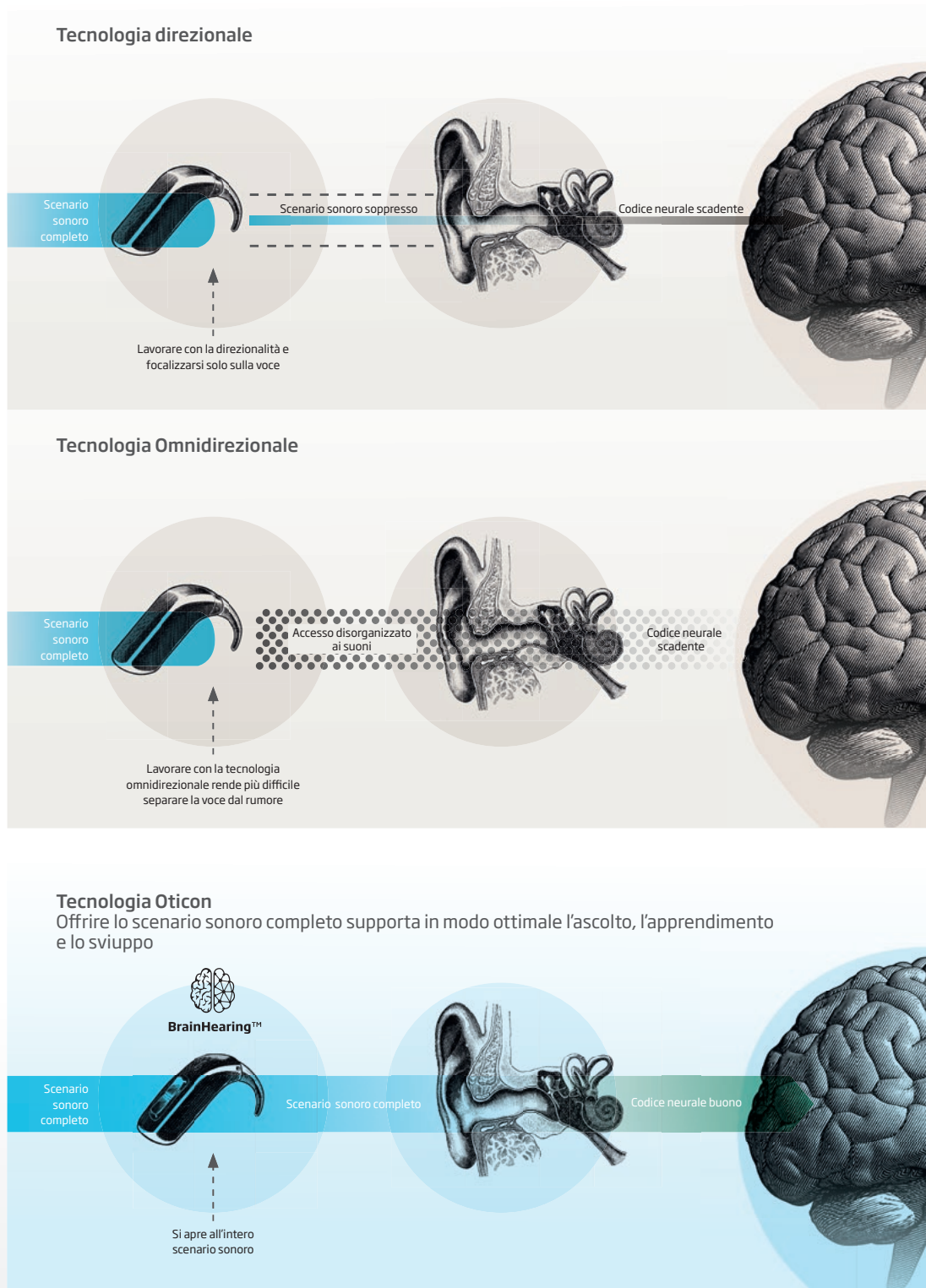


Figura 5. La tecnologia direzionale convenzionale limita la scena sonora (pannello superiore). La tecnologia omnidirezionale fissa non fornisce una buona comprensione del parlato nel rumore (pannello centrale). Nessuna delle strategie fornisce un supporto ottimale al cervello nella fase di sviluppo. La tecnologia Oticon BrainHearing è progettata per fornire l'input ottimale al sistema uditivo. Questo è fondamentale per la maturazione del cervello e per i bambini per relazionarsi e rispondere correttamente al mondo che li circonda (pannello inferiore).

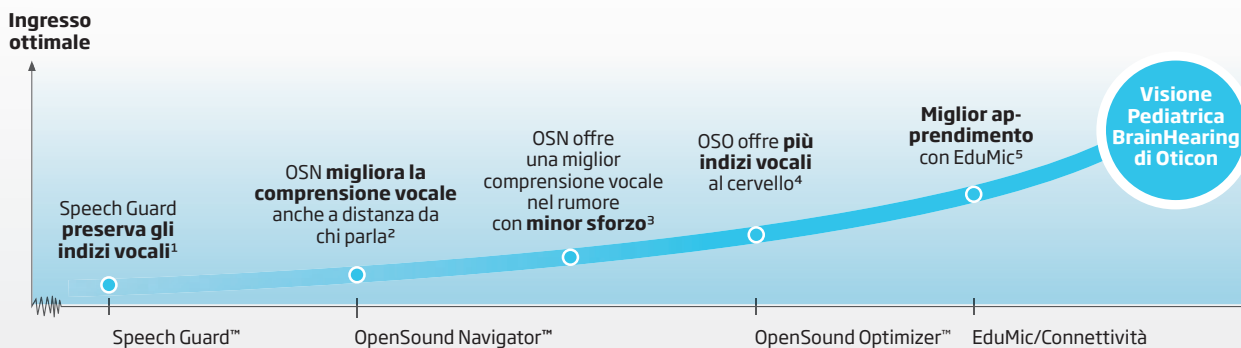
ad attività sportive e ricreative e la fornitura di altre opportunità per praticare abilità sociali (Gordey, 2018). Questi risultati evidenziano la necessità per i genitori, gli educatori e gli audioprotesisti di affrontare precocemente lo sviluppo delle abilità sociali, che include la fornitura di un apparecchio acustico con tecnologia avanzata e ben adattata che supporti il pieno accesso all'ambiente di ascolto di un bambino. La tecnologia dell'udito che supporta il pieno accesso alla comunicazione è essenziale per supportare il processo di inclusione dei bambini nella società (Luckner & Ayantoye, 2013).

Tecnologia Oticon e supporto per il cervello

Ai bambini affetti da perdita uditiva, è importante fornire il suono attraverso un'amplificazione che sosterrà in modo ottimale lo sviluppo del cervello in modo tempestivo. Come discusso in questo articolo, i bambini devono avere accesso all'ambiente sonoro il prima possibile per ottenere la stimolazione necessaria affinché la rete cerebrale maturi. Le strategie convenzionali di amplificazione degli apparecchi acustici, come la direzionalità, possono ridurre l'accesso ai suoni e limitare l'udibilità dell'oratore al di fuori del raggio di funzionamento del microfono. Inoltre, la comprensione del parlato nel rumore utilizzando microfoni omnidirezionali è generalmente lontana dall'essere soddisfacente. Al contrario, Oticon ha progettato e implementato una tecnologia per dare ai bambini l'accesso a tutti i suoni significativi in un panorama sonoro ricco ed equilibrato. Trasmettendo suoni con un guadagno e una chiarezza ottimali al sistema uditivo, ai bambini verranno fornite le migliori condizioni possibili per crescere, svilupparsi, apprendere, vivere e prosperare, dalla maturazione della corteccia uditiva, all'interazione libera con i loro coetanei. Vedere la Figura 5 (a pagina 7) per i confronti tra le strategie di amplificazione convenzionali e la tecnologia Oticon. OpenSound Optimizer™ previene il verificarsi di feedback e riduce sostanzialmente le riduzioni di guadagno

durante il giorno. Ciò garantisce un guadagno ottimale e offre una migliore qualità del suono e un accesso coerente al parlato. Fornendo fino a 6 dB di guadagno più stabile, questa funzione fornisce al cervello fino al 25% in più di segnali vocali (stimati in base allo Speech Intelligibility Index, ANSI S3.5, 1997, R2002). Per migliorare ulteriormente l'accesso al parlato, il sistema di compressione adattivo ad ampia gamma dinamica, Speech Guard™, ha dimostrato di preservare i dettagli del parlato. La compressione dell'ampia gamma dinamica è una funzione dell'apparecchio acustico per migliorare la tolleranza ai suoni forti ed è ben noto che la compressione può influenzare negativamente il riconoscimento vocale (Souza, 2002) e la percezione dei fonemi ad alta frequenza. Pittman et al. (2014) ha dimostrato che la strategia di compressione adattiva utilizzata in Speech Guard preserva meglio i contrasti di intensità in un segnale vocale a beneficio di bambini e adulti con ipoacusia, rispetto alla tradizionale compressione ad azione lenta o veloce.

OpenSound Navigator™, presentato in Oticon Opn Play™ dispone di un sensore ambientale rivoluzionario e consente un rilevamento più preciso dei cambiamenti nell'ambiente in un modo superiore alle tecnologie tradizionali. Questa funzione migliora notevolmente la comprensione del parlato in ambienti rumorosi. Browning et al. (2019) hanno dimostrato che OpenSound Navigator ha migliorato la comprensione del parlato nel rumore di una media di 4 dB SNR, sia quando i bambini si trovavano di fronte al discorso target e sia quando si allontanavano (vedi anche whitepaper Oticon Ng, 2017). OpenSound Navigator ha fornito lo stesso vantaggio anche quando la sorgente vocale di destinazione non era frontale. Lo studio ha anche scoperto che OpenSound Navigator ha preservato il parlato non target proveniente da direzioni diverse. Ciò ha confermato che OpenSound Navigator ha preservato l'accesso ad altri interlocutori nell'ambiente



¹Pittman et al., 2004, ²Browning et al., 2019, ³Ng et al., 2019, ⁴Speech Intelligibility Index ANSI S3.5 1997, R2002, ⁵Lewis, in preparazione

Figura 6. Una traiettoria dei benefici offerti dal nostro BrainHearing.

migliorando quindi le opportunità di apprendimento incidentale. In un secondo studio di ricerca indipendente, i risultati hanno mostrato che OpenSound Navigator ha migliorato il riconoscimento vocale in condizioni di ascolto sia semplici che complesse fino a 5 dB SNR rispetto a quando si utilizza un microfono omnidirezionale (white paper Oticon Ng et al., 2019). Inoltre, questi bambini hanno percepito uno sforzo minore durante l'ascolto del parlato nel rumore. Usare meno sforzo in un compito di ascolto può consentire ai bambini di allocare più risorse mentali su altri compiti simultanei come l'apprendimento.

I bambini piccoli acquisiscono nuove parole e conoscenze quotidiane attraverso l'interazione con la famiglia e i coetanei. L'apprendimento formale per i bambini in età scolare avviene tipicamente in contesti educativi come aule affollate, dove il livello di rumore potrebbe essere elevato. L'acustica della stanza non è sempre ottimale a causa del riverbero e la distanza può avere effetti negativi sulla comprensione del parlato. L'uso di sistemi microfonic remoti (RMS) può migliorare notevolmente l'accesso uditivo alla voce dell'insegnante. La ricerca ha dimostrato che l'RMS di Oticon ha migliorato la comprensione del parlato sia in ambienti rumorosi che rumorosi e riverberanti. (Lewis, in preparazione, si veda anche il whitepaper Oticon Gordey & Rumley, 2019). Inoltre, EduMic ha mostrato vantaggi simili al tradizionale RMS a modulazione di frequenza in ambienti rumorosi.

La filosofia BrainHearing di Oticon considera l'impatto della perdita dell'udito non solo dal punto di vista dell'orecchio, ma anche dal punto di vista del cervello. Il cervello dà un senso ai suoni che sono importanti per la maturazione del cervello e lo sviluppo delle abilità cognitive e sociali. La nostra tecnologia BrainHearing è accuratamente progettata per fornire suoni che diano il supporto ottimale per il cervello. Abbiamo dimostrato attraverso prove scientifiche i vantaggi di BrainHearing

(Figura 6 a pagina 8). Ciò include preservare l'integrità dei suoni, migliorare i dettagli del parlato, migliorare la comprensione del parlato nel rumore, fornire accesso al parlato proveniente da direzioni diverse e ridurre lo sforzo di ascolto. Con la nostra filosofia BrainHearing, l'obiettivo è avere un apparecchio acustico che fornisca ai bambini un input ottimale al loro sistema uditivo. Oticon si impegna a fornire a questi bambini una tecnologia che supporti le migliori condizioni possibili per lo sviluppo, l'apprendimento e l'interazione con le persone che incontrano nella loro vita quotidiana.

Conclusioni

Lo sviluppo del cervello è un processo che inizia prima della nascita e continua durante l'adolescenza. La stimolazione e le prime esperienze sono cruciali per il modo in cui la rete cerebrale del bambino sarà collegata e stabilita. Per i bambini ipoacusici, è fondamentale il supporto dei loro apparecchi acustici durante questi processi. La tecnologia BrainHearing di Oticon è unica ed è progettata per i bambini ipoacusici in tutti gli ambienti d'ascolto. A differenza della tecnologia tradizionale, considera attentamente l'ambiente e come fornire al cervello il pieno accesso all'ambiente sonoro. In Oticon, fornire tecnologie per bambini che supporta lo sviluppo cognitivo, lo sviluppo del linguaggio, le relazioni sociali e l'inclusione è al centro di ciò che facciamo.

Referenze

1. American National Standards Institute (1997, R2002). American National Standard: Methods for Calculation of the Speech Intelligibility Index. Acoustical Society of America.
2. Angelides, P., & Aravi, C. (2006). A comparative perspective on the experiences of deaf and hard of hearing individuals as students at mainstream and special schools. *American Annals of the Deaf*, 151(5), 476-487. <https://doi.org/10.1353/aad.2007.0001>
3. Antia, S. D., Stinson, M. S., & Gaustad, M. G. (2002). Developing membership in the education of deaf and hard-of-hearing students in inclusive settings. *Journal of deaf studies and deaf education*, 7(3), 214-229.
4. Archbold, S., & Mayer, C. (2012). Deaf education: The impact of cochlear implantation?. *Deafness & Education International*, 14(1), 2-15.
5. Browning, J. M., Buss, E., Flaherty, M., Vallier, T., & Leibold, L. J. (2019). Effects of adaptive hearing aid directionality and noise reduction on masked speech recognition for children who are hard of hearing. *American journal of audiology*, 28(1), 101-113.
6. Buyse, E., Verschueren, K., Verachtert, P., & Damme, J. V. (2009). Predicting school adjustment in early elementary school: Impact of teacher-child relationship quality and relational classroom climate. *The Elementary School Journal*, 110(2), 119-141.
7. Chatterjee, M., Zion, D. J., Deroche, M. L., Burianek, B. A., Limb, C. J., Goren, A. P., ... & Christensen, J. A. (2015). Voice emotion recognition by cochlear-implanted children and their normally-hearing peers. *Hearing research*, 322, 151-162.
8. Cisneros-Franco, J. M., Voss, P., Thomas, M. E., & de Villers-Sidani, E. (2020). Critical periods of brain development. In *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 173, pp. 75-88). Elsevier.
9. Conel, J.L., 1939-1967. *The Postnatal Development of Human Cerebral Cortex*, Vol. I-VIII. Harvard University Press, Cambridge, MA.
10. Consortium for Research in Deaf Education (CRIDE). (2017). CRIDE report on 2017 survey on educational provision for deaf children. Retrieved from http://www.ndcs.org.uk/professional_support/national_data/cride.html#contentblock1
11. Constantinescu-Sharpe, G., Phillips, R. L., Davis, A., Dornan, D., & Hogan, A. (2017). Social inclusion for children with hearing loss in listening and spoken Language early intervention: an exploratory study. *BMC pediatrics*, 17(1), 1-11.
12. Dirks, E., & Rieffe, C. (2019). Are you there for me? Joint engagement and emotional availability in parent-child interactions for toddlers with moderate hearing loss. *Ear and hearing*, 40(1), 18-26.
13. Eriks-Brophy, A., & Whittingham, J. (2013). Teachers' perceptions of the inclusion of children with hearing loss in general education settings. *American annals of the deaf*, 158(1), 63-97.
14. Geers, A. E., & Hayes, H. (2011). Reading, writing, and phonological processing skills of adolescents with 10 or more years of cochlear implant experience. *Ear and hearing*, 32(1), 49S.
15. Goodenow, C. (1993). The psychological sense of school membership among adolescents: Scale development and educational correlates. *Psychology in the Schools*, 30(1), 79-90.
16. Gordey, D. W. (2018). *Teacher-Student Relatedness: The Importance of Classroom Relationships for Children with Hearing Loss*.
17. Gordey, D. & Rumley, J. (2019). *Enhanced learning with EduMic*. Oticon Whitepaper.
18. Hensch, T. K., & Bilimoria, P. M. (2012, July). Re-opening windows: manipulating critical periods for brain development. In *Cerebrum: the Dana forum on brain science* (Vol. 2012). Dana Foundation.
19. Hoffman, M. F., Quittner, A. L., & Cejas, I. (2015). Comparisons of social competence in young children with and without hearing loss: A dynamic systems framework. *Journal of deaf studies and deaf education*, 20(2), 115-124.
20. Huttenlocher, P. R., & Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of comparative Neurology*, 387(2), 167-178.

21. Kent, B. A. (2003). Identity issues for hard-of-hearing adolescents aged 11, 13, and 15 in mainstream setting. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 8(3), 315-324. <https://doi.org/10.1093/deafed/eng017>
22. Kral, A., Hartmann, R., Tillein, J., Heid, S., & Klinke, R. (2001). Delayed maturation and sensitive periods in the auditory cortex. *Audiology and Neurotology*, 6(6), 346-362.
23. Kral, A., & Eggermont, J. J. (2007). What's to lose and what's to learn: development under auditory deprivation, cochlear implants and limits of cortical plasticity. *Brain Research Reviews*, 56(1), 259-269.
24. Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: cracking the speech code. *Nature reviews neuroscience*, 5(11), 831-843.
25. Kuhl, P. K., Tsao, F. M., & Liu, H. M. (2003). Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(15), 9096-9101.
26. Lewis, D. Manuscript in preparation.
27. Luckner, J. L., & Ayantoye, C. (2013). Itinerant teachers of students who are deaf or hard of hearing: Practices and preparation. *Journal of deaf studies and deaf education*, 18(3), 409-423.
28. Mayer, C., & Trezek, B. J. (2018). Literacy outcomes in deaf students with cochlear implants: Current state of the knowledge. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 23(1), 1-16. Moore, D. R., Hutchings, M. E., & Meyer, S. E. (1991). Binaural masking level differences in children with a history of otitis media. *Audiology*, 30(2), 91-101.
29. Moore, D. R., Hutchings, M. E., & Meyer, S. E. (1991). Binaural masking level differences in children with a history of otitis media. *Audiology*, 30(2), 91-101.
30. Netten, A. P., Rieffe, C., Soede, W., Dirks, E., Korver, A. M., Konings, S., ... & DECIBEL Collaborative study group. (2017). Can you hear what I think? Theory of mind in young children with moderate hearing loss. *Ear and hearing*, 38(5), 588-597.
31. Ng, E. (2017). Benefits of OpenSound Navigator in children. Oticon Whitepaper.
32. Ng, E., Goverts, T., Kramar, S., & Zekveld, A. (2019). Improved speech understanding with less effort in children: An OpenSound Navigator™ study. Oticon Whitepaper.
33. Paatsch, L. E., & Toe, D. M. (2014). A comparison of pragmatic abilities of children who are deaf or hard of hearing and their hearing peers. *Journal of deaf studies and deaf education*, 19(1), 1-19.
34. Peterson, C. C. (2004). Theory-of-mind development in oral deaf children with cochlear implants or conventional hearing aids. *Journal of child psychology and psychiatry*, 45(6), 1096-1106.
35. Picou, E. M., Singh, G., Goy, H., Russo, F., Hickson, L., Oxenham, A. J., ... & Launer, S. (2018). Hearing, emotion, amplification, research, and training workshop: Current understanding of hearing loss and emotion perception and priorities for future research. *Trends in hearing*, 22, 2331216518803215.
36. Pittman, A. L., Pederson, A. J., & Rash, M. A. (2014). Effects of fast, slow, and adaptive amplitude compression on children's and adults' perception of meaningful acoustic information. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(9), 834-847.
37. Souza, P. E. (2002). Effects of compression on speech acoustics, intelligibility, and sound quality. *Trends in amplification*, 6(4), 131-165.
38. Stephenson, H., Higson, J., & Haggard, M. (1995). Binaural hearing in adults with histories of otitis media in childhood. *Audiology*, 34(3), 113-123.
39. Tierney, A. L., & Nelson III, C. A. (2009). Brain development and the role of experience in the early years. *Zero to three*, 30(2), 9.
40. Tomblin, J. B., Harrison, M., Ambrose, S. E., Walker, E. A., Oleson, J. J., & Moeller, M. P. (2015). Language outcomes in young children with mild to severe hearing loss. *Ear and Hearing*, 36(0 1), 76S.
41. Walker, E., McCreery, R., Spratford, M., & Roush, P. (2016). Children with auditory neuropathy spectrum disorder fitted with hearing aids applying the American Academy of Audiology Pediatric Amplification Guideline: Current practice and outcomes. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27(03), 204-218.
42. Warner-Czyz, A. D., Loy, B. A., Evans, C., Wetsel, A., & Tobey, E. A. (2015). Self-esteem in children and adolescents with hearing loss. *Trends in Hearing*, 19. <https://doi.org/10.1177/2331216515572615>

