

Phonak Insight

Gennaio 2018



Le orecchie sono la porta d'ingresso verso il cervello

Introduzione

Il mondo è cambiato per il settore dell'audiologia: ci troviamo in una nuova era. I progressi fatti nella conoscenza della plasticità cerebrale, della deprivazione uditiva e dei periodi chiave per lo sviluppo del linguaggio hanno spostato il centro dell'attenzione della gestione dell'udito dall'orecchio al cervello. Pur essendo importante capire in che modo l'orecchio medio, la coclea e il nervo acustico elaborano i segnali acustici e le vibrazioni sonore, è più importante capire in che modo il cervello interpreta gli elementi linguistici. L'orecchio è la struttura che cattura il suono e che indirizza le informazioni uditive al cervello, ma è il cervello che elabora il linguaggio. *Perciò l'udito si può definire come una percezione cerebrale delle informazioni uditive.*

La gestione dell'udito ha fatto un balzo in avanti, raggiungendo un nuovo livello: adesso riconosciamo il cervello come il punto d'arrivo di tutte le informazioni uditive. Benché la fonte dell'ipoacusia sia quasi sempre riconducibile alle strutture dell'orecchio esterno, dell'orecchio medio e dell'orecchio interno, l'"udito" reale nel senso dell'elaborazione e della costruzione di un messaggio linguistico significativo richiede la partecipazione e l'interazione di numerose aree del cervello.

Da questo documento riepilogativo, gli Audioprotesisti saranno in grado di acquisire le conoscenze scientifiche di base della neuroplasticità e della deprivazione uditiva e trasformare tali informazioni in una narrativa di consulenza che spieghi l'ipoacusia e i benefici che la tecnologia può fornire, in un modo che sia significativo per le famiglie che desiderano ottenere risultati positivi nell'ascolto e nel linguaggio parlato.

La narrativa della porta d'ingresso verso il cervello: l'ipoacusia si ripercuote su molto altro, non solo sulle orecchie

Poiché circa il 95% dei bambini con ipoacusia nasce da famiglie normoacusiche (Mitchell & Karchmer, 2004), in questa nuova era è stato possibile trasformare le nostre conversazioni con le famiglie riguardo all'ipoacusia. Gli Audioprotesisti devono cominciare la conversazione collegando ipoacusia, deprivazione uditiva neurale, plasticità cerebrale e sviluppo dell'alfabetismo insieme all'uso delle tecnologie uditive – e spiegare alle famiglie il collegamento fra questi concetti fondamentali.

La conversazione sull'ipoacusia comincia con una discussione sul "suono". Il suono è *un evento* e non un nome o un'etichetta. Per esempio, il bambino può "vedere il papà" ma non può "sentire il papà" se non sta attivamente facendo qualcosa. Il bambino sente il papà camminare, ridere, parlare, digitare al computer, cucinare e così via. Sente il papà svolgere un'attività o un'azione – collegata ad un evento. Un evento crea vibrazioni. Queste vibrazioni vengono rilevate dal "percorso dell'orecchio" ed inviate sotto forma di energia al cervello, che le codifica affinché le informazioni possano essere percepite come suono. Il suono è un evento temporale, non un'etichetta spaziale (Boothroyd, 2014).

Gli esseri umani sono dotati di numerose e incredibili strutture sensoriali, che catturano i dati ambientali e trasformano tali informazioni in impulsi chimico-elettrici e neuro-elettrici che possono essere analizzati nel cervello. Ad esempio:

- sentiamo gli odori con il cervello; il naso è il percorso degli stimoli olfattivi verso il cervello, ma la percezione degli odori avviene nel cervello.
- Vediamo con il cervello; gli occhi sono la via d'accesso delle informazioni visive/ottiche verso il cervello, ma la comprensione reale di ciò che vediamo avviene nel cervello.
- Sentiamo con il cervello; mentre le orecchie sono la porta d'ingresso delle informazioni sonore/uditive verso il cervello, l'udito reale avviene nel cervello, non nell'orecchio.

Di conseguenza l'ipoacusia è innanzi tutto una questione cerebrale – non una questione acustica.

Proseguendo con questa analogia nello sviluppo delle nostre conversazioni con le famiglie, l'ipoacusia può essere descritta come un problema di porta d'ingresso. L'ipoacusia ostruisce tale porta d'ingresso in vari modi e in gradi variabili, da una piccola ostruzione ad un'ostruzione completa, impedendo ad un input uditivo chiaro di viaggiare lungo il percorso uditivo e raggiungere il cervello. Per imparare a parlare, a leggere e ad acquisire conoscenze sul mondo sono necessarie informazioni uditive. La mancanza di informazioni chiare al cervello è un problema grosso, che interferirà con la possibilità del bambino di imparare ad ascoltare, parlare, leggere e sviluppare rapporti sociali. Fortunatamente abbiamo un modo per aprire la strada: le tecnologie acustiche.

Le tecnologie uditive (come gli apparecchi acustici, gli impianti cocleari, i dispositivi a conduzione ossea e i sistemi con microfono remoto) sono studiate per aprire la strada e consentire l'attivazione, la stimolazione e lo sviluppo dei percorsi uditivi neurali con le informazioni uditive, compreso il linguaggio parlato. *Perciò lo scopo di indossare le tecnologie acustiche è quello di consegnare le informazioni uditive al cervello tramite la porta d'ingresso. Non vi sono altri scopi.* A sua volta, la riuscita del bambino nell'ascolto e nel linguaggio parlato non è determinata dalle 16.000 (o probabilmente molto meno) cellule cigliate né dalle 30.000 fibre del nervo acustico, ma dai 100 miliardi di neuroni del cervello, che elaborano 100 trilioni di istruzioni al secondo (Kral et al., 2016). Gli studi evidenziano che per la miglior riuscita possibile dell'ascolto, del linguaggio parlato e dell'alfabetizzazione in un bambino, il problema dell'orecchio/porta d'ingresso deve essere diagnosticato e trattato tramite la tecnologia quanto più precocemente possibile (Dettman et al., 2016; Dillon, Cowan and Ching, 2013; McCreery et al., 2015; Sininger, Grimes e Christensen, 2010).

Dopo che le tecnologie acustiche avranno aperto la strada e consegnato le informazioni uditive al cervello, il cervello del bambino dovrà essere stimolato ed arricchito con la conoscenza (Hart and Risley, 1999; Hirsh-Pasek et al., 2015; Suskind, 2015). Perciò il fitting di un "dispositivo d'ingresso" adeguato da parte di un Audioprotesista è solo il primo passo nello sviluppo della rete neurale e della base di conoscenza del bambino. Il bambino deve indossare il dispositivo almeno 10 ore al giorno ed essere immerso in un ambiente incentrato sulla famiglia e ricco di linguaggio, tramite la consulenza di un esperto in ascolto e linguaggio parlato (McCreery et al., 2015). Per uno sviluppo ottimale del cervello, occorre incoraggiare i membri della famiglia a parlare, leggere e cantare al bambino nella lingua usata abitualmente in famiglia. In sintesi, i neonati e i bambini devono avere accesso ad un parlato intelligibile e ad informazioni uditive significative il più precocemente possibile, al fine di sviluppare pienamente e collegare tutte le aree uditive del cervello per l'ottimizzazione del linguaggio parlato, della capacità di alfabetizzazione e dell'intelligenza del bambino (Kral & Sharma, 2012). *L'udito è il punto di partenza per la cognizione.*

Sviluppo uditivo del cervello

Dagli studi sullo sviluppo del cervello emerge che la stimolazione sensoriale dei centri uditivi del cervello è fondamentale e in effetti influenza l'organizzazione reale dei percorsi uditivi verso il cervello (Kral et al., 2016). Aiutare i genitori e le persone che si prendono cura del bambino, spiegando il rapporto fra porta d'ingresso e cervello, consente loro di acquisire nozioni sulla scienza neurale di base.

La neuroplasticità fa riferimento alla disponibilità e alla malleabilità del cervello a crescere, svilupparsi e variare la propria struttura in funzione delle stimolazioni esterne (Chermak, Bellis & Musiek, 2014; Kilgard, Vasquez, Engineer, & Pandya, 2007). La neuroplasticità è maggiore durante i primi tre anni e mezzo di vita (Sharma, Campbell & Cardon, 2015). Più piccolo è il bambino, maggiore è la neuroplasticità di cui è dotato (Kral, 2013). La rapida crescita del cervello del bambino richiede un intervento tempestivo, che di solito comprende l'amplificazione e/o l'inserimento di un impianto cocleare, nonché un programma d'intervento completo per favorire lo sviluppo delle capacità uditive. Se si ricevono informazioni uditive chiare e intatte, è così che il cervello sarà organizzato. Al contrario, se un'ipoacusia non trattata filtra alcuni o tutti i suoni del parlato impedendo loro di raggiungere i centri uditivi del cervello, allora il cervello sarà organizzato in modo diverso e sarà segnato dalla mancanza delle informazioni uditive necessarie (Kral et al., 2016).

Le ricerche scientifiche di base evidenziano che quando il cervello non ha accesso ad un parlato intelligibile nei primi anni di vita del bambino, l'input uditivo significativo non coordina l'attività fra la corteccia uditiva primaria e quella secondaria (Kral et al., 2016). Inoltre la stimolazione uditiva oltre il periodo chiave dello sviluppo del linguaggio trova collegamenti e interazioni funzionali disordinati fra la corteccia uditiva primaria e quella secondaria, complicando ulteriormente l'apprendimento uditivo (Kral e Lenarz, 2015). Il mancato collegamento fra la corteccia uditiva primaria e quella secondaria comporta conseguenze funzionali significative per lo sviluppo dell'udito e del linguaggio parlato. Quando i segnali uditivi non vengono trasmessi in modo efficiente ed efficace dalla corteccia uditiva primaria a quella secondaria, la corteccia uditiva secondaria non può distribuire il linguaggio parlato e gli altri suoni e dati significativi al resto del cervello per creare significati e conoscenze uditive; questo processo negativo è denominato "degrado a valle". Kral usa il modello intercollegato della sordità per spiegare le variazioni inter-individuali nella riuscita degli impianti cocleari (Kral et al., 2016).

Deprivazione uditiva

Il cervello è un sistema dinamico e auto-organizzato che si sviluppa in base ad esperienze reciproche fra l'attività neurale e la stimolazione proveniente dall'ambiente (Cardon, Campbell, & Sharma, 2012). Perciò quando il cervello è privato delle informazioni uditive avvengono dei cambiamenti nella struttura cerebrale. La deprivazione uditiva ha notevoli effetti sullo sviluppo del cervello, ripercuotendosi sulla capacità di elaborare informazioni anche oltre il sistema uditivo (Kral & Sharma, 2012). Se l'orecchio/porta d'ingresso rimane chiusa, l'effettiva connettività del cervello all'interno del sistema uditivo viene alterata, fra i sistemi sensoriali e fra il sistema uditivo e i centri che servono le funzioni neurocognitive di ordine superiore (Kral et al., 2016). Di conseguenza le limitazioni nell'esperienza uditiva durante lo sviluppo possono ripercuotersi sul funzionamento neurocognitivo ben al di là del linguaggio parlato.

Prove organiche dell'importanza dell'arricchimento uditivo neurale

A differenza degli occhi, non possiamo "chiudere" le orecchie. Il cervello dei bambini normoudenti è esposto a stimoli uditivi 24 ore su 24. Il cervello dei bambini ipoacusici ha accesso al suono solo quando i bambini indossano i dispositivi acustici: molto meno di 24 ore. Purtroppo nessuno dei nostri

dispositivi acustici attuali, compresi gli impianti cocleari e gli apparecchi acustici, è progettato per l'uso 24 ore su 24. Tuttavia il nostro cervello è organicamente progettato per una stimolazione uditiva continua, anche durante il sonno. Spesso i genitori riferiscono che i bambini ipoacusici richiedono di indossare i dispositivi acustici anche mentre dormono.

Ulteriori prove organiche della potenza dell'udito sono costituite dal fatto che l'orecchio interno è completamente sviluppato a partire dal quinto mese di gestazione. Perciò un feto umano che si sviluppa normalmente, potenzialmente ha una stimolazione uditiva *in utero* sul cervello di 4 mesi (Simmons, 2003). Moon et al. (2013) hanno scoperto che la percezione fonetica del neonato può essere misurata poco dopo la nascita notando differenze nella risposta a vocali familiari rispetto a vocali non familiari. Perciò l'ambiente linguistico come il parlato della madre, a cui il cervello del feto è esposto in utero, si ripercuote sulla sua percezione del linguaggio familiare a livello fonetico.

A circa un anno d'età, o a 16 mesi di ascolto significativo e interattivo (compresa l'esposizione uditiva prima della nascita), il bambino normoudente comincia a produrre parole. Il punto fondamentale è che il "tempo di ascolto" non può essere saltato e che un bambino che perde mesi di accesso cerebrale all'input uditivo ha bisogno di recuperarli (Hirsh-Pasek et al., 2015). Per organizzarsi correttamente intorno al segnale vocale, il cervello richiede un'estesa esperienza d'ascolto. Un altro aspetto importante è che i bambini devono sentire le proprie vocalizzazioni, creando un anello di feedback uditivo che è fondamentale per motivare vocalizzazioni precoci frequenti (Fagan, 2014).

Udito e ascolto – la stessa cosa?

Esiste una distinzione fondamentale fra udito e ascolto. L'udito è la percezione di un'informazione uditiva da parte del cervello come conseguenza del ricevimento di dati uditivi attraverso l'orecchio/porta d'ingresso. D'altro canto, l'ascolto è l'attenzione deliberata alle informazioni uditive, come evidenziato dall'attivazione della corteccia prefrontale (Musiek, 2009).

L'udito deve essere reso disponibile prima che possa essere possibile insegnare o imparare *l'ascolto*. Nella terapia del linguaggio parlato e dell'ascolto incentrata sui genitori, i genitori e i medici di base si concentrano sull'uso di strategie di intervento per sviluppare e migliorare le capacità di ascolto, linguaggio parlato e cognitive del bambino tramite la tecnologia che è stata applicata e in base alla programmazione fatta dall'Audioprotesista (Cole & Flexer,

2016; Dornan et al., 2010; Estabrooks, MacIver-Lux & Rhoades, 2016).

Affinché il cervello del bambino possa essere un cervello predisposto sia all'udito che all'ascolto, occorre favorire l'attenzione ed il funzionamento della memoria. Il training deve avvenire in condizioni acustiche favorevoli (Doidge, 2007). Una pratica uditiva estesa crea le basi neurobiologiche non solo per il linguaggio parlato e le capacità di alfabetizzazione, ma anche per le capacità cognitive e sociali adatte all'età.

L'arricchimento cerebrale è una necessità

A differenza di tutti gli altri organi, il cervello non è completamente formato quando il bambino nasce; lo sviluppo del cervello dipende totalmente dall'esperienza ambientale (Kral & Lenarz, 2015; Suskind, 2015). Ecco perché, nei primi tre anni di vita, le basi di tutto il pensiero e l'apprendimento si costruiscono parlando e interagendo con i genitori (Caskey et al., 2011; Cole & Flexer, 2016).

Poiché il linguaggio/l'informazione si impara meglio nell'interazione e nella conversazione sociale con le persone che amano il bimbo, generalmente sono i genitori coloro che diventano i primi insegnanti del bambino e che insegnano al bambino il linguaggio e la conoscenza della casa (Chen et al., 2012; Hirsh-Pasek et al., 2015). Perciò alle famiglie viene consigliato di parlare la lingua che conoscono meglio sin dall'inizio, che sia inglese, spagnolo, russo, la lingua dei segni, ecc., per far crescere il cervello del bambino con la conoscenza (Chen et al., 2012; Hirsh-Pasek, et al., 2015; Suskind, 2015).

Leggere a voce alta tutti i giorni

A tutti i bambini, ed in particolare ai bambini con ipoacusia, è necessario leggere a voce alta tutti i giorni. Infatti gli studi evidenziano che leggere a voce alta è una delle attività più importanti che possiamo fare con i nostri bambini (DesJardin et al., 2017). Perché?

Robertson (2014) spiega:

- l'esposizione ai libri di favole è il fattore più importante in un vocabolario prescolare
- la maggior parte delle conversazioni fra genitori e figli si svolge durante il tempo di lettura a voce alta, più che durante qualsiasi altra attività

- i bambini a cui i genitori dedicano del tempo di lettura a voce alta mostrano guadagni di oltre il doppio di nuove parole

Riepilogo

Il presente studio ha proposto una narrativa di consulenza che spieghi l'ipoacusia e la tecnologia in un modo che sia significativo per le famiglie. Poiché circa il 95% dei bambini con ipoacusia è nato da famiglie normoacusiche, l'ascolto e la conversazione saranno probabilmente l'aspirazione dell'immensa maggioranza delle famiglie da noi servite. Le famiglie hanno bisogno di supporto nella comprensione di ciò che è necessario fare per raggiungere il risultato sperato.

Ecco un elenco riepilogativo dei punti riguardanti questa narrativa di consulenza per professionisti e persone che si prendono cura del bambino:

- le orecchie sono la porta d'ingresso per il cervello
- l'udito avviene nel cervello perché ascoltiamo e comprendiamo con il cervello, non con l'orecchio
- suono = informazioni uditive = conoscenza
- l'udito è il punto di partenza per la cognizione
- spesso l'ipoacusia è un problema di porta d'ingresso ed è correggibile
- le tecnologie uditive moderne sono studiate per aprire la strada tramite l'orecchio/porta d'ingresso, per consegnare le informazioni uditive al cervello
- le tecnologie uditive devono essere indossate almeno 10 ore al giorno
- migliore qualità e maggiore quantità delle informazioni consegnate al cervello significano sviluppo di percorsi neurali più forti e acquisizione di maggiore conoscenza
- fare numerose conversazioni con i propri figli tutti i giorni nella propria lingua materna
- leggere a voce alta tutti i giorni è uno dei modi più potenti con cui un genitore può aiutare il bambino a sviluppare il cervello

Bibliografia

- Boothroyd, A. (2014). The acoustic speech signal. In J. R. Madell & C. Flexer, (Eds.), *Pediatric audiology: Diagnosis, technology, and management 2nd. ed.* (pp. 201–208). New York, NY: Thieme.
- Cardon, G., Campbell, J., & Sharma, A. (2012). Plasticity in the developing auditory cortex: Evidence from children with sensorineural hearing loss and auditory neuropathy spectrum disorder. *Journal of the American Academy of Audiology, 23*(6), 396–411(16).
- Caskey, M., Stephens, B., Tucker, R., & Vohr, B. (2011). Importance of parent talk on the development of preterm infant vocalizations. *Pediatrics, 128*(5), 910–916.
- Chen, S. H., Kennedy, M., & Zhou, Q. (2012). Parents' expression and discussion of emotion in the multilingual family: Does language matter? *Perspectives on Psychological Science, 7*(4), 365–383.
- Chermak, G. D., Bellis, J. B., & Musiek, F. E. (2014). Neurobiology, cognitive science, and intervention. In G. D. Chermak & F. E. Musiek (Eds.), *Handbook of central auditory processing disorder: Comprehensive intervention* (Vol. II, pp. 3–38). San Diego, CA: Plural Publishing, Inc.
- Cole, E. B., & Flexer, C. (2016). *Children with hearing loss: Developing listening and talking birth to six, 3rd ed.* San Diego: Plural Publishing, Inc.
- DesJardin, J. L., Stika, C.J., Eisenberg, L. S., Johnson, K. C., Hammes Ganguly, D.M., Henning, S. C., & Colson, B.G. (2017). A longitudinal investigation of the home literacy environment and shared book reading in young children with hearing loss. *Ear & Hearing, 38*(4), 441–454.
- Dettman, S. J., Dowell, R. C., Choo, D., Arnott, W., Abrahams, Y., Davis, A., Dornan, D., Leigh, J., Constantinescu, G., Cowan, R., & Briggs, R. S. (2016). Long-term communication outcomes for children receiving cochlear implants younger than 12 months: A multicenter study. *Otology and Neurotology, 37*(2), 82–95.
- Dillon, H., Cowan, R., & Ching, T.Y. (2013). Longitudinal outcomes of children with hearing impairment (LOCHI). *International Journal of Audiology, 52*, (Suppl 2: S2–3). doi: 10.3109/14992027.2013.866448.
- Doidge, N. (2007). *The BRAIN that changes itself.* London, UK: Penguin Books.
- Dornan, D., Hickson, L., Murdoch, B., Houston, T., & Constantinescu, G. (2010). Is auditory-verbal therapy effective for children with hearing loss? *The Volta Review, 110*(3), 361–387.
- Estabrooks, W., Maclver-Lux, K., & Rhoades, E. A. (2016). *Auditory-verbal therapy.* San Diego: Plural Publishing, Inc.
- Fagan, M. K. (2014). Frequency of vocalization before and after cochlear implantation: Dynamic effect of auditory feedback on infant behavior. *Journal of Experimental Child Psychology, 126*, 328–338.
- Hart, B., & Risley, T.R. (1999). *The social world of children: Learning to talk.* Baltimore: Brookes Publishing Company.
- Hirsh-Pasek, K., Adamson, L. B., Bakeman, R., Owens, M.T., Golinkoff, R. M., Pace, A., Yust, P. K. S., & Suma, K. (2015). The contribution of early communication quality to low-income children's language success. *Psychological Science, 26*(7), 1071–1083.
- Kilgard, M. P., Vazquez, J. L., Engineer, N. D., & Pandya, P. K. (2007). Experience dependent plasticity alters cortical synchronization. *Hearing Research, 229*, 171–179.
- Kral, A. (2013). Auditory critical periods: A review from system's perspective. *Neuroscience, 247*, 117–133.
- Kral, A., Kronenberger, W. G., Pisoni, D. B., & O'Donoghue, G. M. (2016). Neurocognitive factors in sensory restoration of early deafness: A connectome model. *The Lancet Neurology, 15*(6), 610–621.
- Kral, A., & Lenarz, T. (2015). How the brain learns to listen: deafness and the bionic ear. *E-Neuroforum, 6*(1), 21–28.
- Kral, A., & Sharma, A. (2012). Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. *Trends in Neurosciences, 35*(2), 111–122.
- McCreery, R. W., Walker, E. A., Spratford, M., Bentler, R., Holte, L., Roush, P., Oleson, J., Van Buren, J., & Moeller, M. P. (2015). Longitudinal Predictors of Aided Speech Audibility in Infants and Children. *Ear & Hearing, 36*, 245–375.
- Mitchell, R. E., & Karchmer, M. A. (2004). Chasing the mythical ten percent: Parental hearing status of deaf and hard of hearing students in the United States. *Sign Language Studies, 4*(2), 138–163.
- Moon, C., Lagercrantz, H., & Kuhl, P. K. (2013). Language experienced *in utero* affects vowel perception after birth: A two-country study. *Acta Paediatrica, 102*(2), 156–160.
- Musiek, F. E. (2009). The human auditory cortex: Interesting anatomical and clinical perspectives. *Audiology Today, 21*(4), 26–37.
- Robertson, L. (2014). *Literacy and deafness: Listening and spoken language, 2nd ed.* San Diego: Plural Publishing, Inc.
- Sharma, A., Campbell, J., Cardon, G. (2015). Developmental and cross-modal plasticity in deafness: Evidence from the P1 and N1 event related potentials in cochlear implanted children. *International Journal of Psychophysiology, 95*, 135–144.
- Simmons, D. D. (2003). The ear in utero: An engineering masterpiece. *Hearing Health, 19*(2), 10–14.
- Sininger, Y. S., Grimes, A., & Christensen, E. (2010). Auditory development in early amplified children: Factors influencing auditory-based communication outcomes in children with hearing loss. *Ear & Hearing, 31*(2), 166–185.
- Suskind, D. (2015). *Thirty million words: Building a child's brain.* New York: Penguin Random House.

Autore



Carol Flexer, PhD, FAAA; CCC-A; LSLS
Cert. AVT
Distinguished Professor Emeritus,
Audiology
The University of Akron, Akron, Ohio

cflexer@uakron.edu / www.carolflexer.com

Carol Flexer ha fatto il dottorato in Audiologia presso la Kent State University nel 1982. È Distinto Professor Emerito di Audiologia presso l'Università di Akron ed è relatrice internazionale in audiologia pediatrica e scolastica. La dott.ssa Flexer è autrice di oltre 155 pubblicazioni, fra cui 14 libri, ed è stata Presidente della Educational Audiology Association, della American Academy of Audiology e della AG Bell Academy for Listening and Spoken Language.