

Lo sviluppo del linguaggio, della comunicazione e dei vari tipi di apprendimento in un bambino bilingue non è infatti direttamente paragonabile a quello di un bambino monolingue. Inoltre, se i criteri di valutazione del successo scolastico si basano soltanto sulla seconda lingua, un bambino bilingue risulta ingiustamente svantaggiato rispetto ai coetanei monolingui. Quindi, se in molte circostanze non è possibile organizzare una scuola basata sulla prima lingua parlata dai bambini, è necessario – per ragioni etiche e culturali – educare gli insegnanti e, più in generale, il sistema scolastico al rispetto dell'alunno bilingue.

Un ultimo aspetto riguarda l'insegnamento delle lingue straniere a bambini con disturbi del linguaggio. È noto che in tutti i paesi dell'Unione Europea è stato introdotto l'insegnamento di una seconda lingua nella scuola elementare. Numerosi studi hanno mostrato che l'apprendimento delle lingue straniere in età precoce non crea particolari problemi nei bambini con sviluppo tipico. Per contro, non sono ancora noti, né sufficientemente studiati, i problemi relativi all'apprendimento delle lingue straniere in bambini con disturbi del linguaggio. È comunque possibile ipotizzare che i bambini che hanno, o hanno avuto, un disturbo del linguaggio abbiano maggiori difficoltà nell'apprendimento delle lingue straniere rispetto ai bambini che hanno avuto una normale acquisizione del linguaggio. Nonostante ciò, occorre fare in modo che anche i bambini con DPL apprendano le lingue straniere. Ciò sarà possibile mettendo a punto programmi e strategie didattiche individualizzate che tengano conto delle difficoltà specifiche di questi bambini. A tale scopo, occorre tuttavia studiare urgentemente e in maniera adeguata i problemi relativi alla didattica delle lingue straniere in popolazioni di studenti con disturbi del linguaggio.

Rinaldi, P., Caselli, M. C., Pavani, F. (2017). Sviluppo del linguaggio e processi cognitivi nei bambini sordi. In S. Vicari e M. C. Caselli (a cura di), *Neuropsicologia dello sviluppo*. Bologna, Il Mulino.

Sviluppo del linguaggio e processi cognitivi nei bambini sordi

I bambini che nascono con sordità grave o profonda, o che diventano sordi nei primi 2 anni di vita (prima dell'acquisizione del linguaggio) sono, nei paesi occidentali, circa 1:800/1:1.000 dei nati vivi. Di questi solo il 5% circa nasce da famiglie con almeno un genitore sordo che conosce e usa la lingua dei segni e la acquisisce, come prima lingua, in famiglia, in contesti naturali e spontanei. Nei paesi industrializzati tutti i bambini sordi sono protesizzati e la maggior parte di quelli con una sordità neurosensoriale grave o profonda riceve un impianto cocleare monolaterale o due impianti, recuperando in parte un ascolto mono o binaurale. Le protesi acustiche ottimizzano il rapporto segnale-rumore e amplificano i suoni, sfruttando le funzionalità residue dell'apparato uditivo della persona sorda. L'impianto cocleare (IC) è invece un dispositivo tecnologico che cattura i suoni dall'ambiente e li trasmette direttamente al nervo uditivo attraverso una serie di elettrodi inseriti chirurgicamente nella coclea. In alcuni casi, l'utilizzo di protesi digitali di ultima generazione e/o di impianti cocleari offre ai bambini sordi la possibilità di essere esposti alla lingua parlata in una varietà di contesti naturali e spontanei, consentendo un accesso anche ad apprendimenti incidentali. Questo rappresenta un'importante differenza rispetto a quanto accadeva fino a qualche decennio fa, quando il vantaggio offerto dalle protesi acustiche non era sempre ottimale e la lingua parlata era appresa solo in contesti formali e in interazioni faccia a faccia. In questo nuovo scenario è importante che genitori, clinici ed educatori siano al corrente delle effettive potenzialità e dei limiti dei nuovi approcci rispetto al trattamento e all'educazione dei bambini sordi.

Grazie alla diffusione di programmi di screening uditivo neonatale è oggi molto più frequente identificare precocemente la sordità congenita. La precocità della diagnosi offre ai bambini l'opportunità di essere protesizzati nei primi mesi di vita e di ricevere un impianto cocleare (mono o binaurale) entro i due anni di vita. Questa fase precoce è un periodo estremamente importante per lo sviluppo dei circuiti neurali del sistema acustico e, più in generale, una fase di grande plasticità dei sistemi neurofunzionali del cervello. Lo sviluppo costante delle tecnologie e biotecnologie per l'udito sta aumentando sempre di più le possibilità del recupero

Questo capitolo è di Pasquale Rinaldi, Maria Cristina Caselli e Francesco Pavani.

acustico nella persona sorda. Tuttavia, i miglioramenti nelle competenze linguistiche di questi bambini non sono in linea rispetto a quanto atteso in base al loro recupero uditivo, e anche le condizioni ritenute ideali per il buon esito dell'impianto cocleare non mettono necessariamente al riparo il bambino dal rischio della mancata acquisizione piena della lingua parlata.

In questo capitolo cercheremo di mettere a fuoco quali fattori possono contribuire a spiegare l'alta variabilità interindividuale nelle competenze linguistiche dei bambini sordi con impianto cocleare. Sarà inoltre discusso il modo in cui gli studi nel campo delle neuroscienze cognitive possano contribuire a definire meglio i periodi critici per lo sviluppo del sistema acustico e del linguaggio. In particolare, la prima parte del capitolo riporta una rassegna relativa allo sviluppo della lingua parlata dai bambini sordi con impianto cocleare in relazione: *a)* alla precocità della diagnosi e della protesizzazione; *b)* ai fattori ambientali e relazionali che influenzano lo sviluppo comunicativo e linguistico del bambino, in particolare, il contesto familiare e le lingue, parlate e/o segnate, a cui il bambino è esposto. La seconda parte esaminerà il contributo delle neuroscienze cognitive concentrandosi sulle evidenze che hanno portato ad adottare il concetto di periodo critico o sensibile nel contesto della sordità e approfondendo le implicazioni dei fenomeni di plasticità osservati nel bambino sordo.

Alla luce delle evidenze scientifiche riportate, saranno discusse le implicazioni cliniche ed educative per promuovere lo sviluppo linguistico nei bambini sordi, minimizzando i rischi di una esposizione al linguaggio non ottimale che potrebbe avere effetti negativi a cascata sugli apprendimenti scolastici e, più in generale, sullo sviluppo delle diverse funzioni cognitive collegate al linguaggio (cfr. anche i capp. 4 e 17).

1. Ridurre il deficit: il ruolo della precocità degli interventi

L'impianto cocleare può facilitare l'acquisizione della lingua parlata, ma non assicura necessariamente uno sviluppo tipico del linguaggio, né profili di sviluppo armonici fra i diversi domini e aspetti del linguaggio.

Alla fine del secolo scorso l'età media di diagnosi di sordità in Italia era compresa tra i 19 e i 36 mesi e le linee guida americane fissavano a 18 mesi l'età minima per inserire chirurgicamente un impianto cocleare. Non esistono stime più aggiornate per l'Italia sull'età media della diagnosi di sordità, ma è verosimile ritenere che grazie alla diffusione dei programmi di screening uditivo neonatale, questa si sia sensibilmente abbassata. Esistono, però, articoli scientifici in cui viene riportato che alcuni bambini sordi ricevono l'impianto cocleare anche molto prima dei 6 mesi di vita, un'epoca in cui, secondo molti, non è semplice pervenire a una conferma della diagnosi di sordità.

Negli ultimi anni numerose ricerche hanno cercato di comprendere meglio quanto, e in che modo, la precocità dell'impianto possa promuovere lo sviluppo del linguaggio dei bambini con impianto cocleare, perché anche i bambini che utilizzano questi dispositivi da età molto precoci non acquisiscono la lingua parlata in modo del tutto naturale, come semplice conseguenza dell'uso di queste apparecchiature. È quindi importante non perdere di vista l'evidenza che l'impianto cocleare, per quanto efficace, rimane un dispositivo artificiale che a oggi può solo approssimare

l'esperienza uditiva naturale. In questo senso ritenere che l'impianto trasformi la persona sorda in una persona udente è una semplificazione che non aiuta a cogliere la complessità dell'esperienza acustica delle persone con impianto e che può mascherare gli ostacoli che spesso interferiscono con il pieno sviluppo della lingua parlata.

Non tratteremo, per limiti di spazio, gli studi che valutano gli aspetti della percezione uditiva, della localizzazione dei suoni nello spazio, dell'intelligibilità del parlato o delle competenze fonologiche in generale. Ci limitiamo a sottolineare che l'insieme di queste abilità percettive e cognitive svolge un ruolo molto importante nel modulare la quantità e la qualità delle informazioni linguistiche che il bambino può elaborare quotidianamente e che possono costituire la base dell'apprendimento linguistico.

Dalla fine del primo decennio del Duemila, epoca in cui si iniziava a diffondere la pratica di impiantare bambini sordi di un anno di vita, sono stati pubblicati diversi studi che riportano dati sulle competenze linguistiche di questi bambini, distinguendo tra aspetti di comprensione e di produzione e aspetti lessicali, morfologici e sintattici. Da quel momento in poi la prassi è stata quella di confrontare le competenze linguistiche dei bambini sordi con quelle dei coetanei udenti, identificando i bambini che rientrano in un intervallo di «normalità» (competenze linguistiche entro una deviazione standard rispetto ai dati normativi dei coetanei udenti) e quelli che, invece, hanno competenze significativamente deficitarie (che cadono al di sotto di -1 deviazione standard). I risultati di queste ricerche, condotte con bambini esposti a diverse lingue parlate, mostrano nel complesso che circa la metà dei bambini con impianto cocleare attivato nei primi due anni di vita ha competenze linguistiche nella norma, anche se molti tra questi bambini si collocano nella fascia bassa, quella compresa tra -1 deviazione standard e la media. Inoltre, emergono delle atipie nello sviluppo del linguaggio: gli aspetti legati alla comprensione risultano maggiormente deficitari rispetto agli aspetti espressivi, e le competenze morfosintattiche risultano maggiormente compromesse rispetto alle competenze lessicali [per una rassegna, cfr. Caselli *et al.* 2015b].

Alcuni studi, soprattutto quelli che hanno tra i partecipanti sia bambini impiantati entro l'anno di vita, sia bambini impiantati in età scolare, rilevano che l'età in cui si riceve l'IC predice le competenze linguistiche dei bambini. Questo dato è emerso al netto di altre variabili, quali il quoziente intellettivo non-verbale o lo status socioeconomico della famiglia, e appare in linea con l'ipotesi che esista un periodo critico (o quantomeno sensibile) entro il quale è opportuno intervenire con l'impianto cocleare per ottenere un recupero ottimale (cfr. più avanti in questo capitolo per studi neuroscientifici a supporto di questa ipotesi).

Van Wieringen e Wouters [2015] hanno riportato maggiori probabilità di avere competenze linguistiche in linea rispetto ai coetanei udenti nei bambini che avevano ricevuto l'IC nei primi anni di vita, non avevano altre disabilità associate, avevano una stimolazione uditiva controlaterale con una protesi digitale o con un secondo impianto, avevano genitori che parlavano correntemente la lingua del luogo e – non ultimo – che erano stati attivamente coinvolti nel percorso abilitativo. Per quanto dettagliati, questi fattori spiegavano però solamente il 50% della variabilità nelle competenze linguistiche; inoltre, tra tutti i bambini con IC che avevano le caratteristiche sopra descritte, solamente il 50% aveva competenze linguistiche nella norma.

Recentemente è stato condotto uno studio su un gruppo molto selezionato di bambini italiani di età compresa tra i 18 e i 36 mesi, senza altre disabilità oltre

alla sordità, che avevano ricevuto l'IC entro i 24 mesi e che lo avevano utilizzato per almeno 6 mesi al momento del test. I risultati dello studio hanno confermato quanto emerso dalle ricerche internazionali, mostrando che a 18-36 mesi più della metà dei bambini con IC ha competenze linguistiche inferiori rispetto alla norma. Inoltre, è emerso che le competenze morfosintattiche sono maggiormente compromesse rispetto alle competenze lessicali [Rinaldi *et al.* 2013] e queste difficoltà permangono almeno fino all'età scolare [Caselli *et al.* 2012]. Più precisamente, circa il 36% dei bambini aveva competenze linguistiche deficitarie in tutte le abilità valutate (lessicali e morfosintattiche); il 75% dei bambini aveva una forte compromissione delle competenze pragmatiche, e solamente il 17% aveva sia le competenze lessicali che le competenze pragmatiche nella norma. Gli autori hanno mostrato, infine, che a parità di altre condizioni, i bambini che ricevono l'IC nel primo anno di vita non hanno competenze linguistiche migliori rispetto ai bambini che lo ricevono nel secondo anno di vita. Invece, è stato ribadito che quanto prima avviene la diagnosi (e verosimilmente l'attivazione della famiglia, la protesizzazione, la logopedia), tanto migliori risultano le competenze in lingua parlata valutate a 18-36 mesi.

Questo studio, come la maggior parte di quelli più recenti, mostra che non ci sono differenze significative nelle competenze linguistiche dei bambini in relazione all'età in cui è stato attivato l'IC, purché sia ricevuto entro il secondo anno di vita.

Dunn e colleghi hanno studiato l'effetto dell'età di attivazione dell'impianto cocleare sulle abilità di comprensione e produzione lessicale e di lettura in un gruppo di 83 bambini sordi che avevano ricevuto l'impianto cocleare entro i 4 anni. I bambini sono stati suddivisi in due gruppi in base all'età che avevano quando l'impianto cocleare è stato attivato. Il primo gruppo era costituito da bambini che avevano ricevuto l'impianto cocleare prima dei 2 anni di vita, il secondo gruppo da bambini che l'avevano ricevuto tra i 2 anni e i 3 anni e 9 mesi. I bambini sono stati seguiti longitudinalmente con valutazioni annuali fino all'età di 13 anni. Nelle osservazioni immediatamente successive all'impianto i bambini che l'avevano ricevuto entro i 2 anni mostravano competenze significativamente migliori in tutti gli ambiti esaminati rispetto ai bambini che l'avevano ricevuto tra i 2 e i 4 anni di età. Questo vantaggio, però, si assottigliava gradualmente con il passare del tempo, fino a non essere più identificabile all'inizio della scuola secondaria di primo grado [Dunn *et al.* 2014]. In altre parole, i vantaggi della precocità dell'IC che alcuni studi rilevano in età prescolare potrebbero non essere più così evidenti a partire dall'età scolare.

I risultati di questi studi suggeriscono che, qualora ricorrano le condizioni per intervenire chirurgicamente con un impianto cocleare è auspicabile che ciò avvenga nei primi anni di vita del bambino, ma attualmente non ci sono evidenze che supportino la scelta di interventi eccessivamente precoci, addirittura nel corso del primo anno di vita.

Inoltre, è stato osservato che i bambini sordi con IC mostrano tempi di attenzione sostenuta ai suoni e al parlato significativamente inferiori rispetto al tempo mostrato da bambini udenti di età pari al tempo d'uso dell'impianto dei bambini con IC. Oltre a un minore accesso alle informazioni linguistiche, i minori tempi di attenzione possono avere effetti sulle interazioni con gli adulti di riferimento e modificare la qualità delle relazioni nel contesto familiare.

2. Il contesto familiare: input linguistico ed esposizione a una lingua dei segni

Numerosi studi relativi allo sviluppo del linguaggio nei bambini udenti hanno ampiamente dimostrato che la lingua (o le lingue) a cui il bambino è esposto, le modalità di interazione, il grado di istruzione e il livello socioeconomico dei genitori rivestono un ruolo cruciale nel determinare le differenze individuali fra i bambini e contribuiscono a modulare (rallentare o promuovere) lo sviluppo comunicativo e linguistico del bambino (cfr. cap. 4).

Solo recentemente le ricerche hanno analizzato il ruolo del contesto familiare, degli stili comunicativi e della quantità e qualità dell'input come possibili fattori che influenzano lo sviluppo del linguaggio dei bambini sordi con IC. Questi studi hanno confermato che livelli educativi, culturali e socioeconomici più elevati dei genitori, nonché il loro livello cognitivo e la loro sensibilità a stabilire relazioni comunicative positive, sono associati ad abilità linguistiche migliori nei bambini. Queste variabili spiegano le differenze individuali nelle abilità di comprensione e produzione del linguaggio in misura maggiore rispetto all'età dell'impianto. Altre ricerche hanno evidenziato come le caratteristiche dell'input, e in particolare l'uso di strategie di espansione e riformulazione da parte delle madri, sono fattori che promuovono lo sviluppo linguistico dei bambini con IC [per una rassegna, cfr. Szagun e Schramm 2016].

Particolarmente interessanti sono gli studi che hanno preso in esame il ruolo dell'esposizione precoce dei bambini sordi con IC a una vera lingua dei segni (LS). Come abbiamo visto nel paragrafo precedente, le competenze nella lingua parlata dei bambini sordi con impianto cocleare sono molto variabili e molti di loro corrono il rischio di non acquisire pienamente il linguaggio. I bambini sordi che sono esposti dalla nascita a una lingua dei segni sono però un'esigua minoranza rispetto ai bambini sordi figli di udenti che generalmente sono esposti a questa lingua più tardivamente, l'apprendono in contesti educativi formali (logopedia e scuola) e la usano meno frequentemente. Tutti i bambini esposti alla lingua dei segni sono anche esposti alla lingua parlata e scritta e sono considerati bilingui. Come per i bambini udenti bilingui esposti a due lingue vocali, le competenze in ognuna delle due lingue, e le relazioni tra di esse, sono influenzate da fattori quali l'età di esposizione a ciascuna delle lingue, la quantità e qualità degli input linguistici, i contesti in cui le lingue sono acquisite e usate.

Fino alla fine degli anni Duemila le ricerche sulla lingua dei segni e le ricerche sugli impianti cocleari sono rimaste perlopiù separate, fatta eccezione per quegli studi che hanno esaminato l'efficacia dell'impianto in relazione ai diversi approcci educativi. Queste ricerche hanno tipicamente confrontato approcci educativi basati esclusivamente sul parlato, con approcci nei quali il parlato era supportato da diverse forme di linguaggio visuo-gestuale (approcci bimodali basati su un uso simultaneo di segni e parlato, accanto a vere e proprie esperienze di bilinguismo bimodale fra lingue parlate e lingue dei segni). Per quanto la tipologia di approccio educativo spieghi parte della variabilità nelle competenze linguistiche dei bambini con impianto, il suo peso è sempre risultato inferiore rispetto a fattori generali quali l'età all'impianto, la durata di sordità o lo status socioeconomico della famiglia. Nonostante siano ancora insufficienti le evidenze scientifiche che provano in modo definitivo migliori (o peggiori) *outcomes* in bambini educati secondo un approccio rigidamente oralista rispetto a bambini educati secondo approcci che

contemplano anche l'acquisizione di una lingua dei segni [Fitzpatrick *et al.* 2016], l'uso della lingua dei segni è spesso sconsigliato dai clinici (medici e logopedisti) perché ritenuto un ostacolo all'apprendimento della lingua parlata (soprattutto per i bambini con IC).

Negli ultimi anni, tuttavia, è emerso un filone di ricerca più nuovo e stimolante che, cogliendo le vere opportunità di bilinguismo bimodale offerte dagli impianti cocleari, ha esaminato l'ipotesi che l'apprendimento precoce della lingua dei segni possa essere un elemento di facilitazione (e non di ostacolo) nello sviluppo della competenza comunicativa e linguistica, sostenendo anche l'apprendimento della lingua orale. Questa prospettiva si basa sulle evidenze che negli ultimi decenni hanno mostrato la caratteristica largamente amodale del linguaggio umano. Le ricerche di neuroimmagini funzionali mostrano, ad esempio, che i correlati neurali di una prima lingua trasmessa in modalità uditivoverbale o veicolata in modalità visivogestuale sono del tutto comparabili. In entrambi i casi si attivano i circuiti di aree cerebrali dedicate al linguaggio, segno forte del fatto che le lingue dei segni sono trattate dal cervello come vere e proprie lingue, in maniera del tutto indipendente dal loro formato superficiale. Questo genere di evidenze ha fatto nascere la consapevolezza che un bilinguismo bimodale (ovvero la coesistenza di una o più lingue orali, con una o più lingue dei segni) possa favorire l'acquisizione anche delle lingue orali nei bambini sordi con impianto cocleare ed essere dunque auspicabile tanto quanto lo è, per i bambini udenti, il bilinguismo fra lingue orali (per esempio, italiano e inglese).

All'interno di questo filone di evidenze, diverse ricerche mostrano come bambini sordi con IC, esposti precocemente a una lingua dei segni abbiano migliori competenze in compiti di riconoscimento di parole, comprensione lessicale e morfosintattica e di fluenza verbale nella lingua parlata rispetto ai bambini educati esclusivamente secondo un metodo oralista [ad esempio, Jiménez, Pino e Heruzo 2009]. Davidson e colleghi [2014] hanno confermato questi dati studiando lo sviluppo della lingua vocale in quattro bambini sordi segnanti nativi (figli di genitori sordi) con IC. I risultati hanno mostrato che tutti i bambini avevano raggiunto competenze linguistiche nella comprensione e produzione della lingua parlata simili a quelle di coetanei udenti e migliori rispetto a quelle di bambini sordi con impianto esposti alla sola lingua parlata [*ibidem*]. In Italia, uno studio longitudinale ha analizzato le prime fasi dello sviluppo del lessico e i rapporti tra Lingua dei segni italiana (LIS) e italiano in un bambino sordo con genitori udenti esposto alla LIS dall'età di circa 1 anno e che aveva ricevuto l'impianto cocleare all'età di 2 anni e mezzo. I risultati hanno mostrato che, se si considerano entrambe le lingue che il bambino stava acquisendo, le sue competenze lessicali risultavano nella norma rispetto ai coetanei udenti. Inoltre, il ritmo di sviluppo delle competenze lessicali in comprensione e in produzione nell'italiano parlato era molto simile a quello mostrato dai bambini udenti monolingui di pari età cronologica. Per quanto riguarda i rapporti tra le lingue, è stata osservata una iniziale dominanza della LIS nel periodo precedente all'attivazione dell'IC. Già dopo 5-10 mesi di utilizzo dell'IC il bambino ha iniziato ad ampliare il suo repertorio lessicale in italiano parlato, anche se le parole prodotte in questa fase erano sempre accompagnate dal segno corrispondente. Nell'ultimo periodo di osservazione, circa un anno e mezzo dopo l'attivazione dell'IC, il bambino ha iniziato a differenziare con maggiore consapevolezza le due lingue e i loro

contesti d'uso, producendo le parole anche in assenza dei segni corrispondenti. Nonostante ciò, si continuavano a osservare produzioni in entrambe le lingue quando il livello di difficoltà dei test di valutazione del linguaggio che gli venivano proposti aumentava. In conclusione, questo studio ha dimostrato che la LIS può giocare un ruolo fondamentale nel supportare il bambino nell'espressione di idee e concetti che non è ancora in grado di esprimere in italiano parlato, aprendo una finestra su nuovi apprendimenti linguistici ancora da raggiungere nella lingua parlata [Rinaldi e Caselli 2014].

Questi risultati suggeriscono che una educazione bilingue bimodale, piuttosto che ostacolare, potrebbe fornire un importante contributo all'apprendimento della lingua parlata. Un'esposizione precoce alla lingua dei segni potrebbe dunque offrire al bambino sordo, anche con impianto cocleare, un'esperienza linguistica in grado di non mettere a rischio l'acquisizione della prima lingua e di promuovere l'apprendimento della lingua orale. Questa conclusione è in accordo con le ricerche che sottolineano l'importanza dell'apprendimento della prima lingua, qualunque sia il formato superficiale (parlato o segnato) attraverso il quale essa viene acquisita [Mayberry, Lock e Kazmi 2002].

3. Periodi critici per lo sviluppo dell'udito, del linguaggio e della cognizione

I primi anni della vita del bambino sono una fase di grandi cambiamenti nella struttura e nella funzionalità del cervello e oggi sappiamo che alcune di queste modificazioni (per esempio, la mielinizzazione delle fibre nervose) si protraggono fino a tutta l'adolescenza e alla prima età adulta. È dunque in questo contesto di cambiamento dinamico del cervello che vanno considerate sia le modificazioni innescate dalla sordità, sia quelle determinate dal recupero parziale di stimolazione acustica conseguente all'impianto cocleare.

Cambiamenti cerebrali associati alla deprivazione acustica sono stati descritti con chiarezza nei modelli animali della sordità [per esempio, topi, gatti e furetti; per una rassegna, cfr. Kral 2013]. Oggi sappiamo che la sordità congenita non compromette lo sviluppo delle vie nervose che dalla coclea portano l'informazione fino alla corteccia acustica. Tuttavia, diversi aspetti della funzionalità tipica delle cortecce acustiche risultano modificati per effetto della sordità. La sordità congenita ritarda la fase di «sinaptogenesi» (ovvero la crescita delle connessioni fra le cellule nervose), che caratterizza il primo periodo dello sviluppo cerebrale, e aumenta invece la fase di cosiddetta «potatura sinaptica», che tipicamente segue la fase di proliferazione delle connessioni cerebrali. Inoltre, riduce nelle cortecce acustiche la possibilità di codificare correttamente le frequenze del suono, limita il grado di risposta dei neuroni e altera la sensibilità alle differenze interaurali, ostacolando un eventuale utilizzo di quei segnali binaurali che servono per localizzare i suoni nello spazio. Queste modificazioni della corteccia acustica aumentano in funzione della durata della sordità negli animali con sordità congenita.

Questi risultati rivelano chiaramente l'esistenza di un periodo critico per lo sviluppo delle funzionalità del sistema acustico, e hanno portato a chiedersi in che modo tale periodo critico possa manifestarsi nel bambino sordo. Una serie di ricerche provenienti dal laboratorio di Anu Sharma dell'Università del Colorado

a Boulder [Sharma *et al.* 2007] ha descritto alcuni aspetti della maturazione delle cortecce acustiche del bambino sordo, usando indicatori dell'attività elettrica cerebrale evocati da suoni uditi tramite l'impianto cocleare. L'elettroencefalografia (EEG) è una tecnica non invasiva, utilizzabile anche nel bambino, che permette di registrare i potenziali elettrici prodotti dalla corteccia attraverso elettrodi posti a contatto con la cute della testa. Gli indicatori EEG (in particolare l'intervallo fra la stimolazione acustica e il picco del primo potenziale positivo del tracciato) si modificano rapidamente dopo l'impianto cocleare, nella direzione dei valori registrati nei bambini udenti. Tuttavia, l'entità di questa modifica dipende dall'età all'impianto: nei bambini impiantati entro i 3 anni e 5 mesi l'indicatore cambia fino a rientrare negli intervalli di riferimento tipici delle persone udenti; al contrario, nei bambini sordi precoci impiantati dopo i 7 anni questo decorso non si osserva e l'indicatore elettroencefalografico non raggiunge quasi mai i livelli dei bambini udenti. Poiché la modifica di questi indicatori EEG è indicativa della maturazione neurale del sistema acustico, questi risultati sono stati interpretati come evidenza dell'esistenza di un periodo critico nel bambino analogo a quello descritto nei modelli animali. È stato anche fatto notare come l'intervallo «entro i 3 anni e 5 mesi», all'interno del quale è possibile osservare un recupero delle risposte EEG simili a quelle dei bambini udenti, corrisponda bene al picco della sinaptogenesi nelle cortecce temporali che ospitano le aree acustiche, che nella specie umana è stimato fra i 2 e i 4 anni di età. In altre parole, un impianto precoce potrebbe essere ottimale per lo sviluppo dei correlati neurali della percezione acustica perché sfrutterebbe la fase crescente di sviluppo neuronale nelle cortecce acustiche. L'implicazione di questi risultati per la clinica è apparsa immediatamente evidente: per cercare di promuovere una maturazione più tipica del sistema acustico nel bambino sordo è necessario intervenire entro i primi anni di vita. Questo dato neurofisiologico sullo sviluppo del sistema acustico si accorda bene con le evidenze descritte nel primo paragrafo sull'efficacia dell'impianto cocleare effettuato entro i primi due anni di vita [van Wieringen e Wouters 2015; Rinaldi *et al.* 2013].

Questa relazione fra recupero uditivo durante il periodo critico e sviluppo della capacità linguistica è di grande importanza clinica e deve essere accompagnata da una precisazione altrettanto rilevante. Intervenire entro i termini del periodo critico per lo sviluppo delle cortecce acustiche pone le condizioni ideali per uno sviluppo della *percezione acustica* tramite l'impianto, ma non garantisce necessariamente lo sviluppo della *capacità linguistica*. Se da un lato è evidente che tanto maggiori sono le capacità percettive acustiche, tanto migliore potrà essere l'accesso all'informazione linguistica del parlato, dall'altro avere rispettato le tempistiche della maturazione del sistema percettivo potrebbe non essere sufficiente per promuovere la piena acquisizione del linguaggio. Questa precisazione è necessaria per evitare di sovrapporre due concetti distinti e fondamentali, quello di deprivazione acustica e quello di deprivazione linguistica. L'impianto cocleare precoce, così come le protesi digitali di ultima generazione, possono limitare gli effetti di una deprivazione acustica ma, come abbiamo descritto nella parte iniziale di questo capitolo, potrebbero non essere strumenti sufficienti per contrastare il rischio di deprivazione linguistica. In questo senso un quesito cruciale per la ricerca è comprendere quali approcci educativi possano ridurre o eliminare i rischi di deprivazione linguistica anche per il bambino sordo.

4. Stimolazione multisensoriale del cervello post-impianto: ostacolo o opportunità?

Come già descritto nel paragrafo 1, gli impianti cocleari e le nuove protesi, rendendo maggiormente accessibile la lingua parlata, possono permettere un bilinguismo più equilibrato fra lingue parlate e lingue segnate, nel quale entrambe le lingue possono essere percepite in contesti naturali e spontanei. In questo senso, il bilinguismo bimodale di un bambino sordo con impianto cocleare si attua all'interno di un'esperienza di vita e di sviluppo cerebrale che ha incluso una fase di sordità, ma anche in un contesto sensoriale di riaffermentazione acustica e di interazione multisensoriale fra vista e udito. Un'esigenza fondamentale che ha accompagnato queste constatazioni è stata quella di comprendere in che misura la ritrovata stimolazione multisensoriale post-impianto cocleare potesse essere un ostacolo o un'opportunità per lo sviluppo della percezione acustica e conseguentemente per l'accesso ai suoni del linguaggio da parte del bambino.

Una prima serie di evidenze ha inizialmente portato i ricercatori a propendere per un'ipotesi competitiva, ovvero essi ritenevano che l'esposizione a informazioni visive (per esempio, la lingua dei segni, ma anche il labiale) prima o dopo l'impianto cocleare potesse indurre nel cervello cambiamenti maladattivi all'impianto. Questa ipotesi è stata proposta a seguito dell'osservazione di un particolare tipo di cambiamento che si riscontra in associazione con la sordità precoce: la plasticità cross-modale delle cortecce acustiche deafferentate. Le cortecce sensoriali del lobo temporale, che dovrebbero essere deputate all'analisi dell'informazione acustica proveniente dalla coclea, nella persona con sordità precoce sono reclutate durante l'elaborazione di informazioni sensoriali provenienti da altri sistemi sensoriali, quali la vista o il tatto. I dati che hanno portato a suggerire che questa plasticità cross-modale potesse essere di ostacolo all'impianto sono emersi da studi su bambini o adulti sordi con impianto che mostravano che tanto maggiore era stato il reclutamento delle cortecce acustiche da parte di altri sistemi sensoriali, tanto peggiore era l'esito dell'impianto cocleare. Ad esempio, un famoso studio coreano [Lee *et al.* 2001] condotto usando una tecnica invasiva per misurare il metabolismo cerebrale (la tomografia a emissione di positroni, PET) ha mostrato che tanto maggiore era l'attività metabolica a riposo nelle cortecce acustiche prima dell'impianto, tanto peggiore era la discriminazione di parole post-impianto. Benché gli autori abbiano interpretato l'aumentata risposta metabolica delle cortecce acustiche prima dell'impianto come prova di un'avvenuta plasticità cross-modale, la misurazione era in realtà effettuata sempre in «condizione di riposo», ossia senza che i partecipanti fossero sottoposti ad alcuna stimolazione o venisse loro richiesto un qualche compito. Questo rende difficile stabilire cosa possa aver determinato le differenti attività metaboliche nei diversi partecipanti. Inoltre, dei due studi successivi del medesimo gruppo di ricerca, uno solo ha replicato il risultato della ricerca originale [per una discussione più approfondita di questi aspetti, cfr. Pavani 2016].

Soprattutto, poiché la plasticità cross-modale aumenta all'aumentare della durata di sordità e, come visto nel paragrafo 3, all'aumentare della durata di sordità aumentano in generale le modificazioni del sistema acustico che vanno a scapito del buon esito dell'impianto, appare probabile che la relazione descritta fra plasticità cross-modale ed esito dell'impianto possa essere mediata dalla variabile

fondamentale della «durata del periodo di sordità». In altre parole, per effetto di una maggiore durata del periodo di sordità l'impianto avrebbe esiti peggiori e anche si riscontrerebbero maggiormente fenomeni di plasticità cross-modale. Studi sull'animale sordo rendono oggi questa conclusione particolarmente plausibile. La ricerca sul gatto sordo congenito ha mostrato la grande specificità di questi fenomeni di plasticità cross-modale. Abilità specifiche (ad esempio, quella di localizzare stimoli visivi) reclutano circuiti neuronali specifici nella corteccia acustica [Lomber, Meredith e Kral 2010]. Questo implica che il reclutamento cross-modale della corteccia avvenga entro binari definiti, e possa promuovere delle abilità piuttosto che contrastarle. Ma soprattutto uno studio recente del laboratorio di Andrej Kral ha mostrato che la plasticità cross-modale è un fenomeno molto circoscritto nelle corteccie acustiche. Stimolando le corteccie acustiche con impulsi elettrici provenienti dalla coclea, Land e colleghi [2016] hanno mostrato che la maggioranza dei neuroni della corteccia acustica mantiene una preferenza di risposta per i suoni, e solo una minoranza risponde a segnali provenienti da altri sistemi sensoriali.

Una ipotesi alternativa a quella che vede la stimolazione multisensoriale come ostacolo è quella che la descrive invece come una potenzialità cooperativa. Oggi sappiamo che, nell'adulto con sordità postverbale e con impianto cocleare, la combinazione di informazioni visive e acustiche può facilitare la prestazione. Il gruppo di Pascal Barone a Tolosa, ad esempio, ha mostrato come anche dopo molti anni dall'impianto le persone continuino a mantenere ottime capacità di lettura labiale e sfruttino le informazioni multisensoriali del parlato molto più delle persone udenti [Rouger *et al.* 2007]. Questo risultato è compatibile sia con l'utilità delle informazioni visive del labiale per discriminare il parlato, sia con la possibilità di localizzare meglio la sorgente dei suoni nell'ambiente. Inoltre, sappiamo che le corteccie visive dell'adulto con sordità postverbale possono rispondere alle informazioni acustiche provenienti dal parlato, e le capacità di lettura labiale potrebbero dipendere da questa particolare risposta cerebrale [Giraud *et al.* 2001]. Benché queste evidenze debbano ancora essere estese ai bambini sordi con impianto cocleare, esse pongono le basi per un'ipotesi di cooperazione tra informazioni visive e acustiche che potrebbero servire nella vita quotidiana e anche nei programmi riabilitativi per migliorare le capacità del bambino nella decodifica dei segnali provenienti dall'impianto.

Infine, queste considerazioni contrastano con i timori che le lingue dei segni (in quanto veicolate da segnali visivi) possano essere di ostacolo al buon recupero tramite l'impianto. Le evidenze disponibili mostrano che le lingue dei segni reclutano nel cervello circuiti specificamente linguistici. Quando fenomeni di plasticità cross-modale sono osservati per effetto della lingua dei segni, il reclutamento avviene solo in virtù della natura linguistica dello stimolo e probabilmente all'interno di quei circuiti delle corteccie acustiche specifici per il linguaggio. In questo senso la lingua dei segni non sembra poter compromettere alcuna delle analisi sensoriali necessarie per elaborare uno stimolo acustico trasdotto da un impianto cocleare. Piuttosto, come sostengono oggi alcuni autori [tra cui Davidson, Lillo-Martin e Chen Pichler 2014; Rinaldi e Caselli 2014], la lingua dei segni potrebbe rivelarsi un utile mezzo per promuovere l'acquisizione della prima lingua anche in coloro che decidono per un impianto cocleare, alla luce del fatto che il linguaggio stesso è un sistema multimodale (cfr. anche il paragrafo introduttivo del cap. 8).

5. Implicazioni cliniche ed educative per promuovere lo sviluppo linguistico nei bambini sordi

Quanto discusso nelle pagine precedenti ha implicazioni immediatamente evidenti per la clinica e, più in generale, per l'educazione dei bambini sordi. È necessario dare precocemente al bambino l'opportunità di percepire meglio i suoni attraverso l'utilizzo di protesi digitali e/o di un impianto cocleare. Accanto a questo, però, è indispensabile inserire altrettanto precocemente il bambino in un percorso di educazione alla lingua parlata (e appena possibile alla lingua scritta), tenendo in massima considerazione le possibili aree di fragilità presenti in molti bambini con impianto cocleare, come, ad esempio, la comprensione, gli aspetti morfosintattici e quelli pragmatici. Abbiamo, inoltre, sottolineato come la stimolazione multisensoriale venga oggi considerata una potenzialità piuttosto che un ostacolo; l'ipotesi di una cooperazione tra informazioni visive e acustiche potrebbe essere sfruttata nei programmi di educazione al linguaggio del bambino sordo per migliorare le sue capacità di decodifica dei segnali provenienti dall'impianto.

Anche l'uso della lingua dei segni nell'ambito dell'educazione bilingue bimodale è coerente con questa prospettiva e potrebbe promuovere l'acquisizione della lingua parlata. Tutti i bambini sordi, protesizzati o con impianto cocleare, esposti alla lingua dei segni, sono anche esposti alla lingua parlata e scritta e crescono in un ambiente bilingue. Come per i bambini udenti bilingui esposti a due lingue vocali, le competenze in ognuna delle due lingue, e le relazioni tra di esse, sono influenzate da fattori quali l'età di esposizione a ciascuna delle lingue, la quantità e qualità degli input linguistici, i contesti in cui le lingue sono acquisite e usate.

È molto raro che il bilinguismo dei bambini sordi con genitori udenti sia sbilanciato verso la lingua dei segni, in quanto la lingua maggiormente utilizzata nei contesti di vita quotidiana (casa, scuola ecc.) è quella parlata. Come dimostra una serie di ricerche condotte a partire dal Duemila, dopo l'impianto questi bambini utilizzano la lingua dei segni sempre meno e in un numero minore di contesti. In questi casi, se si vorrà mantenere un bilinguismo bilanciato tra le due lingue sarà necessario sostenere l'uso della lingua dei segni prevedendo la frequentazione di contesti in cui viene utilizzata questa lingua.

Un discorso a parte meritano i bambini sordi con genitori sordi segnanti. In questi casi, è naturalmente possibile che la lingua dominante sia quella dei segni, appresa precocemente e utilizzata in un numero elevato di contesti altamente significativi. Oggi la maggior parte dei genitori sordi ha una maggiore consapevolezza dei fenomeni del bilinguismo e sa che, per raggiungere un maggiore bilanciamento delle competenze tra le due lingue, è molto importante una protesizzazione precoce e sa inoltre che un altrettanto precoce e sistematico intervento logopedico è fondamentale per promuovere e sostenere l'apprendimento della lingua parlata e scritta.

Dal canto loro, i professionisti (clinici, insegnanti ecc.) che operano con i bambini sordi non possono ignorare i fenomeni che caratterizzano tutti i tipi di bilinguismo, compreso il bilinguismo bimodale, riconoscendo e rispettando il valore della lingua dei segni come strumento di interazione, comunicazione e apprendimento.

Promuovere il bilinguismo bimodale (cfr. cap. 6 per il bilinguismo in generale) significa anche fare in modo che logopedisti, operatori sanitari e personale scolastico siano pronti ad accogliere le esigenze di bambini sordi esposti anche alla lingua dei segni, oltre che alla lingua parlata e scritta. Questo implica da un lato la

messa in atto di strategie per potenziare l'apprendimento della lingua parlata che facciano anche leva sulle competenze che il bambino sta acquisendo nella lingua dei segni; dall'altro implica un cambiamento di prospettiva nella valutazione delle competenze linguistiche. Dal momento che questi bambini sono bilingui, per avere una stima reale delle loro competenze linguistiche, andrebbero valutate entrambe le lingue, in comprensione e in produzione, negli aspetti lessicali e morfosintattici. Mentre per la valutazione delle competenze nell'italiano parlato sono disponibili diverse prove con buone proprietà psicometriche, la valutazione delle competenze in lingua dei segni è più complessa, poiché vi sono una relativa mancanza di informazioni su vari aspetti del suo sviluppo, un'ampia variabilità nelle competenze, oltre che una relativa mancanza di strumenti di valutazione validi e attendibili. In Italia si sono da poco conclusi alcuni progetti di ricerca condotti dal laboratorio LaCAM dell'ISTC-CNR, finalizzati alla costruzione di strumenti di valutazione delle competenze linguistiche in lingua dei segni dei bambini sordi, che possono aiutare gli operatori che affiancano questi bambini (nei contesti educativi e terapeutici) a ottenere una stima delle loro competenze in questa lingua, utili a integrare le informazioni ottenute nel corso della valutazione della lingua parlata e scritta (www.signmet.eu; www.volis.it).

Conclusioni

In questo capitolo abbiamo mostrato come, nonostante le tecnologie e biotecnologie per l'udito stiano aumentando le possibilità del recupero uditivo nella persona sorda, i progressi nelle competenze linguistiche dei bambini sordi con impianto cocleare non siano sempre coerenti con le potenzialità offerte. Contrastare la privazione acustica non è condizione sufficiente per impedire il rischio di deficit linguistico. Anche nei casi in cui occorran le condizioni ritenute ideali per il buon esito dell'impianto cocleare, non sempre i bambini riescono a raggiungere una acquisizione piena del linguaggio seguendo traiettorie tipiche. Sono stati evidenziati i fattori che possono contribuire a spiegare l'alta variabilità interindividuale nelle competenze linguistiche dei bambini sordi con impianto cocleare. Alla luce dei più recenti studi nel campo delle neuroscienze cognitive sui periodi critici per lo sviluppo del sistema acustico e del linguaggio, e di quelli relativi alla plasticità cross-modale, abbiamo messo in evidenza che la lingua dei segni non sembra compromettere alcuna delle analisi sensoriali necessarie per elaborare uno stimolo acustico trasdotto da un impianto cocleare. Piuttosto, come sostengono oggi alcuni autori, potrebbe rivelarsi un mezzo utile per promuovere l'acquisizione della prima lingua e gli apprendimenti anche in coloro che decidono per un impianto cocleare.

I gesti nei bambini con disturbo dello spettro autistico

Il capitolo affronta il tema della comunicazione gestuale nello sviluppo comunicativo-linguistico dei bambini con disturbo dello spettro autistico (ASD, *Autism Spectrum Disorder*: useremo l'acronimo inglese per evitare confusione con l'acronimo relativo al disturbo specifico di apprendimento). Dopo un'iniziale presentazione delle caratteristiche essenziali della comunicazione non-verbale nello sviluppo tipico, verranno spiegate le novità introdotte dal DSM-5 nel definire i disturbi della comunicazione in bambini con ASD, evidenziando l'importanza della comunicazione non-verbale in questa popolazione e dei principali studi sulla produzione e la comprensione di gesti in bambini con autismo. Cercando di descrivere la natura della comunicazione gestuale in bambini con ASD di diverse fasce d'età, spiegheremo come specifiche difficoltà siano state ricondotte a deficit in altre aree dello sviluppo, quali quella motoria e interattiva. Inoltre la presentazione di recenti studi sulla comunicazione non-verbale in popolazioni a rischio di ASD permetterà di evidenziare il ruolo dei gesti tra gli indici precoci di rischio. Infine l'analisi dei vari approcci terapeutici, volti a potenziare la comunicazione gestuale, sarà utile a dimostrare come il gesto possa trasformarsi da caratteristica deficitaria nella comunicazione dei bambini con ASD a importante risorsa comunicativa.

Numerosi studi hanno riconosciuto la natura multimodale della comunicazione umana e in particolare l'importanza dei gesti nello sviluppo comunicativo del bambino. Tutti i bambini, al di là delle modalità di input linguistici a cui sono esposti, fanno uso di gesti per comunicare. Studi sul linguaggio nei primi anni di vita hanno messo in luce come le modalità, verbale e gestuale, evolvano parallelamente e siano fortemente connesse. A 10 mesi i bambini sono già in grado di percepire la direzione dello sguardo e il gesto di indicazione prodotti dall'adulto come segnali volti a sottolineare l'importanza di un oggetto o un evento e a spostare la loro attenzione verso l'oggetto/evento presente nel contesto. Prima dei 12 mesi di età i bambini partecipano attivamente agli scambi comunicativi, attraverso comportamenti che precedono la comparsa delle prime parole, quali l'utilizzo di gesti performativi e deittici (dare, mostrare, richiedere e indicare). Questi gesti supportano situazioni di condivisione dell'attenzione con l'adulto su oggetti o eventi presenti nel contesto.

Questo capitolo è di Francesca Lasorsa, Laura Sparaci e Olga Capirci.