

LA MUSICA NELLA RIABILITAZIONE DELLA DISLESSIA:
DATI A FAVORE DELL'EFFICACIA
DEL "TRAINING LETTURA RITMICA"

MUSIC IN THE REHABILITATION OF DYSLEXIA:
THE EFFECTIVENESS OF THE "RHYTHMIC READING TRAINING"

Serena Germagnoli, Alice Cancer, Silvia Bonacina

Servizio di Psicologia dell'Apprendimento e dell'Educazione in Età Evolutiva,
Dipartimento di Psicologia, Università Cattolica del Sacro Cuore,
Largo Gemelli 1, 20123 Milano,
e-mail: alice.cancer@unicatti.it; telefono: 02 7234.2909; fax 02 7234.2280

Riassunto

L'interesse verso la musica come strumento da impiegare in ambito riabilitativo è aumentato sempre più negli ultimi anni. In uno specifico settore sono stati indagati gli effetti che un *training* a base musicale può avere sulle abilità di lettura in soggetti con dislessia. Con il presente contributo si intende illustrare i dettagli di un progetto nato in ambito italiano avente lo scopo di ideare un *training* musicale per la riabilitazione della dislessia. Il lavoro di ricerca ha portato alla creazione di un *software* denominato Training Lettura Ritmica (TLR) rivolto a bambini con disturbo della lettura. L'allenamento prevede l'utilizzo della componente ritmica associata a compiti di elaborazione fonologica. Sono qui riportati i risultati ottenuti in diverse ricerche aventi l'obiettivo di valutare l'efficacia del *training* tramite la sua applicazione con soggetti con dislessia. Dai dati raccolti è stato possibile verificare l'efficacia del *training* nell'incrementare le competenze legate alla lettura.

Parole chiave: dislessia evolutiva, *training*, riabilitazione, musica, ritmo, efficacia.

Abstract

The interest in music as a tool to be used in rehabilitation has increased more and more in recent years. In a specific domain attention the effects that a music-based training can generate on reading skills in individuals with dyslexia were investigated. The aim of this contribution was to present the details of an Italian

project where a music training for the rehabilitation of dyslexia has been devised. The research work led to the creation of a software, called Rhythmic Reading Training (RRT) addressed to children with reading disorders. The training is based on a rhythmic component associated with phonological processing. Results obtained in several studies are reported where the effects of the training with subjects with a diagnosis of dyslexia was tested. Findings supported the effectiveness of training in increasing the skills related to reading.

Keywords: developmental dyslexia, training, rehabilitation, music, rhythm, efficacy.

Linguaggio e musica: quali processi di elaborazione condividono?

Musica e linguaggio verbale rappresentano due espressioni tipicamente umane, aventi specifiche caratteristiche in comune: entrambe sono dotate di un sistema di segni che rimandano a precise informazioni circa la sonorità e il ritmo con cui leggere i simboli grafici. Da un punto di vista cognitivo risulta fondamentale, in entrambi i casi, attivare processi attentivi e mnestici idonei ad estrarre, organizzare e comprendere gli stimoli acustici che si succedono sequenzialmente (Foxton et al., 2003). Inoltre, entrambi i sistemi sottendono precise norme grammaticali e sintattiche ne regolano l'utilizzo dei vari elementi: i fonemi e le parole nel linguaggio, le note e gli accordi nella musica.

Il linguaggio può essere descritto attraverso una gerarchia di funzioni tra loro interconnesse che chiamano in causa i seguenti elementi:

1. componenti fonetiche-fonologiche: descrivono il ruolo giocato dai fonemi e le regole che presiedono alla loro organizzazione;
2. componenti morfosintattiche: interessano le modalità secondo cui i fonemi sono uniti nel creare morfemi e secondo cui i morfemi si combinano per dare origine alle parole;
3. componenti sintattiche: definiscono le relazioni tra le parole;
4. componenti lessicali e semantici: descrivono le modalità di accesso ai significati delle parole;
5. componenti pragmatiche: riguardano l'organizzazione del discorso e il contesto entro cui esso si situa.

Parallelamente, anche nella musica è possibile individuare diversi livelli di elaborazione:

1. livello temporale: fa riferimento al ritmo e alla metrica, che determinano l'andamento della frase musicale;

2. livello melodico: riguarda le modalità secondo cui i suoni sono tra loro legati mediante l'utilizzo di tonalità ed intervalli;
3. livello armonico: concerne la concatenazione e la sovrapposizione dei suoni (accordi).

Corriveau e Goswami (2009), per chiarire la relazione esistente tra l'elaborazione musicale e il linguaggio, hanno ripreso il modello proposto da Peretz e Coltheart (2003). Il modello riadattato prevede che vi siano due vie per l'elaborazione di uno stimolo musicale in ingresso (si veda Fig. 1): la prima deputata all'elaborazione della melodia e la seconda all'analisi del tempo. Lo stimolo melodico richiede che vi sia un'elaborazione sequenziale, in cui vi è una prima analisi dell'andamento generale (contorno), per poi passare all'altezza specifica di ciascuna nota udita; infine l'attenzione viene posta sulla tonalità fondamentale su cui si basa l'intero brano. L'informazione temporale prevede a sua volta l'attivazione di due moduli distinti e paralleli deputati all'elaborazione, il primo del ritmo e della durata delle note, il secondo del metro e della periodicità.

La via melodica e quella temporale invierebbero degli output a ulteriori componenti che avviano un'elaborazione sia di tipo emozionale sia di tipo lessicale (per il riconoscimento dei brani familiari). Corriveau e Goswami ritengono che il lessico musicale sia bi-direzionalmente legato al lessico fonologico e alle memorie associative: tali connessioni consentono il riconoscimento, per esempio, delle parole presenti nelle canzoni. Gli autori attribuiscono grande importanza alla dimensione ritmico-temporale, in quanto consente una corretta conversione acustico-fonologica, competenza fondamentale nelle attività di lettura e di scrittura.

Vi sono diversi studi condotti con il fine di indagare la relazione esistente tra competenze linguistiche e musicali. Tradizionalmente le due abilità erano considerate come due facoltà psicologiche distinte e indipendenti l'una dall'altra; si riteneva, infatti, che le funzioni linguistiche fossero localizzate nell'emisfero sinistro, in quanto specializzato nell'elaborazione seriale e analitica delle informazioni, mentre le funzioni musicali venivano situate nell'emisfero destro, a cui spetterebbe, al contrario, un'elaborazione maggiormente olistica e più sintetica (Bever e Chiarello, 1974). Recentemente, grazie alle tecniche di *neuroimaging*, sono state condotte numerose ricerche a sostegno dell'esistenza di una base anatomica comune ad entrambe le competenze: in particolare è emerso non soltanto che le funzioni del linguaggio sono ampiamente distribuite nell'emisfero sinistro, ma anche che l'emisfero destro risulta essere fondamentale per la comprensione del linguaggio, in quanto ne supporterebbe la percezione e l'invio di input alle aree uditive-concettuali dell'emisfero sinistro (Federmeier, Wlotko e Meyer, 2008).

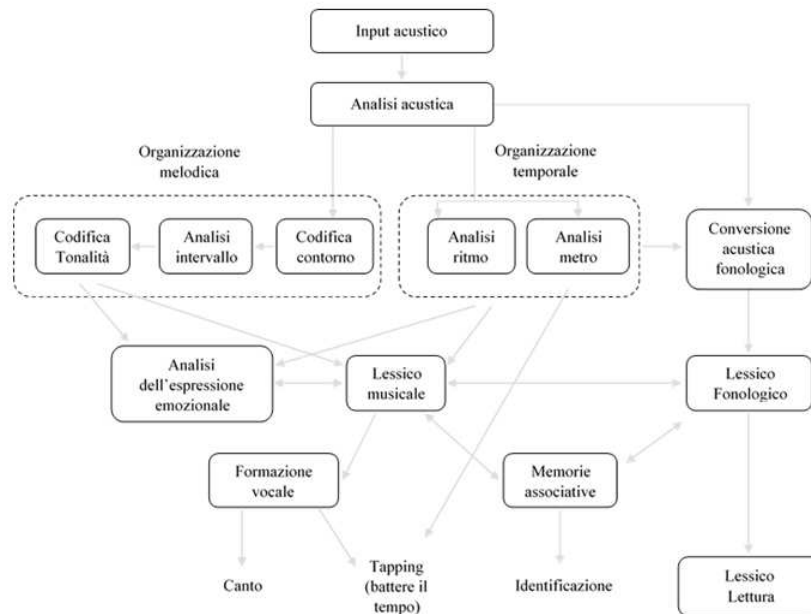


Figura 1 – *Modello di Peretz e Coltheart (2003) modificato da Corriveau e Goswami (2009) per descrivere i meccanismi di elaborazione della musica*

Coloro che eseguono frequentemente attività connesse alla musica sono senz'altro portati a prestare attenzione agli elementi costitutivi del suono, sviluppando una sensibilità maggiore alle variazioni:

- dell'altezza sonora, che organizza le sonorità lungo una scala ordinata differenziando i suoni "bassi" da quelli alti "alti";
- della suddivisione temporale che fornisce dei punti di riferimento nella segmentazione sonora (per esempio il momento di inizio e fine di un suono);
- del timbro proprio di un suono.

A sostegno della stretta relazione tra musica e linguaggio è possibile citare alcuni dei numerosi studi condotti su soggetti con un elevata *expertise* musicale al fine di indagare le differenze presenti relativamente all'elaborazione di suoni tra "non-musicisti" e "musicisti". Quest'ultima tipologia di soggetti, infatti, dimostra di avere una maggior sensibilità verso le caratteristiche della struttura acustica del suono, poiché durante l'ascolto di suoni puri sembrano possedere una soglia più bassa di discrimina-

zione circa la variazione tra diversi toni, rispetto a soggetti che non praticano alcuna attività legata alla musica (Bidelman e Krishnan, 2010; Kishon-Rabin, Amir, Vexler e Zaltz, 2001; Spiegel e Watson, 1984). Infatti coloro che hanno regolarmente partecipato a lezioni di musica riportano risultati migliori nei compiti di discriminazione della variazione della frequenza e della durata del suono (Koelsch, Schroger e Tervaniemi, 1999; Tervaniemi Castaneda, Knoll e Uther, 2006). Più specificatamente, si possono citare due ricerche in cui ad alcuni soggetti, suddivisi in musicisti e non-musicisti, è stato chiesto di ascoltare delle frasi pronunciate nella lingua madre (Schön, Magne e Besson, 2004) e in una lingua straniera non conosciuta dai partecipanti (Marques, Moreno, Castro e Besson, 2007). Gli sperimentatori hanno manipolato le variazioni di tono delle parole finali di ciascuna frase udita dai partecipanti, in modo tale che la rilevazione di differenze di suono fosse ampia e, quindi, facilmente riconoscibile, o, al contrario, sottile e più difficile da distinguere. La variazione delle altezze di un suono è individuabile sia nel linguaggio musicale, ed in particolare nella melodia, sia nel linguaggio verbale, in cui le variazioni di tono di una frase consentono di discernere sia gli stati d'animo espressi dall'interlocutore (Kotz, Frisch, Cramon e Friederici, 2003) sia le proprietà prosodiche della lingua (segmentazione, pause, accenti, intonazione) (Eckstein e Friederici, 2005). In entrambi gli studi è emerso che i musicisti hanno una prestazione migliore rispetto ai non-musicisti nel caso in cui le variazioni di frequenza delle parole terminali risultavano essere di difficile individuazione, mentre non vi erano differenze nel caso in cui le variazioni tonali erano palesi. Il risultato fornisce un'ulteriore prova del fatto che i musicisti sviluppano, grazie al tempo dedicato all'esercizio della pratica musicale, una particolare abilità di riconoscimento delle differenze sonore, anche minime, presenti non solo nel linguaggio musicale, ma anche nel linguaggio, conseguenza della reciproca influenza esercitata tra le funzioni linguistiche e musicali. Ne deriva che l'esperienza musicale favorisce un miglioramento dell'abilità di percepire le altezze dei suoni e la segmentazione in sillabe delle parole, aumentando la consapevolezza fonologica e prosodica (Francois e Schön, 2011; Overly, 2003).

Secondo l'ipotesi formulata da McMullen e Saffran (2004), confermata successivamente da Koelsch e Siebel (2005), le interazioni che i genitori instaurano con i bambini, in cui gli stimoli verbali sono spesso accompagnati a stimoli musicali, già a partire dai primissimi mesi di vita porterebbe alcune aree cerebrali a specializzarsi in egual misura nell'elaborazione di stimoli sia linguistici che musicali.

Dislessia: difficoltà nella lettura e nella percezione ritmica e sonora

Secondo Goswami (2002) la struttura acustica del segnale uditivo contribuirebbe alla percezione del ritmo del parlato, il quale rappresenta uno dei primi segnali utilizzati dal neonato per discriminare e riconoscere le sillabe.

Una delle ipotesi proposte per spiegare le difficoltà alla base della dislessia evolutiva è di tipo fonologico (Goswami, 2000; Ramus, 2003; Tallal, Miller e Fitch, 1993): infatti i soggetti dislessici mostrano un *deficit* a livello della consapevolezza fonologica e del riconoscimento dei suoni del linguaggio. Oltre alla discriminazione dei suoni del parlato, i soggetti con dislessia mostrano difficoltà anche nella percezione della modulazione dell'ampiezza uditiva dei suoni non linguistici, il cui riconoscimento consente un apprendimento precoce della segmentazione sillabica, abilità necessaria per poter operare una corretta decodifica del linguaggio scritto.

Un secondo filone di ricerche ha proposto che alla base della dislessia evolutiva vi sia un *deficit* a livello dell'elaborazione uditiva centrale e, più specificatamente, dell'analisi di rapidi cambiamenti spettro-temporali dei suoni del parlato, individuando una correlazione tra il disturbo della lettura e una difficoltà di elaborazione uditiva rapida delle caratteristiche ritmiche e di altezza dei suoni (Breier et al., 2001; Corriveau, Pasquini e Goswami, 2007; Forgeard et al., 2008; Huss, Vemey, Fosker, Mead e Goswami, 2010; Tallal et al, 1993).

Gli studi di Tallal mettono in luce un problema relativo all'elaborazione di stimoli sonori presentati in rapida successione. Per comprendere il motivo dell'importanza dei processi spettro-temporali nello sviluppo fonologico, Tallal ha studiato le proprietà acustiche del parlato, rilevando che i suoni consonantici sono presentati in rapida successione e vi è la necessità di processarli molto velocemente. La discriminazione dei fonemi richiede che vi sia una precisa analisi dei suoni e dei segni grafici spazialmente vicini, competenza che si rivela essere deficitaria nei soggetti con dislessia; ne deriva una difficoltà a mantenere attivo il sistema attentivo, dovuta ad una minor attivazione della corteccia pre-frontale sinistra. Secondo Tallal i bambini dislessici sperimenterebbero specifiche difficoltà nell'elaborazione uditiva delle informazioni che giungono al sistema nervoso in rapida successione e, proprio per questo, incontrerebbero problemi nella percezione fonologica e nel conseguente sviluppo della lettura.

Come anticipato, diversi studi hanno rilevato una sovrapposizione delle aree cerebrali deputate all'elaborazione temporale di stimoli musicali non verbali e di stimoli uditivi linguistici, che coinvolge il giro temporale superiore sinistro e destro ed il giro frontale inferiore sinistro (Abrams et

al., 2010; Joanisse e Gati, 2003): si è quindi ipotizzato che un *training* volto al potenziamento del riconoscimento di ritmo e altezze possa favorire una maggior elaborazione delle caratteristiche uditive rapide, con un conseguente miglioramento nell'analisi degli stimoli verbali.

Sono diverse le ricerche condotte con lo scopo di verificare quali effetti producono i *training* a base musicale sulle abilità di lettura (Germagnoli, Bonacina, Cancer e Antonietti, in press). Secondo Overy (2003) e Francois e Schon (2011) l'esercizio musicale favorirebbe un miglioramento della capacità di percepire le altezze sonore, dell'analisi spettro-temporale e della consapevolezza fonologica.

Il modello teorico di Tallal e Gaab (2006) spiega come l'esercizio musicale possa generare effetti positivi sulle abilità linguistiche ed in particolar modo sulla lettura: le autrici sostengono che l'attività musicale favorirebbe un miglioramento della percezione dei parametri musicali (melodia, ritmo, metrica e timbro), dell'elaborazione uditiva in generale (discriminazione tra toni e analisi uditiva ritmica rapida) e delle competenze linguistiche (consapevolezza fonologica, analisi del tono del parlato, memoria verbale, percezione della prosodia).

Anche Overy (2000) sostiene che i *training* musicali possano fornire un aiuto ai soggetti con una diagnosi di disturbo della lettura, in quanto tramite esercizi legati al dominio della musica si possa ottenere un miglioramento delle competenze di elaborazione ritmica, sia uditiva che motoria.

Training Lettura Ritmica

Le evidenze sopra esposte mettono in luce le potenzialità insite in *training* di potenziamento delle competenze ritmico-musicali con lo scopo di favorire un miglioramento delle abilità di lettura. Tuttavia secondo Kraus e Chandrasekaran (2010) il solo esercizio musicale non sembra essere sufficiente a stimolare il miglioramento delle abilità di lettura: gli autori suggeriscono di utilizzare una metodologia in cui vi è una stimolazione della componente sia musicale sia verbale.

Seguendo quest'ultima indicazione, un progetto nato in ambito italiano ha portato alla realizzazione di un *training* riabilitativo per la lettura, denominato Training Lettura Ritmica (TLR: Cancer e Antonietti, 2011), rivolto a bambini con dislessia evolutiva. Il *training* è stato creato con lo scopo di stimolare in particolar modo le componenti ritmica e verbale. Infatti, l'obiettivo del *training* è di favorire i processi di automatizzazione della lettura attraverso il potenziamento delle capacità di elaborazione ritmica e fonologica. Gli esercizi contenuti nel *training* propongono un alle-

namento alla lettura, basato sul Trattamento Sublessicale di Cazzaniga, Re, Cornoldi, Poli e Tressoldi (2005), accompagnati da compiti di stimolazione della componente ritmica. Il *training* è proposto in una versione informatizzata, grazie alla quale è possibile impostare il grado di difficoltà per lo svolgimento degli esercizi, tramite la scelta della velocità della stimolazione ritmica che accompagna ciascun esercizio di lettura. Infatti il *training* si basa sull'esecuzione di attività in cui al bambino è chiesto di leggere gli stimoli verbali (sillabe o parole) che compaiono sullo schermo prestando attenzione ai battiti che scandiscono ritmicamente il tempo di lettura.

In questo modo si intende favorire l'automatizzazione della lettura tramite la modulazione graduale della velocità del ritmo di accompagnamento; l'attenzione del bambino è posta in particolar modo sul compito di sincronizzazione ritmica, rendendo implicita l'esecuzione del compito di lettura.

Il *software* si compone di 15 esercizi suddivisi in tre sezioni: "Sillabe", in cui sono proposte attività per l'esercizio alla lettura di sillabe semplici e complesse, "Fusione", nella quale sono proposte attività per allenare l'unione di più sillabe con il fine di formare una parola e "Parole e non parole" in cui il bambino può esercitarsi nella lettura sia di parole esistenti nella lingua italiana sia di stringhe di lettere senza alcun significato.

In più occasioni il *training* è stato applicato in contesto di ricerca-intervento, portando a rilevare miglioramenti nell'accuratezza e nella velocità di lettura nei bambini e ragazzi che lo hanno seguito.

Il primo studio sperimentale che ha indagato l'efficacia dell'intervento TLR è stato condotto coinvolgendo 28 studenti di Scuola Secondaria di Primo Grado, di età compresa tra gli 11 e 14 anni (età media: 12.07; d.s.: 1,14) con diagnosi di Dislessia evolutiva (Bonacina, Cancer, Lanzi, Lorusso e Antonietti, 2015). I partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi omogenei e confrontabili per genere, livello scolastico e livello di compromissione delle abilità di lettura. Il gruppo sperimentale ha preso parte a un percorso di potenziamento della lettura mediante l'utilizzo del programma TLR per 9 sedute bisettimanali della durata di 30 minuti ciascuna, per un totale di 4,5 ore di training, che ha avuto luogo sotto la supervisione di un operatore esperto. Gli studenti assegnati al gruppo di controllo, invece, non hanno preso parte ad alcun intervento. Le prestazioni dei partecipanti nelle prove di lettura diffusamente utilizzate in ambito clinico (lettura di brano, liste di parole e non parole) sono state applicate prima e dopo il programma di intervento, per quanto riguarda il gruppo sperimentale, e prima e dopo un periodo della medesima durata, per quanto riguarda il gruppo di controllo. I risultati mostrano che la partecipazione

al TLR ha determinato un significativo miglioramento delle abilità di lettura, sia per quanto riguarda la rapidità che la correttezza, rispetto all'evoluzione spontanea rilevata nel gruppo di controllo. In particolare, è stato possibile rilevare un effetto significativo sulla rapidità di lettura di non parole corte e di non parole, sull'accuratezza della lettura di parole lunghe ad alta frequenza e sull'accuratezza della lettura di brano. Il tempo necessario per la lettura di non parole lunghe e corte è diminuito mediamente, a seguito dell'intervento, rispettivamente di 0,51 e 0,75 punti z. Per quanto riguarda l'accuratezza, il numero di errori commessi è diminuito mediamente di 0,39 punti z per le parole lunghe ad alta frequenza e di 2,37 punti z per il brano.

Il secondo studio sperimentale si è posto come obiettivo principale la misurazione dell'efficacia del training in un contesto clinico, al fine inoltre di testare l'applicabilità del TLR in un contesto riabilitativo reale, inserendosi nelle quotidiane routine di intervento di un servizio di neuropsichiatria infantile (Germagnoli, Zorzi, Cancer, Angelini e Antonietti, 2015). In particolare lo studio ha avuto luogo presso l'Unità di Neuropsichiatria Infantile dell'IRCCS "Don Gnocchi" di Milano. I partecipanti sono stati reclutati attingendo alla lista di attesa per la partecipazione ai trattamenti logopedici previsti per DSA. È stato applicato il medesimo disegno sperimentale test-training-retest del primo studio; tuttavia, a causa di difficoltà nel reclutamento di un campione di controllo appaiato per le variabili rilevanti ai fini della ricerca, è stato deciso di coinvolgere tutti i partecipanti nel gruppo sperimentale. Sette studenti di età compresa tra 9 e 11 anni (età media = 9,77; d.s = 0,71) con una diagnosi di dislessia in comorbilità con altri DSA (disortografia, disgrafia, discalculia) hanno preso parte all'intervento TLR per 20 sedute bisettimanali della durata di 20 minuti ciascuna, per un totale 6,7 ore di training, sotto la supervisione di un operatore specializzato. Al termine di ciascuna seduta i bambini erano coinvolti nel trattamento logopedico tradizionale, ad opera delle riabilitatrici del servizio, rivolto esclusivamente agli altri apprendimenti compromessi al di fuori della lettura per altri 20 minuti. Prima e dopo l'intervento, oltre alla valutazione delle abilità di lettura, sono state valutate anche abilità neuropsicologiche implicate nel processo di lettura. A causa dell'esiguo numero di partecipanti e della mancanza del gruppo di controllo non è stato possibile applicare analisi statistiche ai dati raccolti. Tuttavia, il confronto tra le prestazioni pre- e post-trattamento ha rilevato un miglioramento medio nella rapidità della lettura di non parole e di brano rispettivamente di 0,22 e 0,19 punti z, un incremento dell'abilità di attenzione visiva sostenuta di 0,66 punti z e della memoria di lavoro verbale di 0,29 punti z.

In seguito alla rilevazione di effetti significativi di miglioramento in confronto all'evoluzione spontanea del disturbo (studio 1) e a seguito della conferma dell'applicabilità dell'intervento in un contesto clinico reale (studio 2), l'obiettivo perseguito dallo studio successivo è stato il confronto dell'efficacia con altri trattamenti validati per la dislessia nel contesto italiano (Cancer, Bonacina, Lorusso, Lanzi e Antonietti, 2016). L'efficacia del TLR è stata confrontata, a parità di condizioni di applicazione, con un intervento risultante dalla combinazione di due metodologie di comprovata efficacia: il metodo Bakker (Bakker e Vinke, 1985; Lorusso, Facoetti e Bakker, 2011; Lorusso, Facoetti, Paganoni, Pezzani e Molteni, 2006) e l'Action Video Game Training (AVGT) (Franceschini et al., 2013, 2015). Entrambe le metodologie di potenziamento prese a confronto hanno un focus sul processamento visivo. In particolare, il metodo Bakker, progettato in riferimento al Balance Model elaborato dall'autore (Bakker e Licht, 1986), consiste in una stimolazione specifica dell'emisfero ipoattivato, identificato mediante un'analisi preliminare della manifestazione del disturbo di lettura, attuata mediante la presentazione tachistoscopica di stimoli visivi verbali nell'emicampo visivo controlaterale. L'AVGT, del quale è stata recentemente rilevata l'efficacia nel potenziamento della lettura, consiste nell'applicazione di un training specifico delle abilità di attenzione selettiva visiva mediante l'utilizzo di video-giochi d'azione appositamente selezionati per tale scopo. Sono stati coinvolti nello studio 22 studenti di età compresa tra gli 8 e i 12 anni (età media = 9,59; d.s. = 1,56) reclutati tra i pazienti presi in carico presso il Servizio di Neuropsichiatria Infantile dell'IRRCS "Eugenio Medea" a Bosisio Parini (LC). Due sottogruppi omogenei e confrontabili per genere, età, livello di QI, tipologia di dislessia (classificata in accordo al Balance model) sono stati assegnati ad una delle due condizioni sperimentali: TLR oppure Bakker + AVG. I partecipanti hanno preso parte a un percorso di intervento della durata di 13 ore totali, suddivise in 9 giorni (2 sedute al giorno di 45 minuti ciascuna, per 3 giorni alla settimana per 3 settimane) sotto la supervisione di operatori esperti nell'applicazione di ciascuna metodologia. I miglioramenti pre-post nella lettura sono risultati significativi in entrambi i gruppi, sia per quanto riguarda la correttezza che la rapidità di lettura. Dai confronti degli incrementi nelle prestazioni in lettura non sono emerse differenze significative tra i due gruppi sperimentali. Pertanto, è stato possibile rilevare come gli effetti di potenziamento siano simili per le due metodologie applicate. Tale dato risulta rilevante dal momento che ciò significa che l'efficacia del TLR è pari a quella di metodologia validate e applicate nei contesti riabilitativi italiani.

Un ulteriore studio sperimentale, attualmente in corso, si è posto l'obiettivo di verificare l'efficacia dell'applicazione del TLR combinata ad un potenziamento specifico delle capacità ritmico-musicali. In particolare, 19 bambini con diagnosi di dislessia di età compresa tra gli 8 e 14 anni (età media = 10,77; d.s. = 1,35), afferenti a tre Servizi UONPIA del territorio di Milano (11: AO Fatebenefratelli; 3: IRCCS Don Gnocchi; 5: Policlinico Ca' Granda), hanno preso parte ad un percorso di potenziamento intensivo che ha previsto 20 incontri bisettimanali della durata di 60 minuti ciascuno. Le sedute hanno compreso, oltre all'applicazione del *training*, lo svolgimento di esercizi per il potenziamento delle abilità di elaborazione ritmica e melodica attraverso giochi musicali predisposti *ad hoc*. Le sedute hanno avuto luogo presso il servizio di afferenza per ciascun bambino e sono state condotte da operatori formati all'utilizzo della metodologia. Attualmente sono stati rilevati soltanto i dati relativi al gruppo sperimentale, che in seguito si intende confrontare con un gruppo appaiato che parteciperà ad un training tradizionale per il miglioramento della lettura (trattamento sublessicale) applicato in condizioni confrontabili. Dal confronto delle prestazioni pre-post del gruppo sperimentale emerge un miglioramento significativo della rapidità di lettura del brano e delle parole e non parole. Anche per quanto riguarda la correttezza della lettura si osserva un miglioramento per tutte e tre le tipologie di prove.

Conclusioni

L'analisi dei risultati fino ad ora raccolti consente di apprezzare alcuni effetti positivi del TLR. I dati confermano l'efficacia del *training* nel potenziamento delle abilità di lettura, e in particolare per quanto concerne la velocità di lettura di parole, non-parole e del brano. Le prove post-training hanno messo in luce dei miglioramenti anche in relazione alla correttezza di lettura. Inoltre, come rilevato con lo studio 3, si è dimostrato che tramite l'applicazione del TLR è possibile ottenere risultati del tutto simili ad altre metodologie già validate.

Infine con l'ultimo studio, ancora in corso, si è potuto rilevare come l'associazione del *training* di lettura con un allenamento avente lo scopo di potenziare le competenze ritmiche e di percezione delle altezze sonore abbia portato a ulteriori risultati positivi, a conferma del fatto che l'allenamento delle competenze musicali si dimostra essere un valido aiuto ed uno strumento alternativo e sicuramente motivante nell'ambito della riabilitazione del disturbo della lettura.

Bibliografia

- Abrams, D.A., Bhatara, A., Ryali, S., Balaban, E., Levitin, D.J., & Menon, V. (2010). Decoding temporal structure in music and speech relies on shared brain resources but elicits different fine-scale spatial patterns. *Cerebral Cortex*, 21(79), 1507-1518. DOI: 10.1093/cercor/bhq198.
- Bakker, D.J., & Vinke, J. (1985). Effects of hemisphere-specific stimulation on brain activity and reading in dyslexics. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 7(5), 505-525. DOI: 10.1080/01688638508401282.
- Bakker, D.J., & Licht, R. (1986). Learning to read: Changing horses in mid-stream. In G. T. Pavlidis & D. F. Fisher (Eds.), *Dyslexia: Neuropsychology and treatment* (pp. 87-95). London: Wiley and Sons.
- Bever, T.G., & Chiarello, R.J. (1974). Cerebral dominance in musicians and non-musicians. *Science*, 185, 537-539. DOI: 10.1126/science.185.4150.537.
- Bidelman, G., & Krishnan, A. (2010). Effects of reverberation on brainstem representation of speech in musicians and non-musicians. *BrainRes*, 1355, 112-125. DOI: 10.1016/j.brainres.2010.07.100.
- Bonacina, S., Cancer, A., Lanzi, P.L., Lorusso, M.L., & Antonietti, A. (2015). Improving reading skills in students with dyslexia: the efficacy of a sublexical training with rhythmic background. *Frontiers in Psychology*, 6 (October), 1-8. DOI: 10.3389/fpsyg.2015.01510.
- Breier, J.I., Gray, L., Fletcher, J.M., Diehl, R.L., Klaas, P., Foorman, B.R. e Molis, M.R. (2001). Perception of voice and tone onset time continua in children with dyslexia with and without attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Experimental Child Psychology*, 80, 245-270. DOI: 10.1006/jecp.2001.2630.
- Cancer, A. e Antonietti, A. (2011), *Integrazione del metodo sublessicale per la dislessia con attività ritmico-musicali*, XX Congresso Nazionale dell'Associazione Italiana per la Ricerca e Intervento nella Psicopatologia dell'Apprendimento (AIRIPA) "I disturbi dell'apprendimento", Prato, 21-22 Ottobre 2011, p. 107.
- Cancer, A., Bonacina, S., Lorusso, M.L., Lanzi, P.L., & Antonietti, A. (2016). Rhythmic Reading Training (RRT): A computer-assisted intervention program for dyslexia. In S. Serino, A. Matic, D. Giakoumis, G. Lopez & P. Cipresso (Eds.), *Pervasive computing paradigms for mental health*. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-319-32270-4_25.
- Cazzaniga, S., Re, A.M., Cornoldi, C., Poli, S. e Tressoldi, P.E. (2005), *Dislessia e trattamento sublessicale*, Trento, Edizioni Erickson.
- Corriveau, K., Pasquini, E. e Goswami, U. (2007). Basic auditory processing skills and specific language impairment: A new look at an old hypothesis. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 50, 647-666. DOI: 10.1044/1092-4388(2007/046).
- Corriveau K. e Goswami U. (2009), Rhythmic motor entrainment in children with speech and language impairment: Tapping to the beat. *Cortex*, 45, 119-130. DOI: 10.1016/j.cortex.2007.09.008.

- Eckstein, K., & Friederici, A.D. (2005). Late interaction of syntactic and prosodic processes in sentence comprehension as revealed by ERPs. *Cognitive Brain Research*, 25, 130-143. DOI: 10.1016/j.cogbrainres.2005.05.003.
- Federmeier, K.D., Wlotko, E.W., & Meyer, A.M. (2008). What's "right" in language comprehension: event related potentials reveal right hemisphere language capabilities. *Language and linguistics compass*, 2, 1-17. DOI:10.1111/j.1749-818x.2007.00042.x.
- Forgeard, M., Schlaug, G., Norton, A., Rosam, C., Lyengar, U. e Winner, E. (2008). The relation between music and phonological processing in normal-reading children and children with dyslexia. *Music Perception*, 25, 383-390. DOI: 10.1525/mp.2008.25.4.383.
- Foxton, J.M., Talcott J.B., Witton, C., Brace, H., McIntyre, F. e Griffiths, T.D. (2003), Reading skills are related to global, but not local, acoustic pattern perception. *Nature Neuroscience*, 6, 343-344. DOI: 10.1038/nn1035.
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action video games make dyslexic children read better. *Current Biology*, 23(6), 462-466. DOI: 10.1016/j.cub.2013.01.044.
- Franceschini, S., Bertoni, S., Ronconi, L., Molteni, M., Gori, S., & Facoetti, A. (2015). "Shall We Play a Game?" Improving Reading Through Action Video Games in Developmental Dyslexia. *Current Developmental Disorders Reports*, 2(4), 318-329. DOI: 10.1007/s40474-015-0064-4.
- Francois, C., & Schon, D. (2011). Musical expertise boosts implicit learning of both musical and linguistic structures. *Cerebral Cortex*, 21, 2357-2365. DOI: 10.1093/cercor/bhr022.
- Germagnoli, S., Zorzi, C., Cancer, A., Angelini, A., & Antonietti, A. (2015). Applicazione di un training a base ritmico-sonora per bambini con dislessia. *Abilitazione e Riabilitazione*, 24(2), 7-25.
- Germagnoli, S., Bonacina, S., Cancer, A., & Antonietti, A. (in press). Dislessia e musica: dai meccanismi comuni ai trattamenti. *Dislessia*.
- Goswami, U., Thomson, J., Richardson, U., Stainthorp, R., Hughes, D., Rosen, S. e Scott, S.K. (2002). Amplitude envelope onsets and developmental dyslexia: A new hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*, 99, 10911-10916. DOI: 10.1073/pnas.122368599.
- Goswami, U., Gerson, D., & Astruc, L. (2010). Amplitude envelope perception, phonology and prosodic sensitivity in children with developmental dyslexia. *Reading and Writing*, 23, 995-1019. DOI: 10.1007/s11145-009-9186-6.
- Goswami, U., Fosker, T., Huss, M., Mead, N., & Szucs, D. (2010). Rise time and formant transition duration in the discrimination of speech sounds: The Ba-Wa distinction in developmental dyslexia. *Developmental Science*, 14(1), 34-43. DOI: 10.1111/j.1467-7687.2010.00955.x.
- Huss, M., Verney, J.P., Fosker, T., Mead, N., & Goswami, U. (2010). Music, rhythm, rise time perception and developmental dyslexia: Perception of musical meter predicts reading and phonology. *Cortex*, 47(6), 674-89. DOI: 10.1016/j.cortex.2010.07.010.

- Joanisse, M.F., & Gati, J.S. (2003). Overlapping neural regions for processing rapid temporal cues in speech and nonspeech signals. *Neuroimage*, *19*, 64-79. DOI: 10.1016/s1053-8119(03)00046-6.
- Kishon-Rabin, L., Amir, O., Vexler, Y., & Zaltz, Y. (2001). Pitch discrimination: are professional musicians better than non-musicians? *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, *12* (2 Suppl.), 125-143. DOI: 10.1515/jbcpp.2001.12.2.125.
- Koelsch, S., Schroger, E. & Tervaniemi, M. (1999). Superior pre-attentive auditory processing in musicians. *Neuroreport*, *10*, 1309-1313. DOI: 10.1097/00001756-199904260-00029.
- Koelsch, S. e Siebel, W.A. (2005). Towards a neural basis of music perception. *Trends in Cognitive Science*, *9*, 578-584. DOI: 10.1016/j.tics.2005.10.001.
- Kotz, S.A., Frisch, S., von Cramon, D.Y., & Friederici, A.D. (2003). Syntactic language processing: ERP lesion data on the role of the basal ganglia. *Journal of the International Neurophysiological Society*, *9*, 1053-1060. DOI: 10.1017/s1355617703970093.
- Kraus, N. e Chandrasekaran, B. (2010). Music training for developmental auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, *11*, 599-605. DOI: 10.1038/nrn2882.
- Lorusso, M.L., Facoetti, A., Paganoni, P., Pezzani, M., & Molteni, M. (2006). Effects of visual hemisphere-specific stimulation versus reading-focused training in dyslexic children. *Neuropsychological Rehabilitation*, *16*(2), 194-212. DOI: 10.1080/09602010500145620.
- Lorusso, M.L., Facoetti, A., & Bakker, D.J. (2011). Neuropsychological treatment of dyslexia: does type of treatment matter? *Journal of Learning Disabilities*, *44*(2), 136-149. DOI: 10.1177/0022219410391186.
- Marques, C., Moreno, S., Castro, S.L., & Besson, M. (2007). Musicians detect pitch violation in a foreign language better than nonmusicians: behavioural and electrophysiological evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*(9), 1453-63. DOI: 10.1162/jocn.2007.19.9.1453.
- McMullen, E. e Saffran, J.R. (2004). Music and language: A developmental comparison. *Music Perception*, *21*, 289-311. DOI: 10.1525/mp.2004.21.3.289.
- Overy, K. (2000). Dyslexia, temporal processing and music: the potential of music as an early learning aid for dyslexic children. *Psychology of Music*, *28*, 218-229. DOI: 10.1177/0305735600282010.
- Overy, K. (2003). Dyslexia and music: From timing deficits to music intervention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1060*, 210-218. DOI: 10.1002/dys.233.
- Peretz, I., & Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, *6*, 688-691. DOI: 10.1038/nn1083.
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinions in Neurobiology*, *13*, 212-218. DOI: 10.1016/s0959-4388(03)00035-7.

- Schön, D., Magne, C., e Besson, M. (2004). The music of speech: music training facilitates pitch processing in both music and language. *Psychophysiology*, *41*, 341-349. DOI: 10.1111/1469-8986.00172.x.
- Spiegel, M.F., & Watson, C.S. (1984). Performance on frequency-discrimination tasks by musicians and nonmusicians. *Journal of the Acoustical Society of America*, *76*, 1690. DOI: 10.1121/1.391605.
- Tallal, P. e Gaab, N. (2006). Dynamic auditory processing, musical experience and language development. *Trends in Neurosciences*, *29*, 382-390. DOI: 10.1016/j.tins.2006.06.003.
- Tallal, P., Miller, S. e Fitch, R.H. (1993). Neurobiological basis of speech: A case for the preeminence of temporal processing. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *682*, 27-47. DOI: 10.1080/03033910.1995.10558057.
- Tervaniemi, M., Castaneda, A., Knoll, M., and Uther, M. (2006). Sound processing in amateur musicians and nonmusicians: event-related potential and behavioral indices. *Neuroreport*, *17*, 1225-1228. DOI: 10.1097/01.wnr.0000230510.55596.8b.

Ricevuto: 7.1.2016 – **Accettato:** 6.3.2016