

Alfredo Raglio

L'efficacia della musica e della musicoterapia nella riabilitazione neuromotoria

Fondazione Salvatore Maugeri I.R.C.C.S., Pavia

RIASSUNTO. L'articolo costituisce una review che include gli studi controllati e controllati randomizzati inerenti l'impiego della musica e della musicoterapia nella riabilitazione neuromotoria. Nella parte iniziale viene definita la musicoterapia e vengono delineate le basi neuroscientifiche e le potenzialità riabilitative dell'intervento terapeutico con la musica. Da un'analisi degli studi inclusi nella review emerge una particolare presenza di risultati nell'ambito della riabilitazione dello stroke e della malattia di Parkinson. Emerge inoltre la necessità di una maggiore definizione dei contenuti degli interventi con la musica e di un maggiore rigore scientifico e metodologico nella conduzione degli studi.

Parole chiave: musica, musicoterapia, neuroscienze, riabilitazione neuromotoria, stroke, malattia di Parkinson.

ABSTRACT. *THE EFFICACY OF MUSIC AND MUSIC THERAPY IN THE NEUROMOTOR REHABILITATION. This article review includes the controlled and randomized controlled trials about the use of music and music therapy techniques in the neuromotor rehabilitation. The paper defines the music therapy and delineates the neuroscientific bases and rehabilitative potential of music and music therapy interventions. Significant results are present in the stroke and Parkinson's disease rehabilitation. The Author's conclusions suggest the need of more rigorous studies based on clear procedures and strong methodological research criteria.*

Key words: *music, music therapy, neuroscience, neuromotor rehabilitation, stroke, Parkinson's disease.*

Premessa

Scopo della presente review è quello di determinare la possibile efficacia dell'impiego della musica (M) e della musicoterapia (MT) nell'ambito della riabilitazione neuromotoria in vari contesti psicopatologici.

La letteratura mostra una carenza di studi orientati scientificamente che pongano al centro dell'attenzione l'outcome neuromotorio.

A premessa del lavoro è opportuno precisare che una parte significativa degli studi considerati si riferisce all'utilizzo della musica (esecuzione di compiti o ascolto musicale) in ambito riabilitativo e non a tecniche musicoterapeutiche specifiche. Si sottolinea, infatti, come in tal senso sia in atto nell'ambito della musicoterapia un dibattito volto a definire i confini della disciplina, distinguendola da generici interventi con la musica che, pur con le loro potenzialità, non presentano le peculiarità della terapia con la musica (1-6).

Il dibattito circa la definizione della musicoterapia, dei suoi contenuti e delle sue modalità applicative trae probabilmente origine dalla breve storia della disciplina in ambito scientifico – non includendo in tale contesto le applicazioni terapeutiche antiche della musica (7-9) – ma anche dalla pluralità di approcci e dai differenti contesti geografici e culturali in cui si applica la disciplina.

Non si tratta di attribuire maggiore o minore valore o dignità all'intervento musicoterapeutico rispetto all'impiego generico della musica, ma di dare alle proposte una giusta collocazione e una cornice che faciliti l'attuazione di una "buona prassi" terapeutica, tenendo conto dei destinatari, degli obiettivi, dei contenuti e delle possibili modalità di verifica degli interventi. Tutto questo da un punto di vista scientifico porta a una maggiore definizione degli interventi e alla possibilità di individuare risorse adeguate in rapporto alle necessità terapeutico-riabilitative. Il concetto di terapia implica per sua natura l'attuazione di una prassi supportata da evidenze applicative e da risultati.

Al proposito si possono individuare caratteristiche specifiche riconducibili all'intervento con la musica di natura terapeutica quali: a) la presenza di un operatore qualificato, con una formazione musicale, relazionale e

clinica b) la presenza di un setting terapeutico c) finalità che inducano cambiamenti che tendano a divenire stabili o duraturi nel tempo (in rapporto alla patologia considerata) d) l'utilizzo di specifiche tecniche (attive e recettive) che si riferiscano a modelli psicologici e a prassi che pongano al centro dell'attenzione il rapporto, imprescindibile, tra suono e relazione, sganciato da una logica estetica o di performance.

Questi elementi non sono riscontrabili nell'intervento musicale in cui: l'operatore ha una formazione musicale e non necessariamente relazionale e clinica o viceversa (soprattutto nei contesti clinici), non esiste un setting terapeutico strutturato, le finalità mirano a uno sviluppo della socializzazione, alla realizzazione di un prodotto estetico o a sviluppare apprendimenti, piuttosto che a creare momenti di benessere. Negli interventi riabilitativi con la musica spesso l'utilizzo di esercizi o pratiche musicali o l'ascolto musicale costituiscono gli elementi su cui si fonda il recupero di funzioni cognitive o motorie.

Un dato della letteratura che caratterizza entrambi gli approcci (musicale e musicoterapeutico) è l'assenza di rigore metodologico oltre che una chiara definizione dei contenuti delle proposte.

Perché un possibile utilizzo terapeutico della musica e della musicoterapia nella riabilitazione neromotoria?

Una delle ragioni plausibili che concorre a determinare un possibile razionale dell'impiego del suono e della musica nella riabilitazione neuromotoria è data dall'opportunità, attraverso l'impiego del mediatore sonoro, di stimolare alcune aree cerebrali coinvolte nell'attivazione/regolazione motoria ed emotiva. Hillecke et al. (10) rilevano come l'azione della musica sulle aree frontali del cervello e le relative strutture neurali possa costituire uno degli elementi fondanti del suo utilizzo in ambito riabilitativo. Altenmüller et al. (11) supportano l'idea che il fare musica favorisca il determinarsi di cambiamenti plastici del sistema motorio anche in pazienti senza competenze musicali. Anche Schlaug (12), riprendendo un'ampia letteratura, sottolinea come la musica sia un potente stimolo multimodale che trasmette informazioni visive, uditive e motorie favorendo processi e connessioni fra le varie reti neurali che possono assumere anche una potenziale valenza riabilitativa. L'Autore rileva inoltre come l'ascoltare e il fare musica provochi movimento e favorisca la comunicazione e l'interazione fra soggetti determinando per questo meccanismi gratificanti legati al piacere e alla condivisione (10, 12, 13, 14). Molti studi hanno inoltre evidenziato come il suono e la musica attivino le regioni fronto-temporo-parietali e in particolare le reti neurali che appartengono al sistema dei neuroni specchio (15, 16, 17, 18, 19, 20, 13, 21). Tale sistema rinforza il rapporto tra la percezione visivo/uditiva e la componente motoria dell'azione attivando le medesime reti neurali oltre a porre le basi per la comprensione dell'altro anticipando la finalità e il significato delle azioni e definendo possibili premesse della relazione empatica (22-25). Tutto ciò ha un'evidente ripercussione e incidenza sulla riabilitazione motoria at-

traverso l'impiego dell'elemento sonoro-musicale. È provato inoltre che la componente ritmica della musica determina movimenti spontanei e attiva molte aree motorie tra cui l'area motoria supplementare, il cervelletto, la corteccia premotoria e i gangli della base che sembrerebbero esercitare un ruolo fondamentale nella percezione e sincronizzazione ritmico-motoria (26-31). Infine appare evidente il significativo rapporto tra ritmo musicale e movimento e l'importanza delle aree motorie nell'elaborazione musicale, in particolare del ritmo (32-34).

La letteratura

L'analisi della letteratura è stata effettuata selezionando gli studi controllati o randomizzati controllati in lingua inglese presenti nel Cochrane Central Register of Controlled Trials, in PUBMED e in PsychINFO utilizzando come parole chiave "music", "music therapy" e "motor rehabilitation", "neurorehabilitation", "Parkinson's disease", "stroke", "brain injury", "multiple sclerosis", "amitrophic lateral sclerosis". Sono state quindi considerate le principali patologie neurologiche, degenerative e non, che possono implicare danni al funzionamento motorio.

Tra gli studi sono stati inclusi quelli che fanno uno specifico riferimento a un possibile effetto della musica e della musicoterapia sull'outcome neuromotorio nei trattamenti riabilitativi ed esclusi quelli che valutano le patologie considerate ma da punti di vista differenti (psicologico, comportamentale, cognitivo, etc.).

Una parte significativa della letteratura riguarda l'applicazione della musica e della musicoterapia nello stroke.

Hayden et al. (35) riportano alcuni interessanti risultati utilizzando la stimolazione ritmica (Rhythmic Auditory Stimulation, RAS) durante la convenzionale attività fisica volta a recuperare la camminata in pazienti (n=15) con esiti di stroke. La RAS è stata introdotta in 3 distinti gruppi di pazienti in differenti tempi nelle 30 sedute di terapia fisica prevista (in tutte le sedute, nelle ultime 20 e nelle ultime 10). Si sono rilevati risultati statisticamente significativi nel tempo in tutte le condizioni inerenti lo stazionamento su un solo arto, la cadenza, la velocità, la lunghezza del passo e l'inclinazione del capo. I miglioramenti inerenti la cadenza e lo stazionamento su un solo arto sono coincisi con l'introduzione della RAS. Lo studio mostra i possibili effetti di tale intervento negli esercizi riabilitativi finalizzati al miglioramento della camminata. Anche Jeong e Kim (36) riportano risultati significativi in un gruppo di 16 pazienti trattati con la RAS per 8 settimane: tali pazienti rispetto ai controlli mostrano al termine del trattamento una più ampia gamma di movimenti e una maggiore elasticità (a cui si aggiungono anche risultati sul piano psicologico e relazionale).

Altenmüller et al. (11) coinvolgono 32 pazienti con stroke e con un danno motorio parziale a cui vengono proposte 15 sedute di terapia supportata dalla musica (MST). Il gruppo di controllo dello studio coinvolge, invece, 30 pazienti sottoposti a 15 sedute di riabilitazione standard.

La motricità fine e quella globale sono state esercitate utilizzando una tastiera MIDI o una batteria elettronica che emette i suoni del pianoforte. Sono inoltre stati studiati gli aspetti di sincronizzazione/desincronizzazione e coerenza correlati agli eventi. Si sono rilevati significativi cambiamenti nel gruppo di terapia supportata dalla musica sia nella motricità fine che globale rispetto alla velocità, alla precisione e alla scioltezza dei movimenti. La desincronizzazione è risultata essere più pronunciata prima dell'inizio del movimento mentre una maggiore coerenza si è riscontrata nella valutazione dopo il training supportato dalla musica. Nel gruppo di controllo non si sono riscontrati cambiamenti significativi. Gli Autori concludono che la terapia supportata dalla musica può indurre cambiamenti rilevanti nelle funzioni motorie e che queste sono accompagnate da cambiamenti elettrofisiologici indicativi di una maggiore connettività corticale e da una maggiore attivazione della corteccia motoria.

Schneider et al. (37) confrontano la MST con altri interventi fisioterapici e giungono a esiti sovrapponibili.

Analoghi risultati erano già stati evidenziati da Schneider e coll. (38) utilizzando il medesimo approccio su un gruppo di 20 pazienti di cui 10 colpiti dallo stroke alle estremità superiori nella parte sinistra e 10 nella parte destra.

Schauer e Mauritz (39) dimostrano come uno stimolo musicale (musical motor feedback, MMF) che deriva da un adeguamento del ritmo dato dalla rilevazione della specifica camminata del paziente possa determinare un miglioramento della camminata. Ciò viene rilevato su 23 pazienti con stroke che vengono randomizzati in un gruppo sperimentale sottoposto a 15 sedute di MMF e in uno di controllo sottoposto a 15 sedute di terapia tradizionale per il recupero motorio. Il gruppo sottoposto a MMF ha migliorato maggiormente, rispetto al gruppo di controllo, la lunghezza e la velocità della camminata, la lunghezza della traiettoria percorsa e diminuito la deviazione della simmetria.

Nell'ambito della revisione Cochrane della letteratura relativa all'utilizzo della musicoterapia nel danno cerebrale acquisito (40) vengono riportati altri studi (41, 42) in cui l'utilizzo della RAS produce effetti significativamente positivi nella velocità e cadenza della camminata e nella lunghezza e simmetria della falcata rispetto a quanto riscontrato in gruppi di controllo sottoposti a terapia fisica secondo il Concetto Bobath. Nella stessa review due studi riportano dati relativi alla riabilitazione degli arti superiori: il primo (43) ha coinvolto 21 pazienti e rileva dati significativi rispetto all'estensione dell'angolo del gomito e rispetto alla variabilità nella sincronizzazione e nel raggiungimento della traiettoria nell'arto compromesso. Anche in questo caso il confronto è stato tra RAS e terapia fisica secondo il Concetto Bobath; il secondo studio (44) ha coinvolto 20 pazienti sottoposti a musicoterapia (utilizzando dispositivi elettronici attraverso i quali variare/regolare i parametri musicali, in particolare l'andamento ritmico) o a terapia fisica condotta da un terapeuta occupazionale. Lo studio non rileva cambiamenti significativi tra i 2 gruppi in rapporto all'estensione dell'angolo del gomito e all'elasticità della spalla.

Di seguito si riportano gli studi che si riferiscono all'utilizzo della musica e della musicoterapia nella malattia di Parkinson.

De Bruin et al. (45) hanno coinvolto 22 pazienti (livello lieve e moderato) in uno studio in cui il gruppo sperimentale ha potuto utilizzare (mezz'ora 3 volte la settimana per 13 settimane) durante esercizi relativi alla camminata la musica preferita da ogni paziente e adattata alla cadenza del suo passo; il gruppo di controllo ha proseguito durante lo studio l'attività motoria standard prevista. Nel gruppo sperimentale si sono riscontrati, al follow-up, effetti significativi sulla velocità della camminata, il tempo, la cadenza e sulla severità dei sintomi motori.

Ma et al. (46), nel loro studio coinvolgono 20 pazienti con PD e li randomizzano rispetto a differenti condizioni: ascolto di un brano (tempo di marcia) piuttosto che ascolto delle previsioni del tempo. In ciascuna di queste condizioni si sottopongono a 3 diversi esperimenti: 1. assenza di suono; 2. presenza di suono; 3. presenza di suono ma senza attenzione rivolta allo stesso. Obiettivo dello studio è stato verificare l'influenza delle differenti condizioni di stimolazione uditiva su un compito che coinvolgesse un movimento funzionale di un'estremità superiore. Gli autori hanno valutato varie caratteristiche dei movimenti compiuti nelle differenti condizioni e hanno rilevato che gli stimoli uditivi che richiedono una componente elaborativa (ad es. ascoltare le previsioni del tempo) distraggono il paziente dal compito primario assegnato determinando un declino della performance. L'ascolto della musica a tempo di marcia non ha comunque influenzato la qualità di esecuzione del compito motorio, mentre i risultati migliori sono stati in assenza di stimoli uditivi o quando i pazienti sono stati invitati a non porre l'attenzione sullo stimolo uditivo durante l'esecuzione del compito.

Craig et al. (47) pongono a confronto la terapia neuromuscolare (TNM) con il rilassamento con la musica (RM). Il loro studio coinvolge 36 soggetti con PD che vengono suddivisi nei due gruppi (sperimentale e controllo) in modo randomizzato. I pazienti vengono trattati 2 volte la settimana per 4 settimane. Mentre il gruppo sottoposto a TNM mostra miglioramenti significativi nelle funzioni motorie, prevalentemente nel punteggio del tremore e nella velocità del "tapping", il gruppo a cui viene proposto l'ascolto musicale rilassante migliora lievemente solo nel tremore e non in altre funzioni motorie. Il RM ha mostrato una maggiore efficacia sugli aspetti non motori, ad esempio sull'umore e sull'ansia. La TNM dal punto di vista generale ha migliorato il punteggio della Clinical Global Impression, con un risultato che si è mantenuto sino a una settimana dalla fine del trattamento, e ha migliorato inizialmente l'ansia.

Bernatzky et al. (48) hanno realizzato uno studio controllato in cui sono stati coinvolti 21 soggetti di cui 11 con PD e 10 sani. Gli Autori rilevano che l'ascolto musicale di brani con strumenti a percussione individuati dai pazienti (e non modificati dal punto di vista dell'andamento) aumenta nei pazienti con PD la coordinazione della motricità fine (mirare e tracciare una linea) e mi-

gliora in particolare la precisione dei movimenti delle braccia e delle dita più che la loro velocità. In entrambi i gruppi non si sono riscontrati risultati statisticamente significativi relativamente alla fermezza e al tamburellare con le dita. Tali valutazioni sono state effettuate attraverso il "Vienna Test System".

Pacchetti et al. (49) in uno studio randomizzato controllato che ha coinvolto 32 pazienti con PD hanno posto a confronto l'utilizzo della musica e della musicoterapia (MT) con la fisioterapia (FT) considerando la loro possibile efficacia sugli aspetti motori ed emotivi. I trattamenti descritti hanno avuto una durata di 3 mesi in cui le sedute si sono svolte con cadenza settimanale. L'attività musicale e musicoterapeutica ha incluso l'utilizzo del canto corale, di esercizi vocali e ritmici, l'utilizzo libero di movimenti del corpo, nonché di momenti improvvisazione riconducibili a specifiche tecniche musicoterapeutiche. L'attività fisica è stata basata su esercizi passivi di stretching e altri volti a migliorare l'andatura e l'equilibrio. Dal punto di vista dei risultati la MT ha prodotto significativi cambiamenti nell'attività motoria, in particolare relativamente alla bradicinesia, mentre la FT ha migliorato la rigidità. Il gruppo sottoposto a trattamento musicoterapeutico ha inoltre migliorato le funzioni emotive, le attività quotidiane e la qualità della vita.

McIntosh et al. (50) utilizzando la RAS misurano i cambiamenti nella camminata in 4 differenti condizioni: a) massima velocità per ogni paziente senza stimoli esterni; b) stimolazione ritmica ricavata dalla frequenza della cadenza della camminata alla baseline; c) stimolazione ritmica aumentata del 10% rispetto alla frequenza della cadenza della camminata alla baseline; d) assenza di stimolazione ritmica per verificare l'effetto della stessa subito dopo le prove. La sequenza viene proposta applicando lo stimolo ritmico a musica strumentale rinascimentale con la possibilità di modificare l'andamento. Nello studio sono stati coinvolti 31 pazienti (21 "on" e 10 "off" rispetto all'assunzione di terapia farmacologica specifica) e 10 soggetti sani. L'accelerazione della RAS produce un aumento significativo della media della velocità e della cadenza nella camminata e della lunghezza della falcata in tutti i gruppi. Lo stretto rapporto tra la frequenza del ritmo e quella dei passi nei gruppi di pazienti con PD e nei soggetti sani suggerisce l'idea di un possibile addestramento ritmico anche in presenza di una disfunzione dei gangli della base.

Thaut et al. (51) riportano anche in un precedente studio risultati significativi attraverso l'uso della RAS (programma di 3 settimane di training a casa). Il gruppo sperimentale dello studio composto da pazienti con PD (n=15) migliora infatti in modo significativo la velocità della camminata, la lunghezza della falcata e la cadenza del passo rispetto ai pazienti che compongono il gruppo di controllo (n=11) a cui non viene proposta la RAS.

Questo approccio ha dato effetti positivi anche in altri contesti patologici quali quello delle paralisi cerebrali e della sclerosi multipla.

Kim et al. (52) confrontano un gruppo di 14 pazienti adulti con paralisi cerebrale con un gruppo di 30 soggetti sani. Gli Autori mostrano come la RAS sia risultata effi-

cace nel gruppo di pazienti evidenziando effetti statisticamente significativi in alcuni parametri del movimento correlabili alla camminata, cioè nell'inclinazione anteriore del bacino e nella flessione dell'anca. Miglioramenti significativi sono stati riscontrati anche nel miglioramento dell'indice di deviazione della camminata. Non si sono riscontrate invece differenze significative nei parametri inerenti il ginocchio, la caviglia e il piede.

Conklyn et al. (53) riportano risultati significativi riferiti all'applicazione della RAS (ascolto di canzoni, durante il cammino, utilizzando un lettore MP3 con un tempo maggiorato del 10% rispetto al tempo base del paziente, per 2 settimane, 20 minuti al giorno) nella sclerosi multipla. Nei pazienti sottoposti alla RAS è significativamente diminuito il tempo di appoggio dei due piedi. Nello studio si riporta anche un "effect size" significativo per quanto riguarda la velocità della camminata. Miglioramenti significativi si sono riscontrati, dopo una settimana di trattamento con la RAS, anche nella cadenza, nella lunghezza della falcata, nella lunghezza del passo, nella velocità e nella velocità normalizzata.

Discussione e Conclusioni

La letteratura mostra in generale una scarsità di lavori strutturati secondo criteri di scientificità e tali lavori si riferiscono essenzialmente a due delle patologie da cui derivano danni neuromotori: lo stroke e la malattia di Parkinson.

Una prima lacuna è data dalla scarsa definizione degli interventi effettuati in cui prevale un utilizzo della musica non sempre adeguatamente supportato da riferimenti teorico-metodologici. Prevale l'approccio basato sulla stimolazione ritmica che può essere considerato come un supporto ritmico-musicale all'attività motoria.

Ciò introduce, come già accennato nella parte iniziale di questo lavoro, la distinzione tra approcci con la musica e approcci musicoterapeutici.

Nella riabilitazione neuromotoria questi ultimi sono sostanzialmente assenti dato che non si trovano in letteratura specifici interventi che presentino una connotazione chiaramente musicoterapeutica, vale a dire supportati da teorie psicologiche di riferimento e da prassi consolidate.

Ciò può essere in parte dovuto all'idea che la riabilitazione neuromotoria si fondi essenzialmente su aspetti strettamente connessi alla terapia fisica ma chi scrive ritiene che l'aspetto relazionale (e la conseguente prospettiva psicologica) costituiscano un essenziale valore terapeutico facilitante anche la fase riabilitativa.

L'elemento sonoro-musicale può infatti mettere in gioco una importante dimensione estetica, psicologica e motivazionale da cui possono scaturire cambiamenti significativi nell'approccio con il paziente e nell'azione riabilitativa.

Si ritiene inoltre che la componente intersoggettiva, che deriva da alcune specifiche tecniche musicoterapeutiche, essenzialmente basate sull'improvvisazione musicale, possa attivare aree cerebrali implicate nell'attiva-

zione e regolazione motoria ma anche emotiva e comportamentale. Ciò viene enfatizzato proprio in alcuni approcci musicoterapeutici attivi basati sull'interazione sonoro-musicale, in cui il musicoterapeuta e il paziente ricercano una relazione sintonica modulando, regolando e calibrando le rispettive produzioni musicali al fine di condividere i contenuti sonori e le emozioni ad essi sottesi (si vedano al proposito le voci bibliografiche inserite nel secondo paragrafo di questo lavoro).

Le tecniche musicoterapeutiche, che hanno basi neuroscientifiche e psicologiche, spostano l'attenzione dalla performance pur esercitando una potenziale significativa azione sul movimento, garantendo un adeguato supporto relazionale a fronte di problematiche psichiche che spesso si associano al danno neurologico.

Accanto a queste considerazioni si collocano le lacune metodologiche di molti studi (non inclusi in questa review) che derivano da campioni piuttosto limitati ed eterogenei di pazienti, da disegni di ricerca spesso inadeguati o di matrice qualitativa. Si rilevano inoltre la scarsa specificità e la frequente brevità degli interventi con la musica, l'assenza di specifici indicatori relativi al processo terapeutico e della ricerca intenzionale di un nesso causa-effetto.

L'ampia letteratura esistente (riferita alle esperienze cliniche) e i presupposti neuroscientifici e psicologici della musicoterapia costituiscono senza dubbio un'ottima base per promuovere studi che aderiscano al concetto di "Evidence Based Music Therapy" (54-56) con lo scopo di dimostrare l'efficacia degli interventi musicoterapeutici nella riabilitazione neuromotoria.

Si pone quindi la necessità di individuare interventi musicali o musicoterapeutici mirati, in funzione di specifici ambiti e obiettivi, verificandone adeguatamente i potenziali esiti terapeutici.

Questo richiede una maggiore formalizzazione delle prassi e una più rigorosa verifica dei risultati ottenuti attraverso adeguate metodologie di ricerca e un auspicabile dialogo interdisciplinare in cui musicoterapia, musica, psicologia, neuroscienze e pratica clinica si interfaccino e integrino saperi teorici e prassi terapeutico-riabilitative.

Bibliografia

- 1) Gold C. All those things with music (Editorial). *Nord J Music Ther.* 2009; 18: 1-2.
- 2) Gold C, Solli HP, Kruger V, Lie SA. Dose-response relationship in music therapy for people with serious mental disorders: systematic review and meta-analysis. *Clin Psychol Rev.* 2009; 29: 193-207.
- 3) Raglio A, Gianelli MV. Music therapy for individuals with dementia: areas of interventions and research perspectives. *Curr Alzheimer Res.* 2009; 6(3): 293-301.
- 4) Raglio A. When music becomes music therapy. *Psychiatry Clin Neurosci.* 2011; 65(7): 682-3.
- 5) Gold C, Erkkila J, Bonde LO, Trondalen G, Maratos A, Crawford MJ. Music therapy or music medicine? *Psychother Psychosom.* 2011; 80(5): 304.
- 6) Brandes V. Reply to "Music therapy or music medicine?" *Psychother Psychosom.* 2011; 80(5): 305.
- 7) Germi L. "Musicoterapia", in *Dizionario della musica e dei musicisti*, vol. 3, Utet, Torino, 1984.
- 8) Boccadoro B. "Musica, medicina e temperamenti", in *Enciclopedia della musica*, vol. 2, Einaudi, Torino, 2002, 361-386.
- 9) Morelli G. "Musica e malattia", in *Enciclopedia della musica*, vol. 2, Einaudi, Torino, 2002; 387-418.
- 10) Hillecke T, Nickel A, Bolay HV. Scientific perspectives on music therapy. *Ann N Y Acad Sci.* 2005; 1060: 271-82.
- 11) Altenmuller E, Marco-Pallares J, Mnte TF, Schneider S. Neural reorganization underlies improvement in stroke-induced motor dysfunction by music-supported therapy. *Ann N Y Acad Sci.* 2009; 1169: 395-405.
- 12) Schlaug G. Part VI introduction: listening to and making music facilitates brain recovery processes. *Ann N Y Acad Sci.* 2009; 1169: 372-3.
- 13) Koelsch S. A neuroscientific perspective on music therapy. *Ann N Y Acad Sci.* 2009; 1169: 374-84.
- 14) Koelsch S. Towards a neural basis of music-evoked emotions. *Trends Cogn Sci.* 2010; 14(3): 131-7.
- 15) Kohler E, Keysers C, Umiltà MA, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science.* 2002; 297(5582): 846-8.
- 16) Keysers C, Kohler E, Umiltà MA, Nanetti L, Fogassi L, Gallese V. Audiovisual mirror neurons and action recognition. *Exp Brain Res.* 2003; 153(4): 628-36.
- 17) Molnar-Szakacs I, Overy K. Music and mirror neurons: from motion to 'e'motion. *Soc Cogn Affect Neurosci.* 2006; 1(3): 235-41.
- 18) Lahav A, Saltzman E, Schlaug G. Action representation of sound: audiomotor recognition network while listening to newly acquired actions. *J Neurosci.* 2007; 27(2): 308-14.
- 19) D'Ausilio A. Mirror-like mechanisms and music. *Scientific-WorldJournal.* 2009; 9: 1415-22.
- 20) Overy K, Molnar-Szakacs I. Being together in time: musical experience and the mirror neuron system. *Music Perception.* 2009; 26(5): 489-504.
- 21) Wan CY, Schlaug G. Music making as a tool for promoting brain plasticity across the life span. *Neuroscientist.* 2010; 16(5): 566-77.
- 22) Gallese V. The roots of empathy: the shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity. *Psychopathology.* 2003; 36(4): 171-80.
- 23) Carr L, Iacoboni M, Dubeau MC, Mazziotta JC, Lenzi GL. Neural mechanisms of empathy in humans: a relay from neural systems for imitation to limbic areas. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2003; 100(9): 5497-502.
- 24) Leslie KR, Johnson-Frey SH, Grafton ST. Functional imaging of face and hand imitation: towards a motor theory of empathy. *Neuroimage.* 2004; 21(2): 601-7.
- 25) Iacoboni M. Imitation, empathy, and mirror neurons. *Annu Rev Psychol.* 2009; 60: 653-70.
- 26) Halsband U, Ito N, Tanji J, Freund HJ. The role of premotor cortex and the supplementary motor area in the temporal control of movement in man. *Brain.* 1993; 116: 243-66.
- 27) Janata P, Grafton ST. Swinging in the brain: shared neural substrates for behaviors related to sequencing and music. *Nat Neurosci.* 2003; 6(7): 682-7.
- 28) Peretz I, Zatorre RJ. Brain organization for music processing. *Annu Rev Psychol.* 2005; 56: 89-114.
- 29) Grahn JA, Brett M. Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *J Cogn Neurosci.* 2007; 19(5): 893-906.
- 30) Grahn JA, Brett M. Impairment of beat-based rhythm discrimination in Parkinson's disease. *Cortex.* 2009; 45(1): 54-61.
- 31) Schwartze M, Keller PE, Patel AD, Kotz SA. The impact of basal ganglia lesions on sensorimotor synchronization, spontaneous motor tempo, and the detection of tempo changes. *Behav Brain Res.* 2011; 216(2): 685-91.
- 32) Zatorre RJ, Chen JL, Penhune VB. When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nat Rev Neurosci.* 2007; 8(7): 547-58.
- 33) Chen JL, Penhune VB, Zatorre RJ. Listening to musical rhythms recruits motor regions of the brain. *Cereb Cortex.* 2008; 18(12): 2844-54.
- 34) Chen JL, Penhune VB, Zatorre RJ. The role of auditory and premotor cortex in sensorimotor transformations. *Ann N Y Acad Sci.* 2009; 1169: 15-34.

- 35) Hayden R, Clair AA, Johnson G, Otto D. The effect of rhythmic auditory stimulation (RAS) on physical therapy outcomes for patients in gait training following stroke: a feasibility study. *Int J Neurosci*. 2009; 119(12): 2183-95.
- 36) Jeong S, Kim MT. Effects of a theory-driven music and movement program for stroke survivors in a community setting. *Appl Nurs Res*. 2007; 20(3): 125-31.
- 37) Schneider S, Munte T, Rodriguez-Fornells A, Sailer M, Altenmuller E. Music-supported training is more efficient than functional motor training for recovery of fine motor skills in stroke patients. *Music Perception* 2010; 27(4): 271-280.
- 38) Schneider S, Schonle PW, Altenmuller E, Munte TF. Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke. *J Neurol*. 2007; 254(10): 1339-46.
- 39) Schauer M, Mauritz KH. Musical motor feedback (MMF) in walking hemiparetic stroke patients: randomized trials of gait improvement. *Clin Rehabil*. 2003; 17(7): 713-22.
- 40) Bradt J, Magee WL, Dileo C, Wheeler BL, McGilloway E. Music therapy for acquired brain injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Jul 7; (7): CD006787.
- 41) Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *Journal of the Neurological Sciences* 1997; 151(2): 207-12.
- 42) Thaut MH, Leins AK, Rice RR, Argstatter H, Kenyon GP, McIntosh GC, et al. Rhythmic auditory stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near-ambulatory patients early poststroke: a single-blind, randomized trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2007; 21(5): 455-9.
- 43) Thaut, MH, Kenyon GP, Hurt CP, McIntosh, GC, Hoemberg V. Kinematic optimization of spatiotemporal patterns in paretic arm training with stroke patients. *Neuropsychologia* 2002; 40(7): 1073-81.
- 44) Paul S, Ramsey D. The effects of electronic music-making as a therapeutic activity for improving upper extremity active range of motion. *Occupational Therapy International* 1998; 5(3): 223-37.
- 45) De Bruin N, Doan JB, Turnbull G, Suchowersky O, Bonfield S, Hu B, Brown LA. Walking with music is a safe and viable tool for gait training in Parkinson's disease: the effect of a 13-week feasibility study on single and dual task walking. *Parkinsons Dis*. 2010; 2010: 483530.
- 46) Ma HI, Hwang WJ, Lin KC. The effects of two different auditory stimuli on functional arm movement in persons with Parkinson's disease: a dual-task paradigm. *Clin Rehabil*. 2009; 23(3): 229-37.
- 47) Craig LH, Svircev A, Haber M, Juncos JL. Controlled pilot study of the effects of neuromuscular therapy in patients with Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2006; 21(12): 2127-33.
- 48) Bernatzky G, Bernatzky P, Hesse HP, Staffen W, Ladurner G. Stimulating music increases motor coordination in patients afflicted with Morbus Parkinson. *Neurosci Lett*. 2004; 361(1-3): 4-8.
- 49) Pacchetti C, Mancini F, Aglieri R, Fundarò C, Martignoni E, Nappi G. Active music therapy in Parkinson's disease: an integrative method for motor and emotional rehabilitation. *Psychosom Med*. 2000; 62(3): 386-93.
- 50) McIntosh GC, Brown SH, Rice RR, Thaut MH. Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1997; 62(1): 22-6.
- 51) Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR, Miller RA, Rathbun J, Brault JM. Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Mov Disord*. 1996; 11(2): 193-200.
- 52) Kim SJ, Kwak EE, Park ES, Lee DS, Kim KJ, Song JE, Cho SR. Changes in gait patterns with rhythmic auditory stimulation in adults with cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*. 2011; 29(3): 233-41.
- 53) Conklyn D, Stough D, Novak E, Paczak S, Chemali K, Bethoux F. A home-based walking program using rhythmic auditory stimulation improves gait performance in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2010; 24(9): 835-42.
- 54) Edwards J. Using the evidence based medicine framework to support music therapy posts in health care settings. *British Journal of Music Therapy* 2002; 16: 29-34.
- 55) Edwards J. Possibilities and problems for evidence-based practice in music therapy. *The Arts in Psychotherapy*. 2005; 32: 293-301.
- 56) Vink A, Bruinsma M. Evidence based music therapy. *Music Therapy Today*. 2003; 4: 1-26. www.musictherapyworld.de (accessed 4 July 2004).

Richiesta estratti: Dr. Alfredo Raglio - Salvatore Maugeri Foundation, IRCCS, Via Salvatore Maugeri 4, 27100 Pavia, Italy - E-mail: raglio@tin.it