



n° 356 – 07 April 2022

[eNeuro](#) 2022 Mar 31;0268-21.2022

**Cooperative behavior evokes inter-brain synchrony in the prefrontal and temporoparietal cortex: A systematic review and meta-analysis of fNIRS hyperscanning studies**

**[Czeszumski A](#)<sup>1,2</sup>, [Hsin-Yi Liang S](#)<sup>3,4</sup>, [Dikker S](#)<sup>2,5,6</sup>, [König P](#)<sup>1,7</sup>, [Lee C](#)<sup>3,8</sup>, [Koole S](#)<sup>L2</sup>, [Kelsen B](#)<sup>9</sup>**

1 Institute of Cognitive Science, Universität Osnabrück, Osnabrück, Germany; 2 Department of Clinical Psychology, Free University Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands; 3 Section of Department of Child and Adolescent Psychiatry, Department of Psychiatry, Chang Gung Memorial Hospital at Taoyuan, Taiwan; 4 Chang Gung University College of Medicine, Linkou, Taiwan; 5 Max Planck - NYU Center for Language, Music and Emotion, New York, USA; 6 Department of Psychology, New York University, New York, USA; 7 Institute of Neurophysiology and Pathophysiology, University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany; 8 Department of Psychiatry, Chang Gung Memorial Hospital at Linkou, Taiwan; 9 Language Center, National Taipei University, New Taipei City, Taiwan.

[aczeszumski@uni-osnabrueck.de](mailto:aczeszumski@uni-osnabrueck.de)

Single-brain neuroimaging studies have shown that human cooperation is associated with neural activity in frontal and temporoparietal regions. However, it remains unclear whether single-brain studies are informative about cooperation in real life, where people interact dynamically. Such dynamic interactions have become the focus of inter-brain studies. An advantageous technique in this regard is functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) because it is less susceptible to movement artifacts than more conventional techniques like EEG or fMRI. We conducted a systematic review and the first quantitative meta-analysis of fNIRS hyperscanning of cooperation, based on thirteen studies with 890 human participants. Overall, the meta-analysis revealed evidence of statistically significant inter-brain synchrony while people were cooperating, with large overall effect sizes in both frontal and temporoparietal areas. All thirteen studies observed significant inter-brain synchrony in the prefrontal cortex (PFC), suggesting that this region is particularly relevant for cooperative behavior. The consistency in these findings is unlikely to be due to task-related activations, given that the relevant

studies used diverse cooperation tasks. Together, the present findings support the importance of inter-brain synchronization of frontal and temporoparietal regions in interpersonal cooperation. Moreover, the present article highlights the usefulness of meta-analyses as a tool for discerning patterns in inter-brain dynamics. **Significance Statement** We present systematic review and the first quantitative meta-analysis of fNIRS hyperscanning of cooperation, based on thirteen studies with 890 participants. All thirteen studies observed significant inter-brain synchrony in the prefrontal cortex (PFC), suggesting that this region is particularly relevant for cooperative behavior. The present findings support the importance of inter-brain synchronization of frontal and temporoparietal regions in interpersonal cooperation.

*Studi di neuroimaging sul cervello singolo hanno dimostrato che la cooperazione umana è associata all'attività neurale nelle regioni frontali e temporoparietali. Tuttavia, non è chiaro se gli studi sul cervello singolo forniscano adeguate informazioni sulla cooperazione nella vita reale, dove le persone interagiscono in modo dinamico. Tali interazioni dinamiche sono diventate il fulcro degli studi fra cervelli definiti inter-brain. Una tecnica favorevole a questo proposito è la spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso (fNIRS), perché è meno suscettibile agli artefatti da movimento rispetto a tecniche più convenzionali come EEG o fMRI. Gli Autori hanno condotto una revisione sistematica e la prima meta-analisi quantitativa dell'iper-scanning fNIRS della cooperazione, sulla base di 13 studi con 890 partecipanti. Nel complesso, la meta-analisi ha rivelato prove di sincronia inter-brain statisticamente significativa mentre le persone stavano cooperando, con ampie dimensioni di effetto complessive sia nell'area frontale che in quella temporoparietale. Tutti i 13 studi hanno osservato una significativa sincronia inter-brain nella corteccia prefrontale (PFC), suggerendo che questa regione è particolarmente rilevante per il comportamento cooperativo. È improbabile che la coerenza di questi risultati sia dovuta ad attivazioni legate al tipo di esercizio impiegato, dato che gli studi hanno utilizzato diversi esercizi di cooperazione. Nel complesso, i risultati attuali supportano l'importanza della sincronizzazione fra cervelli delle regioni frontali e temporoparietali nella cooperazione interpersonale. Inoltre, il presente articolo evidenzia l'utilità delle meta-analisi come strumento per discernere i modelli nelle dinamiche inter-cerebrali.*

[QJ Exp Psychol 2022 Apr 1;17470218221094306](#)

## **EXPRESS: Does interpersonal liking lead to interpersonal synchrony in musical contexts?**

**Melton ZJ<sup>1</sup>, Chaffin R<sup>2</sup>, Kangas-Dick K<sup>3</sup>, Marsh KL<sup>2</sup>, Demos AP<sup>1</sup>**

1 University of Illinois at Chicago 14681, USA; 2 University of Connecticut 7712, USA; 3 Teachers College Columbia University 5930, USA

The causal relationship of interpersonal liking affecting interpersonal synchrony is inconsistently documented. This study tests whether a) interpersonal liking increases both behavioral and perceived synchrony, and b) if people will synchronize with an agreeable partner over a competing musical stimulus. We had college students (N = 25) shake an egg-shaker with an agreeable or disagreeable confederate without music, with music, and with specific instruction to synchronize. Participants reported liking the agreeable confederate more than the disagreeable confederate and rated their relationship more positively, however both behavioral and perceived synchrony were unaffected by the agreeableness of the confederate. Thus, we failed to replicate previous findings in an auditory only context. Furthermore, participants who believed they were more synchronized with the confederate liked the confederate more and felt more like a team but the degree of behavioral synchrony was unrelated to these social perceptions. Perception of synchrony appears to be more important for social bonding than behavioral synchrony.

*La relazione causale tra simpatia interpersonale e sincronia interpersonale non è sufficientemente studiata. In questo studio gli Autori vogliono indagare se: a) la simpatia interpersonale aumenti la sincronia comportamentale e quella percepita; b) le persone si sincronizzano con un partner gradevole nonostante ci sia uno stimolo musicale in competizione. Vengono studiati un gruppo di studenti universitari (N = 25) che muovevano la frusta per le uova insieme a un compagno gradevole o sgradevole, senza musica, con musica e con istruzioni specifiche per sincronizzarsi. I partecipanti hanno riferito di apprezzare il partner gradevole più del partner sgradevole e hanno valutato la loro relazione in modo più positivo, tuttavia sia la sincronia comportamentale che quella percepita non sono state*

*influenzate dalla gradevolezza del compagno. Pertanto, gli Autori non sono riusciti a replicare i risultati precedenti in un contesto solo uditivo. Inoltre, i partecipanti che credevano di essere più sincronizzati con il partner apprezzavano maggiormente il partner e si sentivano più come una squadra, ma il grado di sincronia comportamentale non era correlato a queste percezioni sociali. La percezione della sincronia sembra essere più importante per il legame sociale rispetto alla sincronia comportamentale.*

Can J Respir Ther 2022 Mar 9;58:20-27

## **SingStrong - A singing and breathing retraining intervention for respiratory and other common symptoms of long COVID: A pilot study**

**Cahalan RM<sup>1,2</sup>, Meade C<sup>3</sup>, Mockler S<sup>2,4</sup>**

1 School of Allied Health, University of Limerick, Limerick, Ireland; 2 Physical Activity for Health Research Cluster, Health Research Institute, University of Limerick, Limerick Ireland; 3 "Chime-Out" Community Music Centre, Limerick, Ireland; 4 Athlone Institute of Technology, Athlone, WestMeath, Ireland

Management of Long COVID (LC) is hugely challenging for clinicians. This pilot study evaluated a breathing retraining and singing programme (SingStrong for LC) to address common LC symptoms. The study hypothesized that this intervention would improve symptoms impacting disordered breathing and participant wellbeing. The 10-week, bi-weekly online programme was comprised of a 45-min class of mindfulness, breathing retraining, vocal exercises, and singing. Sessions were recorded for non-attenders and conducted by a trained vocal coach experienced in respiratory cohorts. Persons with a confirmed COVID-19 diagnosis and persisting symptoms were invited to participate. Demographic and COVID-19 data were collected, and the DePaul Symptom Questionnaire Short Form (DSQ-SF) and COVID-19 Yorkshire Rehab Screen questionnaires were administered. Post-intervention focus groups were also conducted. Of 27 ( $F = 23(85\%)$ ) participants recruited, data from 21 who completed at least 10 (50%) classes were analysed. Participants showed significant pre-post-intervention improvements in all breathlessness symptoms (at rest:  $P < 0.001$ ; dressing:  $P = 0.01$ ; stairs:  $P < 0.001$ ), fatigue ( $P = 0.03$ ), usual activities ( $P = 0.04$ ), pain/disability ( $P = 0.03$ ), voice quality ( $P = 0.01$ ), and communication/cognition ( $P = 0.04$ ). Pre-post number of instances meeting DSQ-SF criteria for myalgic encephalomyelitis (ME) and chronic fatigue syndrome (CFS) decreased by a net of nine cases (14.3%). No association between COVID-19 hospitalisation status and diagnosis of ME/CFS was identified. Qualitative feedback from eight participants was overwhelmingly positive with all reporting improvements in breathing and general well-being. The SingStrong programme shows promise as a viable treatment option for LC sufferers. Future studies are required to further investigate the efficacy of this intervention.

*La gestione di Long COVID (LC) è estremamente impegnativa per i medici. Questo studio pilota ha valutato un programma di riallenamento della respirazione e di canto (SingStrong per LC) per affrontare i sintomi comuni del LC. Lo studio ha ipotizzato che questo intervento potrebbe migliorare i sintomi che affliggono la respirazione e il benessere dei partecipanti. Il programma online, bisettimanale, di 10 settimane, comprendeva una lezione di 45 minuti di mindfulness, riallenamento della respirazione, esercizi vocali e canto. Le sessioni sono state registrate per i non partecipanti e condotte da un preparatore vocale qualificato con esperienza in coorti respiratorie. Sono state invitate a partecipare persone con una diagnosi confermata di COVID-19 e sintomi persistenti. Sono stati raccolti dati demografici e COVID-19 e sono stati somministrati i questionari DePaul Symptom Questionnaire Short Form (DSQ-SF) e COVID-19 Yorkshire Rehab Screen. Sono stati inoltre condotti focus group post intervento. Sono stati analizzati i dati di 21 dei 27 ( $F = 23(85\%)$ ) partecipanti reclutati, che hanno completato almeno 10 (50%) classi. I partecipanti hanno mostrato miglioramenti significativi pre-post-intervento in tutti i sintomi della dispnea (a riposo:  $P < 0,001$ ; vestizione:  $P = 0,01$ ; scale:  $P < 0,001$ ), affaticamento ( $P = 0,03$ ), attività abituali ( $P = 0,04$ ), dolore /disabilità ( $P = 0,03$ ), qualità della voce ( $P = 0,01$ ) e comunicazione/cognizione ( $P = 0,04$ ). Il numero pre-post di casi che soddisfano i criteri DSQ-SF per l'encefalomielite mialgica (ME) e la sindrome da stanchezza cronica (CFS) è diminuito di nove casi al netto (14,3%). Non è stata identificata alcuna associazione tra lo stato di ricovero per COVID-19 e la diagnosi di ME/CFS. Il feedback qualitativo di 8 partecipanti è stato straordinariamente positivo e*

tutti hanno segnalato miglioramenti nella respirazione e nel benessere generale. Il programma SingStrong si mostra promettente come una valida opzione di trattamento per chi soffre di LC. Sono necessari studi futuri per indagare ulteriormente l'efficacia di questo intervento.

Appl Sci 2022, 12(7), 3360

## The role of auditory and visual components in reading training: No additional effect of synchronized visual cue in a rhythm-based intervention for dyslexia

Cancer A<sup>1</sup>, de Salvatore M<sup>2</sup>, Granocchio E<sup>2</sup>, Andreoli L<sup>3</sup>, Antonietti A<sup>1</sup>, Sarti D<sup>2</sup>

1 Department of Psychology, Università Cattolica del Sacro Cuore, 20123 Milan, Italy; 2Developmental Neurology Unit - Language and Learning Disorders Service, Fondazione IRCCS Istituto Neurologico Carlo Besta, 20133 Milan, Italy; 3 Department of Biomedical and Clinical Sciences, Postgraduate School of Child Neuropsychiatry, University of Milan, 20122 Milan, Italy

Based on the transfer effects of music training on the phonological and reading abilities of children with dyslexia, a computerized rhythmic intervention—the Rhythmic Reading Training (RRT)—was developed, in which reading exercises are combined with a rhythmic synchronization task. This rehabilitation program was previously tested in multiple controlled clinical trials, which confirmed its effectiveness in improving the reading skills of children and adolescents with dyslexia. In order to assess the specific contribution of the visual component of the training, namely, the presence of a visual cue supporting rhythmic synchronization, a controlled experimental study was conducted. Fifty-eight students with dyslexia aged 8 to 13 years were assigned to three conditions: (a) RRT auditory and visual condition, in which a visual cue was synchronized with the rhythmic stimulation; (b) RRT auditory-only condition, in which the visual cue was excluded; (c) no intervention. Comparisons of the participants' performance before, after, and 3 months after the end of the intervention period revealed the significant immediate and long-term effect of both RRT conditions on reading, rapid naming, phonological, rhythmic, and attentional abilities. No significant differences were found between visual and auditory conditions, therefore showing no additional contribution of the visual component to the improvements induced by the RRT.

*Basandosi sugli effetti-transfer dell'allenamento musicale sulle capacità fonologiche e di lettura dei bambini con dislessia, gli Autori hanno sviluppato un intervento ritmico computerizzato, il Rhythmic Reading Training (RRT), in cui gli esercizi di lettura sono combinati con un compito di sincronizzazione ritmica. Questo programma riabilitativo è stato precedentemente testato in molteplici studi clinici controllati, che ne hanno confermato l'efficacia nel migliorare le capacità di lettura di bambini e adolescenti con dislessia. Al fine di valutare il contributo specifico della componente visiva dell'allenamento, ovvero la presenza di un segnale visivo a supporto della sincronizzazione ritmica, è stato condotto uno studio sperimentale controllato. Cinquantotto studenti con dislessia di età compresa tra 8 e 13 anni sono stati assegnati a tre condizioni: (a) condizione uditiva e visiva RRT, in cui un segnale visivo era sincronizzato con la stimolazione ritmica; (b) condizione solo uditiva RRT, in cui il segnale visivo era escluso; (c) nessun intervento. I confronti delle prestazioni dei partecipanti prima, dopo e 3 mesi dopo la fine del periodo di intervento hanno rivelato il significativo effetto immediato e a lungo termine di entrambe le condizioni RRT sulla lettura, denominazione rapida, capacità fonologiche, ritmiche e attentive. Non sono state riscontrate differenze significative tra le condizioni visive e uditive, pertanto non è stato evidenziato alcun contributo aggiuntivo della componente visiva ai miglioramenti indotti dalla RRT.*

### The Pierfranco and Luisa Mariani Foundation

Since its beginnings in 1985, the Mariani Foundation has established itself as a leading organization in the field of paediatric neurology by organizing a variety of advanced courses, providing research grants, and supporting specialized care. The Foundation works in close cooperation with major public

healthcare institutions, complementing their scientific programs and other activities. In 2009 it became the first private entity in Italy to join the founding members of the National Neurologic Institute "Carlo Besta" in Milan. In addition to its services, the Foundation aims, through its continuing medical education courses and publications, to spread knowledge in the field of paediatric neurology in order to help treat or alleviate a large number of paediatric neurologic disorders.

In the year 2000, the Mariani Foundation has added a new and important dimension to its activities: fostering the study of the multiple links between the neurosciences and music, including music education and early intervention. This significant commitment has inspired the series of "Neurosciences and Music" conferences, held in Venice (2002), Leipzig (2005), Montreal (2008), Edinburgh (2011), Dijon (2014), Boston (2017), and Aarhus (2021). All these meetings have led to the publication of major volumes in the *Annals of the New York Academy of Sciences*.

"Neuromusic News"

Direttore responsabile Luisa Bonora

Pubblicazione periodica. Registrazione n. 318 Tribunale di Milano del 10-06-2011

Edited by Fondazione Mariani

Contributors: Luisa Lopez, Giuliano Avanzini, Maria Majno and Barbara Bernardini

Editorial coordinator: Renata Brizzi

For further information: [neuromusic@fondazione-mariani.org](mailto:neuromusic@fondazione-mariani.org)

**Notice on privacy of personal information**

"Neuromusic News", providing periodic updates on Neurosciences and Music, has been sent to you since you have registered to the Neuromusic Mailing List or because you have expressed an interest in this field (as a participant in our Neurosciences conference or through a request on the subject).

Your data is stored securely and will be handled confidentially. It will be used exclusively by the Mariani Foundation to communicate its own information and will not be passed on to third parties.

If you no longer wish to receive "Neuromusic News", please go to our website [www.fondazione-mariani.org](http://www.fondazione-mariani.org) and log in with your Username and Password, then access "My personal details" page and deselect the option "I agree to receive Neuromusic News".