



n° 380 – 20 April 2023

**J Neurosci** 2023 Apr 6

## **Sensitivity to frequency modulation is limited centrally**

**Whiteford KL, Oxenham AJ**

Department of Psychology, University of Minnesota, 75 East River Parkway, Minneapolis, Minnesota 55455, USA. [whit195@umn.edu](mailto:whit195@umn.edu)

Modulations in both amplitude and frequency are prevalent in natural sounds and are critical in defining their properties. Humans are exquisitely sensitive to frequency modulation (FM) at the slow modulation rates and low carrier frequencies that are common in speech and music. This enhanced sensitivity to slow-rate and low-frequency FM has been widely believed to reflect precise, stimulus-driven phase locking to temporal fine structure in the auditory nerve. At faster modulation rates and/or higher carrier frequencies, FM is instead thought to be coded by coarser frequency-to-place mapping, where FM is converted to amplitude modulation (AM) via cochlear filtering. Here we show that patterns of human FM perception that have classically been explained by limits in peripheral temporal coding are instead better accounted for by constraints in the central processing of fundamental frequency (F0) or pitch. We measured FM detection in male and female humans using harmonic complex tones with an F0 within the range of musical pitch, but with resolved harmonic components that were all above the putative limits of temporal phase locking (> 8 kHz). Listeners were more sensitive to slow than fast FM rates, even though all components were beyond the limits of phase locking. In contrast, AM sensitivity remained better at faster than slower rates, regardless of carrier frequency. These findings demonstrate that classic trends in human FM sensitivity, previously attributed to auditory-nerve phase locking, may instead reflect the constraints of a unitary code that operates at a more central level of processing. Natural sounds involve dynamic frequency and amplitude fluctuations. Humans are particularly sensitive to frequency modulation (FM) at slow rates and low carrier frequencies, which are prevalent in speech and music. This sensitivity has been ascribed to encoding of stimulus temporal fine structure (TFS) via phase-locked auditory-nerve activity. To test this long-standing theory, we measured FM sensitivity using complex tones with a low fundamental frequency (F0) but only high-frequency harmonics, beyond the limits of phase locking. Dissociating the F0 from high-frequency TFS showed that FM sensitivity is limited not by peripheral encoding of TFS, but rather by central processing of F0, or pitch. The results suggest a unitary code for FM detection limited by more central constraints.

*Le modulazioni sia in ampiezza che in frequenza sono prevalenti nei suoni naturali e fondamentali per definirne le proprietà. Gli esseri umani sono squisitamente sensibili alla modulazione di frequenza (FM), ai bassi tassi di modulazione e alle basse frequenze portanti che sono comuni nel parlato e nella musica. Si ritiene ampiamente che questa maggiore sensibilità alla FM, a bassa velocità e bassa frequenza, rifletta un preciso aggancio di fase guidato dallo stimolo alla struttura temporale fine nel nervo uditivo. A velocità di modulazione più elevate e/o frequenze portanti più elevate, si ritiene invece che la FM sia codificata da una mappatura frequenza-punto più grossolana, in cui la FM viene convertita in modulazione di ampiezza (AM) tramite filtraggio cocleare. Qui gli Autori mostrano che i modelli di percezione FM umana, che sono stati classicamente spiegati dai limiti nella codifica temporale periferica, sono invece meglio spiegati dai vincoli nell'elaborazione centrale della frequenza fondamentale (F0) o dell'altezza. Hanno misurato il rilevamento FM in esseri umani di sesso maschile e femminile utilizzando toni armonici complessi, con una F0 all'interno dell'intervallo dell'altezza musicale, ma con componenti armoniche risolte che erano tutte al di sopra dei limiti presunti dell'aggancio di fase temporale (> 8 kHz). Gli ascoltatori erano più sensibili alle frequenze FM lente rispetto a quelle veloci, anche se tutti i componenti erano oltre i limiti dell'aggancio di fase. Al contrario, la sensibilità AM è rimasta migliore a velocità più elevate rispetto a quelle più lente, indipendentemente dalla frequenza portante. Questi risultati dimostrano che le tendenze classiche nella sensibilità FM umana, precedentemente attribuite all'aggancio della fase del nervo uditivo, possono invece riflettere i vincoli di un codice unitario che opera a un livello di elaborazione più centrale. I suoni naturali implicano fluttuazioni dinamiche di frequenza e ampiezza. Gli esseri umani sono particolarmente sensibili alla modulazione di frequenza (FM), a bassa velocità e basse frequenze portanti, che sono prevalenti nel linguaggio e nella musica. Tale sensibilità è stata attribuita alla codifica della struttura fine temporale dello stimolo (TFS) tramite l'attività del nervo uditivo agganciato in fase. Per testare questa teoria di lunga data, gli Autori hanno misurato la sensibilità FM utilizzando toni complessi con una bassa frequenza fondamentale (F0) ma solo armoniche ad alta frequenza, oltre i limiti dell'aggancio di fase. La dissociazione di F0 da TFS ad alta frequenza ha mostrato che la sensibilità FM è limitata non dalla codifica periferica di TFS, ma piuttosto dall'elaborazione centrale di F0 o dell'altezza. I risultati suggeriscono un codice unitario per il rilevamento FM limitato da vincoli più centrali.*

**Trends Neurosci** 2023 Apr 1; S0166-2236(23)00048-6

## **The neuroscience of music - towards ecological validity**

### **Tervaniemi M**

Centre of Excellence on Music, Mind, Body and Brain, Cognitive Brain Research Unit,  
Faculty of Educational Sciences, University of Helsinki, Finland

Studies in the neuroscience of music gained momentum in the 1990s as an integrated part of the well-controlled experimental research tradition. However, during the past two decades, these studies have moved toward more naturalistic, ecologically valid paradigms. Here, I introduce this move in three frameworks: (i) sound stimulation and empirical paradigms, (ii) study participants, and (iii) methods and contexts of data acquisition. I wish to provide a narrative historical overview of the development of the field and, in parallel, to stimulate innovative thinking to further advance the ecological validity of the studies without overlooking experimental rigor.

*Gli studi sulle neuroscienze della musica hanno preso piede negli anni '90 come parte integrante della tradizione di ricerca sperimentale ben controllata. Tuttavia, negli ultimi due decenni, questi studi si sono spostati verso paradigmi più naturalistici ed ecologicamente validi. Qui l'Autrice presenta tale spostamento in tre aspetti: (i) la stimolazione sonora e i paradigmi empirici, (ii) i partecipanti allo studio e (iii) i metodi e i contesti di acquisizione dei dati. L'obiettivo è fornire una panoramica storica narrativa dello sviluppo del campo e, parallelamente, stimolare un pensiero innovativo per far progredire ulteriormente la validità ecologica degli studi senza trascurare il rigore sperimentale.*

BMC Complement Med Ther 2023 Apr 6

## Adjuvant music therapy for patients with hypertension: a meta-analysis and systematic review

Min Cao<sup>1</sup>, Zhiyuan Zhang<sup>1,2</sup>

1 Shaoxing University Yuanpei College, No. 2799 Qunxian Zhong Road, Yuecheng District, Shaoxing, Zhejiang, China; 2 Hunan international economics university, Hunan, China.  
[qkuoayrwd@126.com](mailto:qkuoayrwd@126.com)

High blood pressure, anxiety, depression and sleep disorder is very common in patients with hypertension. We aimed to perform a meta-analysis to evaluate the effects of adjuvant music therapy for patients with hypertension, to provide insights to the clinical management of hypertension. Two authors searched PubMed, Embase, Web of Science, the Cochrane Library, Chinese National Knowledge Infrastructure, China Biomedical Literature Database, Wanfang Databases for randomized controlled trials (RCTs) on the role of music therapy in hypertension up to Oct 15, 2022. RevMan 5.3 software was used for meta-analysis. A total of 20 RCTs including 2306 patients were finally included. 1154 patients received music therapy. Meta-analysis showed that music therapy can effectively reduce the systolic blood pressure (MD = -9.00, 95%CI: -11.99--6.00), diastolic blood pressure (MD = -6.53, 95%CI: -9.12--3.93), heart rate (MD = -3.76, 95%CI: -7.32--0.20), self-rating anxiety scale (SAS) score (MD = -8.55, 95%CI: -12.04--4.12), self-rating depression scale (SDS) score (MD = -9.17, 95%CI: -13.85--5.18), Hamilton anxiety scale (HAMA), score (MD = -3.37, 95%CI: -5.38--1.36), PSQI score (MD = -1.61, 95%CI: -2.30--0.93) compared with routine therapy in patients with hypertension (all  $P < 0.05$ ). No publication bias in the synthesized outcomes were found (all  $P > 0.05$ ). Music therapy can effectively control blood pressure and heart rate, reduce anxiety and depression levels, and improve sleep quality in hypertensive patients. Limited by the quantity and quality of included studies, the above conclusions need to be verified by more high-quality studies.

*Pressione alta, ansia, depressione e disturbi del sonno sono molto comuni nei pazienti con ipertensione. Gli Autori hanno puntato a eseguire una meta-analisi per valutare gli effetti della musicoterapia adiuvante per i pazienti con ipertensione, per fornire approfondimenti sulla gestione clinica. I due Autori hanno indagato in PubMed, Embase, Web of Science, Cochrane Library, Chinese National Knowledge Infrastructure, China Biomedical Literature Database, Wanfang Databases for randomized controlled trial (RCT) sul ruolo della musicoterapia nell'ipertensione fino al 15 ottobre 2022. Il software RevMan 5.3 è stato utilizzato per la meta-analisi. Alla fine sono stati inclusi 20 RCT che includevano 2.306 pazienti. 1.154 pazienti hanno ricevuto musicoterapia. La meta-analisi ha mostrato che la musicoterapia può ridurre efficacemente la pressione arteriosa sistolica (MD = -9.00, 95%CI: -11.99--6.00), la pressione arteriosa diastolica (MD = -6.53, 95%CI: -9.12--3.93), la frequenza cardiaca (MD = -3.76, IC 95%: -7.32--0.20), il punteggio della scala di autovalutazione dell'ansia (SAS) (MD = -8.55, IC 95%: -12.04--4.12), il punteggio della scala di autovalutazione della depressione (SDS) (MD = -9.17, IC 95%: -13.85--5.18), il punteggio della scala dell'ansia di Hamilton (HAMA) (MD = -3.37, IC 95%: -5.38--1.36), il punteggio PSQI (MD = -1.61, IC 95%: -2.30--0.93) rispetto alla terapia di routine nei pazienti con ipertensione (tutti  $P < 0.05$ ). Non è stato trovato alcun bias di pubblicazione nei risultati sintetizzati (tutti  $P > 0.05$ ). Gli Autori ritengono che la musicoterapia possa controllare efficacemente la pressione arteriosa e la frequenza cardiaca, ridurre i livelli di ansia e depressione e migliorare la qualità del sonno nei pazienti ipertesi. Limitate dalla quantità e dalla qualità degli studi inclusi, le conclusioni di cui sopra devono essere verificate da studi più di alta qualità.*

PLoS One 2023 Apr 6

## The relationship between musical training and the processing of audiovisual correspondences: evidence from a reaction time task

Ihalainen R<sup>1,2</sup>, Kotsaridis G<sup>3</sup>, Vivas AB<sup>3</sup>, Paraskevopoulos E<sup>2,4</sup>

1 School of Computing, University of Kent, Canterbury, UK; 2 Psychology Department, City College, University of Sheffield, International Faculty, Thessaloniki, Greece; 3 Department of

Psychology, CITY College, University of York Europe Campus, Thessaloniki, Greece; 4  
Department of Psychology, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus

Numerous studies have reported both cortical and functional changes for visual, tactile, and auditory brain areas in musicians, which have been attributed to long-term training induced neuroplasticity. Previous investigations have reported advantages for musicians in multisensory processing at the behavioural level, however, multisensory integration with tasks requiring higher level cognitive processing has not yet been extensively studied. Here, we investigated the association between musical expertise and the processing of audiovisual crossmodal correspondences in a decision reaction-time task. The visual display varied in three dimensions (elevation, symbolic and non-symbolic magnitude), while the auditory stimulus varied in pitch. Congruency was based on a set of newly learned abstract rules: "The higher the spatial elevation, the higher the tone", "the more dots presented, the higher the tone", and "the higher the number presented, the higher the tone", and accuracy and reaction times were recorded. Musicians were significantly more accurate in their responses than non-musicians, suggesting an association between long-term musical training and audiovisual integration. Contrary to what was hypothesized, no differences in reaction times were found. The musicians' advantage on accuracy was also observed for rule-based congruency in seemingly unrelated stimuli (pitch-magnitude). These results suggest an interaction between implicit and explicit processing-as reflected on reaction times and accuracy, respectively. This advantage was generalised on congruency in otherwise unrelated stimuli (pitch-magnitude pairs), suggesting an advantage on processes requiring higher order cognitive functions. The results support the notion that accuracy and latency measures may reflect different processes.

*Numerosi studi hanno riportato cambiamenti corticali e funzionali per le aree cerebrali visive, tattili e uditive nei musicisti, che sono stati attribuiti alla neuroplasticità indotta dall'allenamento a lungo termine. Indagini precedenti hanno riportato vantaggi per i musicisti nell'elaborazione multisensoriale a livello comportamentale, tuttavia, l'integrazione multisensoriale con compiti che richiedono un'elaborazione cognitiva di livello superiore non è stata ancora studiata in modo esteso. Qui, gli Autori hanno indagato l'associazione tra l'esperienza musicale e l'elaborazione delle corrispondenze intermodali audiovisive in un compito di decisione con tempo di reazione. Il display visivo variava in tre dimensioni (elevazione, grandezza simbolica e non simbolica), mentre lo stimolo uditivo variava in altezza. La congruenza era basata su una serie di regole astratte appena apprese: "Maggiore è l'elevazione spaziale, più alto è il tono", "Più punti sono presentati, più alto è il tono" e "Più alto è il numero presentato, più alto è il tono", e sono stati registrati accuratezza e tempi di reazione. I musicisti erano significativamente più accurati nelle loro risposte rispetto ai non musicisti, suggerendo un'associazione tra formazione musicale a lungo termine e integrazione audiovisiva. Contrariamente a quanto ipotizzato, non sono state riscontrate differenze nei tempi di reazione. Il vantaggio dei musicisti sulla precisione è stato osservato anche per la congruenza basata su regole in stimoli apparentemente non correlati (altezza del tono). Tali risultati suggeriscono un'interazione tra elaborazione implicita ed esplicita, come si riflette rispettivamente sui tempi di reazione e sulla precisione. Questo vantaggio è stato generalizzato sulla congruenza in stimoli altrimenti non correlati (coppie tono-magnitudine), suggerendo un vantaggio sui processi che richiedono funzioni cognitive di ordine superiore. I risultati supportano l'idea che le misure di accuratezza e latenza possano riflettere processi diversi.*

### **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".*