



n° 304 – 12 December 2019

[Sci Rep](#) 2019 Nov 28;9(1):17814

## **Spatiotemporal perturbations in paced finger tapping suggest a common mechanism for the processing of time errors**

**López SL, Laje R**

Sensorimotor Dynamics Lab, Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina; CONICET, Buenos Aires, Argentina. [rlaje@unq.edu.ar](mailto:rlaje@unq.edu.ar)

Paced finger tapping is a sensorimotor synchronization task where a subject has to keep pace with a metronome while the time differences (asynchronies) between each stimulus and its response are recorded. A usual way to study the underlying error correction mechanism is to perform unexpected temporal perturbations to the stimuli sequence. An overlooked issue is that at the moment of a temporal perturbation two things change: the stimuli period (a parameter) and the asynchrony (a variable). In terms of experimental manipulation, it would be desirable to have separate, independent control of parameter and variable values. In this work we perform paced finger tapping experiments combining simple temporal perturbations (tempo step change) and spatial perturbations with temporal effect (raised or lowered point of contact). In this way we decouple the parameter-and-variable confounding, performing novel perturbations where either the parameter or the variable changes. Our results show nonlinear features like asymmetry and are compatible with a common error correction mechanism for all types of asynchronies. We suggest taking this confounding into account when analyzing perturbations of any kind in finger tapping tasks but also in other areas of sensorimotor synchronization, like music performance experiments and paced walking in gait coordination studies.

*Il tapping con le dita è un'attività di sincronizzazione nella quale un soggetto deve tenere il ritmo con un metronomo, mentre le differenze (asincronie) tra ogni stimolo e la sua risposta vengono registrate. Un tipico modo per studiare il sottostante meccanismo di correzione dell'errore è creare perturbazioni temporali inaspettate nella sequenza di stimoli. Una questione trascurata è che al momento della perturbazione temporale due cose cambiano: il periodo degli stimoli (un parametro) e l'asincronia (una variabile). In termini di manipolazione sperimentale, sarebbe preferibile avere un controllo separato, indipendente dei valori del parametro e della variabile. Nel presente studio i Ricercatori hanno eseguito esperimenti di tapping con le dita che combinano perturbazioni temporali singole (cambiamento del passo del tempo) e perturbazioni spaziali con effetti temporali (punto di contatto sollevato o abbassato). In questo modo i Ricercatori hanno disaccoppiato il confondimento parametro-e-variabile, eseguendo nuove perturbazioni in cui cambiavano o il parametro o la variabile. I risultati*

mostrano caratteristiche non lineari come l'asimmetria e sono compatibili con un meccanismo comune di correzione dell'errore per tutti i tipi di asincronie. I Ricercatori suggeriscono di prendere in considerazione questo confondimento anche in altre aree della sincronizzazione senso-motoria, come esperimenti di performance musicale e camminata ritmata negli studi di coordinazione della marcia.

Sci Rep 2019 Nov 27;9(1):17700

## Scaling behaviour in music and cortical dynamics interplay to mediate music listening pleasure

Teixeira Borges AF<sup>1</sup>, Irmischer M<sup>1</sup>, Brockmeier T<sup>1</sup>, Smit DJA<sup>2</sup>, Mansvelder HD<sup>1</sup>, Linkenkaer-Hansen K<sup>1</sup>

1 Department of Integrative Neurophysiology, Center for Neurogenomics and Cognitive Research (CNCR), Amsterdam Neuroscience, VU Amsterdam, Amsterdam, 1081 HV, The Netherlands; 2 Psychiatry department, Amsterdam Neuroscience, Academic Medical Center, University of Amsterdam, 1081 HJ, Amsterdam, The Netherlands. [afborges@gmail.com](mailto:afborges@gmail.com)

The pleasure of music listening regulates daily behaviour and promotes rehabilitation in healthcare. Human behaviour emerges from the modulation of spontaneous timely coordinated neuronal networks. Too little is known about the physical properties and neurophysiological underpinnings of music to understand its perception, its health benefit and to deploy personalized or standardized music-therapy. Prior studies revealed how macroscopic neuronal and music patterns scale with frequency according to a  $1/f^a$  relationship, where  $a$  is the scaling exponent. Here, we examine how this hallmark in music and neuronal dynamics relate to pleasure. Using electroencephalography, electrocardiography and behavioural data in healthy subjects, we show that music listening decreases the scaling exponent of neuronal activity and-in temporal areas-this change is linked to pleasure. Default-state scaling exponents of the most pleased individuals were higher and approached those found in music loudness fluctuations. Furthermore, the scaling in selective regions and timescales and the average heart rate were largely proportional to the scaling of the melody. The scaling behaviour of heartbeat and neuronal fluctuations were associated during music listening. Our results point to a  $1/f$  resonance between brain and music and a temporal rescaling of neuronal activity in the temporal cortex as mechanisms underlying music appreciation.

*Il piacere legato all'ascolto della musica regola il comportamento quotidiano e promuove la riabilitazione in ambito sanitario. Il comportamento umano emerge dalla modulazione di reti neurali tempestive e spontanee. Ancora troppo poco si sa delle proprietà fisiche e dei fondamenti neurofisiologici della musica per comprenderne la percezione, i benefici per la salute e implementare così la musicoterapia personale o standardizzata. Studi precedenti hanno rivelato come i pattern macroscopici neuronali e musicali si ridimensionino con la frequenza secondo una relazione  $1/f^a$ , dove 'a' è l'esponente di ridimensionamento. In questo studio, i Ricercatori hanno esaminato come tale segno distintivo nella musica e nelle dinamiche neurali sia collegato al piacere. Utilizzando elettroencefalogramma, elettrocardiogramma e dati comportamentali in soggetti sani, hanno mostrato che l'ascolto della musica riduce l'esponente di ridimensionamento dell'attività neurale, e nelle aree temporali questo cambiamento è legato al piacere. Gli esponenti del ridimensionamento dello stato di base negli individui più soddisfatti erano più alti, e si avvicinavano a quelli trovati nelle fluttuazioni del volume della musica. Inoltre il ridimensionamento in specifiche regioni, le scale temporali e la frequenza cardiaca media erano in gran parte proporzionali al ridimensionamento della melodia. Il comportamento di ridimensionamento del battito cardiaco e le fluttuazioni neurali erano associati durante l'ascolto della musica. Questi risultati indicano una risonanza  $1/f$  tra cervello e musica e un ridimensionamento temporale dell'attività cerebrale nella corteccia temporale, come meccanismi alla base dell'apprezzamento della musica.*

J Exp Psychol Gen 2019 Nov 7

## Feel the bass: music presented to tactile and auditory modalities increases aesthetic appreciation and body movement

## Hove MJ<sup>1</sup>, Martinez SA<sup>1</sup>, Stupacher J<sup>2</sup>

1 Department of Psychological Science, Fitchburg State University, USA; 2 Center for Music in the Brain, Aarhus University, Denmark

Music is both heard and felt-tactile sensation is especially pronounced for bass frequencies. Although bass frequencies have been associated with enhanced bodily movement, time perception, and groove (the musical quality that compels movement), the underlying mechanism remains unclear. In 2 experiments, we presented high-groove music to auditory and tactile senses and examined whether tactile sensation affected body movement and ratings of enjoyment and groove. In Experiment 1, participants ( $N = 22$ ) sat in a parked car and listened to music clips over sound-isolating earphones (auditory-only condition), and over earphones plus a subwoofer that stimulated the body (auditory-tactile condition). Experiment 2 ( $N = 18$ ) also presented music in auditory-only and auditory-tactile conditions, but used a vibrotactile backpack to stimulate the body and included 2 loudness levels. Participants tapped their finger with each clip, rated each clip, and, in Experiment 1, we additionally video recorded spontaneous body movement. Results showed that the auditory-tactile condition yielded more forceful tapping, more spontaneous body movement, and higher ratings of groove and enjoyment. Loudness had a small, but significant, effect on ratings. In sum, findings suggest that bass felt in the body produces a multimodal auditory-tactile percept that promotes movement through the close connection between tactile and motor systems. We discuss links to embodied aesthetics and applications of tactile stimulation to boost rhythmic movement and reduce hearing damage.

*La musica è sia ascoltata che percepita, e la sensazione tattile è più pronunciata per le frequenze dei bassi. Sebbene le frequenze dei bassi siano associate a un aumento del movimento del corpo, della percezione del tempo e del groove (la qualità musicale che obbliga a muoversi), il meccanismo sottostante rimane poco chiaro. In due esperimenti, i Ricercatori hanno presentato musica a elevato groove ai sensi uditivo e tattile, e hanno esaminato se la sensazione tattile influenzasse il movimento del corpo e le valutazioni di piacere e di groove. Nell'esperimento 1 i partecipanti ( $N=22$ ) erano seduti in un'auto parcheggiata e ascoltavano brani musicali con auricolari a isolamento acustico (condizione solo uditiva), e con auricolari insieme a un subwoofer che stimolava il corpo (condizione uditiva-tattile). L'esperimento 2 ( $N=18$ ) presentava anche musica in condizioni solo uditive e uditive-tattili, ma utilizzava uno zaino vibrotattile per stimolare il corpo e includeva due livelli di volume. I partecipanti dovevano fare un tapping ad ogni brano e valutarlo. Nell'esperimento 1, i Ricercatori hanno anche registrato dei video del movimento spontaneo del corpo. I risultati hanno mostrato che la condizione uditiva-tattile produceva un tapping più intenso, un movimento del corpo più spontaneo e valutazioni più alte di groove e divertimento. Il volume ha avuto un piccolo, ma significativo effetto sulle valutazioni. In conclusione, le scoperte suggeriscono che i bassi percepiti nel corpo producano una percezione multimodale uditiva-tattile che promuove il movimento attraverso la stretta connessione tra sistema motorio e tattile. I Ricercatori discutono i collegamenti con l'estetica incarnata e le applicazioni della stimolazione tattile per aumentare il movimento ritmico e ridurre i danni all'udito.*

Neuroimage 2019 Nov 22:116391

## Music enhances structural maturation of emotional processing neural pathways in very preterm infants

### Sa de Almeida J<sup>1</sup>, Lordier L<sup>1</sup>, Zollinger B<sup>2</sup>, Kunz N<sup>3</sup>, Bastiani M<sup>4,5,6</sup>, Gui L<sup>7</sup>, Adam-Darque A<sup>1</sup>, Borradori-Tolsa C<sup>1</sup>, Lazeyras F<sup>7</sup>, Hüppi PS<sup>1</sup>

1 Division of Development and Growth, Department of Woman, Child and Adolescent, University Hospitals of Geneva, Geneva, CH; 2 Department of Psychology of Yale University, New Haven, CT, USA; 3 Center of BioMedical Imaging (CIBM), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, CH; 4 Sir Peter Mansfield Imaging Centre, School of Medicine, University of Nottingham, UK; 5 NIHR Biomedical Research Centre, University of Nottingham, UK; 6 Wellcome Centre for Integrative Neuroimaging (WIN) - Centre for Functional Magnetic Resonance Imaging of the Brain (FMRIB), University of Oxford, UK; 7 Department of Radiology and Medical Informatics, Center of BioMedical Imaging (CIBM), University of Geneva, Geneva, CH. [petra.huppi@hcuge.ch](mailto:petra.huppi@hcuge.ch)

Prematurity disrupts brain maturation by exposing the developing brain to different noxious stimuli present in the neonatal intensive care unit (NICU) and depriving it from meaningful sensory inputs during a critical period of brain development, leading to later neurodevelopmental impairments. Musicotherapy in the NICU environment has been proposed to promote sensory stimulation, relevant for activity-dependent brain plasticity, but its impact on brain structural maturation is unknown. Neuroimaging studies have demonstrated that music listening triggers neural substrates implied in socio-emotional processing and, thus, it might influence networks formed early in development and known to be affected by prematurity. Using multi-modal MRI, we aimed to evaluate the impact of a specially composed music intervention during NICU stay on preterm infant's brain structure maturation. 30 preterm newborns (out of which 15 were exposed to music during NICU stay and 15 without music intervention) and 15 full-term newborns underwent an MRI examination at term-equivalent age, comprising diffusion tensor imaging (DTI), used to evaluate white matter maturation using both region-of-interest and seed-based tractography approaches, as well as a T2-weighted image, used to perform amygdala volumetric analysis. Overall, WM microstructural maturity measured through DTI metrics was reduced in preterm infants receiving the standard-of-care in comparison to full-term newborns, whereas preterm infants exposed to the music intervention demonstrated significantly improved white matter maturation in acoustic radiations, external capsule/clastrum/extreme capsule and uncinate fasciculus, as well as larger amygdala volumes, in comparison to preterm infants with standard-of-care. These results suggest a structural maturational effect of the proposed music intervention on premature infants' auditory and emotional processing neural pathways during a key period of brain development.

*La prematurità interrompe la maturazione del cervello esponendolo a diversi stimoli nocivi presenti nelle unità di terapia intensiva neonatale (NICU) e privando il cervello stesso di input sensoriali significativi durante un periodo critico per il suo sviluppo, determinando quindi conseguenti disturbi dello sviluppo neurologico. La musicoterapia nelle NICU è stata proposta per promuovere la stimolazione sensoriale, importante per la plasticità cerebrale attività-dipendente, ma il suo impatto sulla maturazione strutturale del cervello rimane sconosciuto. Studi di neuroimaging hanno dimostrato che l'ascolto della musica attiva i substrati neurali implicati nell'elaborazione socio-emotiva, pertanto potrebbe influenzare le reti formatesi all'inizio dello sviluppo e note per essere colpite dalla prematurità. Utilizzando la risonanza magnetica multimodale, i Ricercatori avevano lo scopo di valutare l'impatto di un intervento musicale composto appositamente durante la permanenza in terapia intensiva neonatale sulla maturazione strutturale del cervello. 30 neonati prematuri (di cui 15 esposti alla musica durante la degenza in terapia intensiva, e 15 non esposti) e 15 neonati a termine sono stati sottoposti a un esame di risonanza magnetica a età equivalente, comprendente l'imaging del tensore di diffusione (DTI), utilizzato per valutare la maturazione della sostanza bianca, usando approcci di trattografia basati su regione di interesse e su seed, e un'immagine ponderata T2, utilizzata per eseguire l'analisi volumetrica dell'amigdala. Complessivamente la maturità microstrutturale della sostanza bianca misurata attraverso le metriche DTI era ridotta nei neonati prematuri che avevano ricevuto cure standard, rispetto ai neonati a termine, mentre i neonati prematuri esposti alla musica hanno dimostrato un incremento significativo nella maturazione della sostanza bianca nelle radiazioni acustiche, nella capsula esterna/clastrum/capsula estrema e nel fascicolo uncinato, nonché volumi dell'amigdala più grandi, rispetto ai neonati prematuri sottoposti a cure standard. Questi risultati suggeriscono un effetto di maturazione strutturale dell'intervento musicale proposto sulle vie neurali del processamento emotivo e uditivo dei neonati prematuri, durante un periodo chiave dello sviluppo cerebrale.*

### **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) and Boston (2017). The next congress is planned for 2020 in Aarhus, Denmark, in collaboration with the Center for Music in the Brain. 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".*