



n°440 – 20 November 2025

[Brain Cogn](#) 2025 Nov 15:192:106378

Disturbing the sound of silence: Bilateral temporal cortex stimulation and auditory mental imagery

[Rollo B](#), [Malatesta G](#), [D'Anselmo A](#), [Lucafò C](#), [Tommasi L](#)

Department of Psychology - University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara, Chieti, Italy

Auditory imagery depends on temporal-cortical mechanisms that generate and sustain internal sound representations. If these mechanisms are causally involved, externally perturbing temporal cortex should alter the quality of imagery. We tested whether bilateral high-frequency transcranial random noise stimulation (hf-tRNS) over temporal cortex alters the vividness and control of auditory imagery. Forty-nine healthy adults completed two sessions on separate days, receiving Active hf-tRNS in one session and Sham in the other (order counterbalanced). The Bucknell Auditory Imagery Scale (BAIS; Vividness and Control subscales) was administered as two parallel half-forms to avoid item repetition; across the two sessions each participant completed the full BAIS, and the half-form paired with the Active session was counterbalanced across participants. Results showed reduced Control ratings under Active hf-tRNS compared with Sham, while Vividness showed a similar but weaker pattern. The effect was independent of which half was completed during Active hf-tRNS, the day-to-half mapping, the stimulation order, or prior musical training. These findings indicate that bilateral hf-tRNS can transiently disrupt the volitional control of internally generated auditory representations, plausibly by perturbing temporal-cortical dynamics that support auditory imagery.

Le immagini uditive dipendono dai meccanismi corticali temporali che generano e mantengono le rappresentazioni sonore interne. Se questi meccanismi fossero causalmente coinvolti, una perturbazione esterna della corteccia temporale dovrebbe alterare la qualità delle immagini. Gli Autori hanno verificato se la stimolazione transcranica bilaterale con rumore casuale ad alta frequenza (hf-tRNS) sulla corteccia temporale alterasse la vividezza e il controllo delle immagini uditive. Quarantanove adulti sani hanno completato due sessioni in giorni separati, ricevendo hf-tRNS attiva in una sessione e Sham nell'altra (ordine controbilanciato). La Bucknell Auditory Imagery Scale (BAIS; sottoscale Vividness e Control) è stata somministrata come due metà parallele per evitare la ripetizione degli stimoli. Nel corso delle due sessioni, ciascun partecipante ha completato il BAIS completo e la metà del

questionario abbinata alla sessione attiva è stata bilanciata tra i partecipanti. I risultati hanno mostrato una riduzione dei punteggi relativi al controllo nella sessione attiva hf-tRNS rispetto alla sessione Sham, mentre la vividezza ha mostrato un andamento simile ma più debole. L'effetto era indipendente dalla metà completata durante l'hf-tRNS attivo, dalla mappatura fra giorno e metà della BAIS, dall'ordine di stimolazione o dalla precedente formazione musicale. Tali risultati indicano che l'hf-tRNS bilaterale può interrompere temporaneamente il controllo volontario delle rappresentazioni uditive generate internamente, perturbando plausibilmente le dinamiche temporali-corticali che supportano le immagini uditive.

Brain Res 2025 Nov 13:150045

Brain development and musical skills: A longitudinal twin study on brain developmental trajectories and sensorimotor synchronization

van Drunen L^{1,2,3,4}, Schultz BG⁵, Becht AI⁶, Schaefer RS^{3,4,7}, Wierenga LM^{1,3,4}

1 Leiden Consortium of Individual Development (L-CID), 2333 AK Leiden, the Netherlands; 2 Erasmus University Rotterdam, Social and Behavioral Sciences, 3062 PA Rotterdam, the Netherlands; 3 Leiden Institute for Brain and Cognition (LIBC), 2333 AK Leiden, the Netherlands; 4 Institute of Psychology, Leiden University, 2333 AK Leiden, the Netherlands; 5 Maastricht University, Basic and Applied Neurodynamics Laboratory, Psychology & Neuropsychology, Neuropsychology & Psychopharmacology, 6211 LK Maastricht, the Netherlands; 6 Utrecht University, Education and Pedagogy, 3584 CS Utrecht, the Netherlands; 7 Academy for Creative and Performing Arts, Leiden University, 2311 VJ Leiden, the Netherlands. I.van.drunen@fsw.leidenuniv.nl

There are individual differences in brain developmental patterns, yet it is unknown to what extent these may be driven by enriched experiences. Moreover, it is not well known whether enriched experiences may result in attenuated or accelerated brain development. Studying the relation between music performance and the brain using a large longitudinal twin study provides a framework for better understanding the genetic and environmental effects on brain development in childhood. The present region-of-interest study tested whether individual differences in sensorimotor synchronization with an auditorily cued finger tapping task are related to individual differences in developmental brain trajectories and if this relation was genetically or environmentally driven. The present study included a longitudinal twin design with up to 3 MRI waves of data (7-14 years old; $N_{T1} = 418$, $N_{T2} = 367$, $N_{T3} = 228$). In line with our preregistered hypotheses, results showed that attenuated patterns of brain development in 27 % of motor and affective ROIs were associated with SMS performance independent of socio-economic status effects. Furthermore, brain-behavior associations were at least partly driven by shared and unique environmental/measurement error effects, in addition to genetic influences. Possibly, attenuated brain development may be indicative of prolonged brain plasticity related to enriched environmental experiences, such as musical training, in addition to predisposing genetic factors.

Esistono differenze individuali nei modelli di sviluppo cerebrale, ma non è noto in che misura queste possano essere influenzate da esperienze arricchite. Inoltre, non è chiaro se esperienze arricchite possano portare a un rallentamento o a un'accelerazione dello sviluppo cerebrale. Lo studio della relazione tra l'esecuzione musicale e il cervello, utilizzando un ampio studio longitudinale sui gemelli, fornisce un quadro di riferimento per comprendere meglio gli effetti genetici e ambientali sullo sviluppo cerebrale durante l'infanzia. Questo studio voleva verificare se le differenze individuali nella sincronizzazione sensomotoria con un compito di tapping con stimolo uditivo fossero correlate alle differenze individuali nelle traiettorie di sviluppo cerebrale, e se questa relazione fosse determinata da fattori genetici o ambientali. Lo studio ha incluso un disegno longitudinale sui gemelli con un massimo di 3 serie di dati MRI (7-14 anni; $N_{T1} = 418$, $N_{T2} = 367$, $N_{T3} = 228$). In linea con le ipotesi degli Autori pre-registrate, i risultati hanno mostrato che i modelli attenuati di sviluppo cerebrale nel 27% delle ROI (regioni di interesse) motorie e affettive erano associati alle prestazioni di sincronizzazione sensomotoria (SMS) indipendentemente dagli effetti dello status socio-economico. Inoltre, le associazioni cervello-comportamento erano almeno in parte determinate da effetti ambientali/di errore di misurazione condivisi e unici, oltre che da influenze genetiche. È possibile che lo sviluppo cerebrale

attenuato sia indicativo di una plasticità cerebrale prolungata correlata a esperienze ambientali arricchite, come la formazione musicale, oltre che a fattori di predisposizione genetica.

Cognition 2025 Nov 14:268:106345

Abstract representations underlie rhythm perception and production: Evidence from a probabilistic model of temporal structure

Bouwer FL^{1,2,3}, Damsma A^{2,4,5}, Kaplan TM⁶, Sarvestani MG³, Pearce MT^{6,7}

1 Cognitive Psychology Unit, Institute of Psychology & Leiden Institute for Brain and Cognition, Leiden University, the Netherlands; 2 Amsterdam Brain and Cognition, University of Amsterdam, the Netherlands; 3 Department of Psychology, University of Amsterdam, the Netherlands; 4 Music Cognition Group, Institute for Logic, Language and Computation, University of Amsterdam, The Netherlands; 5 Conservatorium van Amsterdam, Amsterdam University of the Arts, the Netherlands; 6 School of Electronic Engineering and Computer Science, Queen Mary University of London, UK; 7 Department of Clinical Medicine, Aarhus University, Denmark. f.l.bouwer@fsw.leidenuniv.nl

Rhythm, such as in music, contains structure in the form of rhythmic patterns: the more or less predictable successions of longer and shorter intervals (i.e., the "morse code" of the rhythm). Listeners can use rhythmic patterns to predict the timing of sounds and guide their perception and action. It is still unclear how rhythmic patterns are represented in the human mind. Here, we used a probabilistic model of auditory expectations to simulate the perception and production of rhythmic patterns. We modelled expectations in rhythmic sequences at three different levels of abstraction: as the predictability of absolute inter-onset intervals (IOI), ratios between successive intervals (ratio), and the direction of change of successive intervals (contour). Subsequently, we selected rhythms that varied maximally in their modelled predictability across the three levels of abstraction for three behavioral tasks: a target detection task in which the rhythm was not task-relevant (implicit task), a complexity rating task (explicit task), and a tapping task (motor task). We found that both ratio and contour affected behavioral responses across all tasks, with the largest effects in the explicit rating task. IOI only affected responses for the explicit and motor tasks, where the rhythm was task-relevant, and to a greater extent when an imprecise, categorical representation of IOI was assumed. These findings suggest that humans rely mostly on imprecise representations of rhythmic patterns, but may flexibly adapt their representation based on task demands.

Il ritmo, come nella musica, contiene una struttura sotto forma di schemi ritmici: successioni più o meno prevedibili di intervalli più lunghi e più brevi (cioè il "codice Morse" del ritmo). Gli ascoltatori possono utilizzare i modelli ritmici per prevedere la tempistica dei suoni e guidare la loro percezione e azione. Non è ancora chiaro come i modelli ritmici siano rappresentati nella mente umana. In questo studio gli Autori utilizzano un modello probabilistico delle aspettative uditive per simulare la percezione e la produzione di modelli ritmici. Gli Autori hanno modellato le aspettative nelle sequenze ritmiche a tre diversi livelli di astrazione: prevedibilità degli intervalli assoluti tra gli inizi (IOI), rapporti tra intervalli successivi (rapporto) e direzione del cambiamento degli intervalli successivi (contorno). Successivamente, hanno selezionato ritmi che variavano al massimo nella loro prevedibilità modellata attraverso i tre livelli di astrazione per tre compiti comportamentali: un compito di rilevamento di un bersaglio in cui il ritmo non era rilevante per il compito (compito implicito), un compito di valutazione della complessità (compito esplicito) e un compito di tapping (compito motorio). Gli Autori evidenziano che sia il rapporto che il contorno influenzavano le risposte comportamentali in tutti i compiti, con gli effetti maggiori nel compito di valutazione esplicita. L'IOI influenzava solo le risposte per i compiti espliciti e motori, in cui il ritmo era rilevante per il compito, e in misura maggiore quando si ipotizzava una rappresentazione imprecisa e categorica dell'IOI. Questi risultati suggeriscono che gli esseri umani si basano principalmente su rappresentazioni imprecise dei modelli ritmici, ma possono adattare in modo flessibile la loro rappresentazione in base alle esigenze del compito.

Unpacking musical beauty: Sound, emotion, and impact differences across expertise and personality

Arthurs Y^{1,2}, Merlini E^{1,3}, Omigie D¹

1 Department of Psychology, Goldsmiths, University of London, London, UK; 2 Department of Psychology, Waseda University, Tokyo, Japan; 3 School of Psychology, Cardiff University, Cardiff, UK

Beauty is an aesthetic quality that many composers and performers strive to attain and that most listeners value highly in music. Yet, what listeners hear and feel when they find music beautiful, the impact this experience has on them, and wherein lie any potential individual differences remain unclear. To address these gaps, an online questionnaire was administered to 81 adults. They described their experience of listening to three self-selected "beautiful pieces of music" alongside three pieces they listened to a lot but did not consider beautiful; focusing on each piece's sonic features, emotions induced, and any impact engaging with the pieces had had on them. Respondents' personality traits and level of musical training were also collected to explore if these contributed significantly to variability in the data. Thematic analysis of text responses showed that participants consider intrinsic features of the music (mellow timbre, pleasing melodies and harmonies, slow tempo), cognitive factors (degree of change, complexity levels, and repetition), and aesthetic criteria (emotional effects, presence of a message, expressivity) when judging the beauty of a piece. It also showed that, beyond being calming and evoking pleasant sadness, pieces perceived as beautiful tend to move, transport and emotionally resonate with the listener, inspiring musical activities, and providing strong emotional support. Exploratory, quantitative analyses revealed that amateur musicians and open individuals reported a wider range of contributing musical features, while both amateur and professional musicians, along with conscientious individuals, reported a broader range of musical beauty's influence on their musical activities. Our study suggests that musical beauty is a multifaceted phenomenon that has profound emotional impact on most individuals, while also displaying notable sensitivity to listeners' personality and musical background. In doing so, our study contributes to a more comprehensive account of what it means to experience beauty in music.

La bellezza è una qualità estetica che molti compositori e interpreti cercano di raggiungere e che la maggior parte degli ascoltatori apprezza molto nella musica. Tuttavia, ciò che gli ascoltatori sentono e provano quando trovano bella una musica, l'impatto che questa esperienza ha su di loro e dove risiedano le potenziali differenze individuali rimangono poco chiari. Per colmare queste lacune, è stato somministrato un questionario online a 81 adulti. I partecipanti hanno descritto la loro esperienza di ascolto di tre "belle composizioni musicali" da loro selezionate, insieme a tre brani che ascoltavano spesso ma che non consideravano belli, concentrandosi sulle caratteristiche sonore di ciascun brano, sulle emozioni suscitate e sull'impatto che l'ascolto dei brani aveva avuto su di loro. Sono stati raccolti anche i tratti della personalità dei partecipanti e il loro livello di formazione musicale per verificare se questi fattori contribuivano in modo significativo alla variabilità dei dati. L'analisi tematica delle risposte testuali ha mostrato che i partecipanti considerano le caratteristiche intrinseche della musica (timbro morbido, melodie e armonie piacevoli, tempo lento), i fattori cognitivi (grado di cambiamento, livelli di complessità e ripetizione) e i criteri estetici (effetti emotivi, presenza di un messaggio, espressività) nel giudicare la bellezza di un brano. Ha inoltre dimostrato che, oltre a essere rilassanti ed evocare una piacevole malinconia, i brani percepiti come belli tendono a commuovere, trasportare ed entrare in risonanza emotiva con l'ascoltatore, ispirando attività musicali e fornendo un forte sostegno emotivo. Analisi quantitative esplorative hanno rivelato che i musicisti dilettanti e le persone aperte hanno segnalato una gamma più ampia di caratteristiche musicali che contribuiscono alla bellezza, mentre sia i musicisti dilettanti che quelli professionisti, insieme alle persone coscienti, hanno segnalato una gamma più ampia di influenze della bellezza musicale sulle loro attività musicali. Questo studio suggerisce che la bellezza musicale sia un fenomeno multiforme che ha un profondo impatto emotivo sulla maggior parte delle persone, mostrando al contempo una notevole sensibilità alla personalità e al background musicale degli ascoltatori. In questo modo, lo studio contribuisce a una descrizione più completa di cosa significhi sperimentare la bellezza nella musica.

The Pierfranco and Luisa Mariani Foundation ETS

The Mariani Foundation for paediatric neurology, based in Milan (Italy), provides training and supports care and research in the field. Furthermore, it has become a reference organisation for the global scientific community on projects about the neurosciences and music, fostering the dialogue between scientists, educators and performers, especially aimed at enhancing children's harmonious development and wellbeing.

These activities and the series of international conferences "The Neurosciences and Music" are carried out by the Foundation in partnership with the most prestigious scientific and academic institutions in the "Neuromusic" area, while the publishing activity is carried out mainly in collaboration with the New York Academy of Sciences (NYAS), under the aegis of which the Foundation entered this sector since the year 2000.

Another aim of the Mariani Foundation is raising the awareness of scientific progress in this rapidly evolving area. Through its Neuromusic Facebook page and the newsletters "Neuromusic News" and "Neuromus.it News" (the latter by the growing Italian Network neuromus.it), the Foundation helps disseminate the results of research and promotes relevant initiatives.

Thanks to its acknowledged experience, the Foundation is also invited to participate in multiple events in Italy and abroad, and to join interdisciplinary networks focused on the social and educational impact of music during childhood and its benefits for children with special needs.

"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, Maria Majno and Barbara Bernardini

Editorial coordinator: Renata Brizzi

For further information: neuromusic@fondazione-mariani.org