



n° 211 – 19 November 2015

[PLoS One](#) 2015 Nov 4;10(11):e0141069

Music and language syntax interact in Broca's Area: an fMRI study

[Kunert R](#)^{1,2}, [Willems RM](#)^{1,2}, [Casasanto D](#)³, [Patel AD](#)⁴, [Hagoort P](#)^{1,2}

1 Max Planck Institute for Psycholinguistics, Nijmegen, The Netherlands; 2 Radboud University Nijmegen, Donders Institute for Brain, Cognition and Behavior, Nijmegen, The Netherlands; 3 Psychology Department, University of Chicago, Chicago, Illinois, USA; 4 Tufts University, Medford, Massachusetts, USA

Instrumental music and language are both syntactic systems, employing complex, hierarchically-structured sequences built using implicit structural norms. This organization allows listeners to understand the role of individual words or tones in the context of an unfolding sentence or melody. Previous studies suggest that the brain mechanisms of syntactic processing may be partly shared between music and language. However, functional neuroimaging evidence for anatomical overlap of brain activity involved in linguistic and musical syntactic processing has been lacking. In the present study we used functional magnetic resonance imaging (fMRI) in conjunction with an interference paradigm based on sung sentences. We show that the processing demands of musical syntax (harmony) and language syntax interact in Broca's area in the left inferior frontal gyrus (without leading to music and language main effects). A language main effect in Broca's area only emerged in the complex music harmony condition, suggesting that (with our stimuli and tasks) a language effect only becomes visible under conditions of increased demands on shared neural resources. In contrast to previous studies, our design allows us to rule out that the observed neural interaction is due to: (1) general attention mechanisms, as a psychoacoustic auditory anomaly behaved unlike the harmonic manipulation, (2) error processing, as the language and the music stimuli contained no structural errors. The current results thus suggest that two different cognitive domains-music and language-might draw on the same high level syntactic integration resources in Broca's area.

La musica strumentale e il linguaggio sono entrambi sistemi sintattici che impiegano sequenze complesse e organizzate gerarchicamente costruite, utilizzando implicite norme strutturali. Questa organizzazione consente agli ascoltatori di comprendere il ruolo delle parole individuali o dei toni nel contesto di una melodia o di una frase. Studi precedenti suggeriscono che i meccanismi cerebrali dell'elaborazione sintattica possano essere in parte condivisi tra musica e linguaggio. Tuttavia, mancano studi di imaging funzionale che documentino una sovrapposizione anatomica dell'attività

cerebrale coinvolta nell'elaborazione della musica e del linguaggio. In questo studio, gli Autori usano la fMRI insieme a un paradigma di interferenza basata sulle frasi cantate. Gli Autori mostrano che la richiesta di elaborazione della sintassi musicale (armonia) e quella del linguaggio interagiscono nell'area di Broca nel giro frontale inferiore (senza produrre i principali effetti della musica e del linguaggio). Un effetto principale del linguaggio nell'area di Broca è emerso solo nella condizione di armonia musicale complessa, evidenziando che (con gli stimoli e compiti usati in questo studio), l'effetto del linguaggio diventa visibile solo in condizioni di aumento della domanda di risorse neurali condivise. A differenza degli studi precedenti, questa ricerca permette agli Autori di escludere che l'interazione osservata sia il frutto di meccanismi generali di attenzione, dato che una manipolazione psicoacustica non aveva lo stesso effetto o di elaborazione dell'errore, dato che né linguaggio né stimolo musicale contenevano errori strutturali. I risultati attuali suggeriscono quindi che due domini cognitivi diversi, linguaggio e musica, possono sfruttare le stesse risorse di integrazione ad alto livello dell'area del Broca.

Brain Cogn 2015 Nov 3;101:1-11

Music-induced emotions can be predicted from a combination of brain activity and acoustic features

Daly I¹, Williams D², Hallowell J¹, Hwang F¹, Kirke A², Malik A¹, Weaver J¹, Miranda E², Nasuto SJ¹

1 Brain Embodiment Lab, School of Systems Engineering, University of Reading, UK; 2 Interdisciplinary Centre for Music Research, University of Plymouth, UK

i.daly@reading.ac.uk

It is widely acknowledged that music can communicate and induce a wide range of emotions in the listener. However, music is a highly-complex audio signal composed of a wide range of complex time- and frequency-varying components. Additionally, music-induced emotions are known to differ greatly between listeners. Therefore, it is not immediately clear what emotions will be induced in a given individual by a piece of music. We attempt to predict the music-induced emotional response in a listener by measuring the activity in the listeners electroencephalogram (EEG). We combine these measures with acoustic descriptors of the music, an approach that allows us to consider music as a complex set of time-varying acoustic features, independently of any specific music theory. Regression models are found which allow us to predict the music-induced emotions of our participants with a correlation between the actual and predicted responses of up to $r=0.234, p<0.001$. This regression fit suggests that over 20% of the variance of the participant's music induced emotions can be predicted by their neural activity and the properties of the music. Given the large amount of noise, non-stationarity, and non-linearity in both EEG and music, this is an encouraging result. Additionally, the combination of measures of brain activity and acoustic features describing the music played to our participants allows us to predict music-induced emotions with significantly higher accuracies than either feature type alone ($p<0.01$).

È una nozione condivisa che la musica possa comunicare e indurre un ampio raggio di emozioni nell'ascoltatore. Ma la musica è un segnale audio altamente complesso con una vasta gamma di componenti variabili in tempo e frequenza. Inoltre, le emozioni indotte dalla musica sono tipicamente molto diverse a seconda dell'ascoltatore. Per questo, non è immediatamente chiaro quali emozioni saranno indotte in un certo individuo da un pezzo musicale. Gli Autori tentano di prevedere la risposta emotiva nell'ascoltatore misurando l'attività dell'elettroencefalogramma (EEG). Combinano queste misure con i descrittori acustici della musica, un approccio che permette loro di considerare la musica come un complesso insieme di caratteristiche acustiche variabili nel tempo, indipendentemente da una specifica teoria musicale. Sono stati elaborati modelli di regressione che consentono di predire le emozioni indotte dalla musica con una correlazione tra le risposte effettive e previste pari a $r=0.234, p<0.001$. Tale risultato di regressione suggerisce che oltre il 20% della varianza delle emozioni indotte dalla musica nei partecipanti può essere prevista dalla loro attività neurale e dalle proprietà della musica. Dato il notevole rumore di fondo, la non stazionarietà e la non linearità tipica sia dell'EEG che della musica, si può parlare di un risultato incoraggiante. La combinazione delle misure di attività cerebrale e delle caratteristiche acustiche che descrivono la musica fatta ascoltare ai partecipanti dello studio ha poi consentito di prevedere le emozioni indotte con un'accuratezza significativamente maggiore rispetto alle caratteristiche acustiche o cerebrali da sole ($p<0.01$).

Neuroscience 2015 Nov 6 pii: S0306-4522(15)00989-6

Event-related brain responses while listening to entire pieces of music

Poikonen H¹, Alluri V², Brattico E^{1,3}, Lartillot O⁴, Tervaniemi M^{1,5}, Huotilainen M^{1,5,6}

1 Cognitive Brain Research Unit, Cognitive Science, Institute of Behavioural Sciences, University of Helsinki, P.O. Box 9 (Siltavuorenpenger 1 B), FI-00014 University of Helsinki, Finland; 2 Department of Music, University of Jyväskylä, P.O. Box 35, 40014 University of Jyväskylä, Finland; 3 Center for Music in the Brain (MIB), Department of Clinical Medicine, Aarhus University, Nørrebrogade 44, DK-8000 Aarhus C, Denmark; 4 Department of Architecture, Design and Media Technology, University of Aalborg, Rendsburggade 14, DK-9000 Aalborg, Denmark; 5 Cicero Learning, P.O. Box 9 (Siltavuorenpenger 5 A), FI-00014 University of Helsinki, Finland; 6 Finnish Institute of Occupational Health, Haartmaninkatu 1 A, 00250 Helsinki, Finland. hanna.poikonen@helsinki.fi; vinoo.alluri@campus.jyu.fi; elvira.brattico@helsinki.fi; olartillot@gmail.com; mari.tervaniemi@helsinki.fi; minna.huotilainen@helsinki.fi

Brain responses to discrete short sounds have been studied intensively using the event-related potential (ERP) method, in which the electroencephalogram (EEG) signal is divided into epochs time-locked to stimuli of interest. Here we introduce and apply novel technique which enables one to isolate ERPs elicited by continuous music. The ERPs were recorded during listening to a Tango Nuevo piece, a deep techno track and an acoustic lullaby. Acoustic features related to timbre, harmony, and dynamics of the audio signal were computationally extracted from the musical pieces. N100 and P200 ERP responses to peak changes in the acoustic features were distinguishable and were often largest for Tango Nuevo. In addition to large changes in these musical features, long phases of low values that precede a rapid increase - and that we will call Preceding Low-Feature Phases - followed by a rapid increase enhanced the amplitudes of N100 and P200 responses. These ERP responses resembled those to simpler sounds, making it possible to utilize the tradition of ERP research with naturalistic paradigms.

Le risposte cerebrali a brevi suoni discreti sono state studiate estensivamente usando i potenziali evocati evento-correlati (ERP), in cui il segnale dell'elettroencefalogramma viene diviso in intervalli (epoche) correlate temporalmente allo stimolo di interesse. In questo studio gli Autori introducono e applicano una nuova tecnica che permette di isolare gli ERP elicitati dalla musica continua. Gli ERP sono stati registrati durante l'ascolto di un pezzo di Tango Nuevo, una traccia tecno e una ninnananna acustica. Le caratteristiche acustiche relative al timbro, all'armonia e alle dinamiche del segnale audio sono state estratte dai pezzi musicali tramite analisi computerizzata. I picchi di risposta ERP a N100 e P200 alle caratteristiche acustiche erano distinguibili ed erano spesso più ampi per Tango Nuevo. In aggiunta ai grandi cambiamenti in queste caratteristiche musicali, fasi lunghe di valori bassi che precedono un rapido incremento, seguito da un aumento rapido, aumentavano l'ampiezza delle risposte N100 e P200. Queste risposte ERP somigliavano a quelle dei suoni più semplici, rendendo possibile utilizzare la tradizione degli ERP con un paradigma naturalistico.

PLoS One 2015 Oct 27;10(10):e0141449

Group music training and children's prosocial skills

Schellenberg EG, Corrigan KA, Dys SP, Malti T

Department of Psychology, University of Toronto Mississauga, Mississauga, ON, Canada

We investigated if group music training in childhood is associated with prosocial skills. Children in 3rd or 4th grade who attended 10 months of music lessons taught in groups were compared to a control group of children matched for socio-economic status. All children were administered tests of prosocial skills near the beginning and end of the 10-month period. Compared to the control group, children in the music group had larger increases in sympathy and prosocial behavior, but this effect was limited to

children who had poor prosocial skills before the lessons began. The effect was evident even when the lessons were compulsory, which minimized the role of self-selection. The results suggest that group music training facilitates the development of prosocial skills.

Gli Autori indagano se una formazione musicale di gruppo nell'infanzia possa essere associata con lo sviluppo di comportamenti prosociali. Bambini di terza o quarta della scuola primaria sono stati chiamati a frequentare lezioni di musica per 10 mesi, in gruppo. Gli effetti sono stati confrontati con un gruppo di età simile comparabile per status socio-economico. Tutti i bambini hanno preso parte a test di comportamento prosociale all'inizio e alla fine del periodo di 10 mesi. Rispetto al gruppo di controllo, i bambini del gruppo musicale hanno mostrato un maggiore aumento dell'empatia e del comportamento prosociale, ma questo effetto era limitato ai bambini che aveva già abilità prosociali prima dell'inizio dell'esperimento. L'effetto è stato evidente anche quando le lezioni erano obbligatorie, il che minimizzava l'effetto dell'autoselezione. I risultati suggeriscono che l'istruzione musicale di gruppo faciliti lo sviluppo di competenze prosociali.

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 Neurologic Institute "Carlo Besta" in Milan. In addition to its services, the Foundation aims, through its continuing medical education courses and its publishing program, to transmit the latest discoveries in the field of paediatric neurology so that they can be applied most effectively in treating or mitigating a large number of pediatric neurologic disorders.

In 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. The positive results of this commitment have been exemplified in "The Neurosciences and Music" conferences, held in Venice (2002), Leipzig (2005), Montreal (2008), and Edinburgh (2011). The last congress was held in the spring 2014 in Dijon (France), in partnership with the Université de Bourgogne and its LEAD-Laboratoire d'Etude de l'Apprentissage et du Développement, a cognitive psychology lab whose research activity focuses on changes in information processing mechanisms during development. All these meetings have led to the publication of major volumes in the Annals of the New York Academy of Sciences. By providing the most recent information in these rapidly advancing neurologic fields, the Mariani Foundation intends to be a reliable and informative source for specialists and journalists in this new area of the neurosciences.

"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

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 and log in with your Username and Password, then access "My personal details" page and deselect the option "I agree to receive Neuromusic News".