



n° 204 – 16 July 2015

[Proc Natl Acad Sci USA](#) 2015 Jun 29. pii: 201414495

## **Statistical universals reveal the structures and functions of human music**

**Savage PE<sup>1</sup>, Brown S<sup>2</sup>, Sakai E<sup>1</sup>, Currie TE<sup>3</sup>**

1 Department of Musicology, Tokyo University of the Arts, 110-8714 Tokyo, Japan; 2 Department of Psychology, Neuroscience & Behaviour, McMaster University, Hamilton, ON, Canada L8S 4K1; 3 Centre for Ecology & Conservation, College of Life & Environmental Sciences, University of Exeter, Penryn Campus, Cornwall TR10 9FE, UK  
[patsavagenz@gmail.com](mailto:patsavagenz@gmail.com)

Music has been called "the universal language of mankind." Although contemporary theories of music evolution often invoke various musical universals, the existence of such universals has been disputed for decades and has never been empirically demonstrated. Here we combine a music-classification scheme with statistical analyses, including phylogenetic comparative methods, to examine a well-sampled global set of 304 music recordings. Our analyses reveal no absolute universals but strong support for many statistical universals that are consistent across all nine geographic regions sampled. These universals include 18 musical features that are common individually as well as a network of 10 features that are commonly associated with one another. They span not only features related to pitch and rhythm that are often cited as putative universals but also rarely cited domains including performance style and social context. These cross-cultural structural regularities of human music may relate to roles in facilitating group coordination and cohesion, as exemplified by the universal tendency to sing, play percussion instruments, and dance to simple, repetitive music in groups. Our findings highlight the need for scientists studying music evolution to expand the range of musical cultures and musical features under consideration. The statistical universals we identified represent important candidates for future investigation.

*La musica è stata definita il linguaggio universale degli uomini. Sebbene le teorie contemporanee sull'evoluzione della musica invocano spesso vari universali, l'esistenza di tali universali è stata messa in dubbio e non è mai stata dimostrata empiricamente. In questo studio gli Autori combinano uno schema di classificazione della musica con l'analisi statistica, includendo metodi filogenetici comparativi per esaminare una banca dati di 304 registrazioni musicali. L'analisi degli Autori non rivela universali assoluti, ma depone a favore dell'esistenza di molti universali statistici consistenti in tutte le*

nove regioni geografiche analizzate. Questi universali includono 18 caratteristiche musicali che sono comuni individualmente e una rete di 10 caratteristiche che sono comunemente associate l'una all'altra. Queste ultime spaziano dall'associazione tra altezza e ritmo, che è spesso stata citata come universale possibile, a domini raramente presi in considerazione come lo stile di performance e il contesto sociale. Tali regolarità strutturali cross-culturali della musica umana possono aver favorito la coordinazione e la coesione dei gruppi, come esemplificato dalla tendenza comune a cantare, suonare strumenti di percussione e danzare in gruppo al suono di semplici ritmi ripetitivi. I risultati mettono in risalto la necessità per gli scienziati che studiano l'evoluzione della musica di espandere il range delle culture musicali e delle caratteristiche musicali prese in considerazione. Gli universali statistici qui presentati rappresentano un punto di partenza per studi ulteriori.

Sci Rep 2015 Jun 26;5:11628

## Musical training, individual differences and the cocktail party problem

Swaminathan J<sup>1</sup>, Mason CR<sup>1</sup>, Streeter TM<sup>1</sup>, Best V<sup>1</sup>, Kidd G Jr<sup>1</sup>, Patel AD<sup>2</sup>

1 Department of Speech, Language and Hearing Sciences, Boston University, Boston, MA, USA; 2 Department of Psychology, Tufts University, Medford, MA, USA

Are musicians better able to understand speech in noise than non-musicians? Recent findings have produced contradictory results. Here we addressed this question by asking musicians and non-musicians to understand target sentences masked by other sentences presented from different spatial locations, the classical 'cocktail party problem' in speech science. We found that musicians obtained a substantial benefit in this situation, with thresholds ~6 dB better than non-musicians. Large individual differences in performance were noted particularly for the non-musically trained group. Furthermore, in different conditions we manipulated the spatial location and intelligibility of the masking sentences, thus changing the amount of 'informational masking' (IM) while keeping the amount of 'energetic masking' (EM) relatively constant. When the maskers were unintelligible and spatially separated from the target (low in IM), musicians and non-musicians performed comparably. These results suggest that the characteristics of speech maskers and the amount of IM can influence the magnitude of the differences found between musicians and non-musicians in multiple-talker "cocktail party" environments. Furthermore, considering the task in terms of the EM-IM distinction provides a conceptual framework for future behavioral and neuroscientific studies which explore the underlying sensory and cognitive mechanisms contributing to enhanced "speech-in-noise" perception by musicians.

*I musicisti sono veramente più bravi a riconoscere il linguaggio nel rumore rispetto ai non musicisti? Studi recenti hanno proposto risultati contrastanti. In questa ricerca la questione è stata affrontata chiedendo a musicisti e non musicisti di comprendere frasi specifiche mascherate con altre frasi provenienti da diverse fonti in posizioni differenti, il cosiddetto problema del "cocktail party" nella scienza del linguaggio. Gli Autori hanno trovato che i musicisti ottenevano un beneficio sostanziale in questa situazione, con una soglia di 6 decibel migliore rispetto ai non musicisti. Grandi differenze individuali nella performance sono state notate in particolare negli individui senza istruzione musicale. Inoltre, in condizioni diverse, gli Autori hanno manipolato la provenienza spaziale e l'intelligibilità delle frasi usate per mascherare la frase principale, cambiando così la quantità di mascheramento informativo (IM) e mantenendo il livello dell'energia di mascheramento (EM) relativamente costante. Quando i mascheramenti non erano comprensibili ed erano spazialmente separati dal target (IM basso), i musicisti e i non musicisti avevano una performance comparabile. Questi risultati suggeriscono che le caratteristiche di mascheramento e il livello di IM possono influenzare il livello a cui si manifestano le differenze tra i musicisti e i non musicisti nel "cocktail party", dove molte persone parlano contemporaneamente. Inoltre, il fatto di considerare il compito assegnato in termini di distinzione EM-IM fornisce una cornice concettuale per studi futuri comportamentali e neuroscientifici che esplorino i meccanismi sensoriali e cognitivi sottostanti, contribuendo ad aumentare la percezione distinta del linguaggio nel rumore di fondo da parte dei musicisti.*

Cereb Cortex 2015 Jun 23

## Brain network reconfiguration and perceptual decoupling during an absorptive state of consciousness

Hove MJ<sup>1,2</sup>, Stelzer J<sup>1,3</sup>, Nierhaus T<sup>1,4</sup>, Thiel SD<sup>1</sup>, Gundlach C<sup>1</sup>, Margulies DS<sup>1</sup>, Van Dijk KR<sup>5</sup>, Turner R<sup>1</sup>, Keller PE<sup>1,6</sup>, Merker B<sup>7</sup>

1 Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences, Leipzig, Germany; 2 Harvard Medical School, Massachusetts General Hospital, Boston, MA, USA; 3 Max Planck Institute for Biological Cybernetics, Tübingen, Germany; 4 Neurocomputation and Neuroimaging Unit, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany; 5 Harvard University, Cambridge, MA, USA; 6 The MARCS Institute, University of Western Sydney, Australia; 7 Kristianstad, Sweden

Trance is an absorptive state of consciousness characterized by narrowed awareness of external surroundings and has long been used - for example, by shamans - to gain insight. Shamans across cultures often induce trance by listening to rhythmic drumming. Using functional magnetic resonance imaging (fMRI), we examined the brain-network configuration associated with trance. Experienced shamanic practitioners (n = 15) listened to rhythmic drumming, and either entered a trance state or remained in a nontrance state during 8-min scans. We analyzed changes in network connectivity. Trance was associated with higher eigenvector centrality (i.e., stronger hubs) in 3 regions: posterior cingulate cortex (PCC), dorsal anterior cingulate cortex (dACC), and left insula/operculum. Seed-based analysis revealed increased coactivation of the PCC (a default network hub involved in internally oriented cognitive states) with the dACC and insula (control-network regions involved in maintaining relevant neural streams). This coactivation suggests that an internally oriented neural stream was amplified by the modulatory control network. Additionally, during trance, seeds within the auditory pathway were less connected, possibly indicating perceptual decoupling and suppression of the repetitive auditory stimuli. In sum, trance involved coactive default and control networks, and decoupled sensory processing. This network reconfiguration may promote an extended internal train of thought wherein integration and insight can occur.

*La trance è uno stato di completo assorbimento della coscienza caratterizzato da una ristretta consapevolezza degli eventi esterni e, ad esempio, è stata a lungo utilizzata dagli sciamani per produrre un insight (presa di coscienza). Spesso nelle varie culture gli sciamani inducono la trance ascoltando le percussioni ritmiche. Usando la fMRI gli Autori hanno esplorato le configurazioni neurologiche associate con la trance. Quindici shamani esperti dovevano ascoltare percussioni ritmiche ed entrare in uno stato di trance durante gli 8 minuti dello scan cerebrale, oppure rimanere in uno stato di non trance. Gli Autori hanno analizzato i cambiamenti nella connettività neuronale. La trance era associata con una maggiore centralità degli autovettori in 3 regioni (cioè nodi più forti nelle reti neurali): la corteccia cingolata posteriore (PCC), la corteccia cingolata dorsale anteriore (dACC) e l'insula sinistra/opercolo. L'analisi rivela una maggiore coattivazione della PCC (un nodo neurale classicamente attivato negli stati cognitivi rivolti verso sé stessi), con il dACC e l'insula (regioni coinvolte nel mantenimento dei flussi neurali rilevanti). Questa coattivazione suggerisce che un flusso neurale orientato internamente è amplificato dal network modulatorio di controllo. Inoltre, durante la trance, i nodi all'interno del circuito uditivo erano meno connessi, indicando possibilmente un disaccoppiamento informativo e la soppressione dello stimolo uditivo ripetitivo. In sostanza, la trance coinvolge network classici e di controllo, e un disaccoppiamento dell'elaborazione sensoriale. La riconfigurazione del network può promuovere una serie di pensieri estesa in cui avviene l'integrazione e l'insight.*

J Comp Psychol 2015 Jul 6

## Spontaneous tempo and rhythmic entrainment in a bonobo (Pan Paniscus)

Large EW, Gray PM

Departments of Psychology and Physics, University of Connecticut, 406 Babbidge Road, Unit 1020, Storrs, Connecticut 06269-1020, USA. [edward.large@uconn.edu](mailto:edward.large@uconn.edu)

The emergence of speech and music in the human species represent major evolutionary transitions that enabled the use of complex, temporally structured acoustic signals to coordinate social interaction. While the fundamental capacity for temporal coordination with complex acoustic signals has been shown in a few distantly related species, the extent to which nonhuman primates exhibit sensitivity to auditory rhythms remains controversial. In Experiment 1, we assessed spontaneous motor tempo and tempo matching in a bonobo (*Pan Paniscus*), in the context of a social drumming interaction. In Experiment 2, the bonobo spontaneously entrained and synchronized her drum strikes within a range around her spontaneous motor tempo. Our results are consistent with the hypothesis that the evolution of acoustic communication builds upon fundamental neurodynamic mechanisms that can be found in a wide range of species, and are recruited for social interactions.

*La comparsa del linguaggio e della musica nella specie umana rappresenta una delle transizioni dell'evoluzione, che ha consentito l'uso di segnali acustici complessi e strutturati temporalmente per coordinare l'interazione sociale. Mentre la capacità fondamentale per la coordinazione temporale con i segnali acustici complessi è stata dimostrata in alcune specie vagamente imparentate dal punto di vista evolutivo, rimane controverso il livello in cui i primati non umani mostrano sensibilità verso i ritmi uditivi. Nell'esperimento 1, gli Autori hanno valutato il tempo motorio spontaneo e la capacità di sincronizzarsi al suono delle percussioni nel bonobo (*Pan Paniscus*), in un contesto di interazione sociale. Nell'esperimento 2, il bonobo suonava e sincronizzava le sue percussioni in un range vicino al suo tempo motorio spontaneo. I risultati sono coerenti con l'ipotesi che l'evoluzione della comunicazione acustica sia stata costruita su meccanismi neurodinamici fondamentali che possono essere ritrovati in un vasto numero di specie, e vengono reclutati per l'interazione sociale.*

#### **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](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".*