



n° 369 – 03 November 2022

[Nat Hum Behav 2022 Sep;6\(9\):1292-1309](#)

**Genome-wide association study of musical beat synchronization demonstrates high polygenicity**

**Niarchou M<sup>1,2</sup>, Daniel DE<sup>1,2</sup>, Sathirapongsasuti JF<sup>3</sup>, Anglada-Tort M<sup>4</sup>, Eising E<sup>5</sup>, Bell E<sup>6,7</sup>, McArthur E<sup>1</sup>, Straub P<sup>1</sup>, 23andMe Research Team; McAuley JD<sup>8</sup>, Capra JA<sup>9,10</sup>, Ullén F<sup>11,12</sup>, Creanza N<sup>13,14</sup>, Mosing MA<sup>11,12,15</sup>, Hinds DA<sup>5</sup>, Davis LK<sup>1,2,16,17,18</sup>, Jacoby N<sup>4</sup>, Gordon RL<sup>1,19,20,21</sup>**

1 Vanderbilt Genetics Institute, Vanderbilt University Medical Center, Nashville, TN, USA; 2 Division of Genetic Medicine, Department of Medicine, Vanderbilt University Medical Center, Nashville, TN, USA; 3 23andMe, Inc, Sunnyvale, CA, USA; 4 Computational Auditory Perception Group, Max Planck Institute for Empirical Aesthetics, Frankfurt am Main, Germany; 5 Department of Language and Genetics, Max Planck Institute for Psycholinguistics, Nijmegen, Netherlands; 6 Department of Music, Columbia University, New York, NY, USA; 7 Department of Computer Science, Durham University, Durham, UK; 8 Department of Psychology, Michigan State University, East Lansing, MI, USA; 9 Bakar Computational Health Sciences Institute, University of California, San Francisco, CA, USA; 10 Department of Epidemiology & Biostatistics, University of California, San Francisco, CA, USA; 11 Department of Neuroscience, Karolinska Institutet, Solna, Sweden; 12 Department of Cognitive Neuropsychology, Max Planck Institute for Empirical Aesthetics, Frankfurt am Main, Germany; 13 Department of Biological Sciences, Vanderbilt University, Nashville, TN, USA; 14 Evolutionary Studies Initiative, Vanderbilt University, Nashville, TN, USA; 15 Melbourne School of Psychological Sciences, University of Melbourne, Melbourne, Victoria, Australia; 16 Department of Biomedical Informatics, Vanderbilt University Medical Center, Nashville, TN, USA; 17 Department of Psychiatry and Behavioral Sciences, Vanderbilt University Medical Center, Nashville, TN, USA; 18 Department of Molecular Physiology and Biophysics, Vanderbilt University, Nashville, TN, USA; 19 Department of Otolaryngology-Head & Neck Surgery, Vanderbilt University Medical Center, Nashville, TN, USA; 20 Department of Psychology, Vanderbilt University, Nashville, TN, USA; 21 Vanderbilt Brain

Institute, Vanderbilt University, Nashville, TN, USA. [maria.niarchou@vumc.org](mailto:maria.niarchou@vumc.org);  
[lea.k.davis@vumc.org](mailto:lea.k.davis@vumc.org); [reyna.gordon@alumni.usc.edu](mailto:reyna.gordon@alumni.usc.edu)

Moving in synchrony to the beat is a fundamental component of musicality. Here we conducted a genome-wide association study to identify common genetic variants associated with beat synchronization in 606,825 individuals. Beat synchronization exhibited a highly polygenic architecture, with 69 loci reaching genome-wide significance ( $P < 5 \times 10^{-8}$ ) and single-nucleotide-polymorphism-based heritability (on the liability scale) of 13%-16%. Heritability was enriched for genes expressed in brain tissues and for fetal and adult brain-specific gene regulatory elements, underscoring the role of central-nervous-system-expressed genes linked to the genetic basis of the trait. We performed validations of the self-report phenotype (through separate experiments) and of the genome-wide association study (polygenic scores for beat synchronization were associated with patients algorithmically classified as musicians in medical records of a separate biobank). Genetic correlations with breathing function, motor function, processing speed and chronotype suggest shared genetic architecture with beat synchronization and provide avenues for new phenotypic and genetic explorations.

*Muoversi in sincronia con la pulsazione è una componente fondamentale della musicalità. Qui gli Autori hanno condotto uno studio di associazione genome-wide per identificare le varianti genetiche comuni associate alla sincronizzazione alla pulsazione in 606.825 individui. La sincronizzazione alla pulsazione ha mostrato un'architettura altamente poligenica, con 69 loci che hanno raggiunto significatività a livello genome-wide ( $P < 5 \times 10^{-8}$ ) e un'ereditabilità basata sul polimorfismo di un singolo nucleotide (sulla scala di suscettibilità) del 13% -16%. L'ereditarietà era arricchita per i geni espressi nei tessuti cerebrali e per gli elementi regolatori genici specifici del cervello fetale e adulto, sottolineando il ruolo dei geni espressi dal sistema nervoso centrale legati alla base genetica del tratto. Gli Autori hanno eseguito le validazioni del fenotipo dalle autovalutazioni (attraverso esperimenti separati) e dello studio di associazione genome-wide (i punteggi poligenici per la sincronizzazione alla pulsazione sono stati associati a pazienti classificati algoritmicamente come musicisti nelle cartelle cliniche di una biobanca separata). Le correlazioni genetiche con la funzione respiratoria, la funzione motoria, la velocità di elaborazione e il cronotipo suggeriscono un'architettura genetica condivisa con la sincronizzazione alla pulsazione e forniscono strade per nuove esplorazioni fenotipiche e genetiche.*

Front Psychol 2022 Oct 13

## **Learning to play a musical instrument in the middle school is associated with superior audiovisual working memory and fluid intelligence: a cross-sectional behavioral study**

**Lippolis M<sup>1</sup>, Müllensiefen D<sup>2</sup>, Frieler K<sup>3</sup>, Matarrelli B<sup>4,5</sup>, Vuust P<sup>4</sup>, Cassibba R<sup>5</sup>, Brattico E<sup>4,5</sup>**

1 Department of Teaching of Musical, Visual and Corporal Expression, University of Valencia, Valencia, Spain; 2 Department of Psychology, Goldsmiths, University of London, London, UK; 3 Department of Methodology, Max Planck Institute for Empirical Aesthetics, Frankfurt, Germany; 4 Department of Clinical Medicine, Center for Music in the Brain (MIB), The Royal Academy of Music Aarhus and Aalborg, Aarhus University, Aarhus, Denmark; 5 Department of Education, Psychology, and Communication, University of Bari Aldo Moro, Bari, Italy

Music training, in all its forms, is known to have an impact on behavior both in childhood and even in aging. In the delicate life period of transition from childhood to adulthood, music training might have a special role for behavioral and cognitive maturation. Among the several kinds of music training programs implemented in the educational communities, we focused on instrumental training incorporated in the public middle school curriculum in Italy that includes both individual, group and collective (orchestral) lessons several times a week. At three middle schools, we tested 285 preadolescent children (aged 10-14 years) with a test and questionnaire battery including adaptive tests for visuo-spatial working memory skills (with the Jack and Jill test), fluid intelligence (with a matrix reasoning test) and music-related

perceptual and memory abilities (with listening tests). Of these children, 163 belonged to a music curriculum within the school and 122 to a standard curriculum. Significant differences between students of the music and standard curricula were found in both perceptual and cognitive domains, even when controlling for pre-existing individual differences in musical sophistication. The music children attending the third and last grade of middle school had better performance and showed the largest advantage compared to the control group on both audiovisual working memory and fluid intelligence. Furthermore, some gender differences were found for several tests and across groups in favor of females. The present results indicate that learning to play a musical instrument as part of the middle school curriculum represents a resource for preadolescent education. Even though the current evidence is not sufficient to establish the causality of the found effects, it can still guide future research evaluation with longitudinal data.

*È risaputo che il training musicale in tutte le sue forme ha un impatto sul comportamento sia nell'infanzia che nell'invecchiamento. Nella delicata fase di transizione dall'infanzia alla vita adulta, il training musicale potrebbe avere un ruolo speciale nella maturazione cognitiva e comportamentale. Fra i vari tipi di training musicali solitamente implementati nelle comunità educative, gli Autori si sono concentrati sull'allenamento musicale inserito nel curriculum della scuola secondaria di primo grado in Italia, che include sia lezioni individuali sia di gruppo, sia collettive in orchestra varie volte a settimana. In tre scuole medie gli Autori hanno testato 285 bambini preadolescenti (età 10-14 anni) con una batteria di test e un questionario che includevano: test adattivi per le abilità di memoria di lavoro visuo-spaziale (con il test Jack e Jill), di intelligenza fluida (con il ragionamento per matrici) e le abilità percettive e di memoria legate alla musica (con test di ascolto). Di questi bambini, 163 erano inseriti in un curriculum musicale e 122 in un curriculum standard. Differenze significative fra i due gruppi sono state trovate nei domini percettivi e cognitivi nel grado di sofisticatezza musicale, anche controllando per le differenze individuali preesistenti. I bambini del terzo e ultimo anno del curriculum musicale mostravano il vantaggio maggiore rispetto al gruppo di controllo sia sulla memoria di lavoro audiovisiva che nell'intelligenza fluida. Inoltre sono state trovate alcune differenze di genere in vari test e fra gruppi in favore delle femmine. Questi risultati indicano che imparare a suonare uno strumento come parte del curriculum della scuola media rappresenta una risorsa nell'educazione nella preadolescenza. Anche se l'evidenza attuale non è sufficiente a stabilire la causalità degli effetti trovati, può comunque guidare la ricerca futura nella valutazione dei dati longitudinali.*

eNeuro 2022 Oct 24;ENEURO.0504-21.2022

## **Musical meter induces inter-brain synchronization during inter-personal coordination**

**Yinying Hu<sup>1,2</sup>, Min Zhu<sup>3</sup>, Yang Liu<sup>1</sup>, Zixuan Wang<sup>1</sup>, Xiaojun Cheng<sup>4</sup>, Yafeng Pan<sup>5</sup>, Yi Hu<sup>1,2</sup>**

1 School of Psychology and Cognitive Science, East China Normal University, Shanghai, China; 2 Shanghai Key Laboratory of Mental Health and Crisis Intervention, East China Normal University, Shanghai, China; 3 Department of Social Work and Management, Nanjing Tech University, Nanjing, China; 4 School of Psychology, Shenzhen University, Shenzhen, China; 5 Department of Psychology and Behavioral Sciences, Zhejiang University, Hangzhou, China. [yhu@psy.ecnu.edu.cn](mailto:yhu@psy.ecnu.edu.cn); [yafeng.pan@zju.edu.cn](mailto:yafeng.pan@zju.edu.cn)

Music induces people to coordinate with one another. Here, we conduct two experiments to examine the underlying mechanism of the inter-brain synchronization (IBS) that is induced by inter-personal coordination when people are exposed to musical beat and meter. In Experiment 1, brain signals at the frontal cortex were recorded simultaneously from two participants of a dyad by using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) hyperscanning, while each tapped their fingers to aural feedback from their partner (coordination task) or from themselves (independence task) with and without the musical meter. The results showed enhanced IBS at the left-middle frontal cortex in case of the coordination task with musical beat and meter. The IBS was significantly correlated with the participants performance in terms of coordination. In Experiment 2, we further examined the IBS while the participants coordinated their behaviors in various metrical contexts, such as strong and weak meters (i.e., high/low loudness of acoustically accenting beats). The results showed that strong meters elicited higher IBS at the middle

frontal cortex than weak meters. These findings reveal that the musical beat and meter can affect brain-to-brain coupling in action coordination between people, and provide insights into the inter-brain mechanism underlying the effects of music on cooperation. This study reveals enhanced inter-brain synchronization (IBS), approximately at the left-middle frontal cortex, during inter-personal coordination in the presence of musical beat and meter. The behavioral performance of the participants of a dyad during metrical coordination was also predicted. Further, the IBS was modulated by the accent of the musical meter, with higher IBS in case of strong meters than weak ones. These results suggest that music enhances inter-brain synchronization to promote inter-personal coordination.

*La musica induce le persone a coordinarsi tra loro. Qui, gli Autori conducono due esperimenti per esaminare il meccanismo alla base della sincronizzazione inter-cervello (IBS), che è indotta dalla coordinazione interpersonale quando le persone sono esposte alla pulsazione e al metro musicale. Nell'Esperimento 1, i segnali cerebrali alla corteccia frontale sono stati registrati simultaneamente da due partecipanti di una diade utilizzando l'iperscanning della spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso (fNIRS), mentre ciascuno eseguiva un tapping con le dita in risposta a un feedback uditivo dal proprio partner (attività di coordinamento) o da se stessi (compito di indipendenza), con e senza il metro musicale. I risultati hanno mostrato un miglioramento dell'IBS nella corteccia frontale media sinistra in caso del compito di coordinazione con la pulsazione e il metro musicale. La IBS era significativamente correlata con le prestazioni dei partecipanti in termini di coordinamento. Nell'Esperimento 2, gli Autori hanno ulteriormente esaminato la IBS mentre i partecipanti coordinavano i loro comportamenti in vari contesti metrici, come metri forti e deboli (cioè, volume alto/basso delle pulsazioni che danno l'accento acusticamente). I risultati hanno mostrato che i metri forti suscitavano una IBS più alta nella corteccia frontale media rispetto ai metri deboli. Tali risultati rivelano che la pulsazione e il metro musicale possono influenzare l'accoppiamento cervello-cervello nella coordinazione dell'azione tra le persone e forniscono informazioni sul meccanismo inter-cervello alla base degli effetti della musica sulla cooperazione. Questo studio rivela una sincronizzazione inter-cervello migliorata (IBS), approssimativamente nella corteccia frontale media sinistra, durante la coordinazione interpersonale in presenza di pulsazione e metro musicali. Si poteva predire anche la performance comportamentale dei partecipanti di una diade durante il coordinamento metrico. Inoltre, la IBS è stata modulata dall'accento del metro musicale, con IBS più alta in caso di metri forti rispetto a quelli deboli. Questi risultati suggeriscono che la musica migliora la sincronizzazione inter-cervello per promuovere la coordinazione interpersonale.*

[Front Psychol 2022 Oct 6;13:993259](#)

## **Creativity in lockdown: understanding how music and the arts supported mental health during the COVID-19 pandemic by age group**

**Chmiel A<sup>1,2</sup>, Kiernan F<sup>1,3</sup>, Garrido S<sup>2</sup>, Lensen S<sup>4,5</sup>, Hickey M<sup>4,5</sup>, Davidson JW<sup>1,2</sup>**

1 Melbourne Conservatorium of Music, University of Melbourne, Melbourne, VIC, Australia; 2 Creativity and Wellbeing Hallmark Research Initiative (CAWRI), University of Melbourne, Melbourne, VIC, Australia; 3 The MARCS Institute for Brain, Behaviour and Development, Western Sydney University, Sydney, NSW, Australia; 4 Department of Obstetrics and Gynaecology, University of Melbourne, Melbourne, VIC, Australia; 5 Royal Women's Hospital, Melbourne, VIC, Australia

Recent research has indicated that many people around the world turned to artistic creative activities (ACAs) to support their mental health during COVID-19 lockdowns. However, studies have also shown that the negative psychosocial impacts of the pandemic have disproportionately affected young people, suggesting that the use of ACAs to support mental health in lockdown may have varied across age groups. This study investigated how Australians in four different age groups (18-24, 25-34, 35-54, and 55+) engaged in ACAs to support their mental health during the 2020 pandemic lockdowns. Participants ( $N = 653$ ) recruited from the general public completed an online survey between May and October 2020, in which they reported which ACAs they had undertaken during the pandemic using an established list. Participants subsequently ranked undertaken ACAs in terms of effectiveness at making them "feel

better," and those who had engaged in musical ACAs also completed the Musical Engagement Questionnaire (MusEQ). Additionally, ratings of anxiety (GAD7) and depression (PHQ9) symptoms were obtained and examined for potential variations across four diverse variables: age, exercise, gender and state/territory of residence. ACA rankings showed that younger participants overwhelmingly rated musical activities as most effective, while, with the exception of singing, those aged 55+ rated non-musical activities as being most effective. These differences were further supported by ratings for all six MusEQ subscales, with responses strongly indicating that the youngest participants (aged 18-24) used music in significantly different ways during the pandemic than participants in all other age groups. Specifically, these youngest participants were more likely to integrate music into daily life, use music for emotion regulation, respond to music in embodied ways, and use music to perform a social identity. In line with prior research, further analyses indicated that symptoms of anxiety and depression were lessened for older participants, as well for those who reported exercising more during the lockdowns. These findings provide insight into how ACAs can support mental health during a pandemic crisis for specific age groups, which may inform future policy directions, and suggestions for how this can be done are provided.

*Ricerche recenti hanno indicato che molte persone in tutto il mondo si sono rivolte ad attività creative artistiche (ACA) per sostenere la propria salute mentale durante i lockdown per il COVID-19. Tuttavia, gli studi hanno anche dimostrato che gli impatti psicosociali negativi della pandemia hanno colpito in modo sproporzionato i giovani, suggerendo che l'uso delle ACA per supportare la salute mentale durante il blocco potrebbe aver avuto variazioni tra i gruppi di età. Questo studio ha indagato il modo in cui gli australiani in quattro diversi gruppi di età (18-24, 25-34, 35-54 e 55+) si sono coinvolti nelle ACA per sostenere la loro salute mentale durante il lockdown della pandemia del 2020. I partecipanti (N = 653) reclutati dal pubblico generale hanno completato un sondaggio online tra maggio e ottobre 2020, in cui hanno riferito quali ACA avevano intrapreso durante la pandemia utilizzando una lista stabilita. I partecipanti hanno successivamente classificato le ACA intraprese in termini di efficacia nel farli "sentire meglio" e coloro che si erano impegnati in ACA musicali hanno anche completato il Musical Engagement Questionnaire (MusEQ). Inoltre, le valutazioni dei sintomi di ansia (GAD7) e depressione (PHQ9) sono state ottenute ed esaminate per potenziali variazioni in quattro diverse variabili: età, esercizio fisico, sesso e stato/territorio di residenza. Le classifiche ACA hanno mostrato che i partecipanti più giovani hanno valutato in grande maggioranza le attività musicali come più efficaci, mentre, ad eccezione del canto, quelli di età superiore ai 55 anni hanno valutato le attività non musicali come più efficaci. Queste differenze sono state ulteriormente supportate dalle valutazioni per tutte e sei le sottoscale MusEQ, con risposte che indicano fortemente che i partecipanti più giovani (di età compresa tra 18 e 24 anni) hanno utilizzato la musica in modi significativamente diversi durante la pandemia rispetto ai partecipanti di tutte le altre fasce di età. In particolare, i partecipanti più giovani avevano maggiori probabilità di integrare la musica nella vita quotidiana, utilizzare la musica per la regolazione delle emozioni, rispondere alla musica in modi incarnati e utilizzare la musica per mettere in atto un'identità sociale. In linea con la ricerca precedente, ulteriori analisi hanno indicato che i sintomi di ansia e depressione erano diminuiti per i partecipanti più anziani, così come per coloro che hanno riferito di fare più esercizio durante il lockdown. Tali risultati forniscono informazioni su come le ACA possono supportare la salute mentale durante una crisi pandemica per gruppi di età specifici, il che può informare le future direzioni politiche, e i suggerimenti su come possa essere fatto e con quali mezzi.*

### **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".*