



n° 427 – 01 May 2025

[Humanit Soc Sci Commun](#) 12, 546 2025

Musical scales optimize pitch spacing: a global analysis of traditional vocal music

Brown S¹, Phillips E¹, Huseinm K², McBride J³

1 Department of Psychology, Neuroscience & Behaviour, McMaster University, Hamilton, ON, Canada; 2 Department of Psychology, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada; 3 Center for Soft and Living Matter, Institute for Basic Science, Ulsan, South Korea

The dominant model of musical scales in academic theories is derived from instrument tunings. However, the study of vocal scales – most especially in indigenous cultures – has been all but ignored. The voice is almost certainly the original musical instrument, and so an analysis of vocal scales provides a more naturalistic means of understanding the evolution of music. In particular, we explore the idea that the structure of musical scales is a reflection of the vocal imprecision inherent in the way that people sing, regardless of culture. To investigate this issue globally, we carried out a large-scale computational analysis of 418 ethnographic field recordings of vocal songs from indigenous/traditional cultures, spanning the 10 principal musical-style regions of the world, analyzing the number of pitch-classes, the number of interval-classes, the pitch-class distribution, the scale intervals, and scale typology. The results revealed that vocal scales have reliably larger intervallic spacings between pitch-classes than do theory-based and instrumental scales in Western culture. In addition, the mean interval-size of the scales was significantly correlated with people's imprecision in singing pitches across the world regions. These results lend support to a physiological model in which musical scales optimize pitch spacing in order to accommodate the imprecision inherent in vocal production and thereby maintain distinguishability between pitch-classes during musical communication.

Il modello dominante delle scale musicali nelle teorie accademiche deriva dalle accordature degli strumenti. Tuttavia, lo studio delle scale vocali – soprattutto nelle culture indigene – è stato pressoché ignorato. La voce è quasi certamente lo strumento musicale originario e quindi l'analisi delle scale vocali fornisce un mezzo più naturalistico per comprendere l'evoluzione della musica. In particolare, gli Autori esplorano l'idea che la struttura delle scale musicali sia un riflesso dell'imprecisione vocale insita nel modo di cantare delle persone, indipendentemente dalla cultura. Per indagare questo problema a livello

globale, gli Autori hanno condotto un'analisi computazionale su larga scala di 418 registrazioni etnografiche di canti vocali provenienti da culture indigene o tradizionali, distribuite nelle 10 principali regioni stilistiche musicali del mondo. L'analisi ha riguardato il numero di classi di altezza, il numero di classi intervallari, la distribuzione delle altezze, gli intervalli tra i gradi della scala e la tipologia delle scale. I risultati hanno mostrato che le scale vocali presentano intervalli significativamente più ampi tra le classi di altezza rispetto alle scale teoriche e strumentali della cultura musicale. Inoltre, la dimensione media degli intervalli delle scale vocali è risultata significativamente correlata all'imprecisione delle persone nel cantare le altezze in tutte le regioni del mondo. Questi risultati supportano un modello fisiologico in cui le scale musicali ottimizzano la spaziatura tra le altezze per adattarsi all'imprecisione inerente alla produzione vocale e quindi mantenere la distinguibilità tra le classi di altezze durante la comunicazione musicale.

J Cogn Neurosci 2025 Apr 9:1-16

Musical structure influences the perception of sound location

Hołubowska ZA^{1,2}, Schönwiesner M^{1,3}

1 University of Leipzig, Leipzig, Germany; 2 Max-Planck-Institute for Human Cognitive and Brain Sciences, Leipzig, Germany; 3 University of Montreal, Montreal, Canada

The perception of multilayered auditory stimuli, such as music or speech, relies on the integration of progressively more complex and abstract features as they are processed along the auditory pathway. To investigate whether higher-level musical structure modulates auditory perception or merely the interpretation of perceived information, we examined the interaction between sound location—a low-level feature—and musical phrases, which are structures spanning across seconds and require temporal integration of information within continuous stimuli. This was to observe whether musical phrase boundaries modulate pre-attentive and explicit sensitivity to the location changes. Participants listened to melodies with randomized location changes and either actively reported detection of change or passively listened while EEG data were collected. Analysis of mismatch negativity responses revealed significantly larger amplitudes for location changes occurring at phrase boundaries, suggesting that musical grouping enhances the perceptual salience of these changes, conveyed by physically identical cues. Behaviorally, participants showed no difference in sensitivity but were more likely to report location changes at phrase boundaries, even when no change occurred. These findings demonstrate that higher-level musical structure modulates pre-attentive auditory processing and influences perception of spatial location. This effect appears to rely on fundamental auditory mechanisms rather than musical expertise, highlighting the dynamic interaction between abstract musical structure and low-level sensory processing.

La percezione di stimoli uditivi multilivello, come la musica o il linguaggio, si basa sull'integrazione di caratteristiche progressivamente più complesse e astratte durante l'elaborazione lungo la via uditiva. Per verificare se la struttura musicale di livello superiore moduli la percezione uditiva o semplicemente l'interpretazione delle informazioni percepite, gli Autori hanno esaminato l'interazione tra la localizzazione del suono – una caratteristica di basso livello – e le frasi musicali, che sono strutture che si estendono su più secondi e richiedono l'integrazione temporale delle informazioni all'interno di stimoli continui. Si trattava di osservare se i limiti delle frasi musicali modulassero la sensibilità pre-attentiva ed esplicita ai cambiamenti di posizione. I partecipanti ascoltavano melodie con cambiamenti di posizione randomizzati e riferivano attivamente il rilevamento del cambiamento oppure ascoltavano passivamente mentre venivano raccolti i dati EEG. L'analisi delle risposte di mismatch negativity ha rivelato ampiezze significativamente maggiori per i cambiamenti di posizione che si verificano ai limiti della frase, suggerendo che il raggruppamento musicale aumenta la salienza percettiva di questi cambiamenti, trasmessi da spunti fisicamente identici. Dal punto di vista comportamentale, i partecipanti non hanno mostrato alcuna differenza di sensibilità, ma erano più propensi a segnalare cambiamenti di posizione ai limiti della frase, anche quando non si verificava alcun cambiamento. Tali risultati dimostrano che la struttura musicale di livello superiore modula l'elaborazione uditiva pre-attentiva e influenza la percezione della posizione spaziale. Questo effetto sembra dipendere da meccanismi uditivi fondamentali piuttosto che dall'esperienza musicale, evidenziando l'interazione dinamica tra la struttura musicale astratta e l'elaborazione sensoriale di basso livello.

Anim Biosci 2025 Mar 31

Effects of music on the spatial cognitive performance, growth performance and stress response of sheep

Tu J¹, Shen C¹, Lei R¹, Li L¹, Wang S¹, Peng S¹, Xiao X², Zhao Y¹, Qiu X¹

¹ College of Animal Science and Technology, Southwest University, Chongqing Key Laboratory of Herbivor, Chongqing, China; ² College of Veterinary Medicine, Southwest University, Chongqing, China

This study aimed to investigate the effect of two music types on spatial cognitive performance, growth performance and psychological cortisol response of sheep. The "Y-spatial and Reversal Test", as the internationally recognized behavioural test for spatial cognitive function of large animals, was applied to evaluate the effects of music on spatial cognitive performance of sheep. The average daily gain (ADG), average daily feed intake (ADFI), ratio of feed to gain (F/G), and the secretion of cortisol in saliva and plasma were analyzed to evaluate the effect of music on growth performance and stress response of sheep. The music of "Annie's Wonderland" (55dB) could make sheep establish the correct spatial reversal recognition more quickly, while the music of "Days of Youth Waltz" (55dB) made sheep more restless and affected their performance in left-right spatial reversal recognition. The ADG of sheep in the "Annie's Wonderland" (55dB) group was significantly higher than that of the control group, and the F/G of the "Annie's Wonderland" group was significantly lower than that of the control group ($P < 0.05$). While the ADG in the "Days of Youth Waltz" (55dB) group were significantly lower and the F/G was significantly higher than that of the control group ($P < 0.05$). The salivary cortisol secretions of sheep in the "Annie's Wonderland" (55dB) group were significantly lower on Day 7, Day 14 and Day 21 than that of the control group ($P < 0.05$) and the plasma cortisol concentration at the peak (20 min after ACTH injection) was also significantly lower than the control group. The music of "Annie's Wonderland" (55dB) could improve the spatial cognitive performance, increase the average daily gain and lower the cortisol secretion of sheep, while the music of "Youth Waltz" (55dB) is not recommended since it may negatively impact animal welfare.

Questo studio si proponeva di indagare l'effetto di due tipi di musica sulle prestazioni cognitive spaziali, sulla crescita e sulla risposta psicologica al cortisolo delle pecore. Per valutare gli effetti della musica sulle prestazioni cognitive spaziali degli ovini è stato applicato il test "Y-spatial and Reversal Test", un test comportamentale riconosciuto a livello internazionale per le funzioni cognitive spaziali dei grandi animali. Il guadagno medio giornaliero (ADG), l'assunzione media giornaliera di mangime (ADFI), il rapporto tra mangime e guadagno (F/G) e la secrezione di cortisolo nella saliva e nel plasma sono stati analizzati per valutare l'effetto della musica sulle prestazioni di crescita e sulla risposta allo stress delle pecore. La musica di "Annie's Wonderland" (55dB) poteva far sì che le pecore stabilissero più rapidamente il corretto riconoscimento dell'inversione spaziale, mentre la musica di "Days of Youth Waltz" (55dB) rendeva le pecore più irrequiete e influiva sulle loro prestazioni nel riconoscimento dell'inversione spaziale sinistra-destra. L'ADG delle pecore del gruppo "Annie's Wonderland" (55dB) era significativamente più alto di quello del gruppo di controllo e il rapporto F/G del gruppo "Annie's Wonderland" era significativamente più basso di quello del gruppo di controllo ($P < 0,05$). Mentre i guadagni ADG del gruppo "Days of Youth Waltz" (55dB) erano significativamente più bassi e il rapporto F/G era significativamente più alto di quella del gruppo di controllo ($P < 0,05$). Le secrezioni salivari di cortisolo delle pecore del gruppo "Annie's Wonderland" (55dB) erano significativamente più basse il 7°, 14° e 21° giorno rispetto a quelle del gruppo di controllo ($P < 0,05$) e anche la concentrazione plasmatica di cortisolo al picco (20 minuti dopo l'iniezione di ACTH) era significativamente più bassa rispetto al gruppo di controllo. La musica di "Annie's Wonderland" (55dB) potrebbe migliorare le prestazioni cognitive spaziali, aumentare il guadagno medio giornaliero e ridurre la secrezione di cortisolo delle pecore, mentre la musica di "Youth Waltz" (55dB) non è raccomandata in quanto potrebbe avere un impatto negativo sul benessere degli animali.

J Int Adv Otol 2025 Mar 25;21(2):1-7

Audio-vestibular findings in young regular and non-regular personal music system users

Devananda D¹, Ghosh V¹, Benny N², James M³

1 Department of Speech and Hearing, JSS Institute of Speech and Hearing, Karnataka, India; 2 Communicative Disorder Assistant, Kids Autism and Speech Clinic, Ontario, Canada; 3 Ramaiah Memorial Hospital, Bangalore, Karnataka, India

Younger adults frequently utilize personal music systems (PMSs) for extended periods for leisure. It has been reported in the literature that hearing abilities are affected in such individuals. However, its effect on auditory processing abilities and the vestibular system remains unclear. Hence, the present study was carried out to investigate the audiological and vestibular functioning in young adults who use PMSs regularly. Forty participants between 18 and 25 years of age were divided into 2 groups. Group 1 included 20 regular PMSs users from 2 to 3 years, and group 2 comprised 20 participants who were non-regular PMSs users. Detailed audiological evaluations were carried out on 15 participants in each group, and vestibular evaluations were carried out on all the participants. It was observed that the extended high-frequency hearing thresholds and otoacoustic emissions were affected in the regular PMSs users. The gap in noise test and vestibular evoked myogenic potential testing revealed that temporal resolution abilities and vestibular system functioning are also compromised among regular PMS users. Thus, this study highlights the subtle vestibular and auditory impairments that PMS may produce in young adults, as well as the significance of a battery of tests to detect them.

I giovani adulti utilizzano spesso sistemi musicali personali (PMS) per lunghi periodi di tempo libero. In letteratura è stato riportato che le capacità uditive sono compromesse in questi soggetti. Tuttavia, il suo effetto sulle capacità di elaborazione uditiva e sul sistema vestibolare rimane poco chiaro. Pertanto, il presente studio è stato condotto per indagare il funzionamento audiológico e vestibolare in giovani adulti che utilizzano regolarmente PMS. Quaranta partecipanti di età compresa tra i 18 e i 25 anni sono stati suddivisi in due gruppi. Il gruppo 1 comprendeva 20 utilizzatori regolari di PMS da 2 a 3 anni, mentre il gruppo 2 comprendeva 20 partecipanti utilizzatori non regolari di PMS. Sono state effettuate valutazioni audiológicas dettagliate su 15 partecipanti di ciascun gruppo e valutazioni vestibolari su tutti i partecipanti. È stato osservato che le soglie uditive estese ad alta frequenza e le emissioni otoacustiche sono state influenzate nei consumatori regolari di PMS. Il test del gap nel rumore e il test del potenziale evocato miogeno vestibolare hanno rivelato che anche le capacità di risoluzione temporale e il funzionamento del sistema vestibolare sono compromessi tra i consumatori abituali di PMS. Questo studio mette quindi in evidenza i sottili disturbi vestibolari e uditivi che i PMS possono produrre nei giovani adulti, nonché l'importanza di una batteria di test per rilevarli.

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), Aarhus (2021) and Helsinki (2024). 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, Maria Majno and Barbara Bernardini

Editorial coordinator: Renata Brizzi

For further information: neuromusic@fondazione-mariani.org