



Efectos de la sincronización musical y de las preferencias musicales en la respuesta fisiológica durante una sesión de ejercicio físico: un estudio cuasi experimental

Effects of music synchronization and musical preferences on physiological response during physical exercise: a quasi-experimental study

Autores

José Manuel Delfa-de-la-Morena ¹
Pedro Pinheiro Paes ²
Wlaldemir Roberto dos Santos ³
Juan Pablo Lillo ⁴
Juan-José Mijarra-Murillo ¹
Iván Rodríguez-Núñez ⁴

¹ Universidad Rey Juan Carlos (España)

² Universidad Federal de Pernambuco (Brasil)

³ Universidad de Pernambuco (Brasil)

⁴ Universidad de Concepción (Chile)

Autor de correspondencia:
Juan-José Mijarra-Murillo
juanjose.mijarra@urjc.es

Cómo citar en APA

Delfa-de-la-Morena, J. M., Paes, P. P., dos Santos, W. R., Lillo, J. P., Mijarra-Murillo, J.-J., & Rodríguez-Núñez, I. (2025). Effects of music synchronization and musical preferences on physiological response during physical exercise: a quasi-experimental study. *Retos*, 65, 559-568. <https://doi.org/10.47197/retos.v65.111299>

Resumen

Objetivo: Comparar la respuesta fisiológica del sistema cardiorrespiratorio durante dos sesiones de ejercicio; una sincronizada con música, y la otra dirigida por un instructor mientras se escucha música de preferencia personal.

Metodología: Se llevó a cabo un estudio cuasiexperimental cruzado con 13 individuos (7 hombres, edad media 23,7 años). Los participantes realizaron dos sesiones de ejercicio: una con sincronización musical y otra no sincronizada, pero escuchando la música de preferencia personal, con un intervalo de 72 horas entre las sesiones. Se evaluaron la frecuencia cardíaca (FC), la percepción de esfuerzo (PE), la carga interna de entrenamiento (CIE) y la variabilidad del ritmo cardíaco (VRC) durante las sesiones.

Resultados: Durante la sesión sincronizada, se observaron valores significativamente más bajos de FC media y FC pico (Δ -5,5% y Δ -5,2%, respectivamente) y una menor PE pico (Δ -9,9%) en comparación con la sesión no sincronizada. La CIE también fue menor (Δ -10%) en el ejercicio sincronizado. No se encontraron diferencias significativas en la VRC entre las sesiones. Las variaciones de la FC y la PE fueron determinadas por los cambios temporales durante las sesiones. Solo los cambios en la FC fueron determinados por la sincronización musical de los ejercicios.

Conclusiones: En la muestra estudiada, el ejercicio musicalmente sincronizado resultó en una menor intensidad cardiovascular percibida, sin variaciones sobre la regulación autonómica.

Palabras clave

Carga interna de entrenamiento; frecuencia cardíaca; música; percepción de esfuerzo; preferencia musical; variabilidad del ritmo cardíaco.

Abstract

Objective: To compare the physiological response of the cardiorespiratory system during two exercise sessions; one synchronized to music, and the other led by an instructor while listening to music of personal preference.

Methodology: A quasi-experimental crossover study was carried out with 13 individuals (7 men, mean age 23.7 years). The participants performed two exercise sessions: one with musical synchronization and the other not synchronized, but listening to the music of personal preference, with an interval of 72 hours between sessions. Heart rate (HR), perceived exertion (PE), internal training load (ITL) and heart rate variability (HRV) were evaluated during the sessions.

Results: During the synchronized session, significantly lower mean HR and peak HR (Δ -5.5% and Δ -5.2%, respectively) and lower peak PE (Δ -9.9%) were observed compared to the non-synchronized session. The ICD was also lower (Δ -10%) in the synchronized exercise. No significant differences were found in HRV between sessions. Variations in HR and EP were determined by temporal changes during the sessions. Only changes in HR were determined by the musical synchronization of the exercises.

Conclusions: In the sample studied, musically synchronized exercise resulted in lower perceived cardiovascular intensity, without variations on autonomic regulation.

Keywords

Heart rate; heart rate variability; internal training load; music; musical preference; perception of exertion.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud define la actividad física como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía (World Health Organization, 2022). Un amplio cuerpo de evidencia respalda los beneficios de la actividad física y el ejercicio físico (EF) sobre la estructura y función muscular (Le-Cerf Paredes et al., 2022; Marzetti, et al., 2017), la función cardiovascular y respiratoria (Li et al., 2020; Troosters et al., 2023). También ha mostrado reducir la adiposidad corporal (Celik & Yildiz, 2021; Simón Mora et al., 2021), mejorar funciones cognitivas y la salud mental (Biddle & Asare, 2011; Bliss et al., 2021). Por el contrario, la inactividad física o sedentarismo ha sido reconocida por la OMS como el cuarto factor de riesgo de mortalidad a nivel global y un importante factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (World Health Organization, 2022). Incluso, estudios recientes han revelado que un 7,2% de todas las muertes y un 7,6% de las muertes por enfermedad cardiovascular son atribuidas a inactividad física (Katzmarzyk et al., 2022). Pese a estos antecedentes, más de una cuarta parte de la población adulta mundial (1.400 millones de adultos) no logra un nivel suficiente de actividad física, siendo este fenómeno más prevalente en mujeres que en hombres (32% vs. 23%) (World Health Organization, 2022).

Una de las barreras para la generación de un compromiso continuo con la práctica de EF que más ha sido estudiada es la falta de placer derivado de la participación, lo que impacta negativamente en la adherencia al EF regular (Vasconcelos et al., 2024). En este contexto, dada su propensión a mejorar los estados afectivos durante el ejercicio, la música ha sido presentada como una herramienta coadyuvante para la mantención de la adherencia a la práctica regular de EF y la optimización del rendimiento, independientemente de la intensidad de este (Terry et al., 2020).

Estos efectos ergogénicos han sido reportados en modalidades de ejercicio donde la música se ha sincronizado con el ritmo de la cadencia de pedaleo o la carrera y en contextos donde el EF es realizado bajo condiciones de exposición a la música, en ausencia de sincronización (Crust, 2004; Terry et al., 2012).

Entre los mecanismos que subyacen a estos efectos destacan respuestas de naturaleza psicológica, fisiológica y psicofisiológica (Ballmann, 2021). Específicamente, a nivel psicológico, escuchar música influye positivamente en la valencia afectiva, el estado de ánimo y la sensación de fatiga (Biagini et al., 2012; Carraro et al., 2018; Chtourou et al., 2012; Kilpatrick et al., 2007; Liu et al., 2021). A nivel fisiológico se ha evidenciado que escuchar música durante el ejercicio influye en el consumo de oxígeno máximo, gasto cardiaco, aclaramiento de lactato y en diversas respuestas hormonales (Birnbbaum et al., 2009; Ghaderi et al., 2009; Sonmez et al., 2015). Una de las variables que más ha mostrado variaciones inducidas por la música durante el ejercicio es la percepción del esfuerzo (PE). Reducciones en la PE por escuchar música durante el EF han sido observadas en ejercicios de intensidad aeróbica y de alta intensidad en cicloergómetro, así como en ejercicios de fuerza (Bigliassi, 2017; Foster et al., 2001).

Si bien los resultados de los estudios publicados favorecen la utilización de la música como coadyuvante al ejercicio, aún es materia de estudio el modo en que los estímulos auditivos deben ser utilizados con el fin de optimizar sus efectos sobre el rendimiento físico de los deportistas.

En virtud de estos antecedentes, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la música sobre la respuesta cardiorrespiratoria durante el ejercicio, analizando dos modalidades de aplicación: (1) la música como herramienta para sincronizar el EF (EF sincronizado) y (2) la música como herramienta para generar placer y bienestar durante el ejercicio (EF no sincronizado).

Método

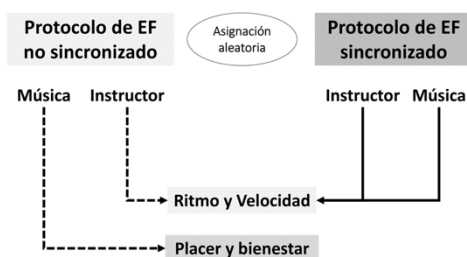
Tipo de estudio y diseño

El estudio presentó un diseño cuasiexperimental cruzado (Thomas et al., 2012). Cada sujeto realizó dos sesiones de ejercicio de suelo dirigidas por un instructor en días no consecutivos, con un orden secuencial establecido aleatoriamente. En una de las sesiones (EF sincronizado), la velocidad y ritmo de los ejercicios se sincronizó de acuerdo con una secuencia de ritmos musicales, basados en una lista de canciones predefinidas por el equipo de investigación (Ver material complementario). En la otra sesión se



ejecutó el mismo protocolo de ejercicio, pero sin la sincronización musical (EF no sincronizado). Además, durante esta sesión, cada individuo ejecutó el protocolo de ejercicio escuchando de manera personal un listado de canciones establecidas según las preferencias personales. En la figura 1 se muestra un esquema del diseño de investigación.

Figura 1. Esquema del diseño de la investigación.



Todos los individuos firmaron consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Facultad de Medicina de la Universidad de Concepción, Chile (CEC= 12/2022).

Población y muestra

Mediante una convocatoria abierta se invitó a participar al estudio a personas de ambos sexos, mayores de 18 años, estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Concepción Chile. Como criterio de exclusión se consideró la existencia de alguna discapacidad física de tipo motora, cardiorrespiratoria o neuropsiquiátrica diagnosticada. Estos criterios fueron verificados mediante una lista de chequeo.

La estimación del tamaño muestral se realizó considerando una diferencia media de PE, entre ambos protocolos de ejercicio de 1 en la escala CR-10, una desviación estándar de 0,5. Así, considerando un riesgo de error tipo I de 5% y un error tipo 2 de 5%, la muestra mínima estimada fue de 6 personas. Considerando que fueron incluidos individuos de ambos sexos, para factibilizar el estudio se estableció una muestra mínima de 12 personas.

Se utilizó un tipo de muestreo probabilístico para seleccionar a los participantes del estudio.

Variables

Se evaluó la FC utilizando un sensor Polar H10®, sincronizado a un monitor cardíaco Polar V800®. El sensor se ajustó en la región torácica anterior, entre el 3º y 4º espacio intercostal. La PE se evaluó utilizando la escala de Borg CR-10 (Borg, 1982; Scherr et al., 2013). Los registros de FC y PE se realizaron en condiciones de reposo, antes, durante y después de las sesiones de ejercicio. Durante las sesiones de ejercicio, la FC y la PE se registraron cada 3 minutos por dos investigadores capacitados.

La CIE se calculó a partir de la PE global, evaluada 30 minutos después del ejercicio, y la duración de la sesión, utilizando la fórmula: $PE\text{-}Session = PE \times Duración\ (min)$. El resultado de la CIE se expresó en unidades arbitrarias (ua) (Foster et al., 2001).

La VRC en reposo y durante el ejercicio se determinó mediante el análisis de las fluctuaciones del intervalo R-R (iRR), tanto en el dominio del tiempo como en el dominio de la frecuencia. Los valores del intervalo RR se registraron mediante el sensor Polar® H10, sincronizado con el monitor cardíaco Polar® V800, con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz. El sensor se posicionó en el tórax del sujeto, según lo indicado anteriormente (Rodríguez-Núñez et al., 2021; Schneider et al., 2017).

Para la medición de la VRC de reposo, el iRR se registró en posición supina por 10 minutos. Durante todo el período de registro la frecuencia respiratoria fue controlada mediante un metrónomo a una frecuencia de 0,25 Hz. Todas las mediciones del iRR fueron realizadas en el Laboratorio de Fisiología del Movimiento de la Facultad de Medicina de la Universidad de Concepción (LFM-UdeC) con temperatura entre 18 y 22 grados y entre las 13 y 17 hrs.

Luego de la medición del iRR, los datos fueron sincronizados con el sitio web Polar® Flow (<https://flow.polar.com/>) y posteriormente descargados en formato de texto (txt) para su inspección

visual. Desde el archivo txt se descartaron latidos ectópicos y artefactos evidentes (Gamelin et al., 2006). Posteriormente, los datos fueron transferidos al software Kubios versión 3.3 (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Joensuu, Finland) para su procesamiento y análisis espectral (Shaffer & Ginsberg, 2017). En el software Kubios se realizó la corrección automática de artefactos, considerando un umbral medio, y se removieron los componentes de tendencia, mediante el método “Smooth priors”.

Para el cálculo de los índices de VRC de reposo se consideraron 300 segundos de registro continuo, estable y libre de artefactos de la secuencia temporal (Rodríguez-Núñez et al., 2021). Los índices del dominio tiempo calculados fueron: la desviación estándar del intervalo RR de origen sinusal (SDANN), la raíz cuadrada del promedio de las diferencias de iRR normales sucesivas al cuadrado (rMSSD), el número de intervalos superiores a 50 ms (NN50), la proporción de iRR superiores a 50 ms (pNN50). Sus resultados se expresaron en ms.

Como índices del dominio frecuencia se calculó la densidad de poder espectral (DPE) mediante la Transformación Rápida de Fourier. Para este estudio se consideró la banda de alta frecuencia (HF: entre 0,15 y 0,50 Hz) y baja frecuencia (LF: entre 0,04 y 0,15 Hz). Sus resultados se expresaron en ms². Adicionalmente, se considerará el valor normalizado de la DPE de los componentes LF (LFnu) y HF (HFnu). Finalmente, se calculó la relación entre el componente LFnu y HFnu (LF/HF), como índice de balance simpático/parasimpático (Rodríguez-Núñez et al., 2021).

Por su parte, para el cálculo de la VRC durante el ejercicio, se consideró 10 ventanas consecutivas de 180 segundos de registro del iRR. Luego, siguiendo el método previamente descrito, se calcularon los índices RMSSD y HF en cada ventana de registro temporal. Estos índices han mostrado ser apropiados para la evaluación de la VRC en períodos cortos de tiempo (Shaffer & Ginsberg, 2017).

Protocolo experimental

Los individuos que manifestaron interés en participar en el estudio fueron convocados al LFM-UdeC para una sesión de inducción. En esta sesión se explicaron los procedimientos del estudio, se firmó el consentimiento informado, se registraron antecedentes generales, y se midieron el peso y la estatura utilizando una balanza y un tallímetro Seca 767®. Al finalizar, se realizó la asignación al azar del orden de ejecución de los protocolos de ejercicio dirigido y sincronizado.

En ambas sesiones (EF sincronizado y no sincronizado) se siguió el mismo protocolo, que consistió en una sesión de EF de 24 minutos de duración. El protocolo se estructuró en un período de calentamiento (3 minutos), seguido de ejercicios de intensidad moderada a intensa (18 minutos) y 3 minutos de vuelta a la calma que incluía ejercicios de flexibilización.

Durante el desarrollo de los protocolos, se registró de manera continua el intervalo RR. La FC y la PE se registraron cada 3 minutos.

El protocolo de EF consistió en actividades que permitieron la movilización de todos los grupos musculares en bipedestación, posición prono y supino. En el material complementario se presenta la estructura de acciones motrices desarrollada en el protocolo.

En la sesión de EF sincronizado las actividades fueron guiadas por un listado de 7 canciones que fueron reproducidas por un altavoz accesible al sujeto el estudio y el instructor.

En el protocolo de EF no sincronizado, el listado de las 7 canciones solo fue escuchado por el profesor a través de audífonos, mientras que los participantes escucharon un listado de canciones autoseleccionadas según preferencia personal, a través de audífonos conectados a los teléfonos personales de los sujetos de estudio.

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva con cálculo de promedio y desviación estándar. Se analizó la normalidad de las variables mediante la prueba de Shapiro Wilk. Se utilizó la prueba t-Student para muestras pareadas para comparar los valores de las variables cuantitativas entre la intervención control y la intervención coreografiada.

Finalmente se realizó análisis de varianza (ANOVA) de dos vías, considerando el tiempo de registro y la presencia o no del incentivo musical como factores. El análisis post hoc se realizó utilizando la prueba

de Bonferroni. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico GraphPad Prism versión 5.00 para Windows (GraphPad Software, San Diego, California, USA).

Resultados

Al estudio ingresaron 13 individuos (7 hombres), con una edad media de $23,7 \pm 4,9$ años. Todos completaron ambos protocolos de EF. Las características generales de la muestra se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características generales de la muestra de estudio.

Variables	Resultados
Características biodemográficas	
Sexo, H/M	7/6
Edad, años	$23,7 \pm 4,9$
Peso, kg	$65,2 \pm 9,0$
Estatura, m	$1,7 \pm 0,06$
IMC, kg/m ²	$23,1 \pm 2,1$
FC reposo, lat/min	$73,5 \pm 20,4$
RR reposo, ms	$877,9 \pm 211,8$
Variabilidad del ritmo cardíaco de reposo	
SDNN, ms	$44,9 \pm 21,6$
RMSSD, ms	$48,4 \pm 27,9$
NN50, n	$84,3 \pm 55,0$
pNN50, %	$26,1 \pm 18,6$
HF, ms	$1309,7 \pm 1217,3$
LF, ms	$1132,3 \pm 927,2$
LF/HF	$1,6 \pm 1,7$

H: Hombres; M: Mujer; IMC: Índice de masa corporal; FC: Frecuencia cardíaca; RR: Intervalo RR; SDNN: Desviación estándar del intervalo RR normal; RMSSD: Raíz cuadrada del promedio de las diferencias de intervalos N-N sucesivos al cuadrado; NN50: Número de intervalos N-N > 50 ms; pNN50: Proporción de intervalos N-N de duración > 50 ms; HF: Poder espectral (varianza) del ritmo cardíaco en la banda de frecuencia alta (0,15 – 0,40 Hz); LF: Poder espectral (varianza) del ritmo cardíaco en la banda de frecuencia baja (0,04 – 0,15 Hz).

En la Tabla 2, se describen las variables fisiológicas registradas en ambas sesiones de ejercicio. Durante el protocolo de EF sincronizado, se observaron valores medios más bajos de FC ($\Delta -5,5\%$; $p = 0,0117$) y FC pico ($\Delta -5,2\%$; $p = 0,0111$) en comparación con la sesión no sincronizada. Con respecto a la PE, solo el valor pico presentó un promedio inferior en la sesión de EF sincronizado en comparación con la sesión de EF no sincronizado ($\Delta -9,9\%$; $p = 0,0224$). De la misma manera, el valor medio de la CIE fue significativamente menor en la sesión de EF sincronizado en comparación con la sesión de EF no sincronizada ($\Delta -10\%$; $p = 0,0271$). En cuanto a la VRC, no se observaron diferencias entre las sesiones de ejercicio.

Tabla 2. Resultados descriptivos de la respuesta fisiológica de los sujetos de estudio en ambas sesiones de ejercicio.

Variables	No sincronizado	Sincronizado	Valor p
Frecuencia cardíaca			
Valor promedio, lat/min	$127,4 \pm 15,7$	$120,4 \pm 13,7$	0,0117*
Valor pico, lat/min	$154,8 \pm 22,4$	$146,5 \pm 19,9$	0,0111*
Tiempo de FC pico, min	$17,3 \pm 3,3$	$17,8 \pm 2,9$	0,6130
Percepción del esfuerzo			
Valor promedio	$4,3 \pm 1,3$	$4,1 \pm 1,6$	0,4941
Valor pico	$8,1 \pm 2,0$	$7,3 \pm 1,8$	0,0224*
Tiempo de PE pico, min	$17,4 \pm 2,6$	$15,8 \pm 2,1$	0,0558
Variabilidad del ritmo cardíaco			
rMSSD promedio, ms	$19,5 \pm 9,3$	$22,3 \pm 11,0$	0,6355
rMSSD nadir, ms	$4,6 \pm 2,1$	$6,2 \pm 4,4$	0,2603
Tiempo de rMSSD nadir, min	$18,0 \pm 3,7$	$19,4 \pm 3,6$	0,3033
HF promedio, ms ²	$205,3 \pm 201,7$	$283,7 \pm 294,4$	0,3882
HF nadir, ms ²	$7,0 \pm 11,1$	$11,2 \pm 15,7$	0,4285
Tiempo de rMSSD nadir, min	$17,1 \pm 3,3$	$17,8 \pm 4,2$	0,5845
Carga interna de entrenamiento			
Valor RPE-Session, ua	$166,7 \pm 40,8$	$150,0 \pm 37,8$	0,0271*

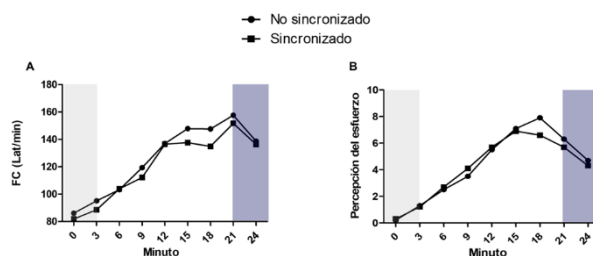
FC: Frecuencia cardíaca; PE: Percepción del esfuerzo; rMSSD: Raíz cuadrada del promedio de las diferencias de intervalos N-N sucesivos al cuadrado; HF: Poder espectral (varianza) del ritmo cardíaco en la banda de frecuencia alta (0,15 – 0,40 Hz).

En la Figura 2 se muestran los cambios de las variables cardiorrespiratorias durante ambas sesiones de ejercicio. El análisis de varianza mostró que la FC y la PE se relacionó con las variaciones temporales



durante el ejercicio, en ambos protocolos experimentales. Solo los cambios temporales de la FC se correlacionaron significativamente con la modalidad de uso del estímulo musical ($F = 5,17$; $p = 0,0238$) (Fig. 1.A). No se observó interacción entre la modalidad de uso del estímulo musical y las variaciones temporales de la PE ($F = 0,37$; $p = 0,9352$) (Fig. 2A). Con respecto a la PE, solo las variaciones temporales determinaron la PE durante las sesiones de ejercicio ($F = 51,21$; $p < 0,0001$) (Fig. 2B).

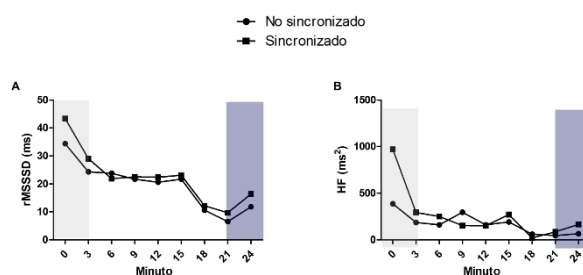
Figura 2. Respuesta cardio perceptual durante la sesión de ejercicio sincronizado y no sincronizado.



En A se muestra la frecuencia cardiaca y en B la percepción del esfuerzo. FC: Frecuencia cardiaca.

En la Figura 3 se muestran los cambios en la VRC durante el ejercicio. Solo las variaciones temporales determinaron significativamente los cambios de los índices rMSSD ($F = 9,35$; $p < 0,0001$) (Fig. 3A) y HF ($F = 3,70$; $p = 0,0004$) (Fig. 3B) durante el protocolo.

Figura 3. Variabilidad del ritmo cardíaco durante la sesión de ejercicio no sincronizado y sincronizado.



En A se muestra el índice rMSSD y en B el índice HF. rMSSD: Raíz cuadrada del promedio de las diferencias de intervalos N-N sucesivos al cuadrado; HF: Poder espectral (varianza) del ritmo cardíaco en la banda de frecuencia alta (0,15 – 0,40 Hz).

Discusión

Los resultados del presente estudio demostraron que el uso de la música para sincronizar el ritmo y velocidad de ejercicio de intensidad moderada (EF sincronizado) se asoció con una menor FC y FC pico en comparación con la sesión de EF no sincronizado musicalmente. Estos hallazgos corroboran estudios anteriores (Ballmann et al., 2019; Biagini et al., 2012; Carraro et al., 2018; Chow & Etner, 2017; Chtourou et al., 2012; Karageorghis & Priest, 2012; Kilpatrick et al., 2007; Liu et al., 2021), que indican que el ejercicio coreografiado, especialmente cuando se asocia con música (sincronizado), puede modular la respuesta fisiológica al ejercicio, posiblemente debido al efecto motivacional de la melodía y al ritmo de la música, lo que puede facilitar un movimiento más fluido y menos extenuante.

De manera inesperada, en este estudio, observamos una mayor PE durante la sesión de EF no sincronizado ($\Delta -9,9\%$; $p = 0,0224$), en comparación con la sesión de EF sincronizado. Es probable que la exposición a la música de preferencia durante la sesión de EF no sincronizado haya significado en una carga mental adicional al estrés fisiológico inducido por el EF, lo que pudo haber incrementado la PE y la carga cardiovascular durante la sesión de EF no sincronizado.

La investigación de Liu et al. (2021) ofrece un apoyo adicional a nuestros resultados al demostrar que la estimulación musical durante el EF puede reducir la fatiga deportiva en estudiantes universitarios. Sus resultados sugieren que la música no solo reduce los valores de la PE, sino que también puede minimizar la sensación de fatiga, destacando la capacidad de la música para influir positivamente en la respuesta al ejercicio y facilitar una experiencia más placentera y menos agotadora. Esto es consistente

con la idea de que la música puede actuar como un factor motivacional que ayuda a mantener la intensidad del EF en niveles más sostenibles y menos desgastantes.

De acuerdo con Karageorghis y Priest (2012), la música puede influir significativamente en la PE y la respuesta cardiovascular durante el EF. Los autores identificaron que la música rítmica puede reducir la PE y mejorar el rendimiento en actividades físicas, posiblemente debido a su capacidad para sincronizar el ritmo del EF con el compás de la música, promoviendo una sensación de fluidez y menor percepción de fatiga.

Chow y Etnier (2017) informaron que la música puede moderar la intensidad del ejercicio, reduciendo la FC incluso en actividades más intensas, sugiriendo, así, una reducción en la PE. Parece que el EF sincronizado con música puede promover una respuesta cardiovascular más favorable, reduciendo la FC en comparación con modalidades de EF sin estímulo musical, mejorando así la eficacia del ejercicio cuando se combina con soporte musical (Bacon et al., 2012).

Estos estudios apoyan la hipótesis de que el ejercicio coreografiado, ritmado de acuerdo con la música adecuada (EF sincronizado), puede ofrecer beneficios en términos de menor intensidad cardiovascular y reducción de la PE, al facilitar un ritmo más constante y agradable durante el ejercicio. Este fenómeno puede ser particularmente útil para mejorar la adherencia y el confort durante regímenes de ejercicio, especialmente en poblaciones que pueden encontrar el EF tradicionalmente agotador.

Aunque la FC y la PE mostraron diferencias significativas entre las sesiones, la VRC no presentó variaciones significativas entre los protocolos de EF. A este respecto, estudios previamente realizados sugieren que la práctica de EF, junto a la música de preferencia del participante, induce incrementos de la VRC durante el ejercicio (Aburto Corona & Aragón-Vargas, 2013; Elliott et al., 2014; Mojtavavi et al., 2020).

De acuerdo con Mojtavavi et al. (2020) la presencia de música durante el ejercicio puede aumentar la VRC, sugiriendo una mejora en la regulación autonómica y una respuesta más adaptativa al estrés del ejercicio. Los autores atribuyeron este efecto al impacto positivo de la música en la reducción del estrés y en la promoción de un estado de relajación durante el ejercicio, lo que podría aumentar la VRC. Asimismo, parece que escuchar música preferencial puede ser utilizado como un método eficaz de relajación (Archana & Mukilan, 2016).

De manera similar, Elliott et al. (2014) investigaron el efecto de la música sobre la VRC en atletas y encontraron que la música con un ritmo específico puede mejorar la VRC durante ejercicios de intensidad moderada. Este estudio destacó que la música puede influir positivamente en la regulación autonómica, posiblemente al reducir la PE y promover un entorno más relajado.

Además, según diferentes estudios, parece que la música puede aumentar la VRC durante sesiones de EF, especialmente cuando la intensidad del ejercicio es moderada y la música se elige según la preferencia del individuo (Archana & Mukilan, 2016; Urakawa & Yokoyama, 2005). Ellos sugieren que la música puede actuar como un modulador de la respuesta autonómica al ejercicio, mejorando la VRC en comparación con ejercicios sin estímulo musical.

Estos estudios sugieren que la música puede tener un efecto positivo en la VRC, que no se observó en nuestro estudio. Las discrepancias pueden atribuirse a diferencias en la intensidad del ejercicio, características de la muestra o estilos musicales utilizados, que pueden influir en la respuesta autonómica de maneras distintas. También es posible en nuestro estudio, que el potencial efecto favorable de la música de preferencia sobre la VRC haya sido atenuado por la carga mental derivada de la atención necesaria para seguir las instrucciones de ritmo y velocidad de EF durante la sesión de EF no sincronizado. Futuros estudios deben ser realizados para confirmar estas hipótesis.

En términos de implicaciones prácticas, especialmente para profesionales que utilizan ejercicios coreografiados en programas de entrenamiento, la capacidad de inducir una menor PE, sin comprometer la intensidad y la eficiencia del entrenamiento, puede ser particularmente beneficiosa. Este enfoque puede ser especialmente útil en programas de EF orientados a poblaciones específicas, como principiantes o individuos con condiciones de salud que requieren moderación en la intensidad del ejercicio. El uso de EF sincronizado puede, por lo tanto, facilitar la adherencia al entrenamiento y promover la continuidad de la práctica, mejorando la experiencia y los resultados para estas poblaciones.



Sin embargo, este estudio presenta algunas limitaciones. La muestra fue relativamente pequeña y compuesta por un número limitado de individuos, lo que puede restringir la generalización de los resultados a poblaciones mayores o diferentes. Además, el estudio no controló variables como la familiaridad de los participantes con el estilo musical utilizado o la intensidad específica de la música, lo que puede haber influido en las respuestas observadas. Los resultados pueden verse afectados por factores individuales no controlados, como el nivel de acondicionamiento físico y el estado emocional de los participantes. Los estudios futuros pueden beneficiarse de muestras más grandes y de un control más riguroso de las condiciones experimentales para proporcionar una comprensión más amplia de los efectos de la música, tanto preferencial como sincronizada, incluso ambas juntas, en la respuesta cardiovascular y autonómica al ejercicio.

Conclusiones

El presente estudio comparó la respuesta fisiológica del sistema cardiorrespiratorio durante una sesión de EF sincronizado con música versus una sesión de EF no sincronizado con música de preferencia. Los resultados mostraron que el EF sincronizado con música resultó en valores promedio menores de PE, FC y FC pico, lo que indica una menor intensidad cardiovascular en comparación con el EF no sincronizado realizado con música de preferencia. Esto sugiere que la sincronización musical puede facilitar un movimiento más fluido y menos extenuante.

A pesar de las diferencias significativas en la FC y la PE, la VRC no presentó variaciones entre las sesiones de ejercicio, lo que indica que la regulación autonómica del corazón no fue sustancialmente afectada por el tipo de música utilizada. Este hallazgo sugiere que, aunque la música puede influir en la intensidad percibida y la respuesta cardiovascular, no necesariamente afecta la regulación de la VRC.

Las implicaciones prácticas de estos resultados indican que el EF sincronizado con música puede ser un enfoque eficaz para reducir la carga cardiovascular percibida y promover una experiencia de ejercicio más agradable. Sin embargo, el estudio tiene limitaciones, como el tamaño de la muestra y la falta de control sobre variables relacionadas con la música. Investigaciones futuras deben explorar muestras más grandes y un control más riguroso de las condiciones experimentales para una comprensión más detallada de los efectos de la música en la respuesta fisiológica al ejercicio.

Agradecimientos

Agradecimientos de Juan-José Mijarra-Murillo a la Universidad Rey Juan Carlos por la financiación proporcionada mediante el contrato de Investigador Predoctoral en Formación (programa propio), cuya referencia de plaza es PREDOC24-042.

Referencias

- Aburto Corona, J. A., & Aragón-Vargas, L. F. (2013). Efecto de la intensidad de la música en el rendimiento durante la realización de ejercicio Ad Libitum en cicloergómetro. *Pensar En Movimiento: Revista De Ciencias Del Ejercicio Y La Salud*, 11(2), 1–11. <https://doi.org/10.15517/pensar-mov.v11i2.8615>
- Archana, R., & Mukilan, R. (2016). Beneficial Effect of Preferential Music on Exercise Induced Changes in Heart Rate Variability. *JOURNAL of CLINICAL and DIAGNOSTIC RESEARCH*, 10(5). <https://doi.org/10.7860/jcdr/2016/18320.7740>
- Bacon, C. J., Myers, T. R., & Karageorghis, C. I. (2012). Effect of music-movement synchrony on exercise oxygen consumption. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 52(4), 359–365.
- Ballmann, C. G. (2021). The influence of music preference on exercise responses and performance: A review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(2). <https://doi.org/10.3390/jfmk6020033>
- Ballmann, C. G., Maynard, D. J., Lafoon, Z. N., Marshall, M. R., Williams, T. D., & Rogers, R. R. (2019). Effects

- of Listening to Preferred versus Non-Preferred Music on Repeated Wingate Anaerobic Test Performance. *Sports*, 7(8), 185. <https://doi.org/10.3390/sports7080185>
- Biagini, M. S., Brown, L. E., Coburn, J. W., Judelson, D. A., Statler, T. A., Bottaro, M., Tran, T. T., & Longo, N. A. (2012). Effects of Self-Selected Music on Strength, Explosiveness, and Mood. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1934-1938. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318237e7b3>
- Biddle, S. J., & Asare, M. (2011). Physical activity and mental health in children and adolescents: A review of reviews. *British Journal of Sports Medicine*, 45(11), 886-895. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090185>
- Bigliassi, M., Karageorghis, C. I., Wright, M. J., Orgs, G., & Nowicky, A. V. (2017). Effects of auditory stimuli on electrical activity in the brain during cycle ergometry. *Physiology & Behavior*, 177, 135-147. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.04.023>
- Birnbaum, L., Boone, T., & Huschle, B. (2009). Cardiovascular response to music tempo during steady-state exercise. *Journal of Exercise Physiology Online*, 12(1), 50-57.
- Bliss, E. S., Wong, R. H., Howe, P. R., & Mills, D. E. (2021). Benefits of exercise training on cerebrovascular and cognitive function in ageing. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 41(3), 447-470. <https://doi.org/10.1177/0271678x20957807>
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381. <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
- Carraro, A., Paoli, A., & Gobbi, E. (2018). Affective response to acute resistance exercise: A comparison among machines and free weights. *Sport Sciences for Health*, 14(2), 283-288. <https://doi.org/10.1007/s11332-018-0427-4>
- Celik, O., & Yildiz, B. O. (2021). Obesity and physical exercise. *Minerva Endocrinology*, 46(2), 131-144. <https://doi.org/10.23736/s2724-6507.20.03361-1>
- Chow, E. C., & Etnier, J. L. (2017). Effects of music and video on perceived exertion during high-intensity exercise. *Journal of sport and health science*, 6(1), 81-88. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.12.007>
- Chtourou, H., Jarraya, M., Aloui, A., Hammouda, O., & Souissi, N. (2012). The effects of music during warm-up on anaerobic performances of young sprinters. *Science & Sports*, 27(6), e85-e88. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2012.02.006>
- Crust, L. (2004). Effects of familiar and unfamiliar asynchronous music on treadmill walking endurance. *Perceptual and Motor Skills*, 99(1), 361-368. <https://doi.org/10.2466/pms.99.1.361-368>
- Elliott, D., Polman, R., & Taylor, J. (2014). The effects of relaxing music for anxiety control on competitive sport anxiety. *European journal of sport science*, 14(1), S296-S301. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.693952>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., et al. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Gamelin, F. X., Berthoin, S., & Bosquet, L. (2006). Validity of the Polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(5), 887-893. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000218135.79476.9c>
- Ghaderi, M. A., Rahimi, R., & Azarbayjani, M. A. (2009). The effect of motivational and relaxation music on aerobic performance, rating perceived exertion and salivary cortisol in athlete males. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 31(1), 17-26. <https://doi.org/10.4314/sajrs.v31i2.47589>
- Karageorghis, C. I., & Priest, D. L. (2012). Music in sport and exercise: An update on research and application. *The Sport Journal*, 15(1), 1-16.
- Katzmarzyk, P. T., Friedenreich, C., Shiroma, E. J., & Lee, I. M. (2022). Physical inactivity and non-communicable disease burden in low-income, middle-income and high-income countries. *British Journal of Sports Medicine*, 56(2), 101-106. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103640>
- Kilpatrick, M., Kraemer, R., Bartholomew, J., Acevedo, E., & Jarreau, D. (2007). Affective responses to exercise are dependent on intensity rather than total work. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1417-1422. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31806ad73c>



- Le-Cerf Paredes, L., Valdés-Badilla, P., & Guzman Muñoz, E. (2022). Efectos del entrenamiento de fuerza sobre la condición física en niños y niñas con sobrepeso y obesidad: una revisión sistemática (Effects of strength training on the fitness in boys and girls with overweight and obesity: a systematic review). *Retos*, 43, 233–242. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.87756>
- Li, G., Li, J., & Gao, F. (2020). Exercise and cardiovascular protection. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1228(1), 205–216. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1792-1_14
- Liu, C., Li, Z., & Du, X. (2021). The effect of musical stimulation in sports on sports fatigue of college students. *Journal of Internet Technology*, 22(1), 187–195.
- Marzetti, E., Calvani, R., Tosato, M., Cesari, M., Di Bari, M., Cherubini, A., Broccatelli, M., Saveria, G., D'Elia, M., Pahor, M., Bernabei, R., Landi, F., & SPRINTT Consortium. (2017). Physical activity and exercise as countermeasures to physical frailty and sarcopenia. *Aging Clinical and Experimental Research*, 29(1), 35–42. <https://doi.org/10.1007/s40520-016-0705-4>
- Mojtabavi, H., Saghadzadeh, A., Valenti, V. E., & Rezaei, N. (2020). Can music influence cardiac autonomic system? A systematic review and narrative synthesis to evaluate its impact on heart rate variability. *Complementary therapies in clinical practice*, 39(1), 101162. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101162>
- Rodríguez-Núñez, I., Rodríguez-Romero, N., Álvarez, A., Zambrano, L., Veiga, G. L. d., & Romero, F. (2021). Variabilidad del ritmo cardíaco en pediatría: aspectos metodológicos y aplicaciones clínicas. *Archivos de Cardiología de México*. <https://doi.org/10.24875/ACM.20000473>
- Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J.W., Pressler, A., Wagenpfeil, S., & Halle, M. (2013). Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 113(1), 147–155. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2421-x>
- Schneider, F., Martin, J., Hapfelmeier, A., Jordan, D., Schneider, G., & Schulz, C. M. (2017). The validity of linear and non-linear heart rate metrics as workload indicators of emergency physicians. *PLOS ONE*, 12(11), e0188635. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188635>
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5(1), 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Simón Mora, R. M., Sánchez Oliver, A. J., Suárez Carmona, W., & González Jurado, J. A. (2021). Efecto de un programa de ejercicio físico sobre la condición física y la grasa visceral en personas con obesidad (Effect of a physical exercise program on physical fitness and visceral fat in people with obesity). *Retos*, 39, 723–730. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.78997>
- Sönmez, G. T., Vatansever, S., Olcucu, B., & Cinar, V. (2015). Impact of music on exercise performance. *International Journal of Review of Life Sciences*, 5(1), 1307–1312.
- Terry, P. C., Karageorghis, C. I., Curran, M. L., Martin, O. V., & Parsons-Smith, R. L. (2020). Effects of music in exercise and sport: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 146(2), 91–117. <https://doi.org/10.1037/bul0000216>
- Terry, P. C., Karageorghis, C. I., Saha, A. M., & D'Auria, S. (2012). Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(1), 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.06.003>
- Thomas, J., Nelson, J., & Silverman, S. (2012). *Método de pesquisa em atividade física* (6ª ed.). Artmed Editora.
- Troosters, T., Janssens, W., Demeyer, H., & Rabinovich, R. A. (2023). Pulmonary rehabilitation and physical interventions. *European Respiratory Review*, 32(168). <https://doi.org/10.1183/16000617.0222-2022>
- Urakawa, K., & Yokoyama, K. (2005). Music Can Enhance Exercise-Induced Sympathetic Dominancy Assessed by Heart Rate Variability. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 206(3), 213–218. <https://doi.org/10.1620/tjem.206.213>
- Vasconcelos, T. de A., Paes, P. P., Costa, M. S. F., Oliveira, B. S. C., Xavier, H. da S., Santos, W. R., & Santos, W. R. (2024). Evaluación de la satisfacción de los usuarios de un gimnasio al aire libre como herramienta de mejora y aumento de afiliación (Assessment of User Satisfaction in an Outdoor Gym as a Tool for Improvements and Increased Adherence). *Retos*, 52, 333–337. <https://doi.org/10.47197/retos.v52.101948>
- World Health Organization. (2022). *Physical activity*. <https://www.who.int/es/news-room/fact->



sheets/detail/physical-activity

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

José Manuel Delfa-de-la-Morena
Pedro Pinheiro Paes
Wlaldemir Roberto dos Santos
Juan Pablo Lillo
Juan-José Mijarra-Murillo
Iván Rodríguez-Núñez

jose.delfa@urjc.es
pppaes@ufpe.br
wlaldemir.santos@upe.br
jlillo2020@udec.cl
juanjose.mijarra@urjc.es
ivanrodriguez@udec.cl

Autor
Autor
Autor
Autor
Autor y traductor
Autor