

## Investigación Experimental o Metaanalítica

PENSAR EN MOVIMIENTO:

*Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*

ISSN 1659-4436

Vol. 15, No.2, pp. 13-25

Abre el 1° de julio, cierre al 31 de diciembre, 2017



### REFINANDO EL TEMPO DE LA MÚSICA PARA UN EFECTO ERGOGÉNICO DURANTE EL EJERCICIO DE CICLISMO ESTACIONARIO<sup>1</sup>

Jorge Aburto-Corona, M.Sc.<sup>2,3(B,C,D,E)</sup> y Luis Fernando

Aragón-Vargas, Ph.D.; FACSM<sup>3(B,C,D,E)</sup>

*jorge.aburto@uabc.edu.mx*

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

Envío original: 27/03/2017; reenviado: 12/09/2017;

aceptado: 04/10/2017; publicado: 05/12/2017.

Revisión realiza por: Attila Szabo, Ph.D., Universidad Eötvös Loránd, Hungría y David Elliott, Ph.D., Universidad de Cumbria, Reino Unido, con proceso de revisión abierta. Judith Jiménez, Ph.D., Editora Asociada

Doi: 10.15517/pensarmov.v15i2.31616

---

#### RESUMEN

Aburto-Corona, J. y Aragón-Vargas, L.F. (2017). Refinando el tempo de la música para un efecto ergogénico durante el ejercicio de ciclismo estacionario. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 15(2), 13-25. El efecto de la música durante el ejercicio ha sido estudiado desde muchas perspectivas, pero los resultados no han sido del todo claros, probablemente por la falta apropiada de control en la investigación. El propósito de este estudio fue medir el rendimiento físico en bicicleta estacionaria en un ambiente caluroso, en condiciones cuidadosamente controladas, modificando solo el tempo de la música. Diez estudiantes físicamente activos, con  $24.5 \pm 3.6$  años de edad (promedio  $\pm$  desviación estándar),

---

<sup>1</sup> Versión traducida al español. El original en inglés está disponible en esta misma revista. Aburto-Corona, J. & Aragón-Vargas, L.F. (2017). Refining music tempo for an ergogenic effect on stationary cycling exercise. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 15(2), 1-12.



escogieron su música favorita para hacer ejercicio y realizaron una prueba de máximo esfuerzo en bicicleta. Durante las siguientes visitas al laboratorio, los participantes pedalearon a una cadencia de su preferencia y contra una resistencia constante (70% de la carga máxima) dentro de un cuarto de clima controlado ( $28.6\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y  $65\pm 3\%\text{FC}$ ), por 30 minutos en tres días diferentes, sin música (NM), con música tempo medio (MT-120ppm) o música tempo rápido (FT-140ppm) en orden aleatorio. Se registró el esfuerzo percibido (EP), la frecuencia cardíaca (FC) y el trabajo realizado (TR). No se encontró diferencia significativa entre condiciones en EP ( $4.47\pm 1.52$ ;  $4.22\pm 1.5$ ;  $3.83\pm 2.06$  u.a. para NM, MT y FT, respectivamente,  $p=.162$ ) ni FC ( $142.4\pm 24.53$ ;  $142.6\pm 24.37$ ;  $142.9\pm 18.36$  lpm para NM, MT y FT, respectivamente,  $p=.994$ ). Sin embargo, sí se encontraron diferencias en TR ( $43.4\pm 19.02$ ;  $46.1\pm 20.34$ ;  $47.1\pm 20.97$  kJ para NM, MT y FT, respectivamente,  $p=.009$ ); el análisis post-hoc demostró que esas diferencias en TR eran entre FT y NM. Al utilizar música del agrado de cada persona durante el ejercicio, los participantes mejoraron el rendimiento físico solo con tempo rápido de 140ppm.

**Palabras clave:** ritmo; resistencia; *beats*; rendimiento físico.

La música, el arte de combinar sonidos en armonía para inducir una experiencia estética en quienes la escuchan, es también un estímulo motivador para el cuerpo humano (Harmon & Kravitz, 2007; Yanguas, 2006). Según algunos estudios, este estímulo facilita el ejercicio mediante la disminución de la fatiga, el aumento de la intensidad y la mejoría de la eficiencia, al mismo tiempo que se aumenta la excitación emocional, se promueve la relajación y se mejora la coordinación (Aragón-Vargas & Marín-Hernández, 2002; Elliott, Carr & Orme, 2005; Karageorghis et al., 2013; Szabo, Small & Leigh, 1999).

Algunas investigaciones previas han estudiado los efectos de la música sobre el rendimiento físico; por ejemplo, la resistencia muscular, la intensidad del ejercicio y la cadencia de pedaleo (Crust & Clough, 2006; Karageorghis, Jones & Low, 2006), las habilidades motrices (Kravitz, 1994), la potencia (Atan, 2013; Jarraya et al., 2012) y la resistencia aeróbica (Ghaderi, Rahimi & Azarbayjani, 2009). Se han planteado distintas teorías para explicar los hallazgos positivos, entre ellas, la liberación de dopamina al escuchar la música (Menon & Levitin, 2005), un efecto distractor o de disociación (Waterhouse, Hudson, & Edwards, 2010) —algunas veces atribuido a la sincronización inconsciente entre la música y el ritmo de los movimientos repetitivos— o el surgimiento de una velocidad intrínseca, la cual se ha propuesto como un mecanismo que les permite a los individuos ejercitarse a mayor intensidad sin prestarle atención a la incomodidad o la fatiga (Crust & Clough, 2006; Karageorghis et al., 2006a; Waterhouse et al., 2010).

En realidad, la música es una experiencia subjetiva sumamente compleja, en la cual se conjugan muchos elementos como la melodía, la armonía, el ritmo, la intensidad del sonido y la letra de las canciones. Las preferencias individuales añaden un nivel de complejidad adicional (observaciones personales no publicadas). Para entender mejor la interacción entre la música y el ejercicio, sería deseable utilizar un protocolo en el cual solamente se manipule un elemento musical a la vez, mientras se mantienen constantes todos los demás. De otra manera, sería



imposible comprender cuál variable es responsable de algún efecto encontrado. En este estudio hemos escogido el tempo, uno de los elementos básicos del ritmo. El ritmo es la expresión del tiempo de la música, asociado con el tiempo psicológico y el tiempo cronológico. El tempo se refiere más bien a la velocidad de la ejecución de la música y se mide comúnmente en pulsos por minuto (ppm). En vista de que el tempo de la música podría asociarse fuertemente con la cadencia de un movimiento deportivo de naturaleza repetitiva como el ciclismo, la carrera y la natación, se le debe considerar un elemento clave en el estudio de la música y el rendimiento deportivo (Waterhouse et al., [2010](#)).

En los estudios publicados sobre música y rendimiento deportivo se han analizado la fatiga, la resistencia y la recuperación como variables dependientes (Atan, [2013](#); Ghaderi et al., [2009](#)), pero también la intensidad del ejercicio o el trabajo total realizado cuando las personas se ejercitan *ad libitum* mientras escuchan música (Aburto & Aragón-Vargas, [2013](#)). El trabajo realizado (y, por ende, las calorías totales quemadas) en un tiempo limitado es una variable especialmente interesante para la industria del *fitness*; además, se esperaría que el trabajo total fuera particularmente sensible a la supuesta asociación entre el tempo y la cadencia.

Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue comparar el trabajo total realizado por adultos jóvenes en condiciones cuidadosamente controladas, durante 30 minutos de ciclismo estacionario a intensidad autorregulada (intensidad submáxima espontánea); el ejercicio se realizó sin escuchar música o mientras se escuchaba música individualmente seleccionada (preferida), tocada a tempo moderado o rápido. Decidimos centrarnos en el ejercicio espontáneo en bicicletas estacionarias en un ambiente caluroso por ser una práctica típica en los gimnasios y clubes en el trópico.

## METODOLOGÍA

**Participantes.** Diez estudiantes universitarios físicamente activos y aparentemente sanos (4 hombres y 6 mujeres) se ofrecieron voluntariamente para participar en esta investigación. La Tabla 1 muestra su edad, peso y talla promedio. Cada uno firmó un formulario de consentimiento informado antes de iniciar su participación, conforme a la política del Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica. Todas estas personas eran ciclistas principiantes o inexpertos, que pedaleaban menos de 15 km semanales.

**Procedimiento.** Cada participante se presentó en el laboratorio en cinco ocasiones distintas, con un mínimo de dos días de descanso entre sesiones. La primera sesión fue de familiarización y se aprovechó para completar información básica, incluyendo un cuestionario de aptitud para la actividad física (Rodríguez, [1994](#)). Se le pidió a cada persona que se ejercitara cómodamente en un cicloergómetro (Lode®, modelo Sport Excalibur, Groningen, Holanda) durante 30 minutos, mientras escuchaba el repertorio musical. El equipo de ejercicio se ajustó a las preferencias de cada persona, se anotaron las medidas y se completó el instrumento *Brunel Music Rating Inventory-2* (Karageorghis, Priest, Terry, Chatzisarantis, & Lane, [2006](#)) para cada una de las piezas musicales de una colección de 17 piezas populares, utilizadas comúnmente para impartir clases de aeróbicos o de Spinning®. La calificación promedio de la música utilizada



fue  $5.7 \pm 0.8$  u.a., la cual se considera buena para la escala de 0 a 7. Con estas puntuaciones se preparó una colección preferida con al menos 10 piezas musicales para cada persona; todas las piezas habían sido grabadas originalmente a 130 ppm. Posteriormente, se utilizó la versión gratuita del programa Virtual DJ v.7.0.5 (Atomix Productions, California, USA) para modificar cada colección, de manera que se pudiera tocar al tempo deseado sin modificar el tono de la música.

La segunda sesión se dedicó a ejecutar una prueba de frecuencia cardíaca máxima, mediante un protocolo adaptado para cicloergómetro (MacDougall, Wenger & Green, [1991](#)). En pocas palabras, se utilizó un monitor inalámbrico para medir la frecuencia cardíaca (Polar®, model FT4, Kempele, Finland) mientras cada participante pedaleaba a 90 rpm, aumentando la carga de trabajo (resistencia) cada dos minutos hasta llegar a la fatiga. Se anotó la carga máxima y la frecuencia cardíaca alcanzada.

Las sesiones tres, cuatro y cinco fueron las pruebas de rendimiento durante el ejercicio: sin música (NM), tempo moderado (MT, 120 ppm) o tempo rápido (FT, 140 ppm), conforme a recomendaciones previas (Karageorghis et al., [2011](#); Karageorghis, Jones & Stuart, [2007](#); Karageorghis et al., [2006](#)). Todos los individuos ejecutaron todas las pruebas en un diseño de medidas repetidas; el orden de las pruebas fue aleatorizado. Al llegar al laboratorio, cada participante se recostó cómodamente en posición decúbito supino durante cinco minutos y escuchó la condición de música correspondiente a ese día. Mientras tanto, se midió su frecuencia cardíaca en reposo. Después de un calentamiento en el cicloergómetro a 100 W, se le pidió al participante que se ejercitara a la intensidad submáxima de su escogencia, intentando mantenerla durante 30 minutos. La resistencia se estableció en 70% de la resistencia máxima que cada individuo alcanzó en la segunda sesión, utilizando el programa de manejo de la ergometría Lode® *Ergometry Manager*. Todas las pruebas se realizaron en una cámara de clima controlado a  $28.6 \pm 0.5$  °C bulbo seco y  $65 \pm 3\%$  de humedad relativa (Chen, Liu & Chen, [2015](#)). Las piezas se tocaron en un equipo portátil de radio y CD (Sony®, modelo CFD-RG88oCP, New York, USA) a  $75 \pm 2$  dB, conforme al sonómetro (Radio Shack®, modelo 33-2055, Texas, USA), colocado en un trípode a la misma altura y distancia de los oídos de cada participante. La frecuencia cardíaca (FC), el esfuerzo percibido de 0 a 10 (EP, Borg, [1982](#)) y el trabajo realizado en el cicloergómetro (TR) se registraron a los 10, 20 y 30 minutos. La frecuencia de pedaleo o cadencia (C) se registró al final de cada minuto de toda la prueba de ejercicio; se calculó el promedio para el primer, segundo y tercer intervalos de 10 minutos. Al finalizar cada intento, se disminuyó la resistencia en el cicloergómetro y se les pidió a los participantes que disminuyeran su cadencia durante cinco minutos, como protocolo de enfriamiento.

Se mantuvieron constantes las piezas musicales, el tono de la música, y la resistencia y la geometría del ergómetro para cada persona a lo largo de todas las sesiones de ejercicio; además, la intensidad del sonido, las condiciones ambientales y las instrucciones fueron las mismas para todos los participantes en todos los intentos. No hubo retroalimentación durante el ejercicio: los participantes no tuvieron conocimiento del tiempo transcurrido, ni de la cadencia de pedaleo, frecuencia cardíaca, trabajo realizado o distancia recorrida. No se les informó sobre los objetivos reales del estudio sino hasta después de completar la última sesión; originalmente, se les dijo que se quería estudiar el efecto de distintas bebidas deportivas sobre el rendimiento y se les



suministraron 50 mL de una bebida con sabor artificial —el mismo volumen y la misma bebida cada vez— antes de cada sesión.

**Análisis estadístico.** Se calculó la estadística descriptiva (media y desviación estándar) para la edad, la masa corporal, la estatura y la frecuencia cardíaca máxima real, para caracterizar a los participantes. Se verificó la normalidad de la distribución de todas las variables (Tabla 1).

Se analizaron las posibles diferencias en la frecuencia cardíaca de reposo entre las sesiones mediante un análisis de varianza de una vía, de medidas repetidas. Se realizó un análisis de varianza con medidas repetidas (3 x 3) tanto en el intento (la sesión) como el tiempo (momento de medición), para cada una de las variables dependientes: frecuencia cardíaca, esfuerzo percibido, trabajo y cadencia de pedaleo. Se hicieron análisis *post hoc* con ajuste de Bonferroni para las comparaciones múltiples. Por último, se realizaron varias pruebas F de dos muestras para comparar las varianzas minuto a minuto de la cadencia de pedaleo: NM vs. MT, NM vs. FT, MT vs. FT y NM vs. las dos condiciones de música combinadas.

## RESULTADOS

La Tabla 1 muestra las características generales de los participantes, así como los resultados de las pruebas preliminares. No se encontraron diferencias significativas en la frecuencia cardíaca en reposo ( $65.8 \pm 12.6$ ,  $64.6 \pm 12.6$  y  $68.4 \pm 13$  lpm;  $F = 0.233$ ;  $p = 0.794$ ) para las condiciones de NM, MT y FT, respectivamente.

Tabla 1  
 Valores de referencia

Características	Hombres (4)	Mujeres (6)	Total (10)
Edad (años)	21.5 ± 2.6	24.3 ± 3.8	23.2 ± 3.5
Estatura (cm)	186.3 ± 12.3	162.6 ± 11.1	172.1 ± 16.3
Peso (kg)	79.3 ± 12.9	63.3 ± 17.4	69.7 ± 17.1
FCmax (lpm)	189.8 ± 6.3	185.2 ± 9.2	187.0 ± 8.1
Potenciamax (W)	148.4 ± 83.0	81.7 ± 37.5	108.4 ± 65.3
Rintentos (N*m)	11.0 ± 6.2	6.1 ± 2.8	8.1 ± 4.9

Fuente: elaboración propia.

Para el esfuerzo percibido (Figura 1a), no hubo interacción significativa entre intento y tiempo ( $F = 0.978$ ;  $p = 0.432$ ). El EP no fue distinto entre los intentos ( $4.5 \pm 1.5$ ,  $4.2 \pm 1.5$ ,  $3.8 \pm 2.1$ , para NM, MT, y FT;  $F = 2.018$ ;  $p = 0.162$ ), pero sí aumentó significativamente a lo largo del tiempo ( $F = 23.274$ ;  $p = 0.001$ ). La frecuencia cardíaca en ejercicio (Figura 1b) no mostró interacción entre intento y tiempo ( $F = 0.635$ ;  $p = 0.641$ ). No hubo diferencia significativa en la FC entre intentos ( $142.4 \pm 24.5$ ,  $142.6 \pm 24.4$ ,  $142.9 \pm 18.4$  lpm, para NM, MT y FT;  $F = 0.005$ ;  $p = 0.995$ ), pero la FC aumentó significativamente en el tiempo ( $F = 27.320$ ;  $p = 0.001$ ).



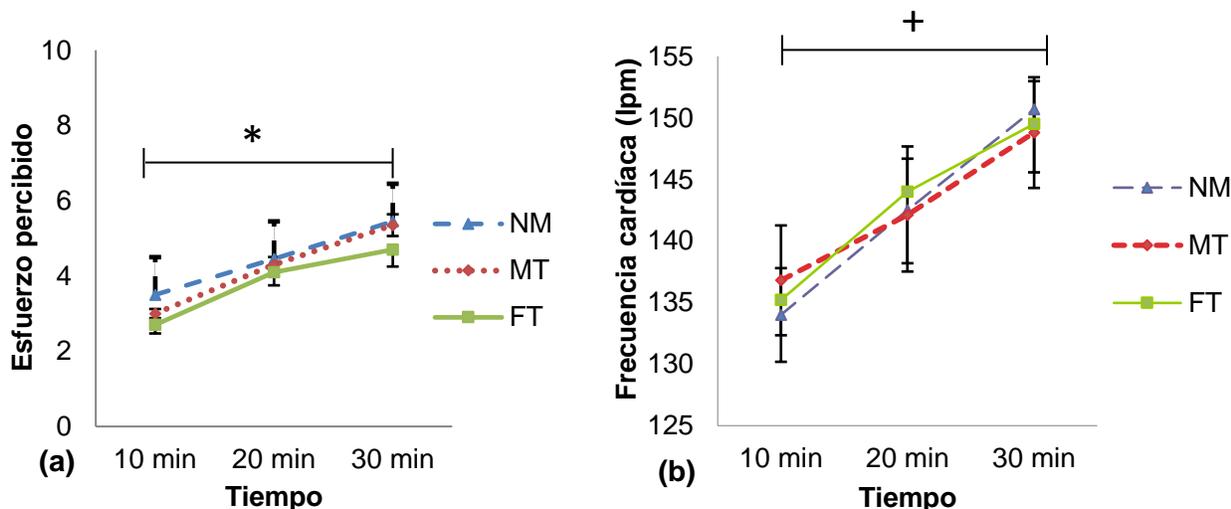


Figura 1. Respuestas fisiológicas por intento y tiempo. a) Esfuerzo percibido. b) Frecuencia cardíaca. Los puntos representan los valores promedio; las barras indican el error estándar de la media (E.E.M.). (\*)  $p=0.001$ ; (+)  $p=0.002$ . Fuente: elaboración propia.

La Figura 2 muestra el trabajo realizado durante cada intervalo de 10 min. No hubo interacción significativa entre intento y tiempo ( $F = 0.555$ ;  $p = 0.697$ ), ni tampoco se encontró diferencia entre los intervalos ( $F = 1.351$ ;  $p = 0.284$ ), pero el trabajo total sí fue distinto entre los intentos ( $F = 6.103$ ;  $p = 0.009$ ). El análisis *post hoc* mostró que la condición FT ( $141.2 \pm 20.5$  kJ) fue superior a la NM ( $130.3 \pm 18.54$  kJ,  $p = 0.036$ ), pero no fue distinta de MT ( $138.3 \pm 19.7$  kJ;  $p = 0.100$ ). MT tampoco fue diferente de NM ( $p = 0.085$ ).

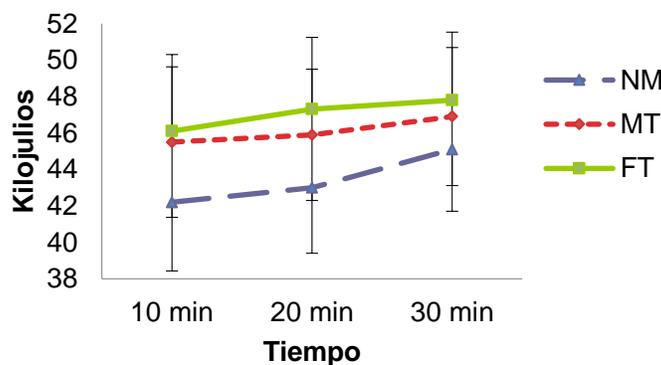


Figura 2. Trabajo realizado por intento y por tiempo. Los puntos representan los valores promedio; las barras indican el error estándar de la media (E.E.M.). Fuente: elaboración propia.

Las Figuras 3a y 3b muestran la cadencia de pedaleo. No hubo interacción significativa entre intento y tiempo ( $F = 2.530$ ;  $p = .057$ ). La cadencia de pedaleo fue mayor durante el tercer intervalo ( $98.6 \pm 17.3$  rpm) que durante el primero ( $93.1 \pm 15.7$  rpm;  $p = 0.026$ ), pero el segundo período no fue distinto de los otros dos ( $96.1 \pm 16.8$  rpm;  $p > 0.05$ ). También hubo un efecto significativo de los intentos (Figura 3b): la cadencia de pedaleo fue mayor durante el intento FT ( $98.5 \pm 15.5$  rpm) que durante NM ( $92.8 \pm 16.6$  rpm;  $p = 0.021$ ); MT ( $96.7 \pm 17.6$  rpm) no fue diferente de los otros intentos ( $p > 0.05$ ).

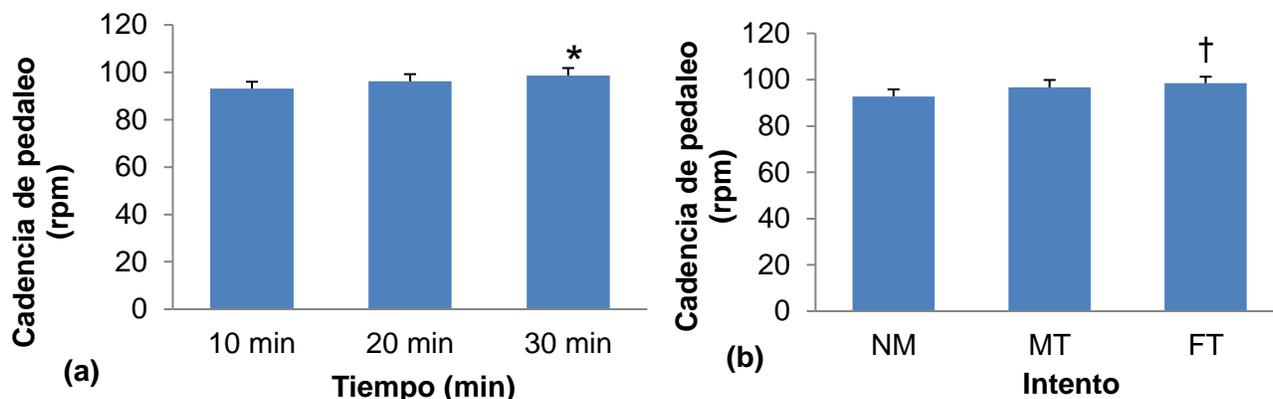


Figura 3. Cadencia de pedaleo. (\*) La media para los minutos 21 a 30 > la media para los minutos 1 a 10,  $p = 0.026$ . (†) FT > NM,  $p = 0.021$ . Media + E.E.M. Fuente: elaboración propia.

Las varianzas en la cadencia de pedaleo minuto a minuto no fueron distintas entre NM ( $277.1$  rpm<sup>2</sup>) y MT ( $310.0$  rpm<sup>2</sup>,  $p = 0.33$ ). FT ( $238.8$ rpm<sup>2</sup>) no fue diferente de NM, ( $p = 0.20$ ), pero sí fue significativamente más baja que MT ( $p = 0.02$ ). La varianza en la cadencia de pedaleo para ambas condiciones con música combinadas ( $274.7$ rpm<sup>2</sup>) no fue distinta de la condición sin música ( $p = 0.92$ ).

## DISCUSIÓN

Esta investigación comparó el trabajo total realizado durante 30 minutos de ejercicio de bicicleta a intensidad seleccionada individualmente, en tres condiciones de música distintas. El resultado principal fue la ejecución de más trabajo mientras los participantes escucharon su música preferida a FT que cuando no había música; sin embargo, la condición MT no fue distinta de las otras dos.

Otros estudios han obtenido mejor rendimiento con un tempo igual a 120 ppm cuando la intensidad del ejercicio es mayor a 70% FC<sub>máx</sub>. (Karageorghis et al., 2007; Karageorghis et al., 2011). Nosotros no logramos una mejoría con MT (120 ppm), a pesar de que la intensidad promedio escogida por nuestros participantes fue de  $76.2 \pm 11.0\%$  FC<sub>máx</sub>. Es posible que, debido a la poca experiencia de nuestros participantes con el ciclismo estacionario, la variabilidad intra-



sujeto haya sido demasiado alta para detectar diferencias significativas con una muestra de 10 participantes. El cálculo de potencia post hoc mostró que con una muestra de este tamaño se puede detectar una diferencia de 8kJ con una potencia estadística de 0.34. Por lo tanto, nuestro estudio tuvo las limitaciones de no utilizar ciclistas altamente motivados para el ejercicio bajo techo y de tener una potencia estadística moderada. También es posible que la incomodidad resultante de ejercitarse en un ambiente húmedo y caliente haya diluido el efecto ergogénico de la música.

Este estudio tiene una limitación adicional importante, la cual debe tomarse en cuenta antes de realizar cualquier inferencia a partir de nuestros resultados: en vista de que sería esperable que las cuatro variables dependientes que analizamos estuvieran correlacionadas entre sí (ver la Tabla 2), sería preferible realizar un análisis de varianza multivariado con medidas repetidas en la condición de música y el tiempo de medición, incluyendo simultáneamente frecuencia cardíaca, esfuerzo percibido, trabajo y cadencia como variables dependientes. Sin embargo, el tamaño de la muestra no fue suficientemente grande para permitir el análisis de la interacción intento X tiempo X variable dependiente (los grados de libertad fueron insuficientes). Encontramos un efecto significativo multivariado del intento (Lambda de Wilk = 0.057,  $p = 0.018$ ) y el tiempo de medición (Lambda = 0.026,  $p = 0.004$ ) en al menos una de las variables dependientes.

Tabla 2

*Matriz de correlaciones para las variables dependientes*

	Frecuencia cardíaca	Esfuerzo percibido	Trabajo	Cadencia
Frecuencia cardíaca	1			
Esfuerzo percibido	0.64 <sup>a</sup>	1		
Trabajo	-0.04	0.32	1	
Cadencia	0.80 <sup>b</sup>	0.35	-0.42	1

Nota: (a)  $p = 0.042$  (b)  $p = 0.006$ . Fuente: elaboración propia.

En la presente investigación, los participantes realizaron más trabajo durante el intento FT que cuando se ejercitaron sin música (Figura 2), a pesar de mostrar puntajes similares de esfuerzo percibido y valores de frecuencia cardíaca casi idénticos (Figuras 1a y 1b, respectivamente); esto sugiere una mayor eficiencia mientras se escucha música con el tempo más alto (Szabo et al., 1999), pero no respalda efectos de *motivación* ni de *distracción*, dos beneficios teóricos de escuchar música durante el ejercicio. Esos efectos les habrían permitido a los participantes mantener una intensidad de ejercicio mayor a pesar de la fatiga o la incomodidad (Karageorghis et al., 2007). Es claro que la fatiga no fue una preocupación en la presente investigación, ya que se realizó más trabajo durante los últimos 10 minutos de la prueba de media hora que durante el primer intervalo de 10 minutos. Lamentablemente, no es posible confirmar la hipótesis de mayor eficiencia mediante cálculos de potencia/reserva de la frecuencia cardíaca, conforme a la recomendación de Szabo et al. (1999): en nuestro estudio, los valores obtenidos fueron 0.95, 1.02 y 1.07 para las condiciones NM, MT y FT, respectivamente ( $p > 0.05$ ).



Es posible especular, a partir de nuestros datos, que podría haber ocurrido una optimización de la cadencia de pedaleo con la música de tempo rápido. Nuestra comparación de la varianza de la cadencia de pedaleo minuto a minuto mostró mayor regularidad (menor varianza) para la condición FT que para la MT, aunque no hubo diferencia entre NM y FT. Esto aporta un respaldo débil a la teoría de optimización de la cadencia de pedaleo con la música de tempo rápido, lo que algunos autores han llamado la *velocidad intrínseca* (Crust & Clough, [2006](#); Karageorghis et al., [2006a](#); Waterhouse et al., [2010](#)). Nuestros resultados serían consistentes con la presencia de una cadencia de pedaleo intrínseca en seres humanos en ausencia de música, la cual se ve perturbada por la música MT y mejorada con la música FT. No encontramos evidencia de efectos de motivación o distracción en nuestros datos.

Nuestros participantes no realizaron un esfuerzo máximo, pero tampoco se suponía que lo hicieran. Más bien, es posible que la resistencia mecánica asignada fuera demasiado baja, si se toma en cuenta el hecho de que la cadencia de pedaleo promedio alcanzada por los participantes fue alta ( $96.7 \pm 16.6$  RPM), mientras la potencia mecánica generada (según se calculó *a posteriori* con el trabajo total realizado en los 30 minutos, dividido por 1800 segundos) fue considerablemente baja ( $75.9 \pm 33.3$  W). Una resistencia más alta podría haber permitido alcanzar una mayor potencia mecánica espontánea, así como un mayor trabajo total realizado.

La presente investigación tiene algunas fortalezas importantes. En primer lugar, utilizamos la música preferida, seleccionada para cada participante con la ayuda de un instrumento publicado (Karageorghis et al., [2006b](#)). Además de la ventaja intuitiva de esta decisión, existen estudios que han demostrado que la música no preferida más bien tiene un efecto psicológico negativo durante el ejercicio (Craig, [2009](#); Namakura, Pereira, Papini, Nakamura, & Kokubun, [2010](#); Nikbakhsh & Zafari, [2012](#)). Algunos estudios publicados no reportan si la música utilizada fue motivadora para sus participantes (Atan, [2013](#); Jarraya et al., [2012](#)). En segundo lugar, nosotros utilizamos valores de tempo definidos objetivamente para este experimento: es relativamente frecuente que los autores indiquen haber trabajado con un tempo lento, medio, o rápido, sin reportar los pulsos por minuto que en efecto se utilizaron (Lingham & Theorell, [2009](#); Schie, Stewart, Becker, & Rogers, [2008](#)).

En tercer lugar, otra fortaleza es que la mayoría de las variables relevantes, si no todas ellas, fueron controladas cuidadosamente. Las investigaciones sobre el efecto de la música en el rendimiento deportivo están sujetas a la influencia de muchas variables extrañas, tales como intensidad del sonido, calor ambiental o conciencia de los participantes sobre su rendimiento (retroalimentación en tiempo real). Nuestro diseño de investigación nos permitió tener un control estricto de los factores relevantes: estrés ambiental por calor, intensidad del sonido, piezas musicales seleccionadas, tono de la música, resistencia y geometría del ergómetro, y retroalimentación. Los participantes no necesariamente estaban cegados en cuanto a las condiciones musicales, ya que era obvio que algunas veces no se tocaba música, pero las diferencias de tempo entre FT y MT fueron cuidadosamente disfrazadas; por lo tanto, no era fácil detectarlas conscientemente.

Al estudiar los efectos de la música sobre el rendimiento durante el ejercicio, el control de todas las variables relevantes es complejo. Así como el estudio de los efectos del ejercicio sobre la salud exige definir el tipo, duración, intensidad, frecuencia y volumen total de un programa de



ejercicio, junto a la selección cuidadosa de los resultados de salud esperados, también el estudio sistemático de la música implica controlar la intensidad del sonido, el ritmo, el tempo, la armonía, la letra de las canciones y las preferencias individuales, además de escoger las variables dependientes más importantes para representar el rendimiento en ejercicio. Nuestra recomendación es que en las investigaciones futuras se debería seguir nuestro diseño, examinando una variable a la vez. Al entender mejor las variables principales que componen la experiencia musical, se debería obtener un entendimiento mucho mejor del efecto de la música, como un todo, sobre el rendimiento en ejercicio.

## CONCLUSIONES

Este estudio confirma que la música preferida escuchada a 75 dB puede tener un efecto positivo sobre el rendimiento en ciclismo estacionario, aún a un paso espontáneo moderado, como el que típicamente seleccionan las personas que practican el *fitness*. El efecto solamente fue significativo cuando la música se tocó a 140 ppm. Las investigaciones futuras con el mismo diseño de investigación, pero utilizando una muestra más grande y una resistencia mayor en el ergómetro, podrían mostrar un efecto positivo para el tempo igual a 120 ppm, en comparación con la condición sin música; quizás se lograría identificar una diferencia aún entre 120 y 140 ppm.

## TRADUCCIÓN

Manuscrito traducido por los autores.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la Universidad de Costa Rica. Se agradece al Centro de Investigación en Ciencias del Movimiento Humano y a todos los participantes en el estudio por su cooperación.

## REFERENCIAS

- Aburto, J., & Aragón-Vargas, L. (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. Doi: <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v11i2.8615>
- Aragón-Vargas, L., & Marín-Hernández, J. (2002). Practical applications of science: A critical look at music in fitness. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 6(6), 18-23. Retrieved from [http://journals.lww.com/acsm-healthfitness/Citation/2002/06060/Practical\\_Applications\\_of\\_Science\\_A\\_Critical\\_Look.7.aspx](http://journals.lww.com/acsm-healthfitness/Citation/2002/06060/Practical_Applications_of_Science_A_Critical_Look.7.aspx)

- 22 -



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- Atan, T. (2013). Effect of music on anaerobic exercise performance. *Biology of Sport*, 30(1), 35-39. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24744463>
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 337-381. Doi: <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
- Chen, J., Liu, J., & Chen, F. (2015). Research on indoor environment of university gymnasiums. *Advanced Materials Research*, 1073-1076, 1222-1225. Descargado de: <https://www.scientific.net/AMR.1073-1076.1222>
- Craig, D. (2009). Exploring music preference: Meaningfulness of music as a function of emotional reactions. *Nordic Journal of Music Therapy*, 18(1), 57-69. Doi: <https://doi.org/10.1080/08098130802697137>
- Crust, L., & Clough, P. (2006). The influence of rhythm and personality in the endurance response to motivational asynchronous music. *Journal of Sports Science*, 24(2), 187-195. Doi: <https://doi.org/10.1080/02640410500131514>
- Elliott, D., Carr, S., & Orme, D. (2005). The effect of motivational music on sub-maximal exercise. *European Journal of Sport Science*, 5(2), 97-106. doi: <https://doi.org/10.1080/17461390500171310>
- Ghaderi, M., Rahimi, R., & Azarbayjani, M. (2009). The effect of motivational and relaxation music on aerobic performance, rating of perceived exertion and salivary cortisol in athlete males. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 31(2), 29-38. Doi: <https://doi.org/10.4314/sajrs.v31i2.47589>
- Harmon, N., & Kravitz, L. (2007). The beat goes on the effects of music on exercise. *Idea. Fitness Journal*, 4(8), 72-77. Descargado de: <http://www.ideafit.com/fitness-library/beat-goes-effects-music-exercise>
- Jarraya, M., Chtourou, H., Aloui, A., Hammouda, O., Chamari, K., Chaouachi, A., & Souissi, N. (2012). The effects of music on high-intensity short-term exercise in well trained athletes. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(4), 233-238. Descargado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3525819/pdf/ASJSM-3-233.pdf>
- Karageorghis, C., Jones, L., & Low, D. (2006a). Relationship between Exercise heart rate and music tempo preference. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77(2), 240-250. Doi: <https://doi.org/10.1080/02701367.2006.10599357>
- Karageorghis, C., Priest, D-L., Terry, P., Chatzisarantis, N., & Lane, A. (2006b). Redesign and initial validation of an instrument to assess the motivational qualities of music in exercise: The Brunel Music Rating Inventory-2. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 889-909. Doi: <https://doi.org/10.1080/02640410500298107>
- Karageorghis, C., Jones, L., & Stuart, D. (2007). Psychological effects of music tempi during exercise. *International Journal of Sport Medicine*, 29(7), 613-619. Doi: <https://doi.org/10.1055/s-2007-989266>



- Karageorghis, C., Jones, L., Priest, D., Akers, R., Clarke, A., Perry, J., Reddick, B., Bishop, D., & Lim, H. (2011). Revisiting the relationship between exercise heart rate and music tempo preference. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(2), 274-284. Doi: <https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599755>
- Karageorghis, C., Hutchinson, J., Jones, L., Farmer, H., Ayhan, M., Wilson, R., Rance, J., Hepworth, C., & Bailey, S. (2013). Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(4), 560-568. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.01.009>
- Kravitz, L. (1994). The effects of music on exercise. *IDEA Today*, 12(9), 56-61.
- Lingham, J., & Theorell, T. (2009). Self-selected "favourite" stimulative and sedative music listening – how does familiar and preferred music listening affect the body? *Nordic Journal of Music Therapy*, 18(2), 150-166. Doi: <https://doi.org/10.1080/08098130903062363>
- MacDougall, J., Wenger, H., & Green, H. (1991). *Physiological testing of the high performance athlete* (2nd Edition). Retrieved from [https://books.google.co.cr/books/about/Physiological\\_Tests\\_for\\_Elite\\_Athletes\\_2.html?id=0OPlIMks58MC&redir\\_esc=y](https://books.google.co.cr/books/about/Physiological_Tests_for_Elite_Athletes_2.html?id=0OPlIMks58MC&redir_esc=y)
- Menon, V., & Levitin, D. (2005). The rewards of music listening: Response and physiological connectivity of the mesolimbic system. *NeuroImage*, 28(1), 175-184. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.05.053>
- Namakura, P., Pereira, G., Papini, C., Nakamura, F., & Kokubun, E. (2010). Effects of preferred and non-preferred music on continuous cycling exercise performance. *Perceptual & Motor Skills*, 110(1), 257-264. Doi: <https://doi.org/10.2466/pms.110.1.257-264>
- Nikbakhsh, R., & Zafari, A. (2012). Heart rate responses to preferred music during progressive cycling. *Annals of Biological Research*, 3(8), 4077-4081. Retrieved from: <http://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/heart-rate-responses-to-preferred-music-during-progressive-cycling.pdf>
- Rodríguez, F.A. (1994). Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física (C-AAF), versión catalana/castellana del PAR-Q revisado. *Apunts Medicine Esport*, 31(122), 301-310. Retrieved from: <http://www.apunts.org/es/cuestionario-aptitud-actividad-fisica-c-aaf-articulo/13105503/>
- Schie, N., Stewart, A., Becker, P., & Rogers, G. (2008). Effect of music on submaximal cycling. *South African Journal of Sports Medicine*, 20(1), 28-31. Retrieved from <https://www.ajol.info/index.php/sasma/article/view/31926>
- Szabo, A., Small, A., & Leigh, M. (1999). The effects of slow and fast rhythm classical music on progressive cycling to voluntary physical exhaustion. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 39(3), 220-225. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10573664>



Waterhouse, J., Hudson, P., & Edwards, B. (2010). Effects of music tempo upon submaximal cycling performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(4), 662-669. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00948.x>

Yanguas, J. (2006). Influencia de la música en el rendimiento deportivo. *Apunts Medicina de l'Esport*, 41(152), 155-165. Doi: [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(06\)70028-7](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(06)70028-7)

**Participación:** A- Financiamiento, B- Diseño del estudio, C- Recolección de datos, D- Análisis estadístico e interpretación de resultados, E- Preparación del manuscrito.

