

Bonet, J.; Parrado, E. y Capdevila, L. (2017). Efectos agudos del ejercicio físico sobre el estado de ánimo y la HRV / Acute Effects of Exercise on Mood And HRV. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 17 (65) pp. 85-100.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista65/artefectos783.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista65/artefectos783.htm)
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2017.65.006>

ORIGINAL

EFECTOS AGUDOS DEL EJERCICIO FÍSICO SOBRE EL ESTADO DE ÁNIMO Y LA HRV

ACUTE EFFECTS OF EXERCISE ON MOOD AND HRV

Bonet, J.¹; Parrado, E.² y Capdevila, L.³

¹ Doctora Judit Bonet. Laboratorio de Psicología del Deporte, Universidad Autónoma de Barcelona (España) juditbonet1@hotmail.com

² Doctora Eva Parrado. Laboratorio de Psicología del Deporte. Universidad Autónoma de Barcelona (España) eva.parrado@uab.cat

³ Doctor Lluís Capdevila. Laboratorio de Psicología del Deporte. Universidad Autónoma de Barcelona (España) lluis.capdevila@uab.cat

Este trabajo se ha realizado gracias al proyecto PSI2011-29807-C01-02 del Ministerio de Ciencia e Innovación.

Código UNESCO / UNESCO Code: 6199 Otras especialidades psicológicas (Psicología del Deporte).

Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 15. Psicología del deporte / Sport Psychology.

Recibido 10 de abril de 2014 **Received** April 10, 2014

Aceptado 21 de septiembre de 2014 **Accepted** September 21, 2014

RESUMEN

El objetivo del estudio es analizar los efectos agudos del ejercicio físico sobre el estado de ánimo y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV), en personas activas y sedentarias. Para ello participaron 30 estudiantes clasificados en *Activos* y *No activos*. En una sola sesión realizaban una prueba de esfuerzo submáximo (UKK), cumplimentando el Perfil de Estados de Ánimo (POMS) y realizando un test en reposo de la HRV antes y después del ejercicio. Los resultados indican una mejora en el estado de ánimo, aumentando en los factores de Vigor y Fatiga y disminuyendo en Tensión y Depresión después del ejercicio. Se encontraron diferencias significativas en función del nivel de ejercicio físico de los participantes en el nivel de Depresión, al observarse una mayor disminución después del ejercicio en los *Activos*. La HRV también mostró diferencias entre *Activos* y *No activos* en los parámetros de dominio frecuencial, LFnu2 y HFnu2.

PALABRAS CLAVE: Ejercicio físico, Estado de ánimo, POMS , Variabilidad de la frecuencia cardiaca, HRV.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the acute effects of exercise on mood and on heart rate variability (HRV), in active and sedentary people. This involved 30 undergraduates classified into Active and Non active participants. In a single session participants performed a submaximal exercise test (UKK), answered the Profile of Mood States (POMS) and performed before and after the exercise a test of HRV at rest. The participants improved their mood state, by increasing Vigor and Fatigue factors and decreased Tension and Depression after the exercise test. Moreover, Active participants presented a significant higher decrease in Depression after exercise than Non active. HRV analysis also showed differences between Active and Non active participants in the frequency domain parameters LFnu2 and HFnu2.

KEY WORDS: Physical exercise, mood, POMS, Heart rate variability, HRV.

INTRODUCCIÓN

En los países desarrollados se ha constatado un elevado grado de sedentarismo entre la población (Parrado, Cervantes, Ocaña, Pintanel, Valero y Capdevila, 2009). Las diferentes aplicaciones de las nuevas tecnologías y las ofertas de ocio, que evitan cualquier esfuerzo físico, han ido provocando cambios en el comportamiento de las personas que los alejan de estilos de vida activos (Niñerola, Capdevila y Pintanel, 2006), todo ello en detrimento de la salud. Por esta razón, el estudio del efecto del ejercicio físico sobre la salud física ha sido y es de gran interés para los investigadores. Paralelamente se ha constatado un aumento en el interés por el estudio del bienestar psicológico, así como en las intervenciones encaminadas a potenciar un estado de bienestar general (Gilbert, 2006; McMahan, 2006; Reigal, Márquez, Videra, Martín, y Juárez, 2013). Son numerosos los estudios que confirman los beneficios del ejercicio físico en diferentes ámbitos del bienestar psicológico (Jiménez, Martínez, Miró y Sánchez, 2008): mejora la salud subjetiva, el estado de ánimo y la emotividad (Biddle, Fox y Boutcher, 2000; Arruza, Arribas, Gil De Montes, Irazusta, Romero y Cecchini, 2008; Candel, Olmelilla y Blas, 2008; Ruiz y Baena, 2011; León-Prados, Calvo-Lluch, y Ramos-Casado, 2012; Reigal y Videra, 2013); e incrementa la autoestima (McAuley, Mihalko y Bane, 1997; Huertas, López, Pablos, Colado, Pablos-Abella y Campos, 2003), entre otros efectos. Sin embargo, los efectos de la práctica de ejercicio físico sobre la salud psicológica no están tan bien establecidos como los que ejerce sobre la salud física, debido a la dificultad de desarrollar estudios experimentales encaminados a establecer una relación causa-efecto entre la práctica de ejercicio físico y la salud mental, ya que la mayoría de los estudios en este campo han adoptado diseños metodológicos menos rigurosos (Jiménez et al., 2008). Por otro lado, se han establecido dos

procedimientos generales para analizar los efectos del ejercicio físico, de forma aguda, tras la realización de actividad física puntual; o de forma crónica, analizando los cambios a través del tiempo (Moya-Albiol y Salvador, 2001).

El análisis de las repercusiones del ejercicio físico sobre los diferentes niveles de salud se ha realizado en base a diferentes parámetros (frecuencia, duración, intensidad, tipo de ejercicio, etc.). Estudios anteriores han sugerido que realizar ejercicio de intensidad moderada tal como caminar una corta sesión de tan solo 10 minutos de duración, puede ser suficiente para observar un cambio beneficioso en el estado de ánimo (Hansen, Stevens y Coast, 2001; Anderson y Brice, 2011; Focht, 2013). A su vez, un ejercicio saludable sería aquél que se encontrara entre el 50% y el 85% del consumo máximo de oxígeno (Arruza, Arribas, Gil De Montes, Irazusta, Romero, y Cecchini, 2008), pudiéndose valorar mediante la frecuencia cardíaca máxima (FCM_{máx}), de manera que el 70% del consumo máximo de oxígeno equivaldría al 80% de la FCM_{máx} (Beachle y Earle, 2008). La asociación entre la práctica de ejercicio físico moderado y su efecto sobre el estado anímico ha sido estudiada en individuos sedentarios sanos, en poblaciones especiales y en poblaciones clínicas, indicando que el ejercicio moderado incrementa la sensación de vigor y disminuye las sensaciones de fatiga, depresión y ansiedad en estos participantes (León-Prados et al., 2012). Este patrón de estados de ánimo identificado con el POMS (Profile of Mood states) coincide con el perfil iceberg propuesto por Morgan (1979) en deportistas de alto rendimiento. Este mismo modelo presupone que el estado de ánimo es cambiante situación a situación, existiendo una versión situacional (frente a una situación concreta) y una versión semanal (que recogería el estado emocional promedio durante la última semana) (Andrade, Arce y Seoane, 2002; De la Vega, Ruiz, Borges y Tejero- González, 2014). Resultados similares se han obtenido en estudios en los que se ha observado la evolución del estado de ánimo a lo largo de un programa de actividad física (Torres, G., Torres, L., Zagalaz y Villaverde, 2010), así como en estudios donde se ha estudiado el efecto de una única sesión de ejercicio físico sobre el estado anímico (Anderson y Brice, 2011; Reigal, Márquez, Videra, Martín, y Juárez, 2013). Algunas teorías defienden que estos cambios son debidos a la acción de las hormonas, como las endorfinas con su efecto analgésico (Reigal y Videra, 2013); otras teorías centran sus argumentos en el aumento de la temperatura corporal o la sensaciones de evasión o distracción producidas durante el ejercicio (Arruza et al., 2008). En este tipo de estudios es necesario ser rigurosos en los planteamientos metodológicos y los diseños de investigación, definiendo correctamente los procesos llevados a cabo (Rehor, Dunnagan, Stewart y Cooley 2001), a la vez que hay que concretar el tipo de ejercicio que se realiza, la intensidad, la frecuencia y la duración, para que los resultados sean más fiables y exactos, pues no todo tipo de actividad tiene los mismos efectos (Jiménez et al., 2008; Reigal y Videra, 2013). Una limitación de este tipo de estudios es que no miden la intensidad de forma objetiva, es decir, no utilizan ningún instrumento que mida el impacto del ejercicio físico sobre el organismo de los participantes. Normalmente, en estos estudios se define el tipo de ejercicio, la duración y la intensidad, pero esta última no la controlan de forma objetiva y por ello no se

puede establecer una relación de causa-efecto, pudiendo ser la intensidad diferente en cada participante.

Por otra parte, la frecuencia cardiaca (FC) es uno de los parámetros no-invasivos más utilizado en la valoración de la actividad cardiaca. Los latidos cardiacos se van produciendo con una frecuencia variable, que es lo que se conoce como variabilidad de la frecuencia cardiaca (*Heart Rate Variability*; HRV), la cual se da como resultado de la interacción del Sistema Nervioso Autónomo (SNA) y el sistema cardiovascular (Carballido, Rodas, Ramos y Capdevila, 2008). La HRV es una herramienta interesante en situaciones como la práctica de ejercicio físico (Cottin, Medigue y Papelier, 2008; Leti y Bricout, 2013) porque permite obtener un reflejo de la modulación del SNA. Por lo general, realizar ejercicio físico proporciona beneficios psicológicos, así como una buena condición física, los cuales están asociados con la función del SNA (Sakuragi y Sugiyama, 2006). Por ejemplo, se ha observado que después de un periodo de entrenamiento aeróbico los individuos muestran mayores niveles de capacidad aeróbica (valorado por el VO_{2max}), y niveles más altos de control cardiaco vagal (valorado por HRV) (Hansen, Johnsen, Sollers III, Stenvik y Thayer, 2004; Leti y Bricout, 2013). De esta manera, la HRV puede ser un buen indicador para valorar el proceso de adaptación del deportista a los entrenamientos (Moreno, Parrado y Capdevila, 2013).

OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es analizar el efecto del ejercicio físico agudo sobre el estado de ánimo y sobre la modulación del sistema nervioso autónomo a través del análisis de la HRV, en personas jóvenes, activas y no activas, mediante una prueba de esfuerzo a una intensidad de un 80% de la $FC_{Máx}$ en condiciones controladas de laboratorio.

MATERIAL Y MÉTODO

Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por un total de 30 estudiantes universitarios (14 mujeres y 16 hombres) con una media de edad de $19,33 \pm 1,65$ años, una media de altura de $1,71 \pm 0,11$ y un peso medio de $66,23(11,88)$. Todos ellos participaron de manera voluntaria bajo consentimiento informado. El estudio fue aprobado por el comité ético de la Universidad.

Instrumentos

En el presente estudio se utilizaron los siguientes instrumentos:

-Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física (PAR-Q, *Physical Activity Readiness Questionnaire*; Thomas, Reading y Shephard, 1992). Se trata de un cuestionario de 7 ítems de respuesta dicotómica (Si/No), para descartar del estudio a los participantes con algún posible trastorno cardíaco. En el caso que

el participante conteste afirmativamente únicamente uno de los ítems (por ejemplo, *padecer una enfermedad en el corazón, dolor de pecho, pérdida de equilibrio debido a mareos, problemas en huesos o articulaciones*) se considera que el participante no es apto para realizar actividad física sin previa consulta médica. Los individuos deben responder de forma negativa a todos los ítems como criterio de inclusión en el estudio.

-Autoinforme de los Estadios de Cambio para la práctica de Ejercicio Físico (AECEF; Capdevila, 2005; USDHHS,1999). Evalúa la conducta de práctica de ejercicio físico, a partir de la clasificación de las personas en las cinco etapas de cambio según el modelo de Prochaska y DiClemente (1982): *Precontemplación, Contemplación, Preparación para la acción, Acción y Mantenimiento*. Este autoinforme incluye 4 ítems para cuantificar de forma más objetiva la frecuencia (días por semana), la duración (minutos por sesión), el tiempo de práctica (meses) y el tipo de práctica. Las respuestas a este informe permiten clasificar a los participantes en activos y no activos, de acuerdo con estudios anteriores (Capdevila, Niñerola, Cruz, Losilla, Parrado, et al, 2008; Parrado,et al, 2009)

-Perfil de los Estados de Ánimo (Profile of Mood States, POMS) de McNair, Lorr y Droppelman (1971). Se utilizó una versión reducida de 15 ítems agrupados en 5 factores de estado de ánimo: Tensión, Depresión, Hostilidad, Vigor y Fatiga (Fuentes, Balaguer, Meliá y Garcia-Meritá, 1995). El factor de Vigor es el único que se interpreta de forma positiva, correspondiendo una mayor puntuación a un mejor estado de ánimo. El resto de factores tienen una interpretación negativa y las puntuaciones altas se interpretan como un estado de ánimo negativo. Los 15 ítems están precedidos de la frase *“Cómo te sientes en este momento”*, y las respuestas oscilan en una escala de 10 puntos, donde 0 es *“Nada”*, 3 es *“Algo”*, 7 es *“Bastante”* y 10 es *“Mucho”*. Se calculó también la puntuación total del POMS para valorar la alteración global del estado de ánimo. Esta puntuación resulta de restar la puntuación del factor Vigor al conjunto de factores negativos. A más puntuación total, mayor alteración del estado de ánimo. Los valores negativos en esta puntuación total son sinónimos de un estado de ánimo positivo. La versión reducida del POMS presenta una fiabilidad test-retest aceptable, con unos valores alfa de Cronbach entre 0.80 y 0.95 (Lin, Hsiao, y Wang, 2014).

-Test de HRV (Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca).El registro se realizó durante 5 minutos en posición supina, en reposo y con un patrón de respiración libre. La obtención de los datos se realizó mediante una banda torácica Polar T31 (marca Polar Electro) que enviaba los datos a un ordenador con un software propio creado en el entorno LabVIEW. Se midió la respiración natural mediante una banda *SleepSense* que permite obtener los ciclos de respiración del participante. Para el análisis de la HRV, se calcularon en el dominio temporal los siguientes parámetros: la media de los intervalos RR (RRmean), la desviación estándar de los intervalos RR (SDRR), la raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR (RMSSD) y el porcentaje de los intervalos RR consecutivos que discrepan más de 50 ms entre sí (pNN50). Los parámetros de dominio de la frecuencia se

obtuvieron a partir de la transformación rápida de Fourier (FFT) para cuantificar las bandas de las altas frecuencias (HF; 0.15-0.40 Hz), bajas frecuencias (LF, 0.04-0.15 Hz), muy bajas frecuencias (VLF, 0.00-0.04 Hz) proporción de altas y bajas frecuencias (LF/HF), porcentaje de altas frecuencias (%HF), porcentaje de bajas frecuencias (%LF) y porcentaje de muy bajas frecuencias (%VLF).

-Test UKK (Urho Kaleka Kekkonen, UKK 2km walk test; Oja, Laukkanen, Pasanen, Tyry y Vuori, 1991). Prueba de esfuerzo submáximo en que los participantes deben caminar durante 2 km lo más rápido posible (sin correr) en la cinta ergométrica (marca Powerjog). La valoración de la condición física se obtiene a través del índice UKK (Oja, Laukkanen, Pasanen y Vuori, 1989) que se calcula a partir de la edad, el peso, la estatura, tiempo realizado en la prueba y la media de FC a lo largo de la prueba de los valores de frecuencia cardiaca obtenida en los siguientes momentos: a los 500 m (FC_{500}) a los 1000m, (FC_{1000}), a los 1500m (FC_{1500}), a los 2000m (FC_{2000}), Para el registro de la FC los participantes, llevaban una banda torácica Polar H7 conectada por bluetooth a una tablet iPad (marca Apple), donde un software programado a medida registraba la FC instantánea del participante durante el ejercicio.

PROCEDIMIENTO

Los participantes del estudio acudieron un laboratorio habilitado para realizar pruebas de esfuerzo en ambiente controlado, para realizar una única sesión de una duración aproximada de 1h y 30min. Antes de acudir a cada sesión, se pedía a los participantes que evitaran realizar actividad física intensa, consumir bebidas alcohólicas o con cafeína, ingerir medicación no esencial en las 24 horas previas a la sesión, fumar o realizar una comida copiosa durante las 3 horas anteriores a la sesión, y haber dormido durante la anterior noche al menos 6 horas.

Tras firmar el consentimiento informado y descartar posibles contraindicaciones para realizar la prueba de esfuerzo, a partir del cuestionario PAR-Q, se administraron los cuestionarios AECEF y POMS. Una vez cumplimentados, y antes de realizar la prueba de esfuerzo, se realizó el test de HRV registrando los intervalos RR durante 5 minutos con respiración libre, con el participante en posición supina. Para la realización del registro se mantuvo una iluminación ambiental tenue y a una temperatura ambiental entre 19-23°C. Seguidamente los participantes realizaban un calentamiento de 2 minutos en la cinta ergométrica, inmediatamente después la prueba de esfuerzo UKK. Un supervisor controlaba la intensidad de la prueba para que el participante alcanzara el 80% de la $FC_{Máx}$, calculada a partir de la fórmula de Karvonen, y se mantuviera en ésta durante toda la prueba. Al finalizar, los participantes volvían a cumplimentar el POMS y seguidamente se volvía a registrar de la HRV post-esfuerzo, siguiendo las mismas directrices indicadas para la valoración pre-esfuerzo.

ANÁLISIS DE DATOS

Se ha aplicado un análisis de la varianza (MANOVA) según un modelo lineal general, para analizar la interacción entre el nivel de práctica de ejercicio físico (*Activo-No activo*) y el posible cambio pre/post-ejercicio para el POMS. Dado que la interacción no resultó significativa, se realizó un análisis de la varianza ONEWAY para analizar los efectos simples en cuanto a los registros durante el esfuerzo. Para analizar las diferencias entre el pre y el post-ejercicio para el POMS se ha aplicado un análisis de la varianza para medidas repetidas. Para realizar estos análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS (IBM SPSS Statistics, v. 21). Se ha aplicado la prueba de Kolmogorov-Smirnov y se comprobado que todas las variables cuantitativas estudiadas se ajustan a una distribución normal.

Para determinar si existían diferencias individuales en relación a la práctica de Ejercicio Físico se han clasificado los participantes en dos grupos: *Activos* y *No activos*, en función de los resultados del cuestionario AECEF. Se agruparon a los participantes que se encontraban en las etapas de Precontemplación, Contemplación y Preparados para la acción, como participantes *No activos*; mientras que los que se encontraban en las etapas de Acción y Mantenimiento, como participantes *Activos*. Se ha utilizado el análisis de la varianza (ONEWAY) para analizar las diferencias entre *Activos* y *No activos*, comprobándose en todos los casos la homogeneidad de las varianzas.

RESULTADOS

En cuanto a la clasificación de los participantes en función del nivel de ejercicio físico mediante el AECEF, el 63,3% resultaron ser *No activos* y el 36,7% restante, *Activos*. El análisis descriptivo de los datos nos indica que el grupo de los *Activos* practica ejercicio físico significativamente ($p < 0.001$) más días a la semana que los *No Activos* ($M = 3.09$ ($DT = 1.51$) vs $M = 0.42$ ($DT = 0.61$)); más minutos al día ($M = 70.00$ ($DT = 41.53$) vs $M = 23.42$ ($DT = 37.49$)); y practican desde hace más meses ($M = 59.27$ ($DT = 55.2$) vs $M = 1.53$ ($DT = 3.9$)). Los resultados de la prueba de esfuerzo UKK, nos indican una diferencia significativa de rendimiento entre los participantes *Activos* y los *No activos*, mostrando los primeros un mayor Rendimiento en comparación con los segundos ($p < ,05$).

Variables registradas en la prueba de esfuerzo.

En la Figura 1 se describe la evolución de la frecuencia cardiaca de los participantes *Activos* y *No activos*, registrada durante la prueba de esfuerzo UKK. Según un análisis de la varianza ONEWAY, los participantes *Activos* muestran valores inferiores respecto a los *No activos* para las variables FCR ($p = ,002$), FC_i ($p = ,014$), FC₅₀₀ ($p = ,044$), FC₁₀₀₀ ($p = ,023$), FC₁₅₀₀ ($p = ,006$) y FC₂₀₀₀ ($p = ,004$).

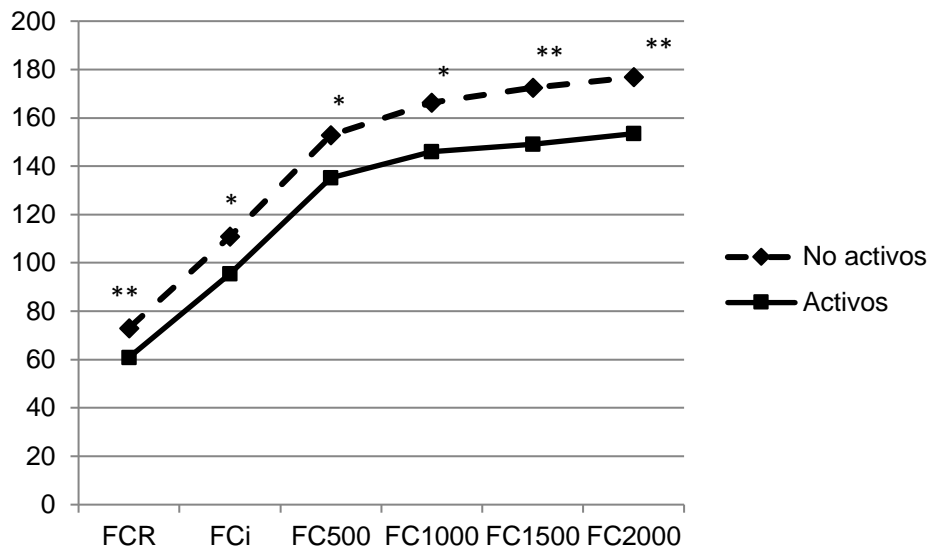


Figura 1. Evolución de la frecuencia cardiaca de los participantes *Activos* y *No activos* a lo largo de la prueba de esfuerzo (FRC: Frecuencia Cardiaca en Reposo; FCi: Frecuencia Cardiaca al inicio de la prueba; FC₅₀₀: Frecuencia Cardiaca a los 500m, FC₁₀₀₀: Frecuencia Cardiaca a los 1000m, FC₁₅₀₀: Frecuencia Cardiaca a los 1500m, FC₂₀₀₀: Frecuencia Cardiaca a los 2000m). Diferencias significativas entre *Activos* y *No activos* * $p < ,05$. ** $p < ,01$.

Estado de ánimo y nivel de ejercicio físico

En la Tabla 1 se pueden observar los promedios de las puntuaciones de los factores o estados emocionales del POMS. Analizando las diferencias entre el pre y post-ejercicio, observamos que el factor de Depresión es el único que presenta una diferencia significativa entre los *Activos* y *No activos* ($p = ,003$). En la Figura 2 se puede observar cómo el nivel de Depresión promedio pre-ejercicio de los *Activos* es superior al de los *No activos*, y cómo con el ejercicio físico, el nivel disminuye de forma más acentuada para el grupo de los *Activos*, de forma que en el post-ejercicio éstos se sitúan a un nivel más bajo que los *No activos*. Asimismo, se observa un aumento significativo en el post-ejercicio para el total de la muestra en el factor Vigor ($p = ,030$) y en el factor de Fatiga ($p < ,001$), mientras que en el factor de Tensión se observa una disminución ($p = ,001$). En el factor de Hostilidad no se aprecia ningún cambio significativo.

Tabla 1. Puntuaciones promedio de los estados de ánimo evaluados con el POMS, pre y post-ejercicio.

Factores	AECEF	PRE	POST	p
		M (DT)	M (DT)	
Vigor	Activos	5,36 (2,63)	6,42 (2,06)	NS
	No activos	4,03 (1,81)	4,87 (1,83)	
	Total	4,52 (2,20)	5,44 (2,03)	
Fatiga	Activos	1,81 (2,08)	3,72 (1,35)	NS
	No activos	2,08 (2,16)	4,98 (2,21)	
	Total	1,98 (2,10)	4,52 (2,01)	
Tensión	Activos	1,39 (1,32)	0,90 (1,14)	NS
	No activos	2,85 (2,15)	1,56 (1,96)	
	Total	2,32 (1,99)	1,32 (1,72)	
Hostilidad	Activos	0,21 (0,34)	0,18 (0,27)	NS
	No activos	0,47 (1,14)	0,43 (1,02)	
	Total	0,37 (0,92)	0,34 (0,83)	
Depresión	Activos	1,36 (1,72)	0,57 (1,05)	,003
	No activos	0,96 (1,74)	0,70 (1,55)	
	Total	1,11 (1,71)	0,65 (1,37)	

Nota. M=media; DT=desviación típica; POMS=Perfil de los estados de ánimo (Profile of Mood States); PRE=pre-ejercicio; POST=post-ejercicio; p=nivel de significación (MANOVA); AECEF=Autoinforme Estadios de Cambio para el Ejercicio Físico; NS= no significativo.

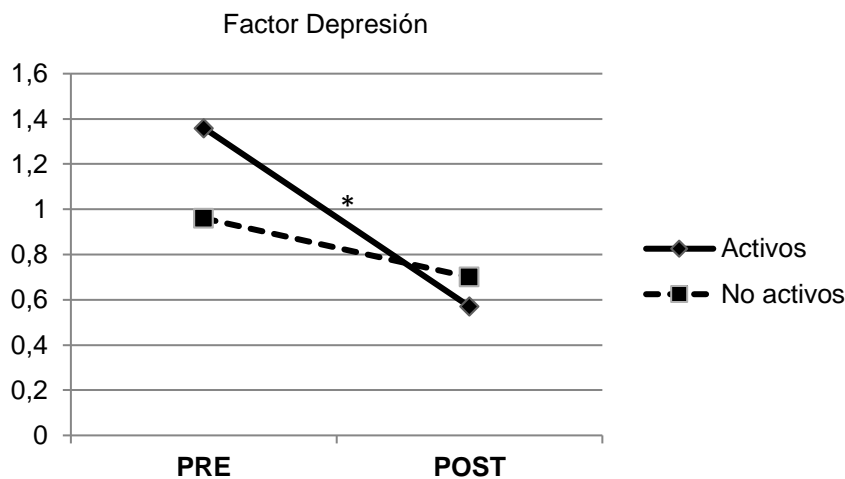


Figura 2. Puntuaciones del factor Depresión del POMS para los participantes *Activos* y los *No activos*. *p=,003.

HRV y nivel de ejercicio físico

En la Tabla 2 podemos observar los resultados obtenidos en el análisis de la HRV pre y post-ejercicio. En los parámetros de dominio temporal no se observan diferencias significativas entre los participantes *Activos* y los *No activos*. Para toda la muestra se obtienen unos valores post-ejercicio

significativamente inferiores a los pre-ejercicio para en los parámetros RRmean ($p<.001$), SDNN ($p<.001$) y RMSSD ($p<.001$). En cambio, en los parámetros de dominio frecuencial sí se observan diferencias significativas entre los *Activos* y *No activos* en los parámetros LFnu2 ($p=.05$) y HFnu2 ($p=.05$), y para el total de la muestra entre el pre y el post-ejercicio ($p<.001$). Por último, en el parámetro LF/HF se observa una diferencia significativa entre el pre y post-ejercicio para el total de la muestra ($p<.001$).

Tabla 2. Puntuaciones promedio de las medidas de HRV, pre y post-ejercicio.

Medidas	AECEF	PRE	POST	p
		M (DT)	M (DT)	
RR mean (ms)	Activos	1005,97 (139,12)	799.49 (179.94)	NS
	No activos	844,48 (105,04)	615,44 (76,14)	
	Total	902,15 (140,03)	681,17 (150,03)	
SDNN	Activos	95,21 (58,72)	70,18 (52,05)	NS
	No activos	71,87 (27,74)	27,99 (14,45)	
	Total	80,21 (41,99)	43,06 (38,19)	
RMSSD	Activos	107,13 (74,26)	68,19 (71,65)	NS
	No activos	69,34 (47,41)	14,79 (17,26)	
	Total	82,84 (59,95)	33,86 (50,77)	
LFnu2	Activos	35,40 (15,77)	52,05 (25,16)	,05
	No activos	37,79 (18,36)	67,98 (16,54)	
	Total	36,93 (17,22)	62,29 (21,06)	
HFnu2	Activos	64,59 (15,77)	47,94 (25,16)	,05
	No activos	62,20 (18,36)	32,01 (16,54)	
	Total	63,06 (17,22)	37,70 (21,06)	
LF/HF ratio	Activos	0,65 (0,48)	1,94 (2,03)	NS
	No activos	0,84 (0,97)	3,72 (3,79)	
	Total	0,77 (0,83)	3,08 (3,34)	

Nota. M=media; DT=desviación típica; RR mean= media de los intervalos RR; SDNN=desviación estándar de los periodos NN (o RR); RMSSD= raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos; LFnu2= Low Frequency; HFnu2= High Frequency; LF/HF ratio=; PRE=pre-ejercicio; POS=post-ejercicio; p=significación; AECEF=Autoinforme Estadios de Cambio para el Ejercicio Físico; NS= no significativo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este estudio se muestran efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre el estado de ánimo de acuerdo con estudios anteriores (Biddle, Fox y Boutcher, 2000; Jiménez, Martínez, Miró y Sánchez, 2008; Torres, G., Torres, L., Zagalaz y Villaverde, 2010; Anderson y Brice, 2011; León-Prados, Calvo-Lluch y Ramos-Casado, 2012; Reigal y Videra, 2013), aportando que tales efectos se pueden dar con tan solo una breve sesión de ejercicio físico, tanto en personas *Activas* como *No activas*. En concreto, este estudio demuestra el efecto agudo del ejercicio físico sobre el estado de ánimo y sobre la modulación del sistema nervioso autónomo a través del análisis de la HRV.

Varios autores han manifestado la importancia de especificar las características del tipo de ejercicio físico que se realice en el estudio, así como la intensidad, la frecuencia y la duración, para que la investigación quede claramente delimitada y los resultados sean objetivos, ya que no todo tipo de ejercicio físico produce los mismos resultados ni las mismas consecuencias sobre el estado de ánimo de las personas (Jiménez, Martínez, Miró y Sánchez, 2008; Reigal, Márquez, Videra, Martín, y Juárez, 2013). Por esta razón hemos controlado la frecuencia cardiaca (FC) de todos los participantes durante la realización de la prueba de esfuerzo, para tener evidencias de que todos la realizan a la misma intensidad (80% de la FC_{Máx}). De esta manera, los participantes *Activos* y los *No activos*, han realizado el ejercicio físico con la misma intensidad relativa y se pueden valorar los resultados de forma objetiva. Los resultados han sido los esperados, ya que los valores de FC, siempre son menores en los participantes *Activos* (Figura 1). Esta diferencia es debida al entrenamiento de los participantes *Activos*; al estar acostumbrados a realizar ejercicio físico, su metabolismo es más eficaz y por ello realizan la prueba de esfuerzo con una FC menor respecto a los *No activos*.

Se han valorado las puntuaciones de los factores del POMS pre y post-ejercicio para el total de la muestra y en función del nivel de ejercicio físico. Se ha observado un aumento significativo en el post-ejercicio en los estados de ánimo de Vigor y de Fatiga, y una disminución para la Tensión y la Depresión para el total de la muestra, corroborando así los resultados de otros estudios en los que se obtuvieron cambios significativos similares (Hansen et al., 2001; Anderson y Brice, 2011; Reigal et al., 2013; Reigal y Videra, 2013;). Sin embargo, no se han producido efectos significativos para la Hostilidad, a diferencia de otros estudios anteriores en los que se producía una disminución en el post-ejercicio (Reigal y Videra, 2013); en nuestro estudio no se podía dar esta diferencia ya que en las puntuaciones pre-ejercicio los participantes obtuvieron puntuaciones muy bajas inferiores a 1. Además, se ha observado una diferencia significativa en función del nivel de ejercicio físico de los participantes en el factor de Depresión, ya que en el post-ejercicio los *Activos*, han mostrado una disminución en la Depresión considerablemente más pronunciada que para los participantes *No activos*. La disminución del nivel de Depresión en el post-ejercicio para el total de la muestra, indica que el ejercicio tiene un efecto positivo en el estado anímico tanto en los participantes *Activos* como en los *No activos*, destacando que se produce un efecto más beneficioso en los participantes *Activos*. Este efecto se puede explicar por el aumento de los niveles de neurotransmisores como la norepinefrina, la serotonina y la dopamina, los efectos de los cuales se relacionan con la mejora del estado de ánimo (Herrera, 2008); por la estimulación de la glándula pituitaria para la producción de endorfinas, lo cual produce una sensación de bienestar y a la vez tiene un efecto euforizante gracias a estas "hormonas de la felicidad" (Gutiérrez, Espino, Palenzuela y Jiménez, 1997; Martinsen, 2004); o por explicaciones más subjetivas que se basan en el incremento del riego sanguíneo cerebral y de la temperatura corporal, con efectos tranquilizadores o evasivos producidos durante el ejercicio (Arruza et al., 2008). Estos mecanismos tienen un alto grado de sinergia y pueden darse a la

vez ya que no son excluyentes (Morgan, 1985). En los participantes *Activos* se ha observado una mayor disminución en el factor de Depresión. En la puntuación pre-ejercicio, estos participantes parten de niveles más altos que los *No activos*, mientras que en los valores post-ejercicio, se sitúan en un nivel más bajo que los *No activos*, dándose así una mayor magnitud en el cambio. Esta diferencia puede deberse a que en los *Activos*, los cuales están acostumbrados a realizar ejercicio físico, éste puede producir un nivel más elevado de beta-endorfinas (sustancias de tipo opiáceo producidas en el propio cuerpo) cuando se supera el umbral crítico de esfuerzo en el que la producción de lactato excede su metabolismo; es decir, el efecto del entrenamiento se puede relacionar con el aumento del nivel de las beta-endorfinas (Bohórquez, 2012).

La influencia de la actividad física aeróbica a largo plazo o la capacidad aeróbica en la HRV se ha informado repetidamente en adultos jóvenes y mayores (Albinet, Boucard, Bouquet y Audiffren, 2012). En este estudio se ha observado una disminución post-ejercicio de todos los parámetros: RRmean, SDNN, RMSSD, LFnu2, HFnu2, y un aumento en el ratio LF/HF. Además, se han encontrado diferencias significativas entre los participantes *Activos* y *No activos* en los parámetros LFnu2 y HFnu2. Los participantes *Activos* muestran valores del parámetro HFnu2 post-ejercicio mayores que los participantes *No Activos*, indicando un predominio parasimpático en los primeros, ya que la prueba de esfuerzo les ha significado un menor impacto sobre el organismo al estar acostumbrados a realizar ejercicio físico. Esto está de acuerdo con la idea de que el ejercicio altera el equilibrio autonómico hacia un predominio parasimpático (Sakuragi y Sugiyama, 2006). En cambio, para el parámetro LFnu2, que refleja la actividad del sistema simpático, se produce un aumento post-ejercicio más elevado en los participantes *No activos*. De esta manera, podemos constatar que el análisis de la HRV resulta un instrumento útil para valorar las adaptaciones al entrenamiento de las personas.

En este estudio se ha utilizado una metodología rigurosa para valorar los efectos agudos del ejercicio físico sobre el estado de ánimo, en participantes *Activos* y *No activos*. A diferencia de otros estudios, se ha controlado que todos los participantes realizaran el ejercicio físico a la misma intensidad; demostrando así que con una actividad tan simple y accesible para las personas como es el caminar durante un período reducido de tiempo, ya se pueden obtener beneficios psicológicos, tanto en personas sedentarias como en personas activas. Estos resultados tienen unas implicaciones importantes para la prescripción de ejercicio físico, ya que la falta de tiempo se cita a menudo como una barrera principal para la realización de actividad física en las personas sedentarias. De esta manera, participar en varias sesiones cortas de caminata diaria, podría dar lugar a una mayor adherencia al ejercicio en comparación a prescripciones de una única sesión de larga duración (Focht, 2013).

Así pues, concluimos que la realización de ejercicio físico agudo mejora el estado de ánimo de las personas tanto Activas como No activas, aunque de forma más significativa en las personas activas. También mejora la variabilidad cardíaca como índice de un mejor balance del SNA. No obstante, consideramos

que sería interesante seguir esta línea de trabajo proponiendo analizar diferentes poblaciones y teniendo en cuenta las diferencias de género y el nivel de ejercicio físico (*Activos y No activos*). Con ello se podrían determinar las características del ejercicio físico (tipo, frecuencia, duración e intensidad) que puedan resultar más atractivas para las personas sedentarias y ofrecer así métodos sencillos y eficaces para que estas personas adopten un estilo de vida activo y saludable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albinet, C.T., Boucard, G., Bouquet, C. A. y Audiffren, M. (2010). Increased heart rate variability and executive performance after aerobic training in the elderly. *European Journal of Applied Physiology*, 109, 617–624. <http://doi:10.1007/s00421-010-1393-y>.
- Anderson, R. J. y Brice, S. (2011). The mood-enhancing benefits of exercise: Memory biases augment the effect. *Psychology of Sport and Exercise*, 12, 79-82. <https://doi:10.1016/j.psychsport.2010.08.003>
- Arruza, J. A., Arribas, S., Gil De Montes, L., Irazusta, S., Romero, S. y Cecchini, J.A. (2008). Repercusiones de la duración de la Actividad Físico-deportiva sobre el bienestar psicológico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 8 (30), 171-183.
- Andrade, E.M, Arce, C., y Seaone, G. (2002). Adaptación al español del cuestionario «Perfil de los Estados de Ánimo» en una muestra de deportistas. *Psicothema*, 14 (4), 708-713.
- Baechle, T.R. y Earle, R.W. (2008). *Essentials of Strength and Conditioning* (3rd Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Biddle, S.J.H., Fox, K.R. y Boutcher, S.H. (2000). *Physical activity and psychological wellbeing*. Londres: Routledge.
- Bohórquez, Y. A. (2012). *Endorfinas como concepto integrador de Ciencias Naturales y Educación Física*. (Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/7280/1/01186589.2012.pdf>
- Candel, N., Olmedilla, A., y Blas, A. (2008). Relaciones entre la práctica de actividad física y el autoconcepto, la ansiedad y la depresión en chicas adolescentes. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 8(1), 61-77.
- Capdevila, Ll. (2005). *Actividad Física y Estilo de Vida Saludable*. Girona: Documenta universitaria.
- Capdevila, Ll, Niñerola, J., Cruz, J., Losilla, J.M, Parrado, E. ... Vives, J. (2007). Exercise motivation in university community members: A behavioural intervention. *Psicothema*, 19, 250-55.
- Carballido, P.C., Rodas, G., Ramos, J., y Capdevilla, L. (2008). Variabilidad de la frecuencia cardiaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos (I). *Archivos de medicina del deporte*, 123, 41-47.
- Cottin, F., Medigue, C. y Papelier, Y. (2008). Effect of heavy exercise on spectral baroreflex sensitivity, heart rate, and blood pressure variability in well-trained humans. *American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology*, 295 (3), H1150–H1155. <http://doi:10.1152/ajpheart.00003.2008>.

- Focht, B. C. (2013). Affective responses to 10-minute and 30-minute walks in sedentary, overweight women: Relationships with theory-based correlates of walking for exercise. *Psychology of Sport and Exercise*, 14 (5), 759-766. [https://doi: 10.1016/j.psychsport.2013.04.003](https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.04.003).
- Fuentes, I., Balaguer, I., Meliá, J. L. y García-Merita, M. L. (1995). Forma abreviada del Perfil de los Estados de Ánimo (POMS). En: Cantón, E. *Actas del V Congreso Nacional de Psicología de la Actividad*, Valencia, España, 29-37.
- Gilbert, D.T. (2006). *Stumbling on happiness*. New York: Knopf.
- Gutiérrez, M., Orlando, E., Palenzuela, D. L. y Jiménez, S. (1997). Ejercicio físico regular y reducción de la ansiedad en jóvenes. *Psicothema*, 9 (3), 499-508.
- Hansen, C.J., Stevens, L.C. y Coast, J.R. (2001). Exercise duration and mood state: How much is enough to feel better? *Health Psychology*, 20 (4), 267-275. [https://doi:10.1037/0278-6133.20.4.267](https://doi.org/10.1037/0278-6133.20.4.267)
- Hansen, A.L., Johnsen, B.H., Sollers III, J.J., Stenvik, K. y Thayer, J.F. (2004). Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: the effects of training and detraining. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 263-272. [https://doi: 10.1007/s00421-004-1208-0](https://doi.org/10.1007/s00421-004-1208-0)
- Herrera, H. (2008). Efecto del ejercicio físico en la producción de los neurotransmisores cerebrales y su relación en la prevención de adicciones. Recuperado de: <http://www.uantof.cl/semda/Original%20trabajo%20congresoMauricioHerrera.htm>
- Huertas, F., López, A. L., Pablos, A., Colado, J.C., Pablos-Abella C. y Campos, J. (2003). Efectos de un programa de ejercicio físico sobre el bienestar psicológico de mujeres mayores de 55 años. *Revista de Psicología del Deporte*, 12, 7-26.
- Jiménez, M. G., Martínez, P., Miró, E., y Sánchez, A. I. (2008). Bienestar psicológico y hábitos saludables: ¿están asociados a la práctica de ejercicio físico? *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 8(1), 185-202.
- León-Prados, J.A., Calvo-Lluch, A. y Ramos-Casado, A.M. (2012). Actividad física y perfil anímico en un sector de la población sevillana. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12(46), 271-286.
- Leti, T. y Bricout, L.A. (2013). Interest of analyses of heart rate variability in the prevention of fatigue states in senior runners. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 173, 14–21. [https://doi:10.1016/j.autneu.2012.10.007](https://doi.org/10.1016/j.autneu.2012.10.007)
- Martinsen, E.W. (2004). Physical activity and depression: clinical experience. *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 89, 23-27. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0447.1994.tb05797.x>.
- McAuley, E., Mihalko, S.L. y Bane, S.M. (1997). Exercise and self-esteem in middle-aged adults: multidimensional relationships and physical fitness and self-efficacy influences. *Journal of Behavioural Medicine*, 20, 67-83. <https://doi.org/10.1023/A:1025591214100>.
- McMahon, D. M. (2006). *Una historia de la felicidad*. Madrid: Taurus.

- McNair, D., Lorr, M. y Droppleman, L. (1971). *Manual for the Profile of Mood States*. San Diego C.A.: Educational and Industrial Testing Service.
- Moreno, J., Parrado, E. y Capdevila, Ll. (2013). Variabilidad de la frecuencia cardíaca y perfiles psicofisiológicos en deportes de equipo de alto rendimiento. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(2), 345-352.
- Morgan, W.P. (1985). Affective beneficence of vigorous physical activity. *Medicine Science Sport and Exercise*, 17, 94-100. <https://doi.org/10.1249/00005768-198502000-00015>.
- Moya-Albiol, L. y Salvador, A. (2001). Efectos del ejercicio físico agudo sobre la respuesta psicofisiológica al estrés: papel modulador de la condición física. *Revista de Psicología del Deporte*, 10(1), 35-48.
- Niñerola, J., Capdevila, Ll. y Pintanel, M. (2006). Barreras percibidas y actividad física: el autoinforme de barreras para la práctica de ejercicio físico. *Revista de Psicología del Deporte*, 15(1), 53-69.
- Oja, P., Laukkanen, R., Pasanen, M. y Vuori, I. (1989). A new fitness test for cardiovascular epidemiology and exercise promotion. *Annals of medicine*, 21(3), 249-250. <https://doi:10.3109/07853898909149947>
- Oja, P., Laukkanen, R., Pasanen, M., Tyry, T. y Vuori, I. (1991). A 2-km walking test for assessing the cardiorespiratory fitness of healthy adults. *International Journal of Sports Medicine*, 12(4), 356-362. <https://doi:10.1055/s-2007-1024694>
- Parrado, E., Cervantes, J., Ocaña, M., Pintanel, M., Valero, M. y Capdevila, Ll. (2009). Evaluación de la conducta activa: el registro semanal de actividad física (RSAF). *Revista de Psicología del Deporte*, 18 (2), 197-216.
- Prochaska, J. O. y DiClemente, C. C. (1982). Transtheoretical approach: toward a more integrative model of change. *Psychotherapy: Theory, Research and practice*, 19, 257-288. <https://doi:10.1037/h0088437>
- Rehor, P.R., Dunnagan, T., Stewart, C. y Cooley, D. (2001). Alteration of mood state after a single bout of noncompetitive and competitive exercise programs. *Perceptual and Motor Skills*, 93, 249-256. <https://doi:10.2466/PMS.93.4.249-256>
- Reigal, R. y Videra, A. (2013). Efectos de una sesión de actividad física sobre el estado de ánimo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 13(52), 783-798. <https://doi:10.5672/apunts.2014-0983.es>.
- Reigal, R. E., Márquez, M.^a V., Videra, A., Martín, I., y Juárez, R. (2013). Efecto agudo de la actividad fisicodeportiva y la expresión corporal sobre el estado de ánimo. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 113 (3), 30-36. [https://doi:10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2013/3\).113.02](https://doi:10.5672/apunts.2014-0983.es.(2013/3).113.02)
- Ruiz, P.J., y Baena, A. (2011). Efectos del ejercicio aeróbico sobre los estados de ánimo en mujeres mayores. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 20, 43-47.
- Sakuragi, S. & Sugiyama, Y. (2006). Effects of daily walking on subjective symptoms, mood and autonomic nervous function. *Journal of Physiological Anthropology*, 25, 281-289. <https://doi:10.2114/jpa2.25.281>

- Lin, S., Hsiao, Y., y Wang, M. (2014). Test Review: The Profile of Mood States 2nd Edition. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 32, (3), 273-277. [https://doi: 10.1177/0734282913505995](https://doi.org/10.1177/0734282913505995)
- Thomas, S., Reading, J. y Shephard, R.J. (1992). Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Sciences*, 17(4), 338-345.
- Torres, G., Torres, L., Zagalaz, M. y Villaverde, C. (2010). Empleo del POMS durante un programa de actividad física en el medio acuático para mujeres embarazadas. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 10 (1), 37-45.
- U.S.Department of Health and Human Services (1999). Promoting physical activity. A guide for community action. Champaign, Il: Human Kinetics.
- Vega Marcos, R. De la, Ruiz Barquín, R., Borges Hernández, P.J., & Tejero-González, C.M. (2014). Una nueva medida tridimensional del estado de ánimo deportivo: el POMS-VIC. *Cuadernos de Psicología*, 14 (2), 37-46. <https://doi.org/10.4321/S1578-84232014000200005>.

Número de citas totales / Total references: 40 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 3 (7,5%)