



ORIGINAL

¿Es el potencial omega un indicador de salud y del estado funcional?☆



Vanesa Pérez Arrabal, Eva Parrado Romero* y Lluís Capdevila Ortís

Departament de Psicologia Bàsica, Evolutiva i de l'Educació, Facultat de Psicologia, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

Recibido el 26 de junio de 2014; aceptado el 8 de julio de 2014

Disponible en Internet el 8 de octubre de 2014

PALABRAS CLAVE

Potencial omega;
Variabilidad de la
frecuencia cardíaca;
Estado de ánimo;
Percepción de salud

Resumen

Introducción: Entre los diferentes test de valoración de la capacidad funcional del organismo que incluye el sistema Omega Wave, el test basado en la valoración del potencial omega se presenta como una prometedora herramienta para determinar la adaptación física y psicológica en deportistas. El objetivo del presente trabajo es analizar la utilidad del potencial omega comparándolo con otros indicadores psicofisiológicos ya contrastados.

Método: Se llevaron a cabo 5 sesiones de laboratorio con 10 participantes sanos. En cada sesión se valoró el estado de ánimo (POMS), la percepción subjetiva de salud (SF-12) y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), y el potencial omega a partir del sistema Omega Wave.

Resultados: En relación con el análisis del potencial omega, se observa que el parámetro RP correlaciona negativamente con los parámetros SDNN, TINN, SD2, LF y HF; ReacAdapt correlaciona positivamente con LF/HF, y el parámetro Zona C correlaciona negativamente con SDNN, RMSSD, TINN, SD1, SD2 y HF. No se han encontrado correlaciones significativas con las puntuaciones del POMS ni del SF-12. Sin embargo, la escala Vitalidad correlaciona negativamente con el factor Fatiga y la Puntuación total, y positivamente con el Vigor. Del mismo modo, los parámetros SDNN, TINN, SD2, VLF, LF y HF correlacionan negativamente con el factor Fatiga y la Puntuación total del POMS, y positivamente con Vigor y Vitalidad.

Conclusión: Los resultados obtenidos no permiten confirmar que el potencial omega se trate de un buen indicador para la valoración del estado funcional y de salud general de las personas.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

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

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: eva.parrado@uab.cat (E. Parrado Romero).

KEYWORDS

Omega potential;
Heart rate variability;
Mood state;
Self-reported health

Is Omega Potential a marker of health and functional status?

Abstract

Introduction: Among the different tests that include the Omega Wave System for assessing the functional capacity of the body, the Potential Omega test is presented as a promising tool for the assessment of physical and psychological adaptation in athletes. The aim of this paper is to analyze the usefulness of Omega Potential compared to other psychophysiological indicators.

Methods: Ten healthy volunteers underwent 5 laboratory sessions. In each session participants completed the Profile of Mood States (POMS) and the SF12 questionnaires to assess mood and self-reported health (respectively), and heart rate variability (HRV) and Omega Potential were obtained with the Omega Wave System.

Results: On analysing the Potential Omega, the results show that RP index correlated positively and significantly with SDNN, TINN, SD2, LF and HF indexes of heart rate variability analysis; ReacAdapt positively correlated with LF/HF, and Zone C significantly correlated with SDNN, RMSSD, TINN, SD1, SD2 and HF. No significant correlations with POMS or SF12 scores were found. However, the Vitality scale of SF12 negatively correlated with Fatigue factor and Total score, and positively with Vigor factor. Similarly, respect to HRV analysis, SDNN, TINN, SD2, VLF, LF and HF correlated negatively with Fatigue factor and Total score of POMS, and positively with Vigor and Vitality factors.

Conclusions: The results of the study do not allow us to confirm the validity of Omega Potential as a good marker of general health.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El sistema Omega Wave (Omega Wave Technologies, LLC) se basa en la evaluación de diferentes parámetros fisiológicos con el objetivo de extraer conclusiones inmediatas sobre el estado y la adaptación a cargas psicofísicas en deportistas¹. Se trata de un sistema utilizado por algunos de los mejores deportistas del mundo y por clubs deportivos de alto rendimiento, mostrándose como una herramienta adecuada para valorar el estado funcional del deportista, tanto en situación de laboratorio como de campo². Entre los diferentes métodos de evaluación que incluye este sistema, uno de los más destacados por el propio fabricante es el denominado *potencial omega* (PO), que da nombre al sistema. La valoración del PO se basa en el registro de biopotenciales cerebrales en un rango de frecuencia entre 0 y 0,5 Hz (*onda omega*), por debajo del rango de un EEG. Tales biopotenciales aportarían información acerca del estado funcional de los mecanismos reguladores del organismo que permiten mantener un equilibrio homeostático. De esta manera, el sistema Omega Wave, propone el PO como un marcador válido del estado funcional del sistema nervioso central (SNC) del individuo y de algunos mecanismos reguladores (el sistema que controla el intercambio de gases, el sistema cardiovascular, el sistema de desintoxicación o el sistema hipotálamo-hipofisario-adrenal). Existen antecedentes acerca de la adecuación de la valoración del SNC y de estos mecanismos reguladores para la evaluación de la recuperación física y mental de las personas^{3,4}. Se ha observado que la disminución de la resistencia al estrés se relaciona con un incremento del riesgo de desarrollo de enfermedades nerviosas y mentales⁵ y de una fuerte tensión psicoemocional

y afectiva. Dicha valoración se basa en la aplicación de un protocolo estandarizado denominado «omegаметría»^{3,4} utilizado a partir de 1980 en diversos campos como la fisiología deportiva, la cirugía, la anestesiología, la neurología, la psiquiatría, la pediatría y la obstetricia⁶⁻¹². De acuerdo con este protocolo, la valoración del PO se obtiene a partir de 2 medidas: el *potencial basal*, que se obtiene en posición supina en estado de reposo, y el *potencial poscarga*, obtenido también en posición supina tras haber realizado un esfuerzo sencillo, inmediatamente después del registro del potencial basal. Cada una de estas medidas permite obtener parámetros con un valor pronóstico independiente. Mientras el potencial basal se identifica como indicador del nivel del estado funcional del SNC y de sus reservas de adaptación, el potencial poscarga se identifica como indicador de la activación de diferentes sistemas funcionales en respuesta a estresores externos o internos, según una secuencia de tiempo específica del registro: procesos nerviosos (a los 0,3 s), procesos químicos (a los 3 s), procesos neuro-hormonales (a los 3 min) y procesos endocrinos (a los 7 min). Sin embargo, entre los estudios publicados que se han llevado a cabo para la valoración del PO, no nos consta que se haya utilizado o validado el sistema Omega Wave.

Además de la evaluación del PO, el sistema Omega Wave permite el registro y valoración de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), cuyo análisis ha suscitado especial interés por la validez, sencillez y poca invasividad que conlleva su registro, mostrándose un buen indicador del estado de salud, útil en el contexto deportivo para valorar el proceso de adaptación del deportista a los entrenamientos y competiciones, o como herramienta para el seguimiento en lesiones, procesos de estrés-recuperación o estados de sobreentrenamiento¹³⁻¹⁶. La valoración de la VFC, nos

permite describir la capacidad del sistema cardiovascular para cambiar el intervalo temporal del latido cardiaco, dependiendo de la intensidad de la carga de trabajo, para poder adaptarse a las demandas cambiantes tanto externas como internas, a través de la actividad del sistema nervioso autónomo¹⁴. Debido a la popularidad del análisis de la VFC, actualmente existen múltiples sistemas de registro y análisis, pero el sistema Omega Wave presenta como principal ventaja que permite obtener un *feedback* inmediato y una captación de los intervalos R-R libre de artefactos².

Si bien la monitorización fisiológica es un aspecto clave para el control del estado funcional del deportista, diferentes estudios destacan la importancia de valorar la relación entre el estado funcional, el estado emocional y la percepción del estado de salud¹⁷⁻¹⁹. En este sentido, a nivel subjetivo, uno de los instrumentos más utilizados dentro del ámbito médico para valorar el estado de salud ha sido el cuestionario SF-12^{20,21}. Este cuestionario se ha mostrado un instrumento válido para valorar la calidad de vida y el estado individual de salud tanto en poblaciones clínicas²¹⁻²³ como en población general^{15,24,25}, mostrando algunas de sus subescalas una relación entre un mejor estado de salud y una mayor VFC¹⁵. Por otro lado, en relación con el estado emocional, dentro del contexto deportivo uno de los instrumentos más utilizados ha sido el perfil del estado de ánimo (*profile of mood states* [POMS]²⁶), que en su versión reducida de 15 ítems²⁷ permite interpretar 5 estados de ánimo: tensión, depresión, hostilidad, vigor y fatiga. El POMS ha sido considerado como un instrumento válido para la predicción de estados de fatiga en deportistas^{14,28}, y los estados de ánimo más positivos se han relacionado con una mayor VFC^{14,29-33}.

En este sentido, el presente trabajo pretende valorar la utilidad del PO como indicador del estado funcional y del estado de salud a partir de la respuesta tanto a las cargas físicas como a las cargas psicológicas, comparándolo con marcadores psicofisiológicos que han mostrado ser válidos y fiables para dicha valoración en personas sanas.

Método

Participantes

Participaron en el estudio un total de 10 estudiantes universitarios (4 mujeres y 6 hombres), con edades comprendidas entre 23 y 40 años ($M=27,60$ años; $DT=4,97$), con un peso medio de 66,5 kg ($DT=12,69$) y una altura media de 1,73 m ($DT=0,09$). Todos ellos participaron voluntariamente y firmaron un consentimiento informado, de acuerdo con las normas de investigación del comité de ética de la universidad.

Instrumentos

Medidas fisiológicas

El registro de las variables fisiológicas se llevó a cabo con el sistema Omega Wave (Omega Wave Technologies, LLC), que consistía en un ordenador portátil electrónico para el sistema, con el software y el hardware (sensores) específicos proporcionados por el fabricante, siguiéndose el protocolo estandarizado marcado por el manual del fabricante. Los

registros se llevaron a cabo en situación de laboratorio, en una habitación semioscura, con una temperatura entre 19 y 23 °C.

- **Test de variabilidad de la frecuencia cardiaca.** El registro se realizó a través de un ECG de 3 derivaciones con electrodos de pinza conectados al sistema, que se colocaron en las muñecas y tobillos de los participantes. Se registraron los intervalos RR de manera continua durante 5 min, con la respiración de los participantes pautada a través de una pista de audio a una frecuencia de 12 ciclos/min.
- **Test de potencial omega.** Se registraron las ondas cerebrales de baja frecuencia a través de 3 electrodos de parche conectados al sistema, ubicados en la frente, en la muñeca izquierda y en el pulgar de la mano derecha del participante. La evaluación se llevó a cabo en 2 fases: a) **Valoración del potencial basal.** Se obtiene tras varios minutos de estabilización del participante en estado de reposo, en posición supina, con una duración variable dependiendo del tiempo de estabilización de cada persona (aunque nunca superior a 7 min). En esta primera parte del registro el sistema reporta un parámetro cuantitativo (RP) a partir del cual el sistema ofrece una interpretación, en base a un valor normativo: valores dentro del rango 0-46 mV, que se consideran como *óptimos*; el resto de valores se consideran *fuera de rango*, siendo los valores inferiores a 0, *bajos* (-29 a -1 mV) o *muy bajos* (< -30 mV). A la vez, a partir del parámetro RP el sistema ofrece la valoración del estado del SNC en base a 3 categorías: 1. **Reacciones de adaptación** (ReacAdapt), con una puntuación que oscila entre 1 y 4, de forma que la puntuación más baja corresponde a una mejor reacción de adaptación. 2. **Resistencia a la máxima carga física y psíquica** (Resist), con una puntuación que oscila entre 1 y 4, de forma que la puntuación más baja corresponde a una mejor resistencia a la carga física y psíquica. 3. **Nivel de actividad** (NivAct), con una puntuación que oscila entre 1 y 5, de forma que la puntuación más baja corresponde a un mejor nivel de actividad del SNC. b) **Valoración del potencial poscarga.** Se realiza también en posición supina, después de un esfuerzo sencillo consistente en 2 sentadillas. La duración total de esta segunda fase del registro es de 7 min, y permite obtener información acerca del cambio del PO en base a 3 zonas: 1. **Zona A** (0-1,5 min). Proporciona información sobre los mecanismos neurorreflexivos y vegetativos de regulación del sistema cardiorrespiratorio, con una puntuación que oscila entre 1 y 9, de forma que la puntuación más baja corresponde a un mejor funcionamiento de estos mecanismos. 2. **Zona B** (1,5-4 min). Proporciona información sobre los sistemas de desintoxicación (estómago e intestinos, hígado y riñones), con una puntuación que oscila entre 1 y 7, de forma que la puntuación más baja corresponde a un mejor funcionamiento de dichos sistemas. 3. **Zona C** (4-7 min). Proporciona información sobre el sistema hormonal, con una puntuación que oscila entre 1 y 9, de forma que la puntuación más baja corresponde a un mejor funcionamiento de dicho sistema.

Medidas cognitivas

- **Estado de ánimo.** Para valorar el estado de ánimo se utilizó el POMS²⁷ en su versión reducida de 15 ítems²⁸, que

permite obtener 5 factores de estado de ánimo: Tensión, Depresión, Hostilidad, Vigor y Fatiga. El participante debe valorar el grado en que experimenta cada estado anímico según una escala de 10 puntos, donde 0 es «nada» y 10 es «mucho». Las puntuaciones más altas se relacionan con un estado de ánimo más alterado, excepto para el factor Vigor, que se interpreta de forma positiva. La puntuación total del POMS resulta de restar la puntuación del factor Vigor al conjunto global de los otros 4 factores, de forma que una puntuación negativa es sinónimo de un estado de ánimo óptimo.

- **Percepción de salud.** Para evaluar la calidad de vida en relación con la salud, se ha utilizado el cuestionario SF-12 en su versión semanal²⁵. Este cuestionario consta de 12 ítems de respuesta en base a una escala tipo Likert, de entre 3 y 5 opciones en función del ítem y que valoran intensidad o frecuencia. Se han calculado las subescalas provenientes de las 8 dimensiones del SF-36: Función física (2 ítems), Función social (1 ítem), Rol físico (2 ítems), Rol emocional (2 ítems), Salud mental (2 ítems), Vitalidad (1 ítem), Dolor corporal (1 ítem), Salud general (1 ítem), de acuerdo con los algoritmos de cálculo con muestra española facilitados por el Instituto Municipal de Investigaciones Médicas (IMIM) de Barcelona.

Procedimiento

Cada participante acudió individualmente al laboratorio donde se realizaban las pruebas durante 5 sesiones, una cada semana, controlando que todas las sesiones fueran a la misma hora. Todas las pruebas se llevaron a cabo entre las 8.30-14 h. En cada sesión se procedió del mismo modo: a) registro del peso y la altura; b) cumplimentación de los cuestionarios; c) registro de la VFC, tras 5 min de estabilización en reposo en posición supina; d) registro del PO. 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 h previas a la sesión, fumar o realizar una comida copiosa durante las 3 h anteriores a la sesión; haber dormido durante la noche anterior al menos 6 h.

Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca

A partir de los intervalos RR registrados en cada sesión, se calcularon los parámetros del análisis de la VFC siguiendo las directrices estándar (*Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology*)³⁴. Para el análisis del dominio temporal se calcularon la media de los intervalos RR (mRR), la desviación estándar de los intervalos RR (SDNN), la raíz cuadrada de la media de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR (RMSSD), el porcentaje de los intervalos RR consecutivos que discrepan más de 50 ms entre sí (pNN50) y el índice triangular de intervalos NN (TINN). Para el dominio frecuencial se utilizó el análisis espectral a partir de la transformación rápida de Fourier (FFT) para cuantificar el espectro de la densidad del rendimiento de las frecuencias muy bajas (VLF; 0,00-0,04 Hz), las bajas frecuencias (LF; 0,04-0,15 Hz) y las altas frecuencias (HF; 0,15-0,4 Hz).

Para el análisis de todos los parámetros se ha calculado el valor promedio de las 5 sesiones realizadas.

Análisis estadístico

Para analizar la relación entre los parámetros del PO, la VFC, los factores del POMS y las subescalas del SF-12 se ha aplicado la prueba no-paramétrica de correlación de Spearman (que ofrece el coeficiente de correlación ρ). Se ha realizado un análisis de la varianza (ONEWAY) para analizar las diferencias entre los participantes *dentro* y *fuera* del rango óptimo de RP para los parámetros de VFC, los factores del POMS y las subescalas del SF-12. Todos los cálculos y análisis estadísticos se han realizado con el paquete estadístico SPSS (IBM, SPSS Statistics v20), considerándose significativos a partir de un valor $p \leq 0,05$.

Resultados

La [tabla 1](#) muestra los resultados descriptivos (media, DT, mínimo y máximo) para los diferentes parámetros obtenidos a partir de la valoración de la VFC y del PO, y para las puntuaciones de los cuestionarios.

En cuanto a la relación entre el PO y la VFC, los resultados muestran una correlación negativa significativa entre el parámetro referido al potencial basal (RP) del PO y los parámetros SDNN, TINN, SD2, VLF y LF. Por otro lado, se observa una correlación significativa positiva entre los parámetros ReacAdapt y LF/HF, y entre la puntuación de Zona C y los parámetros SDNN, RMSSD, TINN, SD1, SD2 y HF ([tabla 2](#)).

En relación con el potencial basal del PO, se ha analizado las diferencias entre los participantes que presentan valores fuera de rango y los participantes restantes que se encontraban dentro de rango. Los resultados indican unos valores significativamente más altos para el grupo fuera de rango de los parámetros TINN ($F = 6,301$; $p = 0,036$), VLF ($F = 5,365$; $p = 0,049$) y de la escala de Vigor del POMS ($F = 14,942$; $p = 0,005$). Además, hay una tendencia a la significación para el parámetro LF ($p = 0,091$) para la puntuación total del POMS ($p = 0,078$) y para la escala de Vitalidad del SF-12 ($p = 0,089$) ([tabla 3](#)).

Por otro lado, se observan correlaciones significativas negativas entre el factor Fatiga y la puntuación total del POMS y los parámetros SDNN, TINN, SD2, LF y HF. También se pueden observar correlaciones significativas positivas entre el factor Vigor del POMS y los parámetros SDNN, TINN, SD2, LF y HF. Para la dimensión Vitalidad del SF-12 se observan unas correlaciones similares con los mismos parámetros ([tabla 4](#)), así como una correlación significativa positiva con el factor Vigor del POMS ($r = ,872$; $p = ,001$).

Sin embargo, no se ha encontrado ninguna relación estadísticamente significativa entre ninguno de los parámetros de la valoración del PO y los factores y dimensiones de los cuestionarios POMS y SF-12.

Discusión

El objetivo de este estudio se ha centrado en analizar la utilidad de una metodología de evaluación del estado funcional y del estado de salud general en personas sanas, basada en la

Tabla 1 Estadísticos descriptivos para los parámetros del PO, los parámetros de la VFC, los factores del POMS y las escalas del SF-12

	Media	DT	Mín.	Máx.
<i>Parámetros PO</i>				
RP	4,57	15,59	-21,23	19,70
ReacAdapt	1,90	0,77	1,00	3,25
Resist	2,38	0,62	1,25	3,25
NivAct	2,80	0,90	1,25	4,00
Zona A	3,26	1,31	2,00	5,60
Zona B	2,12	0,48	1,40	3,20
Zona C	3,50	1,14	1,80	4,80
<i>Parámetros VFC</i>				
mRR	936,51	161,35	727,01	1.175,46
SDNN	739,29	432,76	351,68	1.857,93
RMSSD	637,47	382,72	247,95	1.531,22
pNN50	30,46	21,41	2,16	56,82
TINN	2.387,46	995,96	1.283,72	4.413,25
SD1	450,76	270,62	175,32	1.082,74
SD2	934,57	556,39	463,64	2.388,70
VLF (ms ²)	1.380,15	1.432,83	477,87	5.258,47
LF (ms ²)	2.359,25	3.502,20	283,94	11.833,82
HF (ms ²)	1.857,01	2.067,13	134,72	6.845,95
LF/HF	2,07	1,31	0,35	4,95
<i>Factores POMS</i>				
Tensión	1,59	1,15	0,25	3,75
Hostilidad	0,217	0,59	0,00	1,92
Fatiga	1,84	1,48	0,25	5,17
Depresión	0,18	0,22	0,00	0,67
Vigor	6,38	1,72	2,83	8,92
Puntuación total	-2,55	4,03	-6,25	6,75
<i>Escalas SF-12</i>				
Función física	99,38	1,98	93,75	100,00
Rol físico	93,44	10,46	68,75	100,00
Dolor corporal	96,88	9,88	68,75	100,00
Salud general	70,75	20,88	25,00	96,25
Vitalidad	63,75	17,13	25,00	81,25
Función social	91,88	10,64	75,00	100,00
Rol emocional	86,25	11,71	62,50	100,00
Salud mental	70,94	13,015	43,75	84,38

DT: desviación típica.

Para el significado de las abreviaturas, consultar el apartado de Instrumentos, en Método.

valoración del PO, comparándola con indicadores psicofisiológicos ya contrastados en la literatura, como son la VFC,³¹ la percepción de salud²² y el estado de ánimo¹⁹. Los resultados obtenidos indican la relación significativa de 2 parámetros del PO con algunos parámetros del análisis de la VFC y con las escalas de Vigor del POMS y de Vitalidad del SF-12. Pero esta relación va en todos los casos en sentido contrario del esperado, indicando que los valores óptimos del PO se asocian con una menor VFC, con una percepción más baja de Vitalidad y con un menor Vigor. Por otro lado, sí se observa una relación de la VFC con la percepción de salud y el estado de ánimo, tal como se había encontrado en trabajos previos²².

En concreto, como se observa en la [tabla 2](#), las correlaciones muestran que un mejor estado funcional de los participantes, valorado a partir del parámetro RP del análisis

del PO basal, se relaciona con valores más bajos para algunos parámetros del análisis de la VFC en el dominio temporal (SDNN y TINN), indicando una peor VFC, y en el dominio de la frecuencia (LF), indicando una menor activación del sistema nervioso simpático. Del mismo modo, los participantes fuera del rango óptimo de RP presentan una mejor VFC que los participantes dentro del rango. Además, estos últimos muestran una percepción peor de Vitalidad (SF-12) y un peor estado de ánimo global y un peor de Vigor (POMS), en contra de lo esperado.

En el mismo sentido, los resultados observados para los valores en la Zona C también van en contra de lo esperado. En concreto, se ha constatado que cuando los participantes presentan un peor funcionamiento del sistema hormonal (valores obtenidos dentro de la Zona C), se da una

Tabla 2 Correlación de Spearman (rho) entre los parámetros del PO y de VFC

Parámetros VFC	Parámetros potencial omega						
	RP	ReacAdapt	Resist	NivAct	Zona A	Zona B	Zona C
mRR	-0,236	-0,079	-0,019	-0,152	-0,110	-0,327	0,531
SDNN	-0,636*	0,037	0,006	-0,140	0,006	-0,562	0,654*
RMSSD	-0,564	-0,085	-0,107	-0,274	0,135	-0,370	0,735*
pNN50	-0,430	-0,268	-0,245	-0,451	0,159	-0,185	0,753*
TINN	-0,648*	0,079	0,176	-0,024	0,135	-0,531	0,766**
SD1	-0,564	-0,085	-0,107	-0,274	0,135	-0,370	0,735*
SD2	-0,685*	0,098	0,144	-0,037	0,080	-0,556	0,654*
VLF (ms ²)	-0,842**	0,598	0,527	0,360	0,080	-0,346	0,587
LF (ms ²)	-0,733*	0,323	0,364	0,232	0,275	-0,451	0,500
HF (ms ²)	-0,564	-0,091	-0,044	-0,226	0,196	-0,401	0,735*
LF/HF	-0,309	0,652*	0,552	0,616	-0,306	-0,482	0,006

Para el significado de las abreviaturas, consultar el apartado de Instrumentos, en Método.

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 3 Valor medio de las escalas del SF-12, los parámetros de la VFC y los factores del POMS, comparando los participantes Fuera de rango y Dentro de rango respecto al parámetro RP del análisis del PO

	Media		DT		Mín.		Máx.	
	Fuera de rango	Dentro de rango	Fuera de rango	Dentro de rango	Fuera de rango	Dentro de rango	Fuera de rango	Dentro de rango
Escalas SF-12								
Función física	100,00	98,96	0,00	2,55	100,00	93,75	100,00	100,00
Rol físico	100,00	89,06	0,00	11,82	100,00	68,75	100,00	100,00
Dolor corporal	100,00	94,79	0,00	12,76	100,00	68,75	100,00	100,00
Salud general	78,75	65,42	12,50	24,61	60,00	25,00	85,00	96,25
Vitalidad	75,00	56,25	5,10	18,54	68,75	25,00	81,25	75,00
Función social	93,75	90,63	12,50	10,27	75,00	75,00	100,00	100,00
Rol emocional	81,25	89,58	14,21	9,62	62,50	71,88	96,88	100,00
Salud mental	70,31	71,35	7,44	16,47	62,50	43,75	78,13	84,38
Parámetros VFC								
mRR	939,95	934,22	183,23	163,41	779,05	727,01	1.099,59	1.175,46
SDNN	10.010,49	558,48	580,61	191,76	540,33	351,68	1.857,93	814,11
RMSSD	830,46	508,81	492,70	261,42	385,15	247,95	1.531,22	827,78
pNN50	38,09	25,36	16,57	24,14	20,45	2,16	56,82	55,07
TINN	30.155,59	10.875,37*	10.022,73	609,27	10.928,90	10.283,72	4.413,25	2.948,83
SD1	587,23	359,79	348,39	184,86	272,34	175,32	1.082,74	585,33
SD2	10.299,35	691,38	743,82	218,72	709,60	463,64	2.388,70	987,87
VLF (ms ²)	20.434,94	676,96*	10.912,28	133,76	10.237,42	477,87	5.254,47	789,68
LF(ms ²)	40.648,23	833,26	40.910,43	790,19	727,74	283,94	11.833,82	2.421,28
HF(ms ²)	20.806,87	10.223,77	20.762,43	10.381,98	650,88	134,72	6.845,95	3.828,20
LF/HF(ms ²)	2,78	1,49	1,46	1,00	1,81	0,35	4,95	2,84
Factores POMS								
Tensión	1,58	1,60	0,72	1,45	0,67	0,25	2,42	3,75
Hostilidad	0,04	0,33	0,08	0,78	0,00	0,00	0,17	1,92
Fatiga	1,02	2,39	0,96	1,57	0,25	0,83	2,42	5,17
Depresión	0,08	0,25	0,12	0,26	0,00	0,00	0,25	0,67
Vigor	8,00	5,31*	0,74	1,24	7,17	2,83	8,92	6,17
Puntuación total	-5,27	-0,07	1,74	4,18	-6,25	-4,75	-2,67	6,75

Para el significado de las abreviaturas, consultar el apartado de Instrumentos, en Método.

DT: desviación típica.

* p<0,05.

Tabla 4 Correlación de Spearman (rho) entre los parámetros de VFC, los factores del POMS, y la escala Vitalidad del SF-12

Parámetros VFC	Factores POMS						SF-12
	Tensión	Hostilidad	Fatiga	Depresión	Vigor	Puntuación total	Vitalidad
mRR	0,335	0,127	-0,103	0,044	0,176	-0,091	0,157
SDNN	-0,116	0,007	-0,721*	-0,345	0,685*	-0,661*	0,696*
RMSSD	0,043	0,052	-0,527	-0,169	0,564	-0,442	0,615
pNN50	0,055	0,007	-0,418	-0,201	0,467	-0,333	0,502
TINN	0,030	-0,112	-0,733*	-0,358	0,733*	-0,685*	0,753*
SD1	0,043	0,052	-0,527	-0,169	0,564	-0,442	0,615
SD2	-0,152	-0,142	-0,842**	-0,470	0,818**	-0,806**	0,784*
VLF (ms ²)	0,244	0,201	-0,345	-0,069	0,636*	-0,382	0,339
LF (ms ²)	-0,079	-0,022	-0,745*	-0,383	0,879**	-0,721*	0,866**
HF (ms ²)	-0,012	-0,097	-0,661*	-0,276	0,661*	-0,576	0,734*
LF/HF	-0,091	0,007	-0,273	-0,176	0,152	-0,273	0,006

Para el significado de las abreviaturas, consultar el apartado de Instrumentos, en Método.

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

correlación positiva con los parámetros SDNN, RMSSD, TINN y HF, indicando una mejor VFC, y un predominio de la actividad del sistema nervioso parasimpático.

En la misma línea, se observa una relación positiva significativa entre la categoría del potencial basal de Reacciones de adaptación con el parámetro LF/HF, lo que indica una peor adaptación a cargas de origen endógeno y/o exógeno. Se relaciona con un predominio del sistema simpático sobre el parasimpático. De esta manera, los resultados parecen indicar que existe una mayor inhibición del sistema nervioso parasimpático en los participantes que presentarían, a nivel basal, un mejor estado funcional y una activación del sistema simpático, lo que se relacionaría con estados de mayor estrés, fatiga, o agotamiento. Sin embargo, en estudios anteriores se ha constatado que el PO sería un indicador sensible para detectar diferencias en relación con estados de inmunodeficiencia³⁵, fatiga y adaptación a las cargas³⁶, el efecto de cargas en hipoxia³⁷, la predicción de las dinámicas de rendimiento de los entrenamientos a lo largo del macrociclo en corredores de maratón³⁸, o la valoración de las reservas en practicantes de esgrima³⁹ y en boxeo⁴⁰.

Hay argumentos para concluir que los registros de VFC se han realizado correctamente, y que los participantes han cumplimentado los cuestionarios de forma coherente, ya que los resultados obtenidos en ambos casos son lógicos y están de acuerdo con resultados previos. Por ejemplo, el factor de Vigor del POMS correlaciona de forma alta y positiva con la escala de Vitalidad del SF-12, y ambos se relacionan en el mismo sentido con el resto de parámetros, indicando que están midiendo el mismo concepto¹⁶. También de manera coherente con estudios anteriores, se observa una relación consistente entre la VFC y la escala de Vitalidad del SF-12, y los factores Fatiga, Vigor y puntuación total, en el sentido esperado^{15,17-19}.

Cabe destacar que, tal y como se puede observar a partir del análisis descriptivo de la muestra del estudio, los valores obtenidos en los diferentes parámetros del análisis del PO son bajos, lo que indicaría que se trataría de una muestra con un estado funcional bajo, si bien no se observa una correspondencia perceptiva de alta Fatiga

(media = $1,84 \pm 1,48$) y bajo Vigor (media = $6,40 \pm 1,72$), a partir de la valoración del POMS.

En resumen, los resultados obtenidos indican que el PO evaluado a través del sistema Omega Wave muestra resultados significativos pero totalmente contradictorios respecto al estado funcional en personas sanas. No obstante, la valoración de la VFC a partir del sistema Omega Wave parece ser un indicador fiable del estado de salud y puede resultar una buena herramienta de valoración para determinar el estado de los deportistas para hacer frente a las cargas de entrenamiento. Con los datos obtenidos en este estudio se corrobora la validez de la VFC, del cuestionario POMS y del cuestionario SF-12 como medidas del estado de salud, y de acuerdo con estudios con los mismos hallazgos. Respecto al uso del PO en situaciones deportivas, no hay indicios suficientes sobre su validez, resultando un procedimiento complicado y difícil de llevar a cabo siempre en las mismas condiciones. Los resultados obtenidos no permiten confirmar que se trata de un indicador válido y fiable para la valoración del estado funcional en deportistas y de salud en no deportistas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Mc Nair D, Looor M, Droppleman L. Manual for the Profile of Mood States. Educational and Industrial Testing Service. 1971.
- Parrado E, Garcia MA, Ramos J, Cervantes J, Rodas G, Capdevila LI. Comparison of Omega Wave System and Polar S810i to detect RR intervals at rest. Int J Sports Med. 2010;31:336-41.
- Ilyukhina VA, Sychev AG, Shcherbakova NI, Jaryshev GI, Denisova VV. The Omega-Potential: A Quantitative Parameter of the State of Brain Structures and of the Individual: I. Possibilities and limitations of the use of the omega-potential for rapid assessment of the state of the individual. Fiziol Cheloveka. 1982;8:721-33.
- Ilyukhina VA. Principles of Mutual Complementarity and Commensurability as a Basis of New Research Technologies in the

- Field of Neurophysiology of Functional States. *Hum Physiol.* 1999;25:257–8.
5. Zhukova TP. Omegametry in examination of pregnant women with endemic goiter. *Hum Physiol.* 2005;31:445–8.
6. Sychev AG, Shcherbakova NI, Baryshev GI, et al. Technique of Recording Quasistable Potential Difference from the Human Head. *Fiziol Cheloveka.* 1980;5:178.
7. Ilyukhina VA, Sychev AG, Shcherbakova NI, et al. Omega Potential As a Quantitative Index of the State of the Brain and Body Structure: II. Possibilities and constraints of the application of the Omega Potential for express diagnosis of human states. *Fiziol Cheloveka.* 1982;8:721.
8. Ilyukhina VA. The omega potential: a quantitative parameter of the state of brain structures and organism. I. Physiological significance of the omega potential when recorded from deep structures and from the scalp. *Hum Physiol.* 1982;8:221–6.
9. Orlov OV. Clinical aspects of using the omega potential in complex examination and treatment of children with bronchial asthma. Extended Abstract of Cand Sci(Med) Dissertation. 1988.
10. Minicheva GV. Features of patterns of omega-potential changes in newborn children of different gestational ages, healthy, and suffered from hypoxia. Extended Abstract of Cand Sci (Med) Dissertation. 1987.
11. Medvedeva TG. Assessment of the state of pregnant women by the Omega Potential. *Fiziol Cheloveka.* 1981;7:936.
12. Rodas G, Pedret C, Ramos J, Capdevila LI. Variabilidad de la frecuencia cardíaca: concepto, medidas y relación con aspectos clínicos. *Arch Med Deporte.* 2008;123:41–7.
13. Cervantes JC, Rodas G, Capdevila L. Perfil psicofisiológico de rendimiento en nadadores basado en la variabilidad de la frecuencia cardíaca y en estados de ansiedad precompetitiva. *Rev Psicol Deporte.* 2009;18:37–52.
14. Capdevila L, Niñerola J. Evaluación psicológica en deportistas. En: Garcés E, editor. *Deporte y Psicología.* Murcia: Diego Marín; 2006. p. 145–76.
15. Cervantes J, Florit D, Parrado E, Rodas G, Capdevila L. Evaluación fisiológica y cognitiva del proceso de estrés-recuperación en la preparación preolímpica de deportistas de élite. *Cult Cienc Deporte.* 2009;5:111–7.
16. Capdevila L, Rodas G, Ocaña M, Parrado E, Pintanel M, Valero M. Variabilitat de la freqüència cardíaca com a indicador de salut en esport: de validació amb un qüestionari de qualitat de vida (SF-12). *Apunts Med Esport.* 2008;158:62–9.
17. Hynynen E, Uusitalo A, Kontinen N, Rusko H. Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:313–7.
18. Dishman RK, Nakamura Y, Garcia ME, Thompson RW, Dunn AL, Blair SN. Heart rate variability, trait anxiety, and perceived stress among physically fit men and women. *Int J Psychophysiol.* 2000;37:121–33.
19. Bresciane G, Cuevas MJ, Garatachea N, Molinero O, Almar M, de Paz JA, et al. Monitoring biological and psychological measures throughout an entire season in male handball players. *Eur J Sport Sci.* 2010;10:377–84.
20. Poole L, Hamer M, Wawrzyniak JA, Steptoe A. The effects of exercise withdrawal on mood and inflammatory cytokine responses in humans. *Stress.* 2011;14:439–47.
21. Ware Jr JE. SF-36 health survey update. *Spine.* 2000;25:3130–9.
22. Badia X, Prieto L, Roset M, Díez-Pérez A, Herdman M. Development of a short osteoporosis quality of life questionnaire by equating items from two existing instruments. *J Clin Epidemiol.* 2004;2:41.
23. Rebollo P, Ortega F, Ortega T, Valdes C, García-Mendoza M, Gómez E. Spanish validation of the Kidney Transplant Questionnaire: A useful instrument to assessing health related quality of life in kidney transplant patients. *Health Qual Life Outcomes.* 2003;1:56.
24. Maunder RG, Lancee WJ, Nolan RP, Hunter JJ, Tannenbaum DW. The relationship of attachment insecurity to subjective stress and autonomic function during standardized acute stress in healthy adults. *J Psychosom Res.* 2006;60:283–90.
25. Ware Jr J, Kosinski M, Keller SD. A 12-Item Short-Form Health Survey: Construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Med Care.* 1996;34:220–33.
26. Gandek B, Ware JE, Aaronson NK, Apolone G, et al. Cross-validation of item selection and scoring for the SF-12 Health Survey in nine countries: Results from the IQOLA Project — International Quality of Life Assessment. *J Clin Epidemiol.* 1998;51:1171–8.
27. Mc Nair D, Lorr M, Droppleman L. Manual for the Profile of Mood States. San Diego CA: Educational and Industrial Testing Service; 1971.
28. Fuentes I, García-Mérita M, Meliá JL, Balaguer I. Formas paralelas de la adaptación valenciana del perfil de estados de ánimo (POMS). *Actas del IV Congreso de Evaluación psicológica.* 1994. Santiago de Compostela.
29. Leunes A, Burger J. Profile of mood states research in sport and exercise psychology: Present, past, and future. *Jour Appl Sport Psych.* 2000;12:5–15.
30. Cervantes JC, Rodas G, Capdevila LI. Heart rate variability and precompetitive anxiety in swimmers. *Psicothema.* 2009;21:531–6.
31. Cervantes JC, Rodas G, Capdevila L. Perfil psicofisiológico de rendimiento en nadadores basado en la variabilidad de la frecuencia cardíaca y en estados de ansiedad precompetitiva. *Rev Psic Deporte.* 2009;18:37–52.
32. Murray NP, Raedke TD. Heart rate variability as an indicator of precompetitive arousal. *Int J Sport Psychol.* 2008;39:346–55.
33. Schwarz AM, Schächinger H, Adler RH, Goetz SM. Hopelessness is associated with decreased heart rate variability during championship chess games. *Psychosom Med.* 2003;65:658–61.
34. Task Force of European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology Heart-rate variability: Standards of measurement of physiological interpretation and clinical use. *Circulation.* 1996;93:1043–65.
35. Kozhevnikov VN, Kozhevnikova TA. Heterosuggestive psychotherapy and immune status changes in athletes training. *Siberian Medical Journal.* 2002;32:62–6.
36. Scherbina FA, Myznikov IL. Compensation and adaptation response of sailors in various length voyages. *Hum Physiol.* 2004;30:117–23.
37. Akhmadeyev RR, Bazhin AV, Kalmetyev AK. Superslow electrical activity of the brain during short-term hypoxic stress in athletes. *South-Ural State University Bulletin. Series: Education, Public Health. Physical Training.* 2006;3:94–6.
38. Struganov SM, Galimov GY. A special training stage in elite athletes training process. *Buryat State University Bulletin.* 2012;13:178–82.
39. Rumyantseva ER, Khabibullina IR. Optimising the process of elite athletes training based on the medical and biological characteristics of their health. *Theory and Practice of Physical Education.* 2008;4:53–4.
40. Kalmetyev AK, Shayakhmetova ES, Muftakhina RM. Specificity of DC potential in boxers of various age groups. *Chelyabinsk State Teacher Training University Bulletin.* 2009;8:253–60.