



ANÁLISIS DE LA VISUALIZACIÓN POR DESCARGA DE GAS (GDV) Y DEPORTE: UN ESTUDIO DE CASO DE LAS VARIACIONES DEL CAMPO ENERGÉTICO HUMANO EN UN CORREDOR DE ULTRATRAILS

GAS DISCHARGE VISUALIZATION ANALISIS (GDV) AND SPORT: A CASE STUDY OF THE HUMAN ENERGY ON ULTRATRAILS RUNNER

Julio C. Cervantes¹, Ana María Oliva ² y Carlos Macias³

¹INSTITUTO CAN MAS

Dirección Postal: Carrer Pau Casals, 102, 08291 Ripollet,
Barcelona, Ripollet; Barcelona (España).

Número de Teléfono: (+34) 935 94 48 80.

E-mail: jcervan3@xtec.cat

² instituto Iberoamericano de Bioelectrografía Aplicada

³ Ment Sana

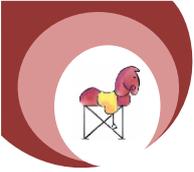
RESUMEN

Introducción y objetivo

El objetivo general de esta investigación fue explorar la utilidad de la técnica Visualización por Descarga de Gas (en inglés Gas Discharge Visualization, GDV) en el contexto de la valoración de los estados de sobrecarga en el deporte. A través de la descripción de las variaciones de los niveles Bio-saludables del campo energético en un corredor de ultratrails.

Método

Es un estudio de caso llevado a cabo a lo largo de un período de 9 semanas, durante la temporada de entrenamiento y competición. Se valoraron los diferentes grados de Energía y de Estrés con la aplicación de tecnología novedosa basada en la bioelectrografía que hace posible el estudio de los campos energéticos humanos, en conjunción con otros indicadores de salud fisiológicos y psicológicos válidos científicamente.



Resultados

Se observó que los niveles de bioenergía alterados del participante coincidían con el perfil del estado de ánimo alterado, nivel de fatiga elevado, valores alterados de la VFC y rendimiento negativo. Después de un periodo de descanso de 14 días su perfil pasó de un estado de sobrecarga disfuncional a un perfil estable y saludable tanto en los niveles de bioenergía como en los demás marcadores psicológicos y fisiológicos.

Conclusión

A la luz de los resultados, la GDV/BioWell puede ser una herramienta útil para supervisar los procesos de entrenamiento y la salud de los deportistas. Este estudio, representa el primer paso hacia la aplicación y la investigación del sistema GDV/BioWell en la población española.

Palabras Clave: Visualización por Descarga de Gas, Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca, Estado de Ánimo, Fatiga Percibida.

ABSTRACT

Introduction and objective

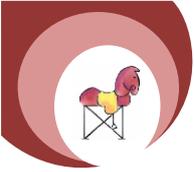
The overall objective of this research was to explore the usefulness of a Gas Discharge Visualization (GDV) technique within the area of overload conditions in sport. Through the description the Bio-healthy levels changes in the energy field on a UltraTrails runner.

Methods

A case study was conducted over a period of 9 weeks during a training and competition season. With the Bio-Well device, based on new technology that allows to study bioelectrography human energy fields, different Energy and Stress levels degrees were assessed in conjunction with health indicators, using physiologic (heart rate variability, HRV) and psychological (POMS and SFMS) scientifically valid indices.

Results

Dysfunctional profile overload was detected, showing that altered bioenergy levels were similar to the mood profile disturb, high level of fatigue, HRV altered values and negative performance. After a resting period of 14 days the participant showed stable



and healthy levels of both bioenergy and psychological and physiological markers.

Conclusion

In light of the results the GDV can be a useful tool for monitoring training processes and the health of athletes. This study, therefore, represents the first step that paves the way for the application and research of GDV/BioWell system in the spanish population.

Keywords: Gas Discharge Visualization, overload and overtraining, heart rate variability, mood and perceived fatigue.

Recibido: 30 de mayo 2020

Aceptado: 3 de junio de 2020

INTRODUCCIÓN



El objetivo de esta investigación fue explorar la utilidad de la técnica de análisis de la Visualización por Descarga de Gas (en inglés Gas Discharge Visualization, GDV) como método de valoración de los procesos de estrés- recuperación y su relación con el rendimiento deportivo. Con este trabajo, pionero en España, se pretende introducir la GDV como uno de los biomarcadores del estado funcional de los deportistas.

La GDV es una técnica innovadora que presenta grandes ventajas a nivel metodológico, se trata de una herramienta biométrica no invasiva, fácil de utilizar y que proporciona información inmediata (valoración exprés) y en tiempo real (Korotkov, 2004). Es una técnica que permite valorar el estado psicoemocional y fisiológico de una persona y el estado funcional de diferentes órganos y sistemas a través de la emisión electrofotónica de los dedos colocados en la superficie de un sistema analizador de impulso. El sistema GDV/BioWell ha sido certificado por el Ministerio de Sanidad de la Federación Rusa como un equipo de apoyo áreas de la salud. Existe evidencia de la utilización del sistema GDV/BioWell como herramienta de evaluación en el campo de la medicina (Korotkov, Matravers, Orlov & Williams, 2010) y la psicología (Korotkov, Shelkov, Shevtsov, Mohov, Paoletti & Mirosnichenko, 2012; Alexandrova, Fedoseev, Korotkov, Philippova, Zayzev, Magidov, et al., 2001; Kostyuk, Rajnarayanan, Isokpehi & Cohly, 2001; Kostyuk, Cole, Meghanathan, Isokpehi & Cohly, 2011).

En el ámbito deportivo, el Instituto Federal de Investigación de la Cultura Física y el Deporte de San Petersburgo ha desarrollado una metodología de evaluación, en la que se incluye la utilización de un innovador dispositivo basado en la GDV. Se trata de una de las tecnologías más avanzadas que permite obtener información precisa de las condiciones psico-fisiológicas de los deportistas. Una de las contribuciones de mayor repercusión ha sido su aplicación con los deportistas rusos en su preparación hacia diferentes competiciones internacionales (Ozhug & Rusinov, 2004; Drozdovski, Gromova, Korotkov & Shelkov, 2012). Varios estudios han demostrado ser herramienta útil y precisa para valorar el estado de predisposición de los deportistas hacia el entrenamiento y la competición, determinando el potencial psicofísico de los deportistas mediante la monitorización de las reservas funcionales y la cualidad de la salud en el transcurso del proceso de entrenamiento (Shelkov & Abaljan, 2011; Shelkov, Drozdovski & Gromova, 2011) además de aportar información



diagnóstica de los procesos de la movilización mental y psicoenergética con el fin de hacer pronósticos de éxitos en el deporte de alto rendimiento (Bundzen, Korotkov, Korotkova & Priyatkin, 2005; Drozdovski et al., 2012).

Cabe destacar que el sistema GDV/BioWell ha sido integrado como parte de la metodología de valoración global en las Escuelas de la Reserva Olímpica según el mandado de la Agencia Estatal de Cultura Física y Deporte en Rusia. Dicha metodología incluye alta tecnología como la GDV/BioWell y la genética molecular, en combinación con herramientas subjetivas (como el cuestionario POMS) y fisiológicas (Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca, VFC). Los resultados obtenidos en estudios longitudinales han dado muestra de su validez científica y de la importancia de su aplicación en el desarrollo deportivo y el alto rendimiento (Rodina, Ovcharenko & Malojvan, 2004; Bundzen, et al., 2005).

A pesar de la existencia de trabajos sobre las condiciones psicofisiológicas que determinan el logro de altos rendimientos deportivos, no tenemos evidencia de estudios que apliquen la GDV en relación a los procesos de estrés-recuperación. En este sentido, en la actualidad existe consenso científico en la definición los diferentes estados que pueden experimentar los deportistas debido al entrenamiento y a la competición (Kreher & Schwartz, 2012; Meeusen, Duclos, Foster, Fry, Gleeson, Nieman, et al., 2013) se parte de la idea de que el entrenamiento tiene como objetivo la optimización del rendimiento de los deportistas a partir de someter al organismo a un proceso denominado "sobrecarga funcional" en el cual, primero, debe de existir una fatiga y un decremento temporal del rendimiento provocados por las cargas de entrenamiento, y segundo, tras una efectiva recuperación, la aparición de una adaptación positiva (llamada supercompensación), con una desaparición de la fatiga y una mejora del rendimiento. La "sobrecarga no funcional", respuesta desadaptada caracterizada por la presencia de fatiga y reducción de rendimiento por un tiempo prolongado, con posible vuelta a la recuperación después de semanas o meses de descanso. Otra respuesta desadaptada, el "síndrome de Sobreentrenamiento", acompañada de negativos síntomas psicológicos y neuroendocrinológicos, y de la pérdida de la ejecución del entrenamiento, con mayor tiempo de decremento del rendimiento (más de dos meses). Su presencia puede ser causante del fin de la carrera deportiva.



La utilización de diferentes métodos de valoración del sobreentrenamiento es una de las necesidades más importantes en el deporte de competición, tanto para prevenirlo como para diferenciarlo del estado de sobrecarga funcional, sin embargo, es una tarea difícil ya que son respuestas desadaptadas con una etiología multifactorial (Hawley & Schoene, 2003). En este sentido, diversos marcadores han mostrado ser de gran utilidad para su diagnóstico y prevención (Meeusen, et al., 2013). Entre las herramientas más utilizadas y estudiadas encontramos el análisis de la VFC, sus diferentes parámetros están relacionados al funcionamiento del sistema nervioso autónomo (Acharya, Joseph, Kannathal, Lim & Suri 2006), como consecuencia, indica el grado de salud (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996); el cuestionario POMS (Morgan, O'Conno, Sparling & Pate, 1987), el perfil iceberg es un indicador de un estado óptimo de salud y rendimiento, la alteración de dicho perfil permite detectar las respuestas de desadaptación frente a las cargas de entrenamiento (Buchheit, Simon, Piquard, Ehrhart & Brandenberger, 2004); cuestionario SFMS (Legros, P. et le groupe «surentraînement», 1993), la valoración de diferentes signos de fatiga ha mostrado relación con los niveles de sobreentrenamiento (Elloumi,, El Eli, Zaouali, Maso, Filaire, Tabka, et al. 2005) y sobrecarga no funcional (Chatard, Atlaoui, Pichot, Gourne, Duclos & Guezennec, 2003). Ambas herramientas subjetivas han sido utilizadas en combinación con la VFC para detectar diferentes estados de sobrecarga (Cervantes, Florit, Parrado, Rodas & Capdevila, 2009).

Por lo tanto, esta investigación representa el primer paso para introducir tecnología innovadora como lo es la GDV/BioWell en el ámbito deportivo español, explorando su utilidad en el área de valoración de los procesos de estrés- recuperación. En esta investigación se propone describir las variaciones de los niveles Bio-saludables de Energía-GDV en comparación con indicadores fisiológicos y psicológicos, válidos científicamente y de fácil aplicación, relacionados a la salud y el rendimiento deportivo como la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca, Perfil del Estado de Ánimo y Síntomas de Fatiga en un corredor de ultratrails.



MÉTODO

Participante

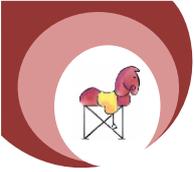
El participante, un corredor de carreras de ultra distancia fue invitado a una sesión informativa sobre la novedosa metodología de valoración dirigida a deportistas. Tras dicha reunión el corredor aceptó, bajo consentimiento informado, participar en el estudio durante 9 semanas. Se trata de un corredor amateur de 44 años de edad, un peso de 83 kg, estatura de 1 m. 81 cm., VO₂ Max/Kg/min de 47,79 y un IMC (m/kg²) de 26,25. Participa en carreras denominadas "Ultratrails", las cuales son carreras de ultra distancia generalmente llevadas a cabo en zonas de montaña.

Diseño y procedimiento

Se trata de un estudio de caso en situación real. Al finalizar la reunión donde se explicaron los objetivos del estudio, el participante aceptó voluntariamente tomar parte en las diferentes sesiones de evaluación. Cabe aclarar que las mediciones se llevaron a cabo durante una parte de la temporada de entrenamiento y competición en la que el corredor había iniciado 3 meses antes. Por lo tanto, en el momento de inicio de este estudio los investigadores no tenían conocimiento del estado funcional del organismo del deportista. Para el estudio se plantearon 5 sesiones de evaluación. Las primeras 4 de seguimiento durante la temporada de competición y la 5ª al finalizar un microciclo de recuperación de 14 días:

-Sesión 1(S1) un día previo a la competición: Ultra Maratón de 109 km. Sesión llevada a cabo el último día del microciclo de puesta a punto con la que se esperaba un estado óptimo hacia la competición;

-Sesión 2 (S2) 10 días después a la competición, final del microciclo de entrenamiento de recuperación y carga media con el que se esperaba un estado de estabilidad o de sobrecarga funcional del corredor;



-Sesión 3 (S3) 4 días antes de la competición: Ultramaratón de montaña (90Km), sesión llevada a cabo a la mitad de un microciclo de puesta a punto con la que se esperaba un estado óptimo para la competición;

-Sesión 4 (S4) 48 horas después a la competición de 109 KM con la que se esperaba un estado de fatiga agudo del corredor;

-Sesión 5 (S5): Después de un microciclo de recuperación de 14 días. Se esperaba que el corredor alcanzara un estado estable y saludable del deportista, los datos obtenidos bajo estas condiciones sirvieron para tener un punto de referencia para posteriores análisis.

El protocolo para la obtención de los datos de las variables cognitivas y fisiológicas fue el siguiente:

- 1) En un horario comprendido entre las 11:00 y las 13:00 horas.
- 2) Al participante se dirigía a un espacio previamente acondicionado donde completaba en primer lugar los cuestionarios (temperatura de 23° centígrados y 76 % de Humedad). A continuación, se le colocaba un sensor en el lóbulo de la oreja del sistema emWave y se le pedía adoptara una posición supina sobre una colchoneta, para acceder al registro del ritmo cardiaco durante 10 min.
- 3). Inmediatamente y siguiendo en posición supina, se le pidió al participante colocar los dedos de las manos, uno a uno, dentro de la cámara GDV/BioWell. Iniciando con la mano derecha y posteriormente con la izquierda. El mismo procedimiento se realizó colocando un filtro a la cámara. Los datos obtenidos sin filtro aportan información del psico-fisiológico de la persona. Mientras que la utilización de un filtro aporta información de su estado fisiológico-somático (Korotkov, 2004).

Material

Medidas Fisiológicas



1-Cámara Bio-Well ("Kirlionics Technologies International", Saint-Petersburg). Se trata de una cámara electrofotónica basada en el análisis de Visualización Por Descarga De Gas (GDV) (Korotkov, 2002). El procedimiento de recepción de información es absolutamente indoloro, breve e inocho. El mecanismo de la cámara es sencillo; a la persona se le pide introducir en la cámara los dedos de ambas manos de forma consecutiva, a cada dedo de la persona se le da un impulso eléctrico corto, este impulso eléctrico suscita una corriente de fotones y electrones. De aquí, el software los registra y deduce una imagen en la pantalla del ordenador, que muestra el campo energético humano como una imagen alrededor de la silueta humana. Para una evaluación de los diez dedos de las manos, el procesamiento de datos en el ordenador tiene una duración de entre 3 y 5 minutos. El procedimiento puede repetirse con la utilización de un filtro. De esta manera se puede obtener información más detallada de la persona, de su condición psicoemocional y fisiológica (sin filtro) y fisiológica- somática (con filtro) (Korotkov, 2002, 2004). La información recopilada es analizada y cuantificada aportando una serie de imágenes, parámetros, tablas y diagramas (Korotkov, 2014). Para este estudio se observaron los siguientes parámetros:

Nivel de Energía (Energía-GDV), medida considerada como condición psicofisiológica de cada deportista; sus valores en Julios (J) son representados en porcentaje de 0 a 100% respecto a personas sanas. Cada deportista manifiesta un porcentaje personal de Energía GDV. Además, se ha podido demostrar que altos niveles de rendimiento deportivo se correlacionan con altos porcentajes de Energía-GDV (Drozdovski, Gromova, Korotkov & Shelkov, 2012).

Nivel de estrés (Estrés-GDV), representa los niveles de ansiedad y estrés, la evaluación cuantitativa del índice de ansiedad y salud se representan en una escala del cero al diez. El Estrés-GDV = 10 se correlaciona con altos niveles de ansiedad y baja preparación competitiva Drozdovski et al., 2012).

Nivel de Energía de órganos y sistemas: Es la cuantificación de la salud de cada órgano y sistema, el sistema aporta un rango de normalidad de su funcionamiento que va de 4J a 6J.

Diagrama de Energía: La distribución de energía para diferentes órganos y sistemas se refleja en diferentes áreas.

2- *emWave System* (HeartMath, LLC, Boulder, Colorado). Utilizado para el registro de la VFC. Este aparato permite la



detección de los intervalos RR a través de un *pletismógrafo* basado en la impedancia fotopletismografía en la *oreja*. El archivo del registro de la serie de intervalos RR fue exportado como archivos *.txt. Posteriormente, se analizaron los 5 minutos de la parte más limpia de la señal correspondiente a los 10 minutos de cada registro con la aplicación Kubios 2.2 HRV Software (The Biomedical Signal and Medical Imaging Analysis Group, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finland) (Tarvainen, Niskanen, Lipponen, Ranta-aho, Karjalainen, 2014). Del análisis en el dominio temporal, en este estudio se analizaron la media R-R y parámetro RMSSD (la raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos) (Task Force, 1996). El RMSSD es comúnmente utilizado como un índice de la actividad parasimpática (DeGiorgio, Miller, Meymandi, Chin. Epps, Gordon, et al., 2010). De dicho parámetro se obtuvieron el logaritmo natural (lnRMSSD), propuesto como uno de los índices de fatiga o del "estado óptimo para el rendimiento") (Buchheit, et al., 2004; (Plews, Laursen, Stanley, Kilding & Buchheit, 2013) y la proporción lnRMSSD sobre los intervalos RR $\times 10^3$, propuesto como indicador de estados de sobrecarga no funcional (Buchheit, 2014; Plews, Laursen, Kilding & Buchheit, 2013; Plews, Laursen, Kilding & Buchheit, 2012).

Medidas Psicológicas

3-Basados en el cuestionario POMS (Profile of Mood States) de McNair, Lorr y Droppelman (1971), para valorar el perfil del estado de ánimo en este estudio se utilizó la versión reducida de Andrade, Arce, De Francisco, Torrado y Garrido (2013) de 30 ítems que permite interpretar 5 estados de ánimo: Tensión, Depresión, Cólera, Vigor, Fatiga y Amistad. Para 4 de los factores, las puntuaciones elevadas en sus ítems se relacionarán con aspectos negativos. Los factores de *Vigor* y *Amistad* se interpretan como un estado de ánimo positivo, cuanto mayor sea su puntuación. El deportista debe valorar el grado en que experimenta cada estado anímico situacional, bajo la instrucción '*Cómo te sientes ahora mismo*', según una escala de 5 puntos, donde 0 es "Nada", 1 es "Un poco", 2 es "Moderadamente", 3 es "Bastante" y 4 es "Mucho". Generalmente con la utilización del POMS se obtiene el llamado Perfil Iceberg, donde el pico representa el factor positivo de Vigor. Con la versión utilizada en este estudio se obtienen dos picos referentes a los factores de vigor y amistad.



4-El cuestionario SFMS, sus siglas se utilizan en la bibliografía por ser un cuestionario desarrollado por la Sociedad Francesa de Medicina del Deporte (Legros, 1993). Es un cuestionario estandarizado de signos de fatiga compuesto por 54 ítems elaborado sobre bases clínicas acerca de los síntomas relacionados con el proceso de sobreentrenamiento. Contiene dos opciones de respuesta, "Sí" o "No". La puntuación total se obtiene sumando el número de respuestas afirmativas. Las puntuaciones mayores de 20 indican sobreentrenamiento²⁰. Este instrumento ha mostrado su utilidad y sensibilidad para detectar estados de sobrecarga crónica e indicios de sobreentrenamiento (Elloumi et al., 2005; Cervantes, et al., 2009; Parrado, Rodas, Cervantes, Pintanel, Rodas & Capdevila, 2010).

Rendimiento Deportivo

La valoración objetiva del rendimiento en este tipo de competiciones es difícil ya que las condiciones de distancia, altitud, desnivel, etc. tienen alto grado de variación. Por lo que se le pidió al corredor escribir un resumen de su rendimiento una vez concluida su participación. Se le pidió que tuviera en consideración su objetivo, sus sensaciones previas y durante la carrera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este trabajo plantea la necesidad de la supervisión y del control del entrenamiento deportivo desde un enfoque multifactorial. Tratándose de un estudio de caso único, se describen las variaciones de marcadores bio-fisiológicos y psicológicos registrados a un corredor de ultradistancia a lo largo de nueve semanas. Este estudio se llevó a cabo bajo un soporte científico amplio y válido. Las sesiones fueron programadas para obtener información de cómo diferentes condiciones, en cuanto a las cargas de entrenamiento y competición, afectaban dichas variables, el rendimiento y la salud.

Le solicitamos al corredor que escribiera un resumen para valorar su rendimiento en las competiciones. Debido a que el corredor decidió abandonar las dos competiciones, la primera alrededor del km 20 y la segunda alrededor del km 70, su



valoración fue negativa. El corredor señala como principal causa de su rendimiento negativo a su estado de fatiga experimentado desde meses atrás.

Para tener datos que nos permitan valorar la utilidad de la tecnología GDV en relación a los diferentes estados relacionados al entrenamiento y la competición, primero, en conjunción con la valoración del rendimiento del corredor, se describen y se analizan los resultados de los estados de ánimo (POMS) los signos de fatiga (SFMS) y el parámetro RMSSD de la VFC, marcadores utilizados como referencia en este estudio por su validez científica y por su fácil aplicación en relación a los procesos de estrés recuperación.

Variaciones del Estado de Ánimo y Fatiga:

Los resultados obtenidos del POMS se presentan en la figura 1. Se puede observar un perfil del estado de ánimo alterado en las sesiones 1, 2, 3 y 4, mientras que en la sesión 5 el corredor manifestó un Perfil Iceberg.

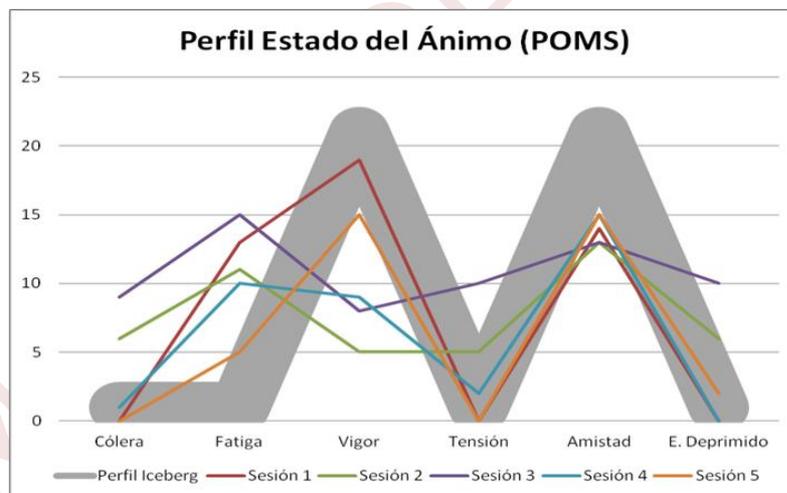


Figura 1. Perfil iceberg del corredor de ultratrails y variaciones de su perfil del estado de ánimo.

Está documentado que los factores de fatiga y vigor, así como los perfiles del estado de ánimo alterado, reflejan los estados de sobrecarga (Cervantes et al., 2009) y sobreentrenamiento (Morgan, Brown, Raglin, O'Connor & Ellickson, 1987). Sobre



todo, el factor vigor ha sido asociado con respuestas de desadaptación (Gustafsson, Holmberg & Hassmen, 2008). En nuestro caso, el factor de fatiga muestra valores altos en las primeras 4 sesiones, mientras que el factor de vigor presentó valores bajos en las sesiones 2, 3 y 4. Nuestros datos sugieren que nuestro corredor se encontraba bajo un estado de sobrecarga disfuncional.

Las puntuaciones y el perfil del estado de ánimo del corredor en la sesión 5 reflejan la respuesta de su recuperación casi total. Existe evidencia de que el perfil alterado de deportistas que han sufrido sobrecarga disfuncional vuelve a su forma Iceberg después de, al menos, 2 semanas de recuperación (Hooper, MacKinnon & Hanrahan, 1999). Nuestro corredor después de 14 días realizando un plan de recuperación alcanzó restablecer su estado de ánimo, indicador de la recuperación de su estado funcional.

Los resultados del cuestionario SFMS se presentan en la figura 2. En las primeras cuatro sesiones se observan niveles de fatiga elevados, principalmente las Sesiones 2, 3 y 4 cercanas a 20. De acuerdo con Maso, Lac y Brunn (2005) las puntuaciones cercanas o arriba de 20 indican altos niveles de fatiga, por tanto, un estado de sobrecarga disfuncional con alta posibilidad de estar en un proceso de sobreentrenamiento.

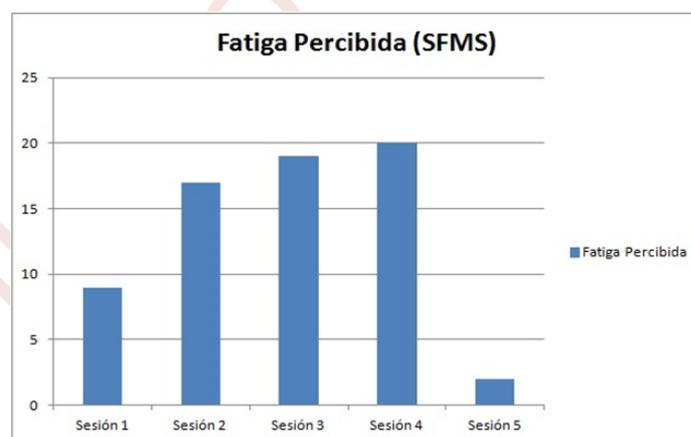


Figura 2. Grado de fatiga del corredor de ultratrails durante las diferentes sesiones.

En combinación con los resultados del POMS, estos datos sugieren que el corredor se encontraba bajo un estado de



sobrecarga disfuncional durante el periodo de las primeras cuatro sesiones.

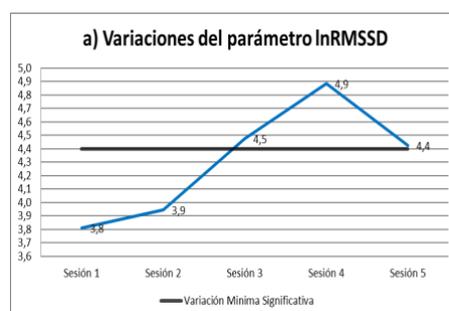
De acuerdo con Meeusen et al. (2013), las alteraciones del estado de ánimo a través del POMS pueden ser de gran utilidad para detectar estados de sobrecarga funcional y disfuncional, sin embargo, es necesaria la combinación de medidas objetivas del rendimiento y de indicadores del estado de salud del deportista. A continuación, se presentan los resultados de la VFC.

Variaciones de la VFC; Respuestas del SNA:

En la figura 3 (a y b) se presentan los resultados de la VFC. La interpretación de los resultados se basa, en primer lugar, en un nuevo enfoque metodológico de la VFC, el cual permite identificar las respuestas de adaptación o desadaptación al entrenamiento (Buchheit, 2014).

De acuerdo con varias investigaciones (Plews et al., 2013; Plews et al., 2013; (Plews et al., 2012), los valores de los parámetros $\ln RMSSD$ y $\ln RMSSD/RR$ ($\times 10^3$) registrados bajo condiciones estables y de salud, y de óptimo rendimiento, son útiles para determinar el estado basal de los deportistas, a partir del cual es posible controlar el estado del deportista y su entrenamiento. También, bajo este enfoque se ha desarrollado una guía de interpretación de la VFC en función de los cambios diarios de los valores de dichos parámetros, ya sea estén por encima o debajo de la línea base (Buchheit, 2014).

La sesión 5 es la que representa nuestra línea de referencia para poder explicar los cambios ocurridos en las primeras 4 sesiones del estudio. En nuestro caso los valores de 4,4 (ms) del $\ln RMSSD$ y de 3,44 del $\ln RMSSD/RR$ ($\times 10^3$) representan un estado estable y de salud del corredor.



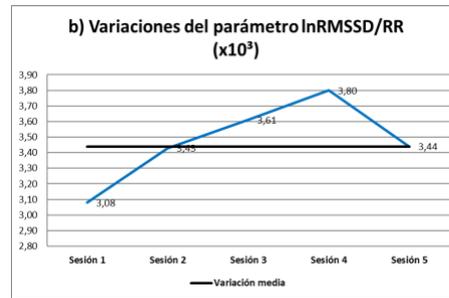


Figura 3 (a y b). Variaciones de la VFC durante las diferentes sesiones. RMSSD: Raíz cuadrada del valor medio de la suma de las diferencias al cuadrado de todos los intervalos RR sucesivos expresado en ms^2 .

Los valores de los parámetros $\ln RMSSD$ y $\ln RMSSD/RR$ ($\times 10^3$) están por debajo de la línea de referencia de estabilidad saludable y de rendimiento, de manera notable en la Sesión 1, y de manera ligera en la Sesión 2. De acuerdo con Plews et al. (2013) y Buchheit et al. (2014) estos datos nos informan que el corredor se encontraba en un estado de sobrecarga disfuncional, manifestando predominancia de la actividad parasimpática. Importante subrayar que la sesión 1 se llevó a cabo durante un periodo de puesta a punto y el día anterior a la competición, por lo que se esperaba un estado de forma óptimo. Sin embargo, el estado de fatiga en el que se encontraba el corredor se vio reflejado en el rendimiento negativo de la competición (abandono por sensaciones de fatiga).

En la sesión 3 ambos parámetros incrementaron sus valores en comparación con la línea de referencia. Lo que indica un estado de sobrecarga disfuncional caracterizado por el incremento de la actividad simpática y el rendimiento negativo en la competición realizada 4 días después (abandono al km 75, de la cursa de ultradistancia de 109km) (Plews et al., 2013).

El mismo patrón de fatiga se puede observar en la sesión 4, pero el exagerado incremento del $\ln RMSSD/RR$ ($\times 10^3$) es indicativo de un estado de sobrecarga disfuncional importante (Plews et al., 2013).

En resumen, con la utilización de los diferentes marcadores y el rendimiento, se pudieron identificar claramente dos perfiles del estado del deportista:



1. Durante Sesiones 1, 2, 3 y 4, un perfil de sobrecarga disfuncional caracterizado por el estado de ánimo alterado, el nivel de fatiga elevado, las alteraciones en el funcionamiento del SNA valorado por la VFC y el rendimiento negativo.
2. En la Sesión 5, un perfil estable y saludable (después de un periodo de descanso de 14 días) caracterizado por un perfil Iceberg (POMS), signos de fatiga mínimos (SFMS) y por el equilibrio del funcionamiento del SNA valorado por la VFC.
- 3.

Las variaciones observadas de los diferentes marcadores y los perfiles obtenidos nos servirán de punto de comparación de los indicadores derivados de la técnica GDV, de tal manera poder establecer la utilidad de este método para detectar estados de sobrecarga funcional y de sobreentrenamiento.

Variaciones de los índices de GDV

Las variaciones de los niveles de Energía-GDV a lo largo del estudio se pueden observar en la figura 4. La línea o zona gris representa el rango individual de energía saludable. En las Sesiones 1, 2 y 3 los niveles de energía del corredor están por debajo del rango de energía saludable diaria (RIED). En la sesión 4 los niveles de Energía-GDV se encuentran por encima de dicho rango, lo que indica un exceso de energía. En la sesión 5 se observa que el nivel de energía se encuentra dentro del rango.

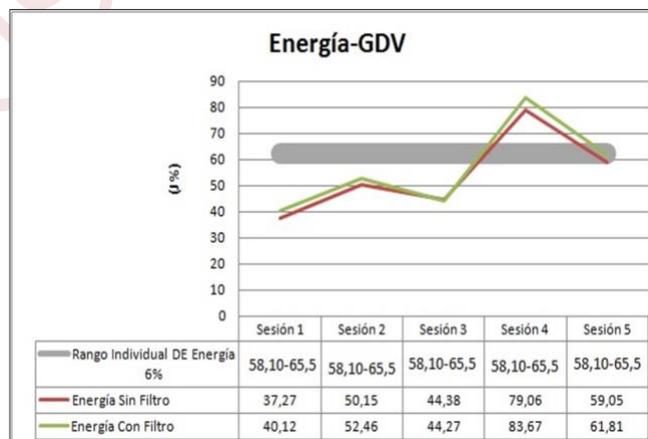


Figura 4. Nivel de energía del corredor de ultratrails durante las diferentes sesiones.



La energía-GDV es considerada como una característica individual y altamente estable a lo largo del tiempo, en personas sanas la RIED es de 4,1 % a 6% (Korotkov, 2014). En atletas se ha observado que niveles altos de Energía-GDV se relaciona con mejores rendimientos y que el mantenimiento de Energía-GDV dentro de la RIED a lo largo de una temporada de entrenamiento se relaciona con mejores adaptaciones (Drozdovski, Gromova, Korotkov & Shelkov, 2012). De acuerdo con Korotkov (2004), los valores obtenidos en este estudio que caen fuera de dicho rango indican desequilibrio del funcionamiento SNA (Sesiones 1,2,3 y 4). Por lo tanto, es importante observar que el nivel de Energía-GDV 61J de nuestro corredor en la Sesión 5 cae dentro de la RIED (entre 58,10J y 65,5J aprox.). Lo cual indica las condiciones de estabilidad y salud del organismo del corredor después de un microciclo de recuperación.

Cabe destacar la sesión 4, los niveles de Energía registrados sobrepasaron notablemente la RIED. Para poder tener información más precisa de este notable incremento acudimos al diagrama de energía que proporciona el sistema GDV/Bio-Well. Korotkov (2014) puntualiza que el registro de hiperenergía, como el que mostró nuestro corredor (Figura 5), puede conllevar a problemas somáticos importantes, por lo que es conveniente estar atento a este tipo de situaciones.



Figura 5. Representación gráfica del nivel de energía de los diferentes órganos y sistemas del corredor de ultratrails en la sesión 4.

Las variaciones del nivel de Estrés-GDV (figura 6) durante las 5 sesiones se produjeron dentro del rango de normalidad (2-4) en todas las sesiones. Dichos cambios aparentemente no nos



aportan información relacionada a los procesos de estrés-recuperación del corredor. Sin embargo, en la Figura 6 podemos observar que las mediciones de estrés realizadas sin filtro no coinciden con las obtenidas con filtro. Ya que los datos obtenidos sin filtro representan el funcionamiento del SNS y los obtenidos con filtro del SNP (Korotkov, 2014), nuestros datos indican cierto desequilibrio del SNA.

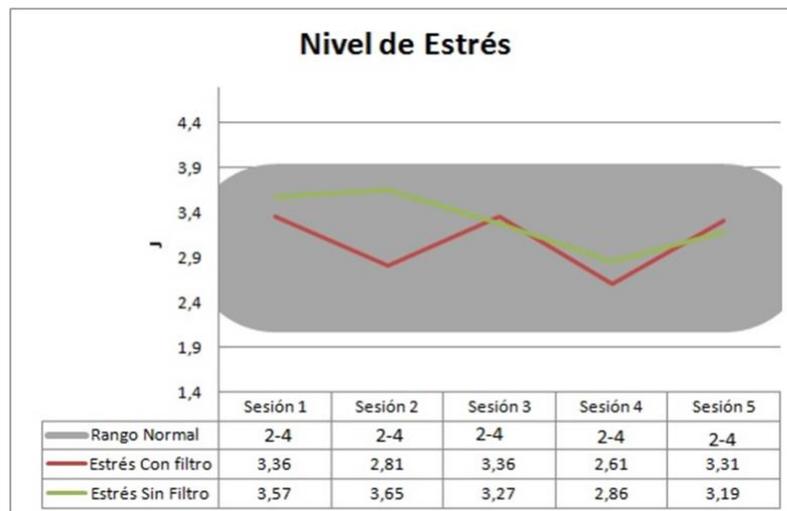


Figura 6. Nivel de estrés del corredor de ultratrails durante las diferentes sesiones.

Otro dato interesante es el referente a la similitud de las variaciones observadas tanto de la GDV como de la VFC durante las 5 sesiones del estudio. Hecho que no sorprende ya que existe evidencia de la relación entre parámetros de la GDV y de la VFC en personas sanas (Cioca, Giacomoni, & Rein, 2004; Bundzen, Korotkov, Korotkova, Mukhin & Priyatkin, 2005; Maso, 2005; Korotkov, 2004). Además, la utilización de estos dos marcadores es importante ya que ambos reflejan el funcionamiento del SNA y, por lo tanto, son indicadores de la salud general (Korotkov, 2004) y de las adaptaciones al entrenamiento deportivo (Bundzen et al., 2005). En nuestro caso, en las Sesiones 1 y 3 se esperaba una respuesta de supercompensación, mientras que en la segunda sesión se esperaba un estado de sobrecarga funcional. De acuerdo con nuestros resultados, podemos subrayar que en la práctica diaria la búsqueda de esta adaptación positiva no siempre se logra con éxito. Los datos arrojados por los diferentes marcadores psicológicos y fisiológicos de referencia y por los de la GDV indicaban un estado de sobrecarga no funcional con una tendencia marcada hacia el sobreentrenamiento, principalmente en la sesión 1, 3 y 4.



Es importante destacar la Sesión 5, todos los marcadores utilizados en este estudio indicaron que nuestro corredor alcanzó un estado saludable y funcional después de 14 días de recuperación. Teniendo en cuenta las definiciones de sobrecarga funcional y de sobreentrenamiento anteriormente citadas, se podría decir que durante las primeras cuatro sesiones nuestro corredor se encontraba en un estado de sobrecarga disfuncional y no de sobreentrenamiento.

CONCLUSIONES

La técnica GDV ha sido utilizada con éxito en el ámbito deportivo, principalmente en Rusia. Hasta ahora poca investigación se tiene con respecto a situaciones concretas relacionadas a la adaptación de los deportistas al entrenamiento. Este estudio, por lo tanto, representa el primer paso que abre el camino hacia la aplicación y la investigación del sistema GDV/BioWell en la población española.

Siendo éste un estudio de caso, los datos deben ser tomados con cierta precaución, ya que las características de estos diseños así lo requieren. Sin embargo, el rigor científico que fue aplicado coincide con los estudios de alta evidencia científica. En este estudio, que tiene como soporte el enfoque multifactorial de los procesos de estrés-recuperación, se detectó un perfil de sobrecarga disfuncional, observándose que los niveles de bioenergía alterados coincidían con el perfil del estado de ánimo alterado, nivel de fatiga elevado, valores alterados de la VFC y rendimiento negativo. Después de un periodo de descanso de 14 días el corredor mostro un perfil estable y saludable tanto en los niveles de bioenergía como en los demás marcadores psicológicos y fisiológicos de referencia.

El objetivo de este estudio no pretende que esta herramienta sustituya a las ya validadas científicamente y utilizadas con alto grado de éxito (Glicógeno, Fatiga Central, Citocinas, Glutamina, Estrés Oxidativo, SNA, Psicoemocional) en la detección de respuestas al entrenamiento. La medición de la Energía-GDV puede ser otro de los marcadores que contribuya en ampliar la información, por ejemplo, de la sobrecarga disfuncional y el sobreentrenamiento.

Aunque nuestras observaciones sobre la GDV van en el mismo sentido que los marcadores utilizados como referencia, se requieren nuevas investigaciones que amplíen los hallazgos aquí



***ATHLOS. Revista Internacional de Ciencias Sociales de la Actividad Física,
el Juego y el Deporte***

International Journal of Social Sciences of Physical Activity, Game and Sport
Vol. XX – Año IX

mencionados. Es necesario obtener evidencia empírica de la correlación entre los parámetros de la GDV/BioWell con las diferentes respuestas al entrenamiento y competición.

A la luz de los resultados y basados en las ventajas de ser una técnica no invasiva, rápida (medición exprés) e inocua, la GDV/BioWell puede ser una herramienta útil para supervisar los procesos de entrenamiento y la salud de los deportistas.

MUSEO DEL JUEGO



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acharya UR, Joseph KP, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. (2006). Heart rate variability: a review. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 44, 1031-51.

Alexandrova R, Fedoseev G, Korotkov K, Philippova N, Zayzev S, Magidov M, et al. (2001). Energy-informational effects of drugs and acupuncture for bronchial asthma patients. *Proceedings of the Saint Petersburg State Medical University*, 8, 73-78.

Andrade E, Arce C, De Francisco C, Torrado J, Garrido J. (2013). Versión breve en español del cuestionario POMS para deportistas adultos y población general. *Revista de Psicología del Deporte*, 22, 95-102.

Buchheit M, Simon C, Piquard F, Ehrhart J, Brandenberger G. (2004). Effect of increased training load on vagal-related indexes of heart rate variability: a novel sleep approach. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 287, 2813-2818.

Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 5, 73. doi:10.3389/fphys.2014.00073.

Bundzen PV, Korotkov KG, Korotkova AK, Mukhin VA, Priyatkin NS. (2005). Psychophysiological correlates of athletic success in athletes training for the Olympics. *Human Physiology*, 31, 316-323.

Bundzen PV, Korotkov KG, Korotkova AK, Priyatkin NS. (2005). Psycho-physical prognosis of winnings in sport. *Journal of Medicine and Sport*, 2, 23-24.

Cervantes J.C, Florit D, Parrado E, Rodas G, Capdevila L. (2009). Evaluación fisiológica y cognitiva del proceso de estrés-recuperación en la preparación Pre-Olímpica de deportistas de élite. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 4, 111-117.

Chatard J, Atlaoui D, Pichot V, Gourne C, Duclos M, Guezennec Y. (2003). Training follow up by questionnaire, hormones and heart rate variability. *Science of Sports*, 18, 302-304.



Cioca, G., Giacomoni, P.U., & Rein, G. (2004). A correlation between GDV and heart rate variability measures. A new measure of well-being.

DeGiorgio C, Miller P, Meymandi S, Chin A. Epps J, Gordon S, et al. (2010). RMSSD, a measure of heart rate variability, is associated with risk factors for SUDEP: the SUDEP-7 inventory. *Epilepsy Behaviour*, 19, 78-81.

Drozdovski A, Gromova I, Korotkov K, Shelkov O. (2012). Express evaluation of the psycho physiological condition of Paralympic athletes. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 215–222.

Drozdovski, A., Gromova, I., Korotkov, K., Shelkov, O., & Akinagbe, F. (2012). Express-evaluation of the psycho-physiological condition of Paralympic athletes. *Open access journal of sports medicine*, 3, 215–222. <https://doi.org/10.2147/OAJSM>.

Elloumi, M, El Eli N, Zaouali M, Maso F, Filaire E, Tabka Z, et al. (2005). IGFBP-3, a sensitive marker of physical training and overtraining. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 604-610.

Gustafsson H, Holmberg H, Hassmen P. (2008). An elite endurance athlete's recovery from underperformance aided by a multidisciplinary sport science support team. *Journal European Journal of Sport Science*, 8, 267-276.

Hawley, C. J., & Schoene, R. B. (2003). Overtraining syndrome: a guide to diagnosis, treatment, and prevention. *The Physician and sportsmedicine*, 31(6), 25–31. <https://doi.org/10.3810/psm.2003.06.396>

Hooper SL, Mackinnon LT, Howard A. (1999). Physiological and psychometric variables for monitoring recovery during tapering for major competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 1205-1210.

Korotkov K, (2004). *Measuring Energy Fields, Current Research*. – Backbone Publishing Co. Fair Lawn, USA; p. 59-64.

Korotkov K, Shelkov O, Shevtsov A, Mohov D, Paoletti S, Mirosnichenko D, et al. (2012). Stress reduction with osteopathy assessed with GDV electrophotonic imaging: effects of osteopathy treatment. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 18, 251-257. <http://doi.org/10.1089/acm.2010.0853>

Korotkov K. (2002). *Human Energy Field: study with GDV bioelectrography*. Backbone publishing, NY. ISBN 096443119X.



Korotkov K. (2014). Energy fields electrophotonic analysis in humans and nature- GDV Manual. St. Petersburg, Russia.

Korotkov KG, Matravers P, Orlov DV, Williams BO. (2010). Application of electrophoton capture (EPC) analysis based on gas discharge visualization (GDV) technique in medicine: a systematic review. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 16, 13–25.

Kostyuk N, Rajnarayanan RV, Isokpehi RD, Cohly HH. (2001). Autism from a biometric perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, 1984–1995.

Kostyuk, N., Cole, P., Meghanathan, N., Isokpehi, R. D., & Cohly, H. H. (2011). Gas discharge visualization: an imaging and modeling tool for medical biometrics. *International journal of biomedical imaging*, 2011, 196460. <https://doi.org/10.1155/2011/196460>

Kreher JB, Schwartz JB. (2012). Overtraining Syndrome: A Practical Guide. *Sports Health*, 4, 128–138. doi:10.1177/1941738111434406.

Kuipers, H., & Keizer, H. A. (1988). Overtraining in elite athletes. Review and directions for the future. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 6(2), 79–92. <https://doi.org/10.2165/00007256-198806020-00003>

Legros, P. et le groupe «surentraînement». (1993). Le surentraînement: diagnostic des manifestations psychocomportementales précoces. *Science and Sports*, 8, 71–74.

Lehmann M, Foster C, Keul J. (1993). Overtraining in endurance athletes: a brief review. *Physical Fitness and Performance, Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25, 854–862.

Maso F, Lac G, Brun JF. (2005). Analysis and interpretation of SFMS questionnaire for the detection of early signs of overtraining: a multicentric study. *Science and Sports*, 20, 12–20.

McNair DM, Lorr M, Droppleman LF. (1971). San Diego, California: EdITS/Educational and Industrial Testing Services. Manual for the Profile of Mood States.

Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, et al. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(1), 186–205. doi: 10.1249/MSS.0b013e318279a10a.



Morgan WP, Brown DR, Raglin JS, O'Connor PJ, Ellickson KA. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports Medicine*, 21, 107-114.

Morgan, W. P., O'Connor, P. J., Sparling, P. B., & Pate, R. R. (1987). Psychological characterization of the elite female distance runner. *International journal of sports medicine*, 8 Suppl 2, 124-131. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1025717>

Ozhug NN y Rusinov GR. (2004). Proceedings of VIII International Scientific Congress on Bioelectrography. St Petersburg. Using the method of GDV - bioelectrography in the estimation of the competitive reliability of the athletes-shooters from Russian juvenile national team, 2004, 97-103.

Parrado E, Rodas G, Cervantes JC, Pintanel M, Rodas G, Capdevila L. (2010). Perceived Tiredness and Heart Rate Variability in Relation to Overload During A Field Hockey World Cup. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 699-713.

Plews DJ, Laursen PB, Kilding AE, Buchheit M. (2012). Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. *European Journal of Applied Physiology*, 112, 3729-3741.

Plews DJ, Laursen PB, Stanley J, Kilding AE, Buchheit M. (2013). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Medicine*, 43, 773-781.

Plews, D. J., Laursen, P. B., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2013). Evaluating training adaptation with heart-rate measures: a methodological comparison. *International journal of sports physiology and performance*, 8(6), 688-691. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.6.688>

Rodina JD, Ovcharenko SV, Malojvan JV. (2004). In: Proceedings of XIII International Scientific Congress on Bioelectrography. St Petersburg. Psychological Aspects of Disabled Sportsmen Training and The Usage of Gas Discharge Visualization Technique, 138-139.

Shelkov OM, Abaljan AG. System of complex control of paralympic athletes preparation level. *Adaptive Phys Cult*, 2011, 4, 48-50. (in Russian).

Shelkov OM, Drozdovski AK, Gromova IA. (2011). Psychological preparation of athletes for Vancouver Olympics. *Adaptive Phys Cult*, 1, 41-43. (in Russian).

Tarvainen, M. P., Niskanen, J. P., Lipponen, J. A., Ranta-Aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2014). Kubios HRV--heart rate



***ATHLOS. Revista Internacional de Ciencias Sociales de la Actividad Física,
el Juego y el Deporte***

International Journal of Social Sciences of Physical Activity, Game and Sport
Vol. XX – Año IX

variability analysis software. Computer methods and programs in
biomedicine, 113(1), 210–220.
<https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>

Task Force of the European Society of Cardiology and the North
American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart
rate variability: standards of measurement, physiological
interpretation and clinical use. *Circulation*, 93, 1043-1065.

MUSEO DEL JUEGO