



## ESTUDIO DE CASO DE ÉXITO: IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DEL ESTRÉS EN EL ENTORNO LABORAL

<sup>1</sup>Beatriz Crespo Ruiz

<sup>2</sup>Manuel León Jimenez

<sup>3</sup>Jorge García-Unanue

<sup>4</sup>Leonor Gallardo Guerrero

<sup>5</sup>Luis Alberto Maicas Pérez

### RESUMEN

El objetivo de nuestro estudio fue utilizar un evento deportivo como elemento estresor del sistema nervioso (SN) para estudiar cómo los empleados de un departamento concreto en una multinacional hotelera gestionaba el estrés y cuál era la calidad de recuperación con vistas a generar planes estratégicos a futuro de salud corporativa basados en indicadores de mejora (KPI). Se analizó la respuesta del SN antes y después de un evento deportivo con demanda física elevada (PRE/POST) en una población mixta de hombres y mujeres,  $35 \pm 2$  años ( $n=14$ ). Las variables analizadas fueron el porcentaje de total de horas del día donde el organismo reacciona a estímulos que le provocan estrés (% estrés) y recuperación (% recuperación) y la variabilidad cardiaca (RMSSD) como variable que analiza directamente el impacto que el estímulo estresor tiene en el organismo. Los resultados principales indicaron que el % estrés en ambos casos se mantiene estable (PRE 54% vs POST 59%) lo que puede indicar una buena adaptación a corto plazo a este parámetro, lo que se relaciona con el dato aportado por la RMSSD (PRE  $45,80 \pm 25,34$  vs POST  $50,62 \pm 33,77$ ). Sin embargo el % recuperación disminuye tras el evento deportivo a consecuencia del estímulo estresor generado (PRE 28% vs POST 19%), no recuperando los valores basales hasta pasados 3 días después del evento, lo que puede indicar una mala adaptación del grupo al estrés generado a medio plazo. Las principales conclusiones indican que el uso de tecnología de alto rendimiento deportivo enfocado a la productividad empresarial puede ser a futuro una herramienta útil y fiable que ayude a las compañías a generar nuevos KPI en materia de prevención de enfermedades laborales tales como el estrés.

**Palabras clave:** recuperación; variabilidad cardiaca; recursos humanos; compañías; empleados; actividad física; salud.

<sup>1</sup> Doctora en Medicina y Doctora en Ciencias del Deporte pela Universidad Castilla la Mancha - UCLM, Ciudad Real, (Espanâ). Profesora contratada Doctor en Universidad de Castilla La Mancha. E-mail: [beatriz.crespo@uclm.es](mailto:beatriz.crespo@uclm.es)

<sup>2</sup> Máster Universitario en Investigación en Ciencias del Deporte pela Universidad Castilla la Mancha - UCLM, , Ciudad Real, (Espanâ). Investigador en la Gestión de Organizações e Instalaciones Deportivas - IGOID. E-mail: [manuel.leonjimenez@yahoo.es](mailto:manuel.leonjimenez@yahoo.es)

<sup>3</sup> Doctor en Ciencias del Deporte pela Universidad Castilla la Mancha - UCLM, Ciudad Real, (Espanâ). Investigador en la Gestión de Organizações e Instalaciones Deportivas - IGOID. E-mail: [jorge.garcia2@universidadeuropea.es](mailto:jorge.garcia2@universidadeuropea.es)

<sup>4</sup> Doctora en Ciencias del Deporte pela Universidad Castilla la Mancha - UCLM, Ciudad Real, (Espanâ). Profesora titular de la Universidad Castilla la Mancha. E-mail: [leonor.gallardo@uclm.es](mailto:leonor.gallardo@uclm.es)

<sup>5</sup> Master de Investigación en Ciencias de la Salud, pela Universidad Castilla la Mancha - UCLM, Ciudad Real, (Espanâ). Innovation and Sport Manager at Freedom and Flow Company. E-mail: [luis.maicas@freedomandflowcompany.com](mailto:luis.maicas@freedomandflowcompany.com)

## ABSTRACT

The aim of our study was to use a sports event as a stressor element of the nervous system (SN) to study how the employees of a specific department in a multinational hotel company managed the stress and what was the quality of recovery in order to generate strategic plans to future corporate health-based improvement indicators (KPI). We analyzed SN response before and after a sports event with high physical demand (PRE / POST) in a mixed population of men and women,  $35 \pm 2$  years ( $n = 14$ ). The variables analyzed were the percentage of total hours of the day where the body reacts to stimuli that cause stress (% stress) and recovery (% recovery) and cardiac variability (RMSSD) as a variable that directly analyzes the impact that the stimulus stressor has in the body. The results show that the % stress in both cases remained stable (PRE 54% vs POST 59%) which may indicate a good short term adaptation to this parameter, which is related to the data provided by the RMSSD (PRE  $45.80 \pm 25.34$  vs. POST  $50.62 \pm 33.77$ ). However, % recovery decreased after the sport event as a result of the stress stimulus generated (PRE 28% vs POST 19%), not recovering the baseline values until 3 days after the event, which may indicate a poor adaptation of the group to stress generated in the medium term. The use of high performance sports technology focused on business productivity may in the future be a useful and reliable tool to help companies generate new KPI in the prevention of occupational diseases such as stress.

**Keywords:** recovery; cardiac variability; human resources; companies; employees; physical activity; health.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estrés crónico o Burnout es hoy en día la enfermedad silenciosa del S.XXI. Los llamados estresores o factores estresantes son las situaciones desencadenantes del estrés y pueden ser cualquier estímulo, externo o interno (tanto físico, químico, acústico o somático como sociocultural) que, de manera directa o indirecta, propicie la desestabilización en el equilibrio dinámico del organismo (homeostasis). Así como el término reacción de estrés se refiere al estado fisiológico de excitación fisiológica o emocional que a menudo, pero no siempre, resulta de una percepción de estrés o de una demanda.

- Los estresores únicos: hacen referencia a cataclismos y cambios drásticos en las condiciones del entorno de vida de las personas y que, habitualmente, afectan a un gran número de ellas.

- Los estresores múltiples: afectan solo a una persona o a un pequeño grupo de ellas, y se corresponden con cambios significativos y de transcendencia vital para las personas.

- Los estresores cotidianos: se refieren al cúmulo de molestias, imprevistos y alteraciones en las pequeñas rutinas cotidianas.

- Los estresores biogénicos: son mecanismos físicos y químicos que disparan directamente la respuesta de estrés sin la mediación de los procesos psicológicos.

Estos estresores pueden estar presentes de manera aguda o crónica y, también, pueden ser resultado de la anticipación mental acerca de lo que puede ocurrir en el futuro.

A medida que se acumulan los estresores, las capacidades para hacer frente o reajustarse pueden ser sobrepesadas, disminuyendo los recursos físicos y psicológicos, a favor de aumentar la probabilidad de enfermedad, o trastorno físico o psicológico (Brown & Harris, 1978; Dohrenwend & Dohrenwend, 1974; Lazarus & Folkman, 1984; Pearlin, 1989).

Hans Selye es considerado el mayor investigador del estrés e identificó las tres fases del estrés (Figura 1).

Generalmente esta fase (agotamiento) es reversible, siempre y cuando se tenga el suficiente descanso y relajación. Sin embargo, cuando el estresor es demasiado fuerte un agotamiento extremo de los recursos puede desencadenar en la muerte. Reacciones de estrés prolongadas, frecuentes o intensas pueden causar trastornos en la salud.

El Dr. Lazarus, basándose en el trabajo del Dr. Selye, sugirió que hay una diferencia entre eustress y distress, ya que lo que causa la sensación de estrés es la evaluación o clasificación del problema por parte del individuo, más que el problema en sí (Lazarus, 1996).

Eustrés: es aquel estrés que se considera como positivo que resulta de un suceso favorable y conduce a una respuesta sana, así como distrés es aquel estrés que se considera negativo y que causa una reacción nociva.

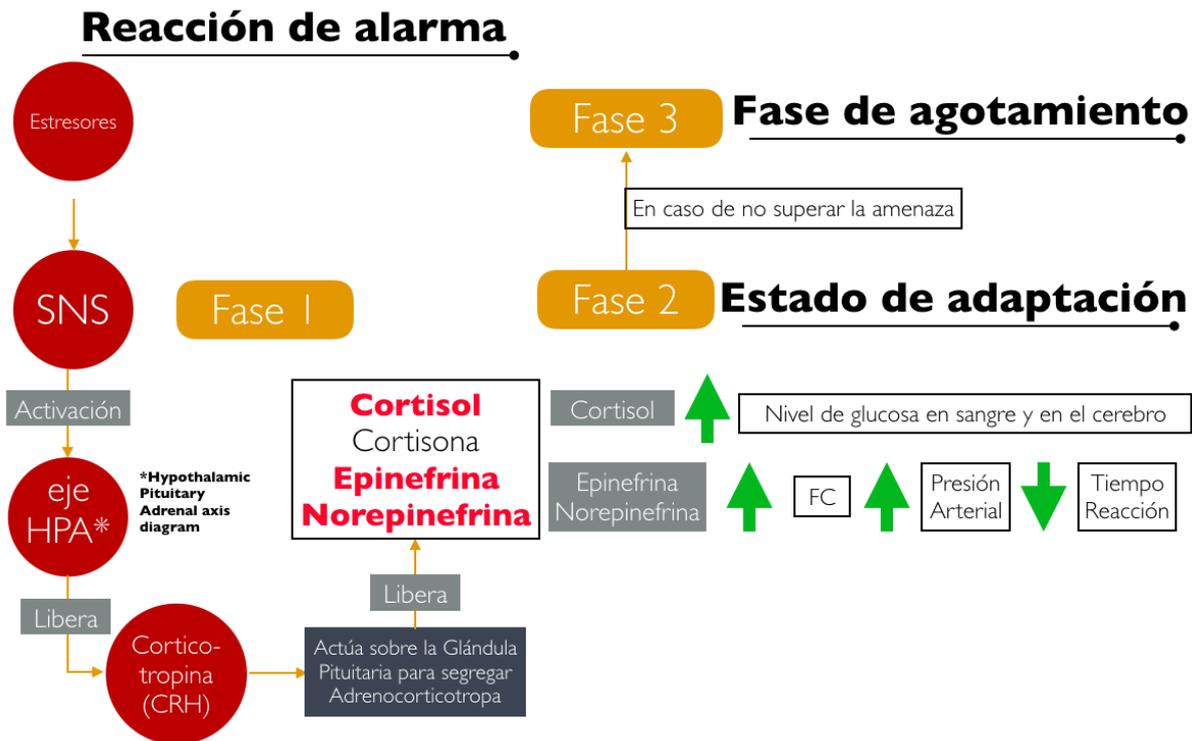


Figura 1. Hans Selye: Fases del estrés.

En relación a lo comentado anteriormente, Douglas, A. y Engelmann, M. et al., a través de sus respectivos estudios definieron el HPA (Hipotálamo - Hipofisiario - Arenal: Eje HHA en Español) como un conjunto complejo de influencias directas e interacciones retroalimentadas entre el hipotálamo, una parte del cerebro hueca con forma de fuelle, la glándula pituitaria, una estructura en forma de haba localizada bajo el hipotálamo y la glándula adrenal o suprarrenal, una glándula pequeña, pareada y de forma piramidal localizado en la parte superior de los riñones.

Es una parte esencial del sistema neuroendocrino que controla las reacciones al estrés y regula varios procesos del organismo como la digestión, el sistema inmune, las emociones, la conducta sexual y el metabolismo energético.

También se ha relacionado al síndrome de fatiga crónica con un ciclo circadiano del cortisol anormalmente plano (MacHale, 1998),

con el insomnio (Backhaus, 2004) y con el burn-out (Pruessner, 1999).

A través de sus respectivos estudios, Strohlle et al., (2010) y Asmundson et al., (2013) afirmaron que las personas con ansiedad disminuyen los niveles séricos del Factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF). Es un factor que influye en el desarrollo de células del SN:

- Mejoran la Comunicación entre Neuronas.
- Regula la Síntesis de Norepinefrina.
- El Ejercicio físico agudo aumenta el BDNF.

Actualmente la sociedad se enfrenta al gran reto de adaptarse a una velocidad de cambio continua, tanto en el ámbito personal como en el profesional, para la que muchas personas, la mayoría, no se encuentran ni física ni mentalmente preparados. En base a ello, más del 20% de la población en edad laboral presenta problemas de salud como el síndrome del estrés crónico llamado burnout, según los datos de la “European Agency for Safety and

Health at Work". No obstante, el estrés bien gestionado, es fisiológicamente necesario para mantener niveles de salud y rendimiento adecuados, lo que resulta vital para obtener el máximo partido a las 24 h que tiene el día.

Según la European Heart Network (EuroHeart II, Junio 2013), España se sitúa en el top ten de los países europeos con más sedentarismo entre adultos, el 42% de los mayores de 18 años declara no realizar ningún tipo de actividad física durante la semana, frente al 6% de Suecia o al 7% de Finlandia. Además, los datos de la Fundación Europea para la mejora de las condiciones de vida y de trabajo (Eurofound), confirman que los españoles pasamos en el trabajo una media de 1.720 horas al año. Casi el 75% de los empleados sufren de estrés en el trabajo, aprender a gestionarlo no solo impacta en su salud, también en su desarrollo y rendimiento profesional. El ejercicio físico en su dosis óptima contribuye no solo a potenciar competencias profesionales relacionadas con todo ello, sino también reducir costes sanitarios e impulsar el desarrollo profesional de las personas (Thøgersen-Ntoumani, Fox & Ntoumanis, 2005).

La VFC disminuye en personas con ansiedad, por lo que el Ejercicio Físico (EF) juega un papel importante en su regulación, ya que aumenta la VFC y disminuye los síntomas de ansiedad en algunas personas (Alvares et al., 2016; Hsu et al., 2015).

Existen evidencias que demuestran que el EF puede mejorar los síntomas de ansiedad en personas sin trastornos de ansiedad establecidos (Herring et al., 2010). Sin embargo, la evidencia de los efectos ansiolíticos del ejercicio en personas con un diagnóstico de trastornos de ansiedad / estrés es equívoca y tiene limitaciones considerables. Hasta la fecha, un metaanálisis previo ha investigado los beneficios potenciales del EF en personas con diagnóstico de AD (Bartley et al., 2013) que concluyeron que actualmente no hay evidencia suficiente para recomendar ejercicio aeróbico para su tratamiento. Sin embargo, ahora se requiere más investigación

debido a pruebas más recientes (Gaudlitz et al., 2015, Rosenbaum et al., 2015) sobre el tema y las deficiencias metodológicas con este análisis previo.

Otros estudios como los de (Brown et al., 2007; Días, 2008; Merom et al., 2008) hablan de protocolos de ejercicio enfatizando caminar o correr, así como los programas de ejercicio basados en el gimnasio (fuerza, yoga o taichí) se han relacionado con la reducción de la ansiedad.

Debido a los avances y la innovación en el ámbito del ejercicio físico y la salud, nos lleva directamente a conocer y entrenar la gestión del estrés orientándolo hacia la productividad y el rendimiento a nivel laboral. A este respecto, es importante conocer que no todo el estrés es negativo. Tal y como hemos visto, existe un nivel de estrés óptimo para cada persona (Eustres) que puede entrenarse a través de programas de ejercicio físico donde se incluye tecnología de medición. Aprender a gestionar el ratio estrés/recuperación por encima o por debajo de ese nivel repercutirá positiva o negativamente sobre el desempeño laboral (Durán, 2010). En este sentido, la incorporación de nuevas tecnologías, normalmente empleadas en el alto rendimiento deportivo, son capaces no solo de medir los niveles de estrés, también la calidad de la recuperación dentro y fuera del horario laboral. Todos estos datos, sumados a una correcta interpretación por parte de profesionales, puede contribuir a prevenir lo que ya está considerada una de las enfermedades que más costes supone a las empresas en esta nueva era de la digitalización y la constante adaptación a la velocidad de cambio (Stubbs et al., 2017; Wolf & Schnurr, 2017). Además, los impactos sociales y financieros son profundos en todo el mundo occidental y en desarrollo (Chisholm et al., 2016). Una evidencia creciente indica que el ejercicio confiere efectos protectores contra los efectos agudos de la ansiedad (Hale et al., 2002; Knapen et al., 2009) y la reactividad a los estresores. Así como a este respecto, ya existen trabajos que muestran una relación positiva entre la práctica de ejercicio físico e

indicadores de rendimiento laboral (Thøgersen-Ntoumani, Fox & Ntoumanis, 2005), que junto al citado avance en tecnología y la adecuada formación de nuevos profesionales especializados en este tipo de patologías puede abrir las puertas a nuevos y eficientes enfoques en el entrenamiento de patologías laborales, hasta ahora abordadas desde un punto de vista ergonómico, psicológico y social, pero pocas veces profesionalizado en las ciencias del ejercicio físico y la salud.

En este sentido, existen dos vías diferentes para conocer el nivel de estrés de forma no invasiva: el cortisol a través de la saliva (An et al., 2015) y la Variabilidad Frecuencia Cardíaca (VFC). En nuestro estudio, nos centraremos en esta última, la cual es un marcador de la función del Sistema Nervioso Autónomo (SNA) y ha sido demostrado que refleja la salud cardíaca y riesgos de mortalidad (Task Force, 1996). VFC ha sido presentada como una buena herramienta para el estudio fisiológico de los efectos del estrés en el trabajo y la recuperación (van Amelsvoort et al., 2000). En los últimos años, gracias al avance de la tecnología se han incrementado los estudios que utilizan VFC en relación con el estrés en el trabajo (Hanson et al., 2001; Hintsanen et al., 2007; Riese et al., 2004; Vrijkotte et al., 2000; Zanstra et al., 2006).

Por ejemplo, Vrijkotte et al. (2000) sugiere que el estrés en el trabajo medido a través del modelo de Siegrist donde el desequilibrio entre esfuerzo y recompensa es menor, el tono vagal se ve afectado durante la recuperación. Y también se ha encontrado que una baja VFC durante la noche predice una leve hipertensión en trabajadores (Hanson et al. 2001) que indicaron que un desequilibrio en esta relación esfuerzo-recompensa está asociado con una baja variabilidad cardíaca en la segunda mitad del día de trabajo. Uusitalo et al. (2011) determina concretamente que de los marcadores de la VFC en concreto DE (Derivación Estandar) y BF (Baja Frecuencia) son los que mejor reflejan el desgaste del

organismo en relación con el estrés psicológico del individuo. Estudios como el de Hintsanen et al. (2007) están en la misma línea pero sugieren que la medición de la VFC requiere equipamiento especializado que hace difícil su uso en condiciones de la vida real. Pero existen indicaciones para que se trate con especial cuidado el análisis de esta variable ya que las diferencias interindividuales de la VFC, incluso en sujetos de la misma edad, hace que se necesiten nuevos enfoques de cómo se debe analizar la VFC en el ámbito profesional (Task Force, 1996).

Por último, cabe decir que el ejercicio físico no solo repercute en los niveles de estrés, si no que existe una fuerte relación entre el ejercicio y las mejoras del sueño (Faulkner et al., 2005). Las alteraciones del sueño, la somnolencia diurna, las pesadillas y la mala calidad del sueño son frecuentes entre los individuos con trastornos de ansiedad (Hasler et al., 2005; Lamarche et al., 2007; Ohayon, 2005; Overbeek et al., 2005; Spoormaker et al., 2005). Los investigadores han postulado que las adaptaciones del SNC a la ansiedad conducen a aumentos en la respuesta de sobresalto y el sueño disfuncional del movimiento rápido de los ojos. El ejercicio ha demostrado mejorar el sueño en individuos afectados por ansiedad y depresión. Por ejemplo, el agotamiento de las reservas de energía, la rotura de los tejidos, la elevación de la temperatura corporal (Youngstedt, 2005) lo que a su vez reduce los síntomas depresivos y la ansiedad de los rasgos (Brand, et al., 2010).

Es por esto que el objetivo de nuestro estudio fue estudiar, a través de la medición de la VFC con tecnología de alto rendimiento, cómo un evento deportivo con alta demanda física influye como elemento estresor en el ratio estrés/recuperación de empleados de una empresa tanto los días previos como los posteriores al mismo.

Como objetivo secundario, nos marcamos conocer cuál es el impacto de dicho elemento estresor en la calidad de recuperación de los empleados analizados hasta que

volvieran a su estado basal y de este modo poder identificarlo como indicador de mejora.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Participantes

En total la muestra del estudio es de 14 sujetos hombres y mujeres de  $38,64 \pm 8,02$  años,

todos ellos empleados/as de un mismo departamento en una empresa (Tabla 1). Todos los participantes partían con una condición física de similares características, siendo sujetos activos en los que todos al menos practicaban  $2,53 \pm 0,88$  horas de actividad física/semana. Todos los sujetos analizados pasaban al menos  $6 \pm 2$  horas en sedestación continua.

Tabla 1. Datos demográficos de la muestra

Sujeto	Edad	Sexo	Altura	Peso	Ac. Física/Semana
1	35 años	Mujer	164 cm	50 kg	2 horas
2	39 años	Hombre	180 cm	90 kg	2 horas
3	28 años	Mujer	174 cm	63 kg	2 horas
4	50 años	Hombre	174 cm	75 kg	4 horas
5	37 años	Mujer	162 cm	51 kg	4 horas
6	51 años	Mujer	163 cm	85 kg	3-4 horas
7	52 años	Mujer	160 cm	56 kg	2 horas
8	27 años	Mujer	155 cm	49 kg	2 horas
9	47 años	Mujer	160 cm	65 kg	2 horas
10	34 años	Hombre	182 cm	89 kg	2 horas
11	36 años	Mujer	168 cm	79 kg	2 horas
12	32 años	Mujer	180 cm	85 kg	4 horas
13	33 años	Hombre	180 cm	82 kg	2 horas
14	40 años	Hombre	160 cm	70 kg	2 horas
	$38,64 \pm 8,02$		$168,71 \pm 8,98$	$71,21 \pm 13,77$	$2,53 \pm 0,88$

Nota: Las variables del grupo de datos estadísticos (media  $\pm$  desviación estándar)  
cm = centímetros, kg = kilogramos

Todos los sujetos eran sujetos sanos que no habían sufrido ningún tipo de enfermedad cardiovascular o del sistema nervioso. Los criterios de exclusión fueron para la participación en las grabaciones del intervalo RR incluyeron enfermedad cardíaca grave, presión arterial (PA) muy alta ( $\geq 180 / 100$  mmHg), diabetes tipo 1 o 2 con neuropatía autonómica, enfermedad neurológica grave, fiebre u otra enfermedad aguda, y un  $IMC > 40$  kg / m<sup>2</sup>. Estos criterios de exclusión representados por el fabricante del software de análisis se presentan con detalle anteriormente (Mutikainen, 2014).

La carga laboral de los 2 días de análisis fue similar para todos los sujetos analizados, iniciando la jornada a las 08:00 a.m y finalizándola a las 18:00 p.m. Durante las 48

horas de registro con el dispositivo se les pidió que no realizaran ejercicio físico de forma complementaria a su actividad habitual.

En todos los casos fue indispensable la aceptación y firma voluntaria e informada de participación en el estudio. Certificamos que durante el curso de nuestra investigación se siguieron todos los reglamentos marcados sobre el uso ético de voluntarios humanos marcados en la Declaración de Helsinki.

### 2.2. Material y variables

Para el registro de la variabilidad cardíaca se utilizó el dispositivo Firstbeat® Bodyguard (Firstbeat Technologies Ltd., Jyväskylä, Finlandia) . Los datos se analizaron

usando el software de Firstbeat Analysis Server (versión 6.3 , Firstbeat Technologies Ltd.), el cual incluye la función de detección y corrección de artefactos para los latidos ectópicos irregulares y el ruido de la señal. Todo el análisis estadístico se realizó con SPSS® V.23. (SPSS Inc.,Chicago, IL, USA) para Windows.

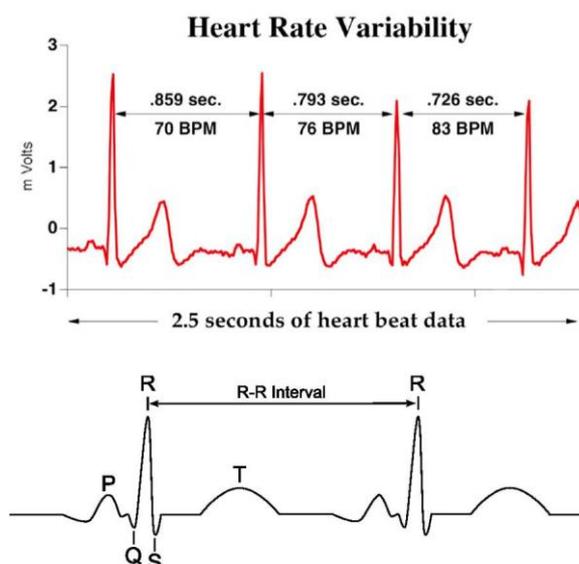
A través del dispositivo Firstbeat® Bodyguard medimos la frecuencia cardiaca (FC) en pulsaciones por minuto (PPM), la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) medida en segundos (seg.), incluyendo también en el análisis la RMSSD (indicador del control cardiaco vagal), todo ello a partir de las grabaciones de intervalos R-R de beat-to-beat en los días de medición. Si el período de medición de un sujeto incluía dos o más días de trabajo, se calculó un promedio y se usaron los valores medios de las variables de resultado en el análisis.

Se utilizaron datos de intervalos R-R ambulatorios de beat-to-beat para determinar la cantidad e intensidad de PA, estrés y recuperación. El software calcula los índices de VFC segundo a segundo utilizando el método de transformada de Fourier de corto tiempo y calcula las variables derivadas de FC y VFC de la tasa de respiración, consumo de oxígeno,

cinética de encendido / apagado (aumento o disminución de FC) y parámetros describiendo el exceso de consumo de oxígeno post-ejercicio utilizando redes neuronales. Posteriormente, el software divide los datos de medición en segmentos de datos coherentes y categoriza estos segmentos en diferentes estados fisiológicos, como PA de intensidades, estrés y recuperación diferentes (Saalasti., 2015; Kettunen, et al., 2008) tomando en cuenta las características individuales, niveles y escalas de FC y VFC, y las relaciones individuales entre la VFC y el control autonómico (Martinmäki. 2006). Más información sobre este método de análisis está disponible en un documento de Firstbeat Technologies Ltd. (Firstbeat Technologies Ltd. 2014).

Todos los valores se muestran como media  $\pm$  desviación estándar (Med  $\pm$  DS) con un Intervalo de Confianza (IC) del 95% de acuerdo con la escala de medición de variables. La significación de las diferencias se estimó a partir del contraste de los IC 95%. Las principales variables de resultado del estudio fueron el porcentaje de estrés, calculado para todo el día y el porcentaje de recuperación también para todo el día. Estas variables se derivaron de las grabaciones de intervalos R-R beat-to-beat en los días de medición.

Figura 2. Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca e intervalo R-R. Extraído de Google.

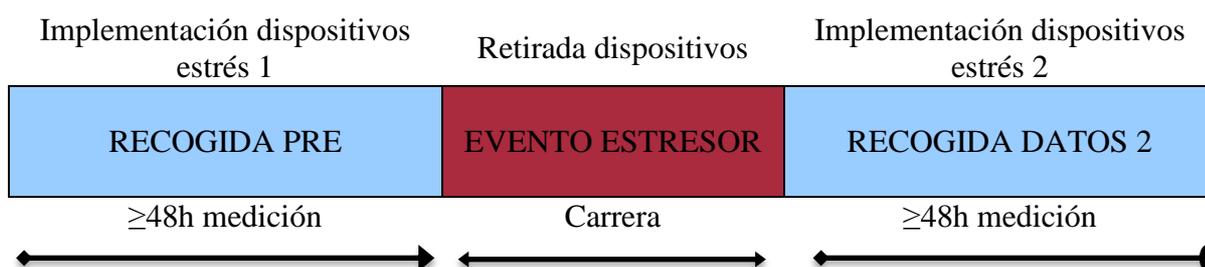


### 2.3. Procedimiento

La puesta en marcha del estudio se llevó a cabo en las oficinas centrales de la Empresa en las 48h previas al evento. Todos los sujetos llegaron a la oficina central de la Empresa, se les entregó la hoja de información

y se les explicó completamente el protocolo experimental que iban a realizar, tras lo cual firmaban el documento de consentimiento informado (Figura 3).

Figura 3. Protocolo de Experimentación Estudio



Se configuró un espacio en el que fue necesario disponer de los dispositivos y se realizó una explicación específica de la colocación de los mismos a los usuarios, así como también se ayudó en su colocación por parte de los expertos. Todos los sujetos

firmaron el consentimiento informado. Los dispositivos se retiraron el día del evento y se volvieron a colocar el día posterior al mismo, obteniendo un registro de 48h o más tras el evento estresor (Figura 4).

Figura 4. Colocación dispositivo



Para el análisis de los datos se tuvieron en cuenta datos como sexo, edad, altura y peso

para la interpretación de los resultados obtenidos a través de FirstBeat®.

### 3.43. Análisis estadístico

Todo el análisis estadístico se realizó con SPSS® V.23. (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) para Windows. Todos los valores se muestran como media  $\pm$  desviación estándar (Med  $\pm$  DS).

Debido al tamaño de la muestra, inferior a 30 sujetos, se llevó a cabo la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad en la distribución de la muestra. El nivel de significancia fue fijado para  $p < 0,05$ . Aquellas variables que seguían una distribución normal se les aplicó la Prueba T de Student para muestras dependientes (PRE-POST) con análisis de dos colas, realizando la comparación con un intervalo de confianza del 0,95 por ciento. En caso de encontrar diferencias y con vistas a evitar el error de tipo I que se realiza al realizar comparaciones múltiples se realizó la prueba post hoc de Bonferroni. Para aquellas variables que necesitaban su correspondiente análisis de tipo no paramétrico, se utilizó el Test No Paramétrico de Friedman. Para determinar entre qué intervalos se obtenían diferencias utilizamos la prueba no paramétrica de 2 muestras relacionadas de Wilcoxon. El nivel de significación se establece a  $p < 0,05$ .

### 4. Resultados.

Utilizamos como elemento estresor un evento deportivo, ya que los sujetos era la primera vez que se enfrentaban a ello. Las

variables analizadas fueron el porcentaje del total de horas del día donde el organismo reacciona a estímulos que le provocan estrés (% estrés) y recuperación (% recuperación), tanto antes como después del evento estresor y la RMSSD o variabilidad cardiaca (tiempo que pasa entre latido y latido del corazón) como variable que analiza directamente el impacto que el estímulo estresor tiene en el organismo, medida durante los días posteriores al evento.

Los resultados mostraron como el % Estrés antes y después de la carrera se mantuvo dentro del rango de productividad laboral óptima, situado entre el 40-60% del total de horas del día (PRE-carrera 54% vs POST-carrera 59%), sin embargo, los valores de % de recuperación por lo general son bajos, debiéndose mantener como mínimo en un 30% del total de las horas del día. En este caso, los datos muestran como tanto antes como después de la carrera, el % de recuperación del grupo está por debajo de los valores recomendados (PRE 28% vs POST 19%). Tras el evento deportivo además se observó como la mayor parte del departamento medido tardaba entre 3-4 días en recuperar los valores basales, por lo que podríamos utilizar la VFC medida a través de tecnología de alto rendimiento como un indicador de mejora dentro de las empresas (Tabla 2).

A partir de los datos registrados, se presentan agrupados en PRE y POST para su mejor comprensión. Los resultados muestran:

Tabla 2. Resultados

	Pre	Post
% Estrés	54%	59%
% Recuperación	28%	19%

	Pre	Post	Dif. Pre-Post
RMSSD	45,80 $\pm$ 25,34	50,62 $\pm$ 33,77	-4,82 $\pm$ 9,90

Nota: Las variables del grupo de datos estadísticos (media $\pm$ desviación estándar)  
RMSSD= Variabilidad de la Frecuencia Cardiaca.

## 5. DISCUSIÓN.

Los resultados han servido para cumplir con el objetivo principal del estudio que fue estudiar cómo un evento deportivo con alta demanda física influye como elemento estresor en el ratio estrés/recuperación de empleados de una empresa tanto los días previos como los posteriores al mismo.

Como objetivo secundario, nos marcamos conocer cuál es el impacto de dicho elemento estresor en la calidad de recuperación de los empleados analizados hasta que volvieran a su estado basal y poder identificarlo como un indicador de mejora dentro de las empresas. Con los resultados obtenidos, podemos valorar positivamente el uso de tecnología de alto rendimiento para obtener la VFC e identificar la calidad de recuperación de los empleados dentro de una empresa. En cuanto a la muestra analizada, vemos como el departamento se adapta muy bien a los cambios a corto plazo, no obstante, aunque su adaptación sea buena, los niveles de recuperación en el día a día, tanto dentro del horario laboral como fuera no garantizan adaptarse bien a situaciones de estrés prolongadas en el tiempo, lo que según los economistas de la salud, puede derivar en una pérdida de la productividad a medio-largo plazo.

¿Cómo repercute esto en la salud de los empleados? El estrés oxidativo, la disfunción mitocondrial, la respuesta inflamatoria, la alteración de la señalización celular y las expresiones de genes son algunas de las características clave del envejecimiento cerebral que conducen a cambios morfológicos y ultraestructurales en el cerebro, junto con déficits metabólicos y el deterioro cognitivo (Lee, et al., 2000; Poon, et al., 2004; Lu, et al., 2004; & Blalock, et al., 2003). Además, se considera que el deterioro de la función mitocondrial desempeña un papel importante en la pérdida de masa muscular conocida como sarcopenia (Hiona., Leeuwenburgh., 2008; Hepple, 2011).

Después de lo visto anteriormente, las estrategias que se propusieron tras el estudio realizado fue la incorporación de un programa anual enfocado a la mejora de la calidad de recuperación utilizando la Innovación en Ejercicio Físico, Salud y Tecnología. El programa Healthy Box Innovaestres implementado por la compañía Freedom and Flow Company ([www.freedomandflowcompany.com](http://www.freedomandflowcompany.com)) consta tanto de sesiones presenciales basadas en el entrenamiento de competencias profesionales orientadas a la gestión del estrés. Se integra por etapas dentro de la empresa, generando cada vez más una cultura corporativa basada en el Alto Rendimiento Deportivo. El objetivo no solo es que los empleados cada vez se encuentren mejor, descansen mejor y rindan a un nivel más alto, también es dotar a la compañía de contenido de calidad y una estrategia general alineada con los valores corporativos que aumenten el sentimiento de pertenencia a la marca, tanto de puertas adentro, como de puertas hacia fuera a la misma vez que dan solución al problema de las bajas por estrés laboral.

Cabe destacar en resultados que la compañía analizada fue galardonada en ese año con un Reconocimiento a las Buenas Prácticas en materia de Responsabilidad Social Corporativa.

## 6. CONCLUSIONES.

Analizando la proporción entre el estrés y la recuperación de los días Pre y Post, observamos cómo la relación entre estrés y recuperación de los días posteriores es peor que los días previos a la carrera, por lo que un estímulo que genere picos de estrés en los trabajadores, hará que éstos no recuperen de forma óptima hasta transcurridos unos días, en los que se vuelven a normalizar los valores.

Por otro lado, observamos que en el 87,5% de los sujetos analizados de forma previa y posterior al elemento estresor, existe una peor RMSSD (Variabilidad de la

Frecuencia Cardíaca) antes de la carrera que después, lo que demuestra que la carga diaria o laboral ha tenido un mayor impacto en ellos.

El presente estudio incluye algunas limitaciones que expresamos a continuación:

Los sujetos analizados en el estudio representan una franja de edad y actividad física semanal que podría variar en otras empresas, por lo que los presentes resultados no se podrán generalizar a todos los trabajadores de empresa, edad o sexo hasta que no se corroboren en dichas poblaciones.

Se precisa necesario realizar más estudios en la misma línea de investigación para afianzar los resultados obtenidos en el presente estudio, debido a la inexistente literatura relacionada con la implementación de tecnología para la gestión del estrés en el entorno laboral.

No se ha llevado a cabo en este estudio un análisis de algunas variables que hubiesen podido ofrecernos más información sobre la

gestión del estrés en el entorno laboral, así como la calidad de recuperación tras un evento estresor, debido a la priorización de variables de análisis más funcionales y que conllevaran un menor tiempo de valoración en trabajadores cuyo primer interés era la preparación para la prueba deportiva y no el participar en estudios experimentales.

De esta forma, el número limitado de estudios precisa necesario un aumento de la investigación para aportar más rigor a lo expuesto anteriormente. Ya que aunque parece evidente que el ejercicio físico unido a la salud es una de las herramientas más eficientes que existen a nivel científico para catalizar el estrés, entrenar la recuperación y sobre todo, lograr una mayor productividad; para aprender a gestionar el estrés de forma óptima, es necesario conocer qué tipo de ejercicio y actividades nos ayudan a rendir mejor en situación de estrés y cuáles nos aportan una recuperación de calidad.

## 8. REFERENCIAS.

An, K., Salver, J., Brown, R. E., Kao, H.F., Starkweather, A., & Shim, I. (2015). Salivary Biomarkers of Chronic Psychosocial Stress and CVD Risks: A Systematic Review. *Biol Res Nurs*; 18(3):241-63. Doi: 10.1177/10998004437.

Blalock, E. M., Chen, K.C., Sharrow, K., Herman, J.P., Porter, N.M., Foster, T. C., & Landfield, P. W. (2003). Gene microarrays in hippocampal aging: statistical profiling identifies novel processes correlated with cognitive impairment. *J Neurosci*, 23: 3807–819.

Brand, S., Gerber, M., Beck, J., Hatzinger, M., Pühse, U., & Holsboer-Trachsler, E. (2010). High exercise levels are related to favourable sleep patterns and psychological functioning in adolescents: a comparison of athletes and controls. *J Adolescent Health*; 46:133–141.

Brown, R. A., Abrantes, A. M., & Strong, D. R., et al. (2007). A pilot study of moderate-intensity aerobic exercise for obsessive compulsive disorder. *J Nerv Ment Dis*; 195:514–520.

Brown, G.W. & Harris, T.O. (eds). 1978. Social Origins of Depression: A study of psychiatric disorder in women. London: *Tavistock*

Diaz, A. B., & Motta, R. (2008). The effects of an aerobic exercise program on posttraumatic stress disorder severity in adolescents. *Intern J Ment Health*; 10:49–59

Dohrenwend, B. S. & Dohrenwend, B. P. (1974). Stressful Life Events: Their Nature and Effects. *Wiley*. New York.

- Faulkner, G. E. J., & Taylor, A. H. (2005). *Exercise, Health and Mental Health: Emerging Relationships*. New York, NY: Routledge.
- Firstbeat Technologies Ltd. (2014). Stress and recovery analysis method based on 24-hour heart rate variability. [http://www.firstbeat.com/app/uploads/2015/10/Stress-and-recovery\\_white-paper\\_20145.pdf](http://www.firstbeat.com/app/uploads/2015/10/Stress-and-recovery_white-paper_20145.pdf). Accessed 8 Dec 2015.
- Gabriel, R., Brotons, C., Muñiz, J., Tuomilehto, J., & Ryden, L. (2003). Euroheart II: Project Evaluation of Diabetes Guidelines for Cardiac Patients. Work Package 9.
- Goodwin, R. D. (2003). Association between physical activity and mental disorders among adults in the United States. *Prev Med*; 36:698–703.
- Hale, B. S., & Raglin, J. S. (2002). State anxiety responses to acute resistance training and step aerobic exercise across 8-weeks of training. *J Sports Med Phys Fit*; 42(1):108–112.
- Hanson, E. K., Godaert, G. L., Maas, C. J., & Meijman, T. F. (2001). Vagal cardiac control throughout the day: the relative importance of effort-reward imbalance and within-day measurements of mood, demand and satisfaction. *Biol Psychol*;56(1):23-44.
- Hasler, G., Buysse, D. J., & Gamma, A., et al. (2005). Excessive daytime sleepiness in young adults: a 20-year prospective community study. *J Clin Psychiatry*; 66:521–529.
- Hepple, R. T. (2011) Alterations in mitochondria and their impact in aging skeletal muscle. In *Sarcopenia – Age-related Muscle Wasting and Weakness: Mechanisms and Treatments* (G Lynch, ed.). New York: Springer, pp. 135–158.
- Hintsanen, M., Elovainio, M., Puttonen, S., Kivimaki, M., Koskinen, T., Raitakari, O. T., & Keltikangas-Jarvinen L (2007). Effort-reward imbalance, heart rate, and heart rate variability: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Int J Behav Med*;14(4):202-12.
- Hiona, A., & Leeuwenburgh, C. (2008) The role of mitochondrial DNA mutations in aging and sarcopenia: implications for the mitochondrial vicious cycle theory of aging. *Exp. Gerontol.* 43, 24–33.
- Holmes, T. H., & Rahe, R. H. (1967). The social readjustment rating scale. *Journal of psychosomatic research*, 11, 213.
- Kettunen, J., & Saalasti, S., inventors; Firstbeat Technologies Ltd, assignee. (2008) Procedure for deriving reliable information on respiratory activity from heart period measurement. *United States patent US 7,460,901 B2. 2.*
- Kettunen, J., & Saalasti, S., inventors; Firstbeat Technologies Ltd, assignee. (2008). Procedure for detection of stress by segmentation and analyzing heart beat signal. *United States patent US 7,330,752 B2.12*
- Knapen, J., Sommerijns, E., & Vancampfort, D., et al. (2009). State anxiety and subjective well-being responses to acute bouts of aerobic exercises in patients with depressive and anxiety disorders. *Br J Sports Med*; 43:756–759.
- Lamarche, L. J., & De Koninck, J. (2007). Sleep disturbances in adults with posttraumatic stress disorder: a review. *J Clin Psychiatry*; 68:1257–1270.
- Lazarus, R. (1966). *Psychological stress and the coping process*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Lee, C. K., Weindruch, R., & Prolla, T. A. (2000). Gene-expression profile of the ageing brain in mice. *Nat Genet*, 25: 294–97.

- Lu, T., Pan, Y., Kao, S. Y., Li, C., Kohane, I., Chan, J., & Yankner, B. A. (2004). Gene regulation and DNA damage in the ageing human brain. *Nature*, 429: 883-91.
- Martinmäki, K., Rusko, H., Kooistra, L., Kettunen, J., & Saalasti, S. (2006). Intraindividual validation of heart rate variability indexes to measure vagal effects on hearts. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.*; 290(2):640–7
- Merom, D., Phongsavan, P., & Wagner, R., et al. (2008). Promoting walking as an adjunct intervention to group cognitive behavioural therapy for anxiety disorders – a pilot group randomized trial. *J Anxiety Disord*; 22:959–968.
- Mutikainen, S., Helander, E., Pietila, J., Korhonen, I., & Kujala, U. M. (2014). Objectively measured physical activity in Finnish employees: a cross-sectional study. *BMJ Open*. doi:10.1136/bmjopen-2014-005927.
- Overbeek, T., van Diest, R., Schruers, K., Kruizinga, F., & Griez, E. (2005). Sleep complaints in panic disorder patients. *J Nerv Ment Dis*; 193:488–493.
- Pearlin, L. I. (1989). The Sociological Study of Stress. *Journal of Health and Social Behavior* 30(3):241-56.
- Poon, H. F., Calabrese, V., Scapagnini, G., & Butterfield, D. A. (2004). Free radicals and brain aging. *Clin Geriatr Med*, 20: 329-59.
- Riese, H., Van Doornen, L. J., Houtman, I. L., & De Geus, E. J. (2004). Job strain in relation to ambulatory blood pressure, heart rate, and heart rate variability among female nurses. *Scand J Work Environ Health*;30(6):477-85.
- Saalasti, S. (2015). Neural networks for heart rate time series analysis [dissertation]. *Jyväskylä: University of Jyväskylä; 2003*. <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/13267/951391707X.pdf?sequence=1>. Accessed 9.
- Shalev, A. Y., Peri, T., Brandes, D., Freedman, S., Orr, S. P., & Pitman, R. K. (2000). Auditory startle response in trauma survivors with post- traumatic stress disorder: a prospective study. *Am J Psychiatry*; 157:255–261.
- Smart, N. (2011). “Exercise training for heart failure patients with and without systolic dysfunction: an evidence-based analysis of how patients benefit”. *Cardiol Res Pract*: doi:10.4061/2011/837238.
- Spoormaker, V. I., & van den Bout, J. (2005). Depression and anxiety complaints; relations with sleep disturbances. *Eur Psychiatry*; 20:243–245.
- Stubbs, B., Vancampfort, D., Rosenbaum, S., Firth, J., Cosco, T., Veronese, N., & Schuch, F. B. (2017). An examination of the anxiolytic effects of exercise for people with anxiety and stress- related disorders : A meta-analysis Author ' s Accepted Manuscript. *Psychiatry Research*, (January). <http://doi.org/10.1016/j.psychres.2016.12.020>.
- Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology (1996). Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>. *Circulation*. 1996;93:1043-1065.
- Thogersen-Ntoumani, C., Fox, K. R., & Ntoumanis, N. (2005). Relationships between exercise and three components of mental well-being in corporate employees. *Psychology of Sport and Exercise*, Vol. 6, p. 609 - 627.
- Uusitalo, A., Mets, T., Martinmäki, K., Mauno, S., Kinnunen, U., & Rusko, H. (2011). Heart rate variability related to effort at work. *Appl Ergon*;42(6):830-8. doi: 10.1016/j.apergo.2011.01.005.

van Amelsvoort, L. G., Schouten, E. G., Maan, A. C., Swenne, C. A., & Kok, F. J. (2000). Occupational determinants of heart rate variability. *Int Arch Occup Environ Health*;73(4):255-62.

Vrijkotte, T. G., van Doornen, L. J., & de Geus, E. J. (2000). Effects of work stress on ambulatory blood pressure, heart rate, and heart rate variability. *Hypertension*;35(4):880-6.

Wolf, E. J., & Schnurr, P. P. (2017). PTSD-Related Cardiovascular Disease and Accelerated Cellular Aging. Author 's Accepted Manuscript. *U . S . Department of Veterans Affairs, (Cvd)*, 527–532.

Youngstedt, S. D. (2005). Effects of exercise on sleep. *Clin Sports Med*; 24:355–365.

Zanstra, Y. J., Schellekens, J. M., Schaap, C., & Kooistra, L. (2006). Vagal and sympathetic activity in burnouts during a mentally demanding workday. *Psychosom Med*;68(4):583-90.