



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Utilidad de la Variabilidad de la Frecuencia cardíaca
para detectar estados de Sobreentrenamiento en
Deportistas de Resistencia

Utility of Heart Rate Variability to Detect
Overtraining in Endurance Athletes

Autor/es

Samuel Ferrero López

Director/es

Nuria Garatachea Vallejo

Facultad Ciencias de la Salud y del Deporte / Campus Huesca

2016

Agradecimientos

El hecho de presentar este trabajo supone el finalizar una etapa que no es más que el principio de lo que debe ser una formación a lo largo de toda una vida.

Como en todas las despedidas creo que resulta necesario realizar un apartado donde agradecer el apoyo, comprensión y presencia de aquellas personas que me han ayudado a crecer.

En primer lugar a mis padres, Ana Yolanda y Luis, por su constante apoyo a lo largo de los años, y permitirme realizar mis sueños, sin ellos resultaría imposible.

A todos mis profesores, especialmente a los de la universidad, a los buenos y a los menos buenos, por enseñarme a ser crítico y formarme como profesional, permitiéndome observar cada día la diferencia entre la excelencia y la mediocridad.

A todos mis entrenadores que me han guiado, a todos ellos, por hacerme crecer en el plano físico, técnico-táctico, pero sobretodo agradecerles su formación en el plano humano.

A los compañeros, en especial a los que hemos convivido subiendo cada día en el coche, y que sin esa experiencia no hubiese resultado igual la carrera.

Al grupo GENUD por permitirme realizar gran parte de este proyecto, echándome una mano donde no llegaba yo.

A mi tutora Nuria Garatachea, por presentarme esta oportunidad de proyecto y ayudar, en cada duda y problema, permitiéndome conocer nuevas salidas profesionales como la investigación, gracias.

Finalmente, y pese a dejarme a muchas personas, no puedo obviar a Laura Ruiz, por su apoyo día a día, haciendo de los problemas soluciones, gracias.

Ah, no podía olvidarme de los dos seres que me han acompañado en cada trabajo y hora de estudio invertido, mis perros Milow y Duna.

Índice

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. <i>Introducción</i> | 3 |
| 2. <i>Metodología</i> | 8 |
| 2.1 <i>Sujetos</i> | 8 |
| 2.2 <i>Protocolo</i> | 9 |
| 2.3 <i>Análisis Estadístico</i> | 12 |
| 3 <i>Resultados</i> | 13 |
| 4 <i>Discusión</i> | 20 |
| 5. <i>Conclusión</i> | 23 |
| 6 <i>Bibliografía.</i> | 24 |
| 7 <i>Anexos</i> | 27 |

1. Introducción

Las pruebas de resistencia están en un completo auge en la actualidad, una auténtica moda, donde podemos observar atletas profesionales y “amateurs” que comparten kilómetros en los circuitos de 5 y 10 kilómetros, e incluso en media-maratón y maratón, realizándose en casi todas las ciudades del mundo, fin de semana tras fin de semana(1).

Si bien es cierto que existe una gran diferencia entre estos dos tipos de atletas (profesionales/no profesionales), no debemos olvidar que ambos están sometidos a un entrenamiento intenso si pretenden alcanzar determinadas marcas personales.

Este proceso de entrenamiento se sustenta en tres pilares de importancia similar que son: el propio entrenamiento planificado, la nutrición y el descanso o recuperación.

El primero de ellos será el encargado de someter al organismo a un estrés específico, para que éste, una vez cesado el esfuerzo, con la recuperación de los sustratos energéticos y el descanso óptimo, produzca una respuesta fisiológica que aumente la capacidad de este organismo para afrontar ese esfuerzo inicial de forma óptima, elevando por tanto nuestro rendimiento y denominándose sobrecompensación positiva (2, 3).

Sin embargo, no siempre el resultado es una adaptación positiva a largo plazo, debido entre otras cosas a que en busca de esa “mejor marca personal” el atleta, de la categoría que sea, eleva a niveles altos el estrés a través del entrenamiento sin atender a los otras dos bases sobre las que se sustenta nuestro rendimiento deportivo óptimo, desembocando si esto se pospusiese, y continuase en el tiempo, al conocido como Síndrome de Sobreentrenamiento (4).

El Síndrome de Sobreentrenamiento es de largo conocido y estudiado por la comunidad científica, definiéndose en un principio como “*el desequilibrio en el balance por un elevado entrenamiento-competición en comparación a la recuperación no suficiente*”, dando lugar a un déficit de glucógeno, un estado catabólico, desequilibrios neuroendocrinos, desequilibrio de aminoácidos, y el desequilibrio autonómico, siendo también encargados procesos psicológicos y sociales (5).

No obstante, este posicionamiento en relación al desequilibrio de la balanza resultante entre entrenamiento-recuperación característico en las investigaciones de la década de los 90, ha dado paso a una nueva perspectiva global donde se deberán tener en cuenta factores psicológicos, sociales,

económicos y de salud, así como la forma de plantear los entrenamientos para reducir la monotonía.

Actualmente, y dependiendo de la relación de las variables de entrenamiento y descanso, y el resto de factores, podemos discernir según *el “Consenso sobre la Prevención, Diagnóstico y Tratamiento del Síndrome de Sobreentrenamiento” entre el Colegio Europeo de Ciencias del Deporte y el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) (6) :*

- **Sobrecarga:** Acumulación de entrenamiento/no entrenamiento que resulta en una disminución a corto plazo en el rendimiento, con o sin la capacidad fisiológica relacionada, signos psicológicos y síntomas de mala adaptación, en el que restauración de la capacidad de rendimiento puede tardar desde varios días a varias semanas.
- **Sobreentrenamiento:** Acumulación de entrenamiento/no entrenamiento que resulta en una disminución a corto plazo en el rendimiento, con o sin la capacidad fisiológica relacionada, signos psicológicos y síntomas de mala adaptación, en el que restauración de la capacidad de rendimiento puede tardar desde varias semanas a meses.

Esta disfunción en relación al rendimiento óptimo no solamente afecta a la élite en modalidades de resistencia, sino que cada vez se observa en mayor medida en deportistas no profesionales y deportes individuales (7, 8).

Una de las causas que ya hemos mencionado, la recuperación insuficiente, ha mostrado descenso de la respuesta motora, psicológica y cognitiva ante la falta de horas de descanso adecuado (9, 10), además de un empobrecimiento del estado de salud del deportista debido a la no recuperación necesaria u óptima, ya sea la resultante de fatiga central o periférica (11).

Todos los entrenadores o deportistas, en especial de resistencia, intentan huir de este estado, y el ámbito científico se ha preocupado en buscar instrumentos, variables o elementos que permitiesen detectar, diagnosticar y tratar en los estadios iniciales este síndrome para modificar la planificación del deportista en su conjunto con el fin de detener y reconducir ese estado, sin embargo, en la actualidad, aún no se ha encontrado un método que consiga detectarlo antes de que se haya instaurado completamente (6), debido entre otros, a que este fenómeno deportivo puede ser causado por factores de estrés en diferentes niveles (físico, emocional , psicológico y social) y evocar respuestas diferentes en estos (12-14).

La literatura científica, no obstante, propone distintas estrategias en busca de la detección temprana como son los cuestionarios *The recovery-stress questionnaire for athletes (Rest-q sport)* (15, 16) o los test de rendimiento específico de la prueba para evaluar niveles inferiores inexplicables que

puedan deberse a ello (17), pero cabe destacar que en la actualidad no existe método general ni específico alguno que diagnostique el Síndrome de Sobreentrenamiento, antes o en los estadios iniciales a padecerlo completamente.

Por otra parte, los análisis hormonales e inmunológicos han resultado deficientes para la detección de este fenómeno, ya que pese a que los parámetros inmunológicos cambian en respuesta a aumentos de la carga de entrenamiento, estos cambios no se pueden distinguir entre aquellos atletas que se adaptan correctamente al estrés producido por el entrenamiento, de aquellos que no se adaptan y desarrollan el síndrome de Sobreentrenamiento (18-23)

En definitiva queda patente la necesidad de proseguir en la investigación hacia métodos que puedan identificar estos estados de sobrecarga no funcional en sus fases más tempranas, con el mayor reto de ser aplicables de forma sencilla y económica a un gran número de deportistas.

De esta premisa, y cierta evidencia científica, nace la presente investigación en la utilización de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) como indicador de estados de sobreentrenamiento en deportistas de resistencia (24) y de fuerza (25), destacando varios autores que se espera que el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca puede tener valor diagnóstico en situaciones fisiológicas y patológicas como la adaptación al entrenamiento, sobreentrenamiento, enfermedades del corazón etc. (26, 27).

A modo explicativo, la frecuencia cardíaca (FC) es uno de los parámetros no-invasivos más utilizado en el análisis y en la valoración de la actividad cardíaca.

Los latidos se van produciendo con una frecuencia variable, es decir, el tiempo (en milisegundos) entre dos latidos va variando latido a latido. Este aspecto representa el concepto VFC, que se define como la variación de la frecuencia del latido cardíaco durante un intervalo de tiempo definido con anterioridad (nunca superior a 24 horas) en un análisis de períodos circadianos consecutivos (28).

La manera habitual de medir esta variabilidad es a partir del electrocardiograma (ECG), donde se detecta cada una de las ondas R y se calcula el tiempo entre las diferentes ondas R consecutivas o intervalo RR. Este intervalo RR mide el período cardíaco y la función inversa mide la FC. La serie de intervalos RR es lo que llamamos VFC(29, 30).

La VFC es el resultado de las interacciones entre el Sistema nervioso autónomo -SNA- (con su equilibrio simpático-vagal) y el sistema cardiovascular(31).

Hasta la fecha, la utilidad de la VFC ha ido encaminada en su uso para la prevención de episodios repetidos de accidente cardiaco y otros que se muestran en *Guidelines Heart rate variability* (32), al observar la diferencia de variabilidad de los intervalos RR en personas sanas y pacientes cardiacos, siendo diferente durante el ejercicio y el descanso, donde se han obtenido que en relación a las variables que te aporta la medición de la VFC se puede obtener el riesgo de sufrir un episodio cardiaco (33):

Tabla 1. Obtenido de De la Cruz Torres B, López López C, Naranjo Orellana J. *Analysis of heart rate variability at rest and during aerobic exercise: a study in healthy people and cardiac patients. Br J Sports Med. 2008;42(9):715-20*

| | |
|----------------------|---|
| Averaged RR Interval | RR < 750 ms → High RR 750 – 900 ms → Moderate RR > 900 ms → Low |
| SDRR | SDRR < 50 ms → High SDRR 50 – 100 ms → Moderate SDRR > 100 → Low |
| pRR50 | pRR50 < 3% → High pRR50 > 3% → Low |
| SDARR | SDARR < 8ms → High SDARR 8 – 12 ms → Moderate SDARR > 12 ms → Low |
| SDRR index | SDRR index <25 ms → High SDRR index 25-40 ms → Moderate SDRR index >40 ms → Low |

Actualmente, las investigaciones en relación a la VFC están empezando a encaminarse hacia la detección de la adaptación del entrenamiento de los deportistas, obteniendo mejores resultados los que realizan el entrenamiento en base a la VFC donde se modifica día a día el entrenamiento en función de esta variable y no con cuestionarios de Percepción del esfuerzo, obteniendo mejores resultados los que a través de una misma planificación, realizaban la modificación correspondiente al medir la variabilidad de la RR a primera hora de la mañana. (34)

Por otra parte, se ha planteado un estudio muy similar al que estamos presentado en el que se comparó distintas variables de la VFC entre deportistas con sobreentrenamiento y totalmente sanos, observando diferencias entre ellos en la variable RR(24), sin embargo, los métodos de detección del sobreentrenamiento no son claros y no vienen especificados.

Por ello en esta investigación se pretende establecer si existen diferencias entre los deportistas en la VFC en relación al cuestionario Rest-Q, siendo este último altamente utilizado para la detección de niveles de estrés y recuperación de los deportistas, lo que puede hacer variar los resultados de investigaciones

previas donde no se cuantifico la fatiga, y se ha demostrado que afecta a la VFC(35).

En definitiva, las últimas investigaciones apuntan a la VFC como un posible indicador de estados de sobreentrenamiento en base a su asociación entre el Sistema Nervioso Autónomo (SNA) y el sistema cardiovascular.

Un estado de sobreentrenamiento producirá una descompensación del sistema SNA, quien controla las funciones corporales involuntarias como la frecuencia cardiaca. Esta descompensación se verá en una peor respuesta del SNA en su ramas simpática y para simpáticas en el tiempo, produciendo una variabilidad menor y un pulso más regular(36).

Por tanto, la irregularidad de la FC, en consecuencia, es el reflejo de la correcta interacción de las ramas simpática y parasimpática para adecuar las funciones del organismo, incluyendo la FC, a las demandas del entorno.

La (VFC) sería, en definitiva, la mayor o menor irregularidad de la FC que nos permite, inferir así, la actividad del SNA a través del estudio de las variaciones de la FC con diferentes métodos matemáticos.

Una de las adaptaciones cardiacas al entrenamiento más evidentes es la reducción importante de la FC en reposo (bradicardia), como consecuencia de un mayor control del SNA por la principal influencia de la rama parasimpática. Así, frente a las 80 ppm de un sedentario, un atleta bien entrenado podría tener 50-60 ppm, y un atleta muy entrenado podría llegar a las 40 ppm o incluso menos, como las 36 ppm como se han registrados en deportista del primer nivel de triatlón, maratón y deportes de resistencia. Esa bradicardia se acompaña, además, de una mayor VFC.

2. Metodología.

2.1 Sujetos

La muestra de la que se compuso el estudio consistió en 96 atletas varones, altura 175,87 cm ($\pm 5,39$); peso 70,69 kg ($\pm 6,69$), IMC 22,84 kg/m² ($\pm 1,79$).

Como criterios de exclusión en el estudio, los participantes debían ser atletas que entrenasen con un mínimo de frecuencia semanal de 3 sesiones enfocadas a pruebas de resistencia de carrera, registrándose una media de años entrenados de 5,20 ($\pm 5,49$), y de años compitiendo de 4,06 ($\pm 4,57$).

El tiempo registrado de los sujetos en la carrera fue de 0:39:33 ($\pm 0:11:47$).

| Muestra n= 96 | Media | Desviación estándar |
|----------------------------------|--------------|----------------------------|
| Talla (cm) | 175,87 | 5,39 |
| Peso (Kg) | 70,69 | 6,69 |
| IMC (kg/m²) | 22,84 | 1,79 |
| Tiempo prueba (hh:mm:ss) | 0:39:33 | 0:11:47 |
| Años Entrenados (años) | 5,20 | 5,49 |
| Años Compitiendo (años) | 4,06 | 4,57 |

El reclutamiento de la muestra se realizó a través de un stand de la Universidad de Zaragoza en la recogida de dorsales el día previo de la carrera de 10K Bomberos ZGZ, a quienes cumplían los requisitos de género, frecuencia de entrenamiento y tiempo en la prueba, disponiéndose de mesas para completar los cuestionarios y camillas para valorar la frecuencia cardíaca.

Para la averiguación del tiempo se comprobó a través de la página oficial de la carrera de bomberos, utilizando el tiempo real, y no el de la competición, debido al lapso temporal que se pierde en la salida si no estás situado en la cabeza de la misma.

2.2 Protocolo

El día previo a la carrera se realizaron la toma de datos a través de dos cuestionarios y de una valoración de la frecuencia cardíaca en reposo.

Para formar parte de la muestra los deportistas debían de cumplir una serie de requisitos ya expuestos relacionados con su género, marca personal y frecuencia de entrenamiento.

La toma de datos se realizó a través de un stand de la Universidad de Zaragoza donde se dispuso de dos zonas contiguas, una dotada con mesas con el fin de rellenar los cuestionarios, y otra conexas a la primera donde se valoró la VFC.

1. Cuestionario sociodemográfico

A través de una adaptación del cuestionario sociodemográfico deportivo (32) incluido en Anexo 1, conoceremos el historial deportivo y su planificación del entrenamiento de cara a esta competición (horas, sesiones entrenamiento/semana), así como sus expectativas en cuanto a marcas personales.

Por otra parte, conoceremos las percepciones del atleta en cuanto a su exigencia en entrenamientos, motivación, cuantificación del volumen del entrenamiento y niveles de motivación en los entrenamientos.

Finalmente se detallará si tiene entrenador, si realiza otros deportes y del tiempo que dispone para la práctica deportiva libre de obligaciones laborales, familiares, lesiones, etc.

2. Cuestionario Rest-Q 76 Sport

Después de cumplimentar el primer cuestionario, se dio paso a realizar el Cuestionario Rest-Q 76 Sport (Anexo II), debido a que dicho cuestionario nos aporta información a través de las 77 preguntas de las que se desprende una serie de ítems como los que se presentan a continuación:

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. Estrés General | 10. Recuperación Física |
| 2. Estrés Emocional | 11. Bienestar General |
| 3. Estrés Social | 12. Calidad del Sueño |
| 4. Conflictos / Presión | 13. Descansos Perturbados |
| 5. Fatiga | 14. Agotamiento emocional |
| 6. Falta de Energía | 15. Lesión |
| 7. Dolencias físicas | 16. Estar en Forma |
| 8. Éxito | 17. Realización Personal |
| 9. Recuperación Social | 18. Autoeficacia |
| | 19. Autorregulación |

A través de las 17 variables obtenidas con el cuestionario Rest-Q 76, se obtienen 6 categorías que se calculan de la siguiente forma:

- **Estrés No Asociado al Deporte (ENED)** = Media del valor obtenido en las escalas 1-7.
- **Recuperación No Asociado al Deporte (RNED)** = Media del valor obtenido en las escalas 8-12
- **Estrés Específico al Deporte (EED)** = Media del valor obtenido en las escalas 13-15
- **Recuperación Específico al Deporte (RED)** = Media del valor obtenido en las escalas 16-19.

A partir de las 4 categorías podremos obtener:

- **Recuperación Total: RNED + RED**
- **Estrés Total: ENED + EED**

3. Medición de la Frecuencia cardíaca

A los sujetos se les colocó un pulsometro Polar V800 con su correspondiente banda de medición de FC según marca el propio manual de colocación específico del modelo Polar V800 HR (ver Anexo 3).

El protocolo a seguir consistió en que una vez colocado el pulsometro, los sujetos se colocaban en tendido supino sobre una esterilla en el suelo, totalmente en reposo, durante 8 minutos, dando inicio a este lapso temporal una vez estaban totalmente tranquilos sobre la esterilla después de 5 minutos en reposo

Los datos, por tanto, fueron recogidos a través de un monitor de ritmo cardiaco Polar V800, compuesto por monitor de pulsera, un sensor/transmisor y banda torácica HR, cuyos datos se transferirán al PC a través del interface Polar Flow, y se analizarán con el software Kubios.

Los datos ofrecidos fueron la frecuencia cardíaca media (Mean HR), la variación de la frecuencia cardíaca (STD HR), el tiempo medio entre ondas RR (Mean RR), variación de tiempo entre ondas RR (STD RR (SDNN) e índice triangular de VFC (HRV triangular index), así como la frecuencia de las bandas VLF (Muy baja frecuencia), LF (Baja frecuencia) y HF (Alta frecuencia) y el ratio de interpolación (Interpolation rate (HZ)).

El análisis del tiempo dominante se basa en diferentes variables que pueden ser obtenidas de dos formas diferentes, esto es desde las medidas de los intervalos R-R o desde la diferencia entre dichos intervalos. Si se toma las medidas de los intervalos, se obtendrán las siguientes variables:

- **Promedio R-R (ms):** es la media de los intervalos R-R. Este dato se obtiene dividiendo la sumatoria de todos los intervalos entre el total de intervalos.
- **SDNN (ms):** desviación estándar todos los intervalos R-R. Esta variable muestra la variación en cortos y largos periodos en cuanto a la variación en los intervalos R-R (HRV).

Por otra parte, las variables derivadas de la diferencia de los intervalos R-R son:

- **NN50:** es el número de intervalos adyacentes que varían por más de 50ms.
- **pNN50 (%):** es el número de intervalos adyacentes que varían por más de 50ms expresado en porcentaje.
- **rMSSD (ms):** es el cuadrado de la raíz media de la unión de los intervalos R-R adyacentes. Provee un indicador del control cardiaco vagal (tono parasimpático)

Los principales parámetros de medida en el análisis espectral son:

- **Muy baja frecuencia (VLF):** está alimentado por frecuencias menores a 0.04 Hz. Algunos autores consideran que la VLF está influenciada por el ritmo circadiano, el perímetro vasomotor y la termorregulación(37).
- **Baja frecuencia (LF):** son componentes que están alrededor de 0.1 Hz. El poder de producción en la LF depende del tono simpático a causa de la actividad de los varo- receptores (38).
- **Alta frecuencia (HF):** componente sincronizado con la frecuencia de respiración. Está sobre un rango de 0.2 a 0.5 Hz dependiendo de la frecuencia respiratoria y es considerado un indicador de la actividad vagal (39).

4. Mejor Marca Personal

La mejor marca personal de cada participante será registrada al inicio del estudio al comunicarla ellos mismos, siendo esta la mejor del último año.

Este registro fue anotado en minutos y segundos.

La utilidad del registro de mejor marca personal es la posibilidad de establecer de forma indirecta mediante el tiempo realizado en la prueba según su edad y sexo, el nivel de los diferentes atletas.

2.3 Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados con el software IBM SPSS (v.20 para Windows, Chicago, IL, USA). Los resultados descriptivos se presentan como media y desviación estándar.

Tras comprobar la normalidad de la muestra con la prueba de Kolmogorov-Smirnov se realizaron pruebas paramétricas.

Para la relación entre variables se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson y para la diferencia entre medias se utilizó el t-test. Se exigió un nivel mínimo de significación de $p < 0.05$.

3 Resultados

Los datos obtenidos en cuanto a los niveles de estrés y recuperación, tanto asociada como no al deporte, en una escala del 0-6 (0= poco, 6= mucho), fueron:

| Variables | N | Media | Desviación estándar |
|-------------|----|-------|---------------------|
| ENED | 96 | 1,47 | 0,87 |
| RNED | 96 | 3,85 | 0,79 |
| EED | 96 | 1,59 | 1,02 |
| RED | 96 | 3,91 | 1,06 |
| ET | 96 | 1,53 | 0,87 |
| RT | 96 | 3,88 | 0,85 |

Tabla 2. EED (estrés específico al deporte), ENED (Estrés no específico al deporte), ET (Estrés total), RED (Recuperación específica del deporte), RNED (Recuperación no específica al deporte), RT (Recuperación Total)

Donde observamos que la muestra presenta como característica principal niveles altos de recuperación, tanto asociado al deporte como no, teniendo en la recuperación específica al deporte el mayor valor de todos.

En sus homólogos en cuanto a fatiga, el estrés asociado al deporte (EED) presenta el mayor valor, por encima de ET y ENED, pero sin embargo no muestran valores altos de estrés.

En cuanto a la relación entre variables de recuperación-estrés de nuestra muestra se presenta:

| Correlaciones | | | | | | | |
|---------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | | ENED | RNED | EED | RED | ET | RT |
| ENE D | Correlación de Pearson | 1 | -0,39 ^{**} | 0,68 ^{**} | -0,16 | 0,90 ^{**} | -0,27 ^{**} |
| | Sig. (bilateral) | | 0 | 0 | 0,13 | ,000 | 0,01 |
| RNE D | Correlación de Pearson | -,039 ^{**} | 1 | -0,27 ^{**} | 0,68 ^{**} | -,354 ^{**} | 0,89 ^{**} |
| | Sig. (bilateral) | 0 | | 0,01 | 0 | 0 | 0 |
| EED | Correlación de Pearson | 0,68 ^{**} | -0,27 ^{**} | 1 | -0,18 | ,930 ^{**} | -,24 [*] |
| | Sig. (bilateral) | 0 | 0,01 ^{**} | | 0,07 | 0 | 0,02 ^{**} |
| RED | Correlación de Pearson | -0,16 | 0,68 ^{**} | -0,18 ^{**} | 1 | -0,19 | 0,94 ^{**} |
| | Sig. (bilateral) | 0,13 | ,000 ^{**} | 0,07 ^{**} | | 0,07 | 0 |
| ET | Correlación de Pearson | 0,90 ^{**} | -0,35 ^{**} | 0,93 ^{**} | -0,19 | 1 | -0,28 ^{**} |
| | Sig. (bilateral) | 0 | 0 | 0 | 0,07 ^{**} | | 0,01 |
| RT | Correlación de Pearson | -0,28 ^{**} | 0,89 ^{**} | -0,24 [*] | 0,94 ^{**} | -0,28 ^{**} | 1 |

| | | | | | | | |
|--|------------------|------|---|------|---|------|--|
| | Sig. (bilateral) | 0,01 | 0 | 0,02 | 0 | 0,01 | |
| **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas). *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas). | | | | | | | |

Tabla 3.. EED (estrés específico al deporte), ENED (Estrés no específico al deporte), ET (Estrés total), RED (Recuperación específica del deporte), RNED (Recuperación no específica al deporte), RT (Recuperación Total)

El ET se mostró altamente correlacionado con ENED ($R= 0,904$; $p=0,00$) y EED ($R= 0,930$; $p=0,00$), y con bajas pero significativas correlaciones negativas con RNED ($R= -0,354$; $p=0,00$) y RT ($R= -0,280$; $p=0,00$) por su parte, la RT mostró altas correlaciones con RNED ($R= 0,889$; $p=0,00$) y RED ($R= 0,941$; $p=0,000$), y con bajas negativas con ENED, EED y ET.

Por otra parte, los resultados obtenidos de la muestra en cuanto a su relación con la VFC fueron:

| | N | Media | Desviación estándar |
|--------------------|----|----------|---------------------|
| MeanRR | 96 | 2000,17 | 8326,82 |
| STDRR | 96 | 123,51 | 54,40 |
| MeanHR | 96 | 59,19 | 8,99 |
| STDHR | 96 | 6,99 | 4,00 |
| RMSSD | 96 | 102,71 | 56,98 |
| NN50 | 96 | 111,80 | 58,53 |
| pNN50 | 96 | 33,87 | 20,33 |
| HRVtriangularindex | 96 | 211,81 | 1911,96 |
| TINN | 96 | 244,73 | 146,25 |
| VLFpeak1 | 96 | 0,01 | 0,01 |
| VLFpower1 | 96 | 3244,42 | 2898,62 |
| VLFpow1 | 96 | 42,79 | 20,44 |
| LFpeak1 | 96 | 0,09 | 0,03 |
| LFpower1 | 96 | 3184,75 | 6196,34 |
| LFpow1 | 96 | 34,15 | 15,97 |
| LFpowerN1 | 96 | 64,41 | 39,64 |
| HFpeak1 | 96 | 0,20 | 0,062 |
| HFpower1 | 96 | 2222,87 | 4243,77 |
| HFpow1 | 96 | 23,01 | 14,44 |
| HFpowerN1 | 96 | 39,34 | 17,64 |
| Totalpower1 | 96 | 8695,48 | 11987,89 |
| LFHF1 | 96 | 15,11 | 125,41 |
| VLFpeak2 | 96 | ,017 | 0,04 |
| VLFpower2 | 96 | 21820,76 | 138369,46 |
| VLFpow2 | 96 | 33,94 | 20,51 |
| LFpeak2 | 96 | 0,08 | 0,05 |

| | | | |
|------------|----|----------|-----------|
| LFpower2 | 96 | 29376,83 | 99695,17 |
| LFpow2 | 96 | 38,43 | 19,01 |
| LFpowerN2 | 96 | 60,26 | 22,07 |
| HFpeak2 | 96 | 0,18 | 0,04 |
| HFpower2 | 96 | 11178,54 | 27922,16 |
| HFpow2 | 96 | 29,36 | 26,78 |
| HFpowerN2 | 96 | 39,66 | 22,07 |
| totalpower | 96 | 62370,81 | 215845,97 |
| LFHF2 | 96 | 36,70 | 302,91 |

Tabla 4. Siendo los valores con un "1" al final los correspondientes a la variables "FFT Results" y el "2" a las variables "AR Spectrum Results" con programa Kubius.

En cuanto a la relación de las variables obtenidas a través de la VFC y del cuestionario RestQ-76 obtenemos las siguientes correlaciones significativas:

| Correlaciones Valores VFC- Cuestionario RestQ-76 | | MeanRR | VLFpow2 | HFpow2 |
|--|--|-----------------|-----------------|-----------------|
| ENED | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) | ,245* 0,016 | -,246* 0,016 | ,217* 0,034 |
| RNED | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) | -0,182 0,075 | ,213* 0,038 | -0,045 0,662 |
| EED | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) | -0,018 0,861 | -0,187 0,068 | 0,145 0,159 |
| RED | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) | -0,122 0,236 | 0,038 0,716 | -0,002 0,984 |
| ET | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) | 0,113 0,275 | -,234* 0,022 | 0,194 0,058 |
| RT | Correlación de Pearson Sig. (bilateral) | -0,161 0,118 | 0,122 0,237 | -0,022 0,83 |
| ** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas). | | | | |
| * La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas). | | | | |

Tabla 5. EED (estrés específico al deporte), ENED (Estrés no específico al deporte), ET (Estrés total), HFpow2 (rango de 0.2 a 0.5 Hz frecuencias altas), Mean RR (Media ondas RR), RED (Recuperación específica del deporte), RNED (Recuperación no específica al deporte), RT (Recuperación Total), VLFpow2 (frecuencias muy bajas menores a 0.04 Hz).

En la tabla podemos observar que existen leves correlaciones significativas en cuanto a la variable Mean RR únicamente con ENED ($R= 0,245$; $p\leq 0,016$).

La variable VLFpow2 es la que se muestra significativa en más variables obtenidas con el cuestionario RestQ-76, como observamos en ENED ($R= -0,246$, $p\leq 0,016$), RNED ($R= 0,213$; $p\leq 0,038$) y ET ($R= -0,234$; $p\leq 0,022$).

La variable HFpow2 mostró al igual que Mean RR, significatividad únicamente con la variable ENED ($R= 0,217$; $p\leq 0,034$).

3.3 ENED- Estrés No Específico del Deporte

Por otra parte, si comparásemos el Percentil 20 (P20) y el 80 (P80) de la muestra con el fin de determinar si existen diferencias acusadas dentro de la muestra observamos que:

| PERCENTIL | | N | Media | Desviación estándar |
|-----------|-----|----|-------|---------------------|
| ENED | P20 | 18 | 0,37 | 0,19 |
| | P80 | 19 | 2,86 | 0,54 |

Tabla 6. ENED (Estrés no específico al deporte)

A la hora de comparar ambos percentiles respecto a las variables de la VFC, no se observan diferencias significativas entre el grupo más estresado ($P=80$), y el menor ($P=20$).

3.4 RNED- Recuperación no Específica del Deporte

En cuanto a la RNED la diferencia de valores entre percentiles son:

| PERCENTIL | | N | Media | Desviación estándar |
|-----------|-----|----|-------|---------------------|
| RNED | P20 | 17 | 2,62 | 0,34 |
| | P80 | 19 | 4,93 | 0,25 |

Tabla 7. RNED (Recuperación no específica del deporte)

Respecto a la recuperación no asociada al deporte, se observan diferencias significativas de los valores de la VFC de Mean RR, teniendo, menores valores aquellos atletas que mostraban mayor estado de recuperación pero una mayor HR.

| PERCENTIL | | N | Media | Desviación estándar | Nivel de significación |
|-----------------|-----|----|---------|---------------------|------------------------|
| Mean RR (ms) | P20 | 17 | 1135,85 | 211,29 | p= 0,055 |
| | P80 | 19 | 1021,46 | 136,68 | |
| Mean HR(Hr/min) | P20 | 17 | 55,15 | 9,76 | p= 0,071 |
| | P80 | 19 | 60,55 | 7,85 | |
| LF Peak (Hz) 1 | P20 | 17 | 0,089 | 0,02 | p= 0,098 |
| | P80 | 19 | 0,1 | 0,02 | |
| LF Peak (Hz) 2 | P20 | 17 | 0,08 | 0,05 | p= 0,087 |
| | P80 | 19 | 0,06 | 0,03 | |

Tabla 8. LF Peak 1(baja frecuencia alrededor de 0.1 Hz),LF Peak 2(baja frecuencia alrededor de 0.1 Hz), Mean HR (Media Frecuencia cardíaca), Mean RR (Media ondas RR)

Siendo los valores con un "1" al final los correspondientes a la variables "FFT Results" y el "2" a las variables "AR Spectrum Results".

3.5 EED- Estrés Específico del Deporte

En cuanto al estrés producido por el deporte, los valores descriptivos de los percentiles fueron:

| PERCENTIL | | N | Media | Desviación estándar | Nivel de significación |
|-----------|-----|----|-------|---------------------|------------------------|
| EED | P20 | 19 | 0,29 | 0,20 | p= 0,00 |
| | P80 | 20 | 3,08 | 0,43 | |

Tabla 9. EED (Estrés específico al deporte)

Centrándonos en las diferencias entre los percentiles respecto a valores obtenidos con la VFC, no se observaron diferencias significativas.

3.6 RED – Recuperación específica del Deporte

Respecto a las diferencias de la recuperación específica del deporte, únicamente se observaron en los valores de la recuperación, pero no en ninguna de las variables obtenidas por la VFC.

| Estadísticas de grupo | | | | | |
|-----------------------|-----|----|-------|---------------------|------------------------|
| PERCENTIL | | N | Media | Desviación estándar | Nivel de Significación |
| RED | P20 | 20 | 2,13 | 0,90 | p= 0,00 |
| | P80 | 19 | 5,19 | 0,69 | |

Tabla 10. RED (Recuperación específica del deporte)

A diferencia de los resultados obtenidos con la RNED, en la que si se encontraron diferencias entre el Mean RR y el Mean HR.

3.7 ET- Estrés total

Al igual que nos encontramos en el ENED y EED, no hemos encontrado diferencias significativas entre los valores obtenidos con la VFC en los grupos P20 y P80 al relacionar el estrés percibido por los atletas y los parámetros de la frecuencia cardíaca.

| Estadísticas de grupo | | | | | |
|-----------------------|-----|----|-------|---------------------|------------------------|
| PERCENTIL | | N | Media | Desviación estándar | Nivel de Significación |
| ET | P20 | 18 | 0,37 | 0,22 | p= 0,00 |
| | P80 | 21 | 2,86 | 0,28 | |

Tabla 11. ET (Estrés Total)

3.8 RT- Recuperación Total

A diferencia de los resultados de RNED, y al igual que en RED, no se han encontrado diferencias significativas en las variables de los parámetros de la VFC entre la comparación de los percentiles, salvo los propios que determinar el nivel de recuperación total.

| Estadísticas de grupo | | | | | |
|-----------------------|-----|----|-------|---------------------|------------------------|
| PERCENTIL | | N | Media | Desviación estándar | Nivel de Significación |
| RT | P20 | 20 | 2,41 | 0,73 | p=0,00 |
| | P80 | 19 | 5,05 | 0,23 | |

Tabla 12. RT (Recuperación Total)

4 Discusión.

La utilización del cuestionario RestQ-76 (15, 40) ha permitido establecer los niveles de estrés y recuperación de la totalidad de la muestra, con un total de 96 participantes, tanto asociado al deporte como no, mostrando ENED ($1,47 \pm 0,87$), RNED ($3,85 \pm 0,79$), EED ($1,59 \pm 1,02$), RED ($3,91 \pm 1,06$), ET ($1,53 \pm 0,87$) y RT ($3,88 \pm 0,85$).

Estos datos revelan que la muestra tiende a un estado mayor de recuperación que de estrés, debido a que presenta valores mayores de recuperación que de estrés, tanto específico como no asociado al deporte.

Pese a la validación de este cuestionario (15), hemos querido correlacionar los valores de la muestra para ver la incidencia de unos sobre otros y su relación, con el fin de poder asegurarnos que los valores de estrés están relacionados con los propios de forma positiva y cerciorarnos que resultasen negativos respecto a la recuperación.

Por ello hemos podido apreciar fuertes correlaciones entre el ET y el ENED ($R=0,9$; $p \leq 0$) y el EED ($R=0,93$; $p \leq 0$), y correlaciones moderadas entre el ENED y EED ($R=0,68$; $p \leq 0$).

En el aspecto de la recuperación, la RT se ha visto fuertemente correlacionada con la RNED ($R=0,89$; $p \leq 0$) y RED ($R=0,94$; $p \leq 0$), y correlaciones moderadas entre RNED y RED ($R=0,68$; $p \leq 0$).

Sin embargo las correlaciones entre los valores de recuperaciones y estrés muestran valores significativos negativos pero leves ET-RT ($R=-0,28$; $p \leq 0,01$), ET- RNED ($R=-0,35$; $p \leq 0$), RT-ENED ($R=-0,28$; $p \leq 0,01$), RNED-ENED ($r=-0,039$; $p \leq 0$), RNED-EED ($R=-0,27$; $p \leq 0,01$).

Una vez establecidas las correlaciones entre valores de estrés-recuperación, y continuando las últimas tendencias hacia la investigación de la VFC y su uso como predictor de estados de sobreentrenamiento (24, 25, 34, 35), pretendemos establecer correlaciones entre los distintos valores de que nos aporta la VFC y asociarlo a las 6 categorías que nos aportaba el cuestionario pasado inicialmente.

En este apartado los datos obtenidos mostraron que existían correlaciones positivas leves entre el ENED con la VFC medida con la media del intervalo RR ($R=0,245$; $p \leq 0,016$), lo que contrastaría con la respuesta fisiológica teórica, que sería que a mayores niveles de estrés una menor VFC en su media RR al modificar el patrón de activación del SNA, ya que mayores niveles de recuperación posibilitarían una respuesta óptima del sistema simpático, traduciéndose en una mayor variabilidad de las ondas RR durante un lapso de tiempo determinado.(36, 41), no obstante, el mismo fenómeno se ha podido

detectar en diferentes estudios(24), aunque debemos especificar que en dichas investigaciones la metodología de detección de OTS es poco detallista, limitándose a explicar que dicho diagnóstico lo ha realizado un médico para discernir en quienes presentan OTS y quiénes no.

El ENED se asocio también de forma negativa a la VLF de forma leve ($R=-0,246$; $p\leq 0,016$) y HF de forma positiva ($R= 0,217$, $p\leq 0,034$), al igual que el ET con la VLF también de forma negativa ($R=-0,234$; $p\leq 0,022$)

La RNED se correlaciono de forma positiva pero leve con la VLF ($R=0,213$; $p\leq 0,038$) y el ET.

Estos datos muestran algo novedoso respecto a investigaciones previas, donde solo se pudieron apreciar diferencias significativas en la media RR pero no en ningún otro valor como es la asociación negativa entre el Estrés, ya sea ENED o ET, y la VLF, mientras que este mismo parámetro se asoció de forma positiva a la RNED.

Una vez observado estos nuevos parámetros que podrían resultar interesante de cara a nuevas investigaciones, debemos incluir que partiendo de las últimas investigaciones acontecidas en los meses previos se deberá modificar la metodología de toma de datos debido a que se ha establecido novedosamente que la forma más óptima de establecer la detección del síndrome de sobreentrenamiento es la valoración intra-persona en un periodo no inferior a 4 días(36).

Tras ello se ha realizado el análisis de cada categoría de Estrés y Recuperación en percentiles, tanto percentil 20 como 80 para poder establecer si existen diferencias significativas entre las personas que dentro de la muestra han obtenido los mayores y menos valores de cada categoría.

En la categoría ENED, el P20 mostro una media de $0,37 (\pm 0,19)$ y P80 $2,86 (\pm 0,54)$, sin encontrar diferencias significativas en ninguno de los valores de la VFC.

En la categoría RNED, el P20 mostro una media de $2,62 (\pm 0,34)$ y P80 $4,93 (\pm 0,25)$, encontrando diferencias significativas de los valores de la VFC, como fue en la media RR ($p\leq 0,055$), siendo mayor en los deportistas menos recuperados, en la media de la FC ($p\leq 0,071$), lo que podría justificarse a que aquellos que presentan menores niveles de recuperación son aquellos que han entrenado con una mayor intensidad y/o volumen y han obtenido la adaptación positiva de la VFC de forma que existe una mayor VFC y una menor FC(33, 36, 42).

Además la RNED mostro diferencias significativas entre P20 y P80 en la variable VLF siendo mayor en los deportistas más recuperados, lo que

continuaría con los datos obtenidos en la correlación variables RestQ-76 y VFC.

Respecto a las demás variables y su comparación entre los percentiles P20 y P80, tanto el EED, RED ET y RT no mostraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros de la VFC, este hecho nos puede llevar a pensar que el sobreentrenamiento nace de un estrés y falta de recuperación asociados al ejercicio o entrenamiento de los deportistas, pero que se ve altamente influenciado por aspectos cualitativos de la vida diaria del deportista, como puede ser la monotonía, estrés por falta de financiación, falta de medios, etc. lo que en definitiva son aspectos psicosociales y económicos que se alejan de los pilares iniciales que dictaminaban las causas del sobreentrenamiento como son el ejercicio físico nutrición y recuperación y se nos orienta al igual que las últimas investigaciones a un enfoque global de la situación del deportista (12-14).

5. Conclusión

The RestQ -76 questionnaire possible to assess stress levels and recovery of athletes, can distinguish between specific or non-specific values of sport, presenting high correlations between the different parameters between own stress and recovery.

Following on from this research new values (HF and VLF) that although are mild meanings can be interesting with assessing the VFC appear, because HF values are positively associated with stress levels and VLF values they are negatively associated with stress but positively recovery levels.

When the difference between the percentiles of the sample in each recovery and stress variables I only differences in RNED was observed.

Different parameters were found to be the LF , having higher values recovered those farther , and moreover , the differences between heart rate variability and heart rate were adjusted to not theoretical framework of physiological responses..

6 Bibliografía.

1. Llopis Goig D. Reason for participating in long distance races. A study with amateur runners. In: Llopis Goig R, editor. Murcia: Cultura, Ciencia y Deporte; 2006. p. 33-40.
2. Platonov V. El entrenamiento deportivo, teoría y metodología.: Paidotribo; 1999.
3. Mujika I. Modeled responses to training and taper in competitive swimmers. In: Busso T, Lacoste L, editors.: Med Sci Sports Exerc; 1996.
4. Halson SL, Jeukendrup AE. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. Sports Med. 2004;34(14):967-81.
5. Lehmann MJ, Lormes W, Opitz-Gress A, Steinacker JM, Netzer N, Foster C, et al. Training and overtraining: an overview and experimental results in endurance sports. J Sports Med Phys Fitness. 1997;37(1):7-17.
6. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, et al. 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. Med Sci Sports Exerc. 2013;45(1):186-205.
7. Matos NF, Winsley RJ, Williams CA. Prevalence of nonfunctional overreaching/overtraining in young English athletes. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(7):1287-94.
8. Coutts AJ, Wallace LK, Slattery KM. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. Int J Sports Med. 2007;28(2):125-34.
9. Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, Meyer T. Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. Sports Med. 2015;45(2):161-86.
10. Horne JA, Pettitt AN. Sleep deprivation and the physiological response to exercise under steady-state conditions in untrained subjects. Sleep. 1984;7(2):168-79.
11. Rattray B, Argus C, Martin K, Northey J, Driller M. Is it time to turn our attention toward central mechanisms for post-exertional recovery strategies and performance? Front Physiol. 2015;6:79.
12. Roose J, de Vries WR, Schmikli SL, Backx FJ, van Doornen LJ. Evaluation and opportunities in overtraining approaches. Res Q Exerc Sport. 2009;80(4):756-64.
13. Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and recovery. A conceptual model. Sports Med. 1998;26(1):1-16.
14. Armstrong LE, VanHeest JL. The unknown mechanism of the overtraining syndrome: clues from depression and psychoneuroimmunology. Sports Med. 2002;32(3):185-209.
15. González-Boto René SA, Tuero Concepción y Márquez Sara. VALIDEZ CONCURRENTE DE LA VERSIÓN ESPAÑOLA DEL CUESTIONARIO DE RECUPERACIÓN-ESTRÉS PARA DEPORTISTAS (RESTQ-SPORT). Revista de Psicología del Deporte 2009. p. 53-72.
16. Kellmann M. Recovery-Stress Questionnaire for Athletes. User manual. In: Kallus KW, editor. Champaign: IL: Human Kinetics 2001
17. Hooper SL, Mackinnon LT. Monitoring overtraining in athletes. Recommendations. Sports Med. 1995;20(5):321-7.
18. Mackinnon LT, Hooper SL, Jones S, Gordon RD, Bachmann AW. Hormonal, immunological, and hematological responses to intensified training in elite swimmers. Med Sci Sports Exerc. 1997;29(12):1637-45.
19. Gabriel HH, Urhausen A, Valet G, Heidelbach U, Kindermann W. Overtraining and immune system: a prospective longitudinal study in endurance athletes. Med Sci Sports Exerc. 1998;30(7):1151-7.

20. Rowbottom DG, Keast D, Goodman C, Morton AR. The haematological, biochemical and immunological profile of athletes suffering from the overtraining syndrome. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;70(6):502-9.
21. Baj Z, Kantorski J, Majewska E, Zeman K, Pokoca L, Fornalczyk E, et al. Immunological status of competitive cyclists before and after the training season. *Int J Sports Med*. 1994;15(6):319-24.
22. Gleeson M. Mucosal immune responses and risk of respiratory illness in elite athletes. *Exerc Immunol Rev*. 2000;6:5-42.
23. Gleeson M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2007;103(2):693-9.
24. Kiviniemi AM, Tulppo MP, Hautala AJ, Vanninen E, Uusitalo AL. Altered relationship between R-R interval and R-R interval variability in endurance athletes with overtraining syndrome. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24(2):e77-85.
25. Sartor F, Vailati E, Valsecchi V, Vailati F, La Torre A. Heart rate variability reflects training load and psychophysiological status in young elite gymnasts. *J Strength Cond Res*. 2013;27(10):2782-90.
26. Apor P, Petrekanich M, Számadó J. [Heart rate variability analysis in sports]. *Orv Hetil*. 2009;150(18):847-53.
27. Hottenrott K, Hoos O, Esperer HD. [Heart rate variability and physical exercise. Current status]. *Herz*. 2006;31(6):544-52.
28. Capdevila L NJ. Evaluación psicológica en deportistas. E.Garcés ed. Murcia: Deporte y Psicología; 2006. p. 145-76.
29. Gil R, Pedret Carballido C, Ramos J, Capdevila L. VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA: CONCEPTO, MEDIDAS Y RELACIÓN CON ASPECTOS CLÍNICOS (I). 2008. p. 41-7.
30. Gil R, Pedret Carballido C, Ramos J, Capdevila L. VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA: CONCEPTO, MEDIDAS Y RELACIÓN CON ASPECTOS CLÍNICOS (II). *Archivos de Medicina del Deporte*2008. p. 119-27.
31. Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT. Heart rate variability: measurement and clinical utility. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2005;10(1):88-101.
32. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996;93(5):1043-65.
33. de la Cruz Torres B, López López C, Naranjo Orellana J. Analysis of heart rate variability at rest and during aerobic exercise: a study in healthy people and cardiac patients. *Br J Sports Med*. 2008;42(9):715-20.
34. Vesterinen V, Nummela A, Heikura I, Laine T, Hynynen E, Botella J, et al. Individual Endurance Training Prescription with Heart Rate Variability. *Med Sci Sports Exerc*. 2016.
35. Schmitt L, Regnard J, Desmarests M, Mauny F, Mourot L, Fouillot JP, et al. Fatigue shifts and scatters heart rate variability in elite endurance athletes. *PLoS One*. 2013;8(8):e71588.
36. Bellenger CR, Fuller JT, Thomson RL, Davison K, Robertson EY, Buckley JD. Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2016.
37. Appel ML, Berger RD, Saul JP, Smith JM, Cohen RJ. Beat to beat variability in cardiovascular variables: noise or music? *J Am Coll Cardiol*. 1989;14(5):1139-48.
38. Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation*. 1991;84(2):482-92.
39. Akselrod S, Gordon D, Ubel FA, Shannon DC, Berger AC, Cohen RJ. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*. 1981;213(4504):220-2.
40. González-Boto R. Adaptación española del cuestionario de estrés-recuperación para deportistas (RESTQ-SPORT): Utilidad para el estudio de los efectos del entrenamiento y la

predicción del rendimiento deportivo. . Universidad de Leon, España: Tesis de doctorado para la obtención del título de doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte 2007.

41. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J.* 1996;17(3):354-81.

42. Buchheit M, Papelier Y, Laursen PB, Ahmaidi S. Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability? *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2007;293(1):H8-10.

7 Anexos

a. Anexo I

CONSENTIMIENTO

ANEXO 1

Nombre y Apellidos:.....

Email (En mayúsculas):

Fecha de nacimiento:Sexo: H M

Después de que los investigadores me hayan explicado los cuestionarios y las pruebas a realizar, doy mi consentimiento para realizar las siguientes pruebas:

- Completar los cuestionarios
- Medir durante 10 minutos tumbados en el suelo la variabilidad de la frecuencia cardiaca
- Un electrocardiograma en reposo

Entiendo que mi participación es voluntaria y sin remuneración y doy mi consentimiento informado para que mis datos sean tratados anónimamente y con fines únicamente investigadores.

En Zaragoza, a 6 de septiembre de 2015

Fdo:.....

INSTRUCCIONES: Señale con una "X" en los distintos recuadros de cada pregunta la opción que corresponda a sus circunstancias personales actuales, o cuando sea preciso responda por escrito a las preguntas.

Peso (kg): Talla (cm):

¿Ha comido algo en las últimas 2h?..... ¿El qué?.....

Marque una X si en las últimas 2h has consumido: Caféina Tabaco Alcohol

1. ¿Cuántos años llevas entrenando pruebas de resistencia (10k y más largas)?..... ¿Y compitiendo?.....

2. ¿Cuál es su mejor marca personal en un 10k?.....¿qué año la conseguiste?.....

3. ¿Cuál es su mejor marca personal en medio maratón?.....¿qué año la conseguiste?.....

4. ¿Qué marca cree que hará mañana según el entrenamiento que has llevado?

5. ¿Cuántos días entrena por semana?

6. ¿Número de horas que entrena a la semana?

7. ¿Cree que sus entrenamientos son adecuados de cara a la competición? Si. No.

8. Considera que entrena...: *poco. *lo suficiente. demasiado.

9. Su éxito en la competición suele ser...: *bueno. *discreto. *malo.

10. ¿Y en la última competición ha sido? *bueno. *discreto. *malo.

11. Considera que compites: *poco. *lo suficiente. *demasiado.

12. Los entrenamientos suelen ser: *monótonos y/o aburridos. *a veces llegan a se monótonos y/o aburridos. *variados y/o motivantes.

13. La exigencia de los entrenamientos en general suele ser: *baja. *media. *alta. *muy alta......¿Y ante una competición próxima?: *baja. *media. *alta. *muy alta.

14. Últimamente cada entrenamiento lo afronto: *cansado/sin fuerzas. *normal/sin problemas.

*con más fuerzas/ganas que nunca.

15. Además de mi deporte realizo: *otro/s deporte/s al mismo nivel de exigencia. *otras actividades físicas o deportes en mi tiempo libre sin tanta exigencia. *no realizo otros deportes.

16. ¿Tiene entrenador? *Si. *No.

17. En relación al trabajo/entrenamiento generalmente:

* dispongo de todo el tiempo que quiero para descansar y dedicarme a mis aficiones.

* De vez en cuando me permiten disfrutar del tiempo libre y descansar adecuadamente.

* No dispongo de tiempo libre, me siento cansado y suelo estar preocupado a menudo.

20. En la última competición:

- * No he podido competir por problemas de lesión, entrenamiento, personales.....
- * No he ido al 100% de mis capacidades por problemas de lesión, entrenamiento, personales...
- * La he afrontado sin problemas y con un nivel adecuado de preparación.....

A completar por la universidad: COD pulsómetro:..... Hora registro:.....

7.2 Anexo II

RESTQ76- Sport (H)

Código..... Sexo.....
Edad.....

Apellidos.....
Nombre.....

Equipo..... Nivel de
competición.....

Años de entrenamiento..... Fecha.....
Lugar.....

Este cuestionario consta de una serie de afirmaciones que posiblemente describan su estado psíquico o físico o sus actividades durante los últimos días y noches.

Por favor, seleccione la respuesta que mejor refleje sus pensamientos y actividades.

Las afirmaciones acerca de la ejecución y su rendimiento se refieren tanto a **la competición** como a **los entrenamientos**.

Para cada afirmación hay varias respuestas posibles. Por favor, haga su elección marcando el número correspondiente a la respuesta adecuada.

Ejemplo:

En los últimos (3) días/noches

... *Leí un periódico*

0 1 2 3 4 5 6

Nunca Alguna vez Varias veces A menudo Muy a menudo Casi Siempre Siempre

En este ejemplo, se marcó el número 6, lo que significa que se había leído un periódico todos los días en los últimos 3 días.

Por favor, no deje ninguna respuesta en blanco

Si no está seguro de qué respuesta elegir, seleccione la que crea que más se aproxima a su situación.

Por favor, vuelva la página y conteste las afirmaciones en orden y sin interrupción.

En los últimos (3) días/noches

1. Vi la televisión..... 0 1 2 3 4 5 6
2. No dormí bastante..... 0 1 2 3 4 5 6
3. Terminé tareas importantes..... 0 1 2 3 4 5 6
4. No fui capaz de concentrarme adecuadamente..... 0 1 2 3 4 5 6
5. Todo el mundo me molestaba..... 0 1 2 3 4 5 6
6. Me reí..... 0 1 2 3 4 5 6
7. Me sentí físicamente mal..... 0 1 2 3 4 5 6
8. Estuve de mal humor..... 0 1 2 3 4 5 6
9. Me sentí físicamente relajado..... 0 1 2 3 4 5 6
10. Me sentí con buen ánimo..... 0 1 2 3 4 5 6
11. Tuve dificultades en concentrarme..... 0 1 2 3 4 5 6
12. Me preocupe por problemas no resueltos..... 0 1 2 3 4 5 6
13. Me sentí a gusto..... 0 1 2 3 4 5 6
14. Pasé un buen rato con mis amigos..... 0 1 2 3 4 5 6
15. Tuve dolores de cabeza..... 0 1 2 3 4 5 6
16. Estaba cansado del trabajo..... 0 1 2 3 4 5 6
17. Tuve éxito en lo que hice..... 0 1 2 3 4 5 6
18. No pude desconectar mi mente..... 0 1 2 3 4 5 6
19. Dormí satisfecho y relajado..... 0 1 2 3 4 5 6
20. Me sentí a disgusto..... 0 1 2 3 4 5 6
21. Me sentí molestado por otras personas..... 0 1 2 3 4 5 6
22. Me sentí abatido..... 0 1 2 3 4 5 6
23. Visité a algunos amigos íntimos..... 0 1 2 3 4 5 6
24. Me sentí deprimido..... 0 1 2 3 4 5 6
25. Estaba muy cansado tras el trabajo..... 0 1 2 3 4 5 6
26. La gente me ponía nervioso..... 0 1 2 3 4 5 6

27. Dormí plácenteramente..... 0 1 2 3 4 5 6
28. Me sentí ansioso o inhibido..... 0 1 2 3 4 5 6
29. Me sentí físicamente en forma..... 0 1 2 3 4 5 6
30. Estaba harto de todo..... 0 1 2 3 4 5 6
31. Estaba adormecido..... 0 1 2 3 4 5 6
32. Sentí que tenía que hacerlo bien delante de los demás..... 0 1 2 3 4 5 6
33. Me divertí..... 0 1 2 3 4 5 6
34. Estuve de buen humor..... 0 1 2 3 4 5 6
35. Me sentí agotado..... 0 1 2 3 4 5 6
36. Dormí de un tirón..... 0 1 2 3 4 5 6
37. Me sentí incómodo..... 0 1 2 3 4 5 6
38. Sentí como si pudiera hacer cualquier cosa..... 0 1 2 3 4 5 6
39. Me sentí trastornado..... 0 1 2 3 4 5 6
40. Dejé de tomar decisiones..... 0 1 2 3 4 5 6
41. Tomé decisiones importantes..... 0 1 2 3 4 5 6
42. Me sentí físicamente exhausto..... 0 1 2 3 4 5 6
43. Me sentí feliz..... 0 1 2 3 4 5 6
44. Me sentí presionado..... 0 1 2 3 4 5 6
45. Todo era demasiado para mí..... 0 1 2 3 4 5 6
46. Mi sueño se interrumpía con facilidad..... 0 1 2 3 4 5 6
47. Me sentí contento..... 0 1 2 3 4 5 6
48. Estuve enfadado con alguien..... 0 1 2 3 4 5 6
49. Tuve algunas buenas ideas..... 0 1 2 3 4 5 6
50. Me dolían partes del cuerpo..... 0 1 2 3 4 5 6
51. No conseguía estar tranquilo mientras descansaba..... 0 1 2 3 4 5 6
52. Estaba convencido de poder alcanzar mis objetivos
en la competición..... 0 1 2 3 4 5 6
53. Me recobré bien físicamente..... 0 1 2 3 4 5 6

54. Me sentí harto de mi deporte..... 0 1 2 3 4 5 6
55. Hice cosas importantes en mi deporte..... 0 1 2 3 4 5 6
56. Me preparé mentalmente para la competición..... 0 1 2 3 4 5 6
57. Mis músculos estaban tensos durante la competición..... 0 1 2 3 4 5 6
58. Tenía la impresión de hacer pocos descansos..... 0 1 2 3 4 5 6
59. Estaba convencido de que podía alcanzar mis objetivos
en cualquier momento..... 0 1 2 3 4 5 6
60. Me ocupé bien de los problemas de mis compañeros..... 0 1 2 3 4 5 6
61. Estaba en buena forma física..... 0 1 2 3 4 5 6
62. Me esforcé durante la competición..... 0 1 2 3 4 5 6
63. Me sentí fuera de la competición emocionalmente..... 0 1 2 3 4 5 6
64. Tuve dolores después de competir..... 0 1 2 3 4 5 6
65. Estaba convencido de haber realizado una buena actuación..... 0 1 2 3 4 5 6
66. Se me pedía demasiado en los descansos..... 0 1 2 3 4 5 6
67. Me estimulé mentalmente durante la competición..... 0 1 2 3 4 5 6
68. Sentí que quería dejar mi deporte..... 0 1 2 3 4 5 6
69. Me sentí con mucha energía..... 0 1 2 3 4 5 6
70. Entendí con facilidad lo que sentían mis compañeros..... 0 1 2 3 4 5 6
71. Estaba convencido de haber entrenado bien..... 0 1 2 3 4 5 6
72. Los descansos no se producían en los momentos adecuados..... 0 1 2 3 4 5 6
73. Me sentía vulnerable a las lesiones..... 0 1 2 3 4 5 6
74. Me propuse objetivos concretos durante la competición..... 0 1 2 3 4 5 6
75. Mi cuerpo se sentía fuerte..... 0 1 2 3 4 5 6
76. Me sentí frustrado por mi deporte..... 0 1 2 3 4 5 6
77. Aborde problemas emocionales en mi deporte con tranquilidad... 0 1 2 3 4 5 6

7.3 Anexo III

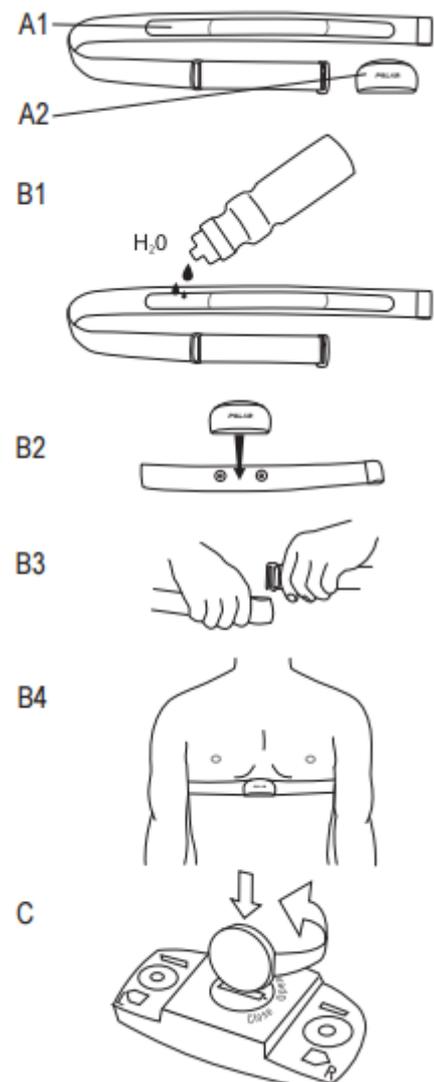
Componentes del sensor de frecuencia cardíaca:

1. Las zonas de electrodos de plástico situadas en el reverso de la correa detectan la frecuencia cardíaca. Imagen A1.
2. El conector envía la señal de frecuencia cardíaca al dispositivo receptor. Imagen A2. El sensor de frecuencia cardíaca Polar H7 permite entrenar en grupo sin interferencias de otros sensores de frecuencia cardíaca.

Colocación del sensor de frecuencia

cardíaca

1. Humedecer las zonas de electrodos de la correa. Imagen B1.
2. Conectar el transmisor a la banda elástica. Imagen B2.
3. Ajustar la longitud de la correa para que quede ajustada pero cómoda.
4. Ajustar la banda alrededor del pecho justo debajo de los músculos pectorales y fijar la hebilla al otro extremo de la banda. Imagen B3.
5. Comprobar que las zonas de electrodos humedecidas queden bien apoyadas en la piel y que el logotipo Polar del conector esté en posición centrada y en posición vertical. Imagen B4.



Anexo IV. Informe Valoración cada participante

Informe Valoración Nivel de Sobreentrenamiento

| | |
|---------------------|--|
| Nombre | |
| Tiempo en la prueba | |

Antes que nada, agradecerle la colaboración con el estudio que se realizó el día 05/09/15 en la Feria del corredor de la 3ª Edición 080 Bomberos Zaragoza 10K.

En ella, y a modo de resumen, realizamos distintas valoraciones para determinar el estado de sobreentrenamiento de los participantes y la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), con el objetivo principal de determinar si la VFC puede ser un indicador fiable y válido en la detección precoz de Estados de Sobreentrenamiento en atletas de resistencia.

Llegados a este punto, en gratitud y reconocimiento a su inestimable ayuda, les adjuntamos los primeros resultados individuales de la valoración del Estado de Sobreentrenamiento a través del *Cuestionario Restq-76*, con un rango de puntuación de 0 a 6 (0= poco, 6=mucho) en diversas categorías.

| Estrés no específico al deporte | | | | | | |
|--|---------------------|------------------|------------------------|-----------|---------------------|----------------------|
| 1. Estrés General | 2. Estrés emocional | 3. Estrés Social | 4. Conflictos /presión | 5. Fatiga | 6. Falta de Energía | 7. Dolencias físicas |
| | | | | | | |

| Recuperación no específica al deporte | | | | |
|--|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 8. Exito | 9. Recuperación Social | 10. Recuperación Física | 11. Bienestar General | 12. Calidad del Sueño |
| | | | | |

Ahora bien, el entrenamiento exigente al que se someten atletas de distintos niveles para batir determinadas marcas, puede entrañar una serie de respuestas fisiológicas en el organismo si se acompañan de una mala nutrición y periodos de recuperación inadecuados.

Esta serie de respuestas traducidas en estrés específico al deporte y estado de recuperación específico al deporte se componen de diversas categorías:

| Estrés específico al deporte | | |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|
| 13. Descanso Alterado | 14. Fatiga emocional | 15. Lesiones |
| | | |

| Recuperación específica al deporte | | | |
|---|--------------------------|------------------|----------------------|
| 16. Estar en Forma | 17. Realización Personal | 18. Autoeficacia | 19. Autorregulación. |
| | | | |

Estos ítems muestran una puntuación que va desde el número 0 hasta el 6, donde usted podrá valorar cada uno de sus ítems individualmente teniendo en cuenta:

1. A mayor puntuación existe mayor respuesta del organismo asociada a ese ítem.
2. Los resultados de la categoría **Estrés específico al deporte** superiores a 3 mostrarán una afectación significativa a su organismo en cuanto a estrés debido a entrenamientos exigentes que no se acompañan de la recuperación necesaria.
3. Los resultados de la categoría **Recuperación específica al deporte** superiores a 3 mostrarán respuestas positivas en diversas categorías asociadas a un estado de recuperación óptimo.
4. Las premisas del punto 2 y 3 anteriores, son también de aplicación en el apartado *“Estrés NO específico al deporte”* y *“Recuperación NO específica al deporte”*

Anexo V. INFOME KUBIUS