

# LA ESCALA DE FATIGA (POMS) Y EL CORTISOL EN SALIVA COMO INDICADORES DEL IMPACTO DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

Eugenio Bonete Torralba\*, Manuel Moya Ramón\* y Ferran Suay i Lerma\*\*

\*Generalitat Valenciana \*\* Universitat de València

## RESUMEN

El estudio que se presenta corresponde a una investigación más amplia desarrollada con corredores de fondo y medio fondo en un periodo de sobreentrenamiento (SE), y donde se controlaron variables psicológicas, fisiológicas, hormonales y de rendimiento. En este trabajo se muestra la respuesta de la subescala fatiga del POMS (McNair, Lorr y Droppleman, 1971) y del cortisol (C) basal en saliva. Los resultados demuestran la sensibilidad de estos dos indicadores a las modulaciones de la carga de entrenamiento y su consistencia como indicadores del impacto orgánico, además de cierta capacidad predictiva en su posible uso como indicadores del Síndrome de Sobreentrenamiento (SSE).

**Palabras clave:** cortisol, estados de ánimo, impacto, fatiga, sobreentrenamiento

## INTRODUCCIÓN

Los entrenadores someten a los atletas a esfuerzos que implican una considerable sollicitación orgánica, y que pretende estimular al máximo sus posibilidades de adaptación. Con esa intención se diseñan periodos definidos como de sobreentrenamiento (SE), caracterizados por una dinámica de cargas que lleva al atleta a estados de fatiga considerables. Esta dinámica entraña un riesgo evidente, pues puede desbordar la capacidad de respuesta orgánica y llevarle a padecer un Síndrome de Sobreentrenamiento (SSE), que supone un riesgo para su salud. La fatiga alcanzada por el atleta procede de diversas fuentes; tanto factores internos como externos al deportista pueden desempeñar un papel relevante, y los entrenadores, generalmente, no disponen de una información continua y fiable, que permita estimarla. Por este motivo, la investigación desarrollada en este campo, se ha centrado principalmente en la búsqueda de indicadores sensibles a las modulaciones de la carga y específicos en cuanto al carácter del esfuerzo realizado.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Muestra

La muestra estaba compuesta por 16 corredores voluntarios de medio fondo y fondo, que entrenaban diariamente, y de distintos niveles competitivos (provincial-autonómico y nacional-internacional). Los estadísticos descriptivos de la muestra se muestran en la tabla 1 y 2.

		Edad	Talla	Peso	%Graso
Muestra N=16	Media	22,6	176,1	63,03	6,15
	DS	4,46	6,02	5,82	1,56
	Rango	16-32	164,6-185,5	49,5-73,8	3,8-9,1

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de la muestra

		Edad	Talla	Peso	%Graso
Nivel A N=5	Media	22,8	179,1	61,6	5,38
	DS	2,17	6,9	4,32	0,58
	Rango	21-26	170,9-185,5	54,9-65,4	4,9-6,4
Nivel B N=11	Media	22,5	174,7	63,66	6,5
	DS	5,28	5,37	6,47	1,75
	Rango	16-32	164,6-180,5	49,5-73,8	3,8-9,1

Tabla 2: Estadísticos descriptivos de la muestra según el nivel competitivo (nivel A: atletas de nivel estatal-internacional; nivel B: atletas de nivel provincial-autonómico).

## DISEÑO

El estudio se desarrolló en un mesociclo de SE cuya dinámica de cargas fue acordada con los entrenadores (figura 1). El volumen de las cargas se incrementó progresivamente hasta alcanzar su máximo en la 5ª semana, considerada como microciclo de máxima carga, para descender de forma notable en la semana posterior. Tanto en la 1ª semana del mesociclo de SE como en la semana de descarga (6ª semana), se realizó una ergometría en tapiz con el fin de determinar la velocidad desarrollada en el umbral anaerobio ( $Vel.U_{an.}$ ) así como la concentración de lactato alcanzada en ese umbral ( $[La]U_{an.}$ ). Además, la primera ergometría se utilizó para estimar umbrales de esfuerzo a partir de la determinación del umbral anaerobio, con el fin de facilitar la cuantificación de la carga de entrenamiento. A los atletas se les administraba un POMS de 58 ítems (McNair et al., 1971) al final de la semana para estimar la media semanal de la subescala de fatiga del citado cuestionario. Para controlar la respuesta del C basal a las modulaciones de la carga, se realizó una toma semanal de saliva previa al entrenamiento vespertino, desde la 2ª semana hasta la 6ª semana del ciclo. Una vez obtenidos los datos, se trataron mediante un ANOVA de medidas repetidas univariado, siendo el factor intra-sujeto *semana* con seis niveles (efecto de la carga repetida semanalmente a lo largo del ciclo de seis semanas) y el factor entre-sujetos *nivel competitivo* con dos niveles (provincial-autonómico y estatal-internacional).

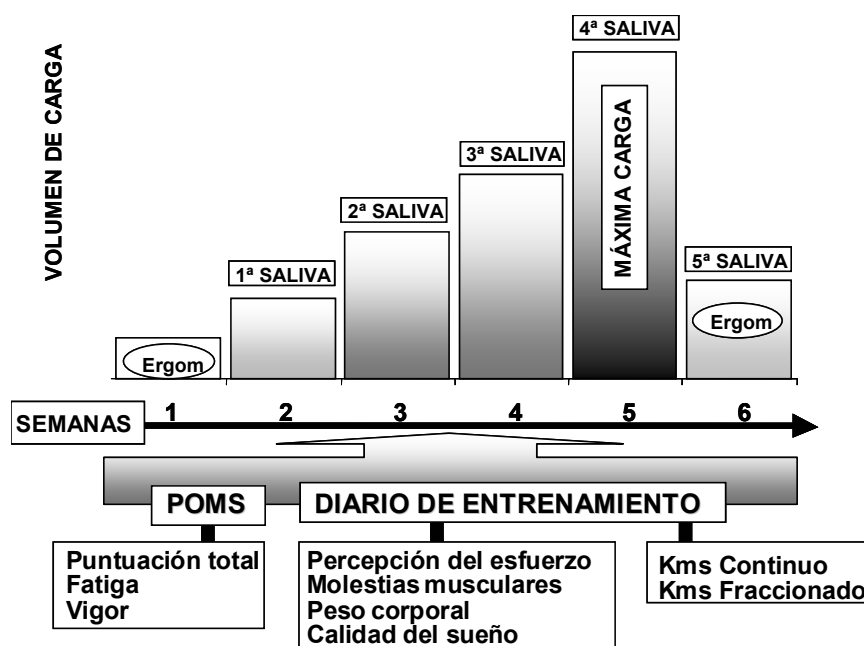


Figura 1: Diseño del mesociclo de sobreentrenamiento

## RESULTADOS

### Efectos sobre las puntuaciones en la subescala Fatiga del POMS

Los resultados revelan efectos estadísticamente significativos del factor *semana* ( $F_{1,98-25,75}=3.89$ ;  $p=0.034$ ). Los contrastes muestran un descenso significativo de la fatiga entre las semanas 3<sup>a</sup> ( $\bar{x}=43.5$ ) y 4<sup>a</sup> ( $\bar{x}=41.3$ ) ( $F_{1-13}=5.37$ ;  $p=0.037$ ), y un incremento también significativo entre la semana 4<sup>a</sup> ( $\bar{x}=41.3$ ) y la 5<sup>a</sup> ( $\bar{x}=52.1$ ) ( $F_{1-13}=9.44$ ;  $p=0.009$ ). El descenso observado entre la semana 5<sup>a</sup> ( $\bar{x}=52.1$ ) y 6<sup>a</sup> ( $\bar{x}=47.7$ ) es marginalmente significativo ( $F_{1-13}=3.60$ ;  $p=0.080$ ).

La interacción *semana\*nivel competitivo* revela que las variaciones de la fatiga son independientes del nivel competitivo de los atletas. Además, no hay efectos del *nivel competitivo*, por tanto el nivel de fatiga detectado en ambos grupos es similar.

En el gráfico 1 se observa el incremento significativo de la fatiga entre la semana 4<sup>a</sup> y la 5<sup>a</sup> (en la que alcanza su máximo valor), y su posterior descenso en la semana de descarga. Como se aprecia en el gráfico 2, el patrón de variación de las puntuaciones en fatiga es similar en ambos grupos de nivel competitivo, especialmente en las semanas críticas (4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup>).

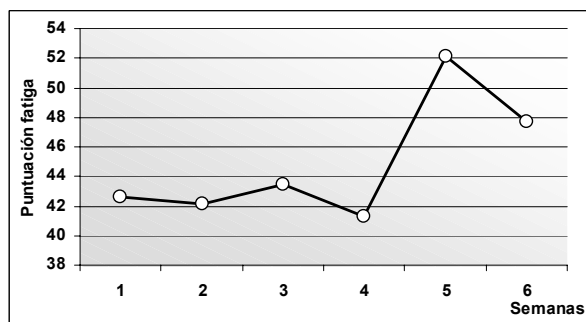


Gráfico 1: Evolución de las puntuaciones de fatiga.

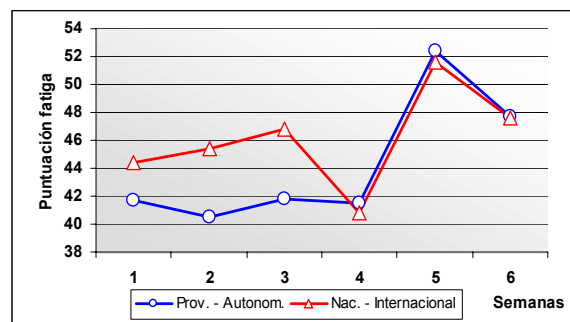


Gráfico 2: Evolución de la fatiga en los grupos A y B.

### Efectos sobre el cortisol en saliva

Aunque no hay efectos significativos del factor *medición*, los contrastes sí muestran un descenso estadísticamente significativo del C basal entre las semanas 4<sup>a</sup> ( $\bar{x}=0.30$ ) y 5<sup>a</sup> ( $\bar{x}=0.13$ ) ( $F_{1-13}=6.16$ ;  $p=0.028$ ).

Por otra parte, no hay efectos de la interacción *medición\*nivel competitivo*, por tanto las variaciones del C basal determinadas en el ciclo de SE son independientes del nivel competitivo de los atletas. Además, los valores medios del C basal son similares en ambos grupos, al no observarse tampoco efectos del factor entre-grupos *nivel competitivo*.

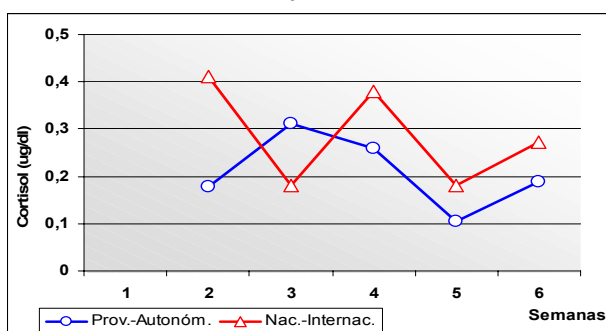


Gráfico 3: Respuesta del cortisol en ambos grupos

Como se aprecia en el gráfico 3, el patrón de la respuesta hormonal en ambos grupos en las semanas críticas (4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup>) es muy similar.

## Efectos sobre la concentración de lactato en el umbral anaerobio ([La]U<sub>an</sub>) en ergometría

Al analizar la [La]U<sub>an</sub> en el conjunto de la muestra, los resultados revelan diferencias significativas entre las dos ergometrías ( $F_{1,14}=7.46$ ;  $p=0.016$ ). Concretamente, se detecta un incremento significativo de la [La]U<sub>an</sub> en la segunda ergometría (pasa de 3.66 a 4.03 mM/l.). Aunque en el gráfico 4 se observa que el mayor incremento se produce en el grupo de nivel A, los cambios en la [La]U<sub>an</sub>, no dependen del nivel competitivo pues no se aprecian efectos del factor *nivel competitivo*, ni de la interacción *medición\*nivel competitivo* en la [La]U<sub>an</sub>.

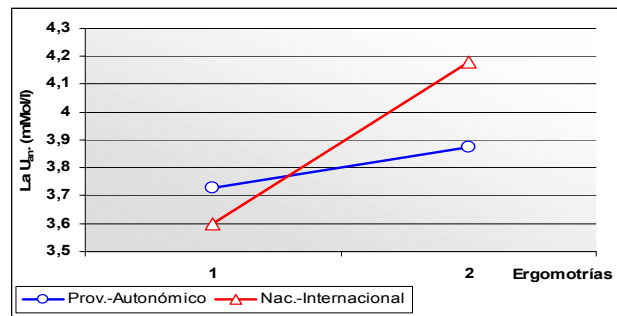


Gráfico 4: Los valores de lactato alcanzado en el umbral anaerobio en cada ergometría son similares en ambos grupos.

## Efectos sobre la velocidad en el umbral anaerobio (Vel.U<sub>an</sub>).

El ANOVA revela un incremento significativo de la Vel.U<sub>an</sub> en la segunda ergometría ( $F_{1,14}=5.71$ ;  $p=0.032$ ), que pasa de una media de 17,4 a 18 km/h. Esta diferencia no está relacionada con el nivel competitivo, pues no es significativa la interacción *medición\*nivel competitivo*. En el gráfico 5 se aprecia un incremento similar de la Vel.U<sub>an</sub> en ambos grupos.

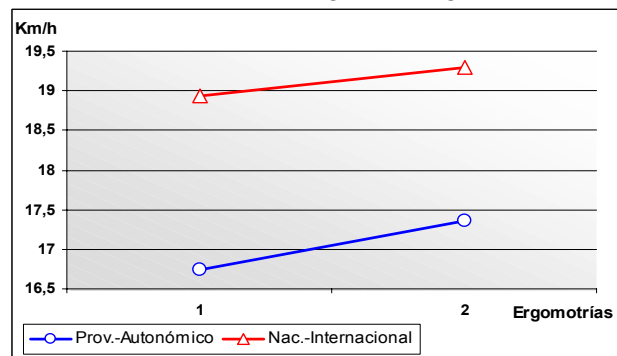


Gráfico 5: Velocidad desarrollada en el umbral anaerobio por los grupos A y B, en ambas ergometrías.

Finalmente, hay diferencias significativas en la Vel.U<sub>an</sub> entre los dos grupos de nivel competitivo ( $F_{1,14}=12.25$ ;  $p=0.004$ ). En el gráfico 5 se aprecia como el grupo A es el que desarrolla mayor velocidad en ambas ergometrías.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos con las puntuaciones en la subescala de **fatiga** del POMS coinciden con lo observado en otros estudios, que consideran a esta subescala como un buen predictor del SSE (Morgan et al., 1988; O'Connor et al., 1989), y que incluso se relaciona mejor con el volumen de la carga que la puntuación total del POMS (Pierce, 2002; Moya, 2003). En nuestro estudio, la subescala de fatiga se muestra sensible a las variaciones de la carga, pues cuando se produce un incremento significativo de ésta entre la semana 4<sup>a</sup> y la 5<sup>a</sup>, las puntuaciones en fatiga aumentan también significativamente; y al reducirse significativamente la carga de entrenamiento en la semana de descarga (semana 6<sup>a</sup>), la fatiga desciende, aunque sin alcanzar la significación estadística.

En cuanto al **C basal**, los resultados obtenidos contradicen a los descritos en otros estudios. La amplia investigación desarrollada con esta hormona no es concluyente, y mientras algunos autores citan incrementos del C basal en periodos de SE (O'Connor et al., 1989; Kirwan et al., 1988; Roberts et al., 1993; Hoogeveen y Zonderland, 1996), en otros

trabajos no se han encontrado cambios en el C basal en sujetos sobreentrenados (Tanaka et al., 1997; Mackinnon et al., 1997; Verde et al., 1992; Flynn et al., 1994; Uusitalo et al., 1998; Hooper et al., 1993; Lehmann et al., 1992a; Urhausen et al., 1998b). Considerando la dinámica de cargas administrada (incremento principalmente del volumen), la disciplina deportiva (corredores de fondo y medio fondo), y la duración del periodo de SE (mesociclo); y teniendo en cuenta que los entrenadores pretendían llevar a los atletas a estados adaptativos, se esperaban incrementos significativos del C basal a causa de la mayor demanda energética y estructural característica de este proceso. Sin embargo, la respuesta del C basal ha sido la opuesta, pues se observa en el conjunto de la muestra un descenso significativo de esta hormona entre la semana 4<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup>, que coincide con el incremento también significativo de la carga de entrenamiento. En relación con estos resultados, algunos autores han argumentado que es posible, en periodos de SE, desarrollar una disfunción adrenal y/o del sistema nervioso central (Uusitalo et al., 1998; Lehmann et al., 1998; Urhausen et al., 1998b), que podría llevar a un descenso del C basal. No obstante, si bien la fatiga del eje hipotálamo-hipofiso-adrenal, puede motivar el descenso significativo del C basal detectado en nuestro estudio, al no disponer de mediciones de ACTH o de CRF, no podemos confirmar este supuesto.

En cuanto a la consistencia de la subescala de **fatiga** y del **C basal** como indicadores del impacto de la carga de entrenamiento, es interesante destacar que, aunque el incremento del volumen de kms realizados en continuo en la semana de máxima carga (5<sup>a</sup> semana) fue similar en ambos grupos de nivel competitivo, el tratamiento dedicado a los kms en fraccionado en el ciclo de SE fue distinto. Concretamente, el grupo de nivel A aumentó en esa semana el kilometraje fraccionado hasta casi duplicarlo, mientras que el grupo B lo redujo. A pesar de estas diferencias de intensidad en la semana crítica, la respuesta de la fatiga estimada mediante el POMS y del C basal ha sido similar en ambos grupos.

Los cambios significativos detectados en la semana crítica en la fatiga y en el C basal en el conjunto de la muestra, junto a la ausencia de diferencias entre grupos a pesar del distinto tratamiento dispensado a la intensidad, nos inducen a pensar que tanto la subescala de fatiga del POMS como el C basal son dos indicadores consistentes para estimar el impacto de la carga, y reflejan el efecto de la suma de los distintos factores que la modulan.

Finalmente, los resultados demuestran que los entrenadores han llevado a los atletas a estados de fatiga tolerables, y las cargas administradas se han regulado buscando la adaptación a corto plazo, como era de esperar al tratarse de un estudio realizado con atletas en situación habitual de entrenamiento. Concretamente, se ha constatado un incremento significativo de la  $Vel.U_{an.}$  y de la  $[La]U_{an.}$  en la segunda ergometría. Lógicamente, los entrenadores pretendían que los atletas alcanzasen un nivel de fatiga que les permitiese mejorar el rendimiento, y no que desarrollasen un SSE. Como se ha observado, los atletas han mejorado su rendimiento tras varios días de recuperación (48 a 72h), lo que descarta la posibilidad de padecer un síndrome. Este dato es interesante, pues permite mostrar el valor predictor del impacto de la carga de la subescala de fatiga y del C basal. Estos indicadores además de que se muestran sensibles a las modulaciones de la carga, pueden alterarse en estadios de fatiga previos al SSE, como ha quedado demostrado en este trabajo.

## CONCLUSIONES

La subescala de *Fatiga* del POMS y el C basal son sensibles a las variaciones de la carga, por lo que pueden ser indicadores útiles para reflejar el impacto de los periodos de SE. Además pueden alterarse en estadios de fatiga previos al SSE, lo que les confiere cierta capacidad predictiva en su uso como indicadores del SSE.

## REFERENCIAS

- Flynn MG, Pizza FX, Boone JB Jr, Andres FF, Michaud TA, Rodriguez-Zayas JR. (1994). Indices of training stress during competitive running and swimming seasons. *Int J Sports Med*. Jan;15(1):21-6
- Hoogeveen AR y Zonderland ML. (1996). Relationships between testosterone, cortisol and performance in professional cyclists. *Int J Sports Med*, 17(6):423-8
- Hooper SL, MacKinnon LT, Gordon RD, Bachmann AW. (1993). Hormonal responses of elite swimmers to overtraining. *Med Sci Sports Exerc*, Jun;25(6):741-7
- Kirwan JP, Costill DL, Flynn MG, Mitchell JB, Fink WJ, Neuffer PD. (1988). Houmard JA. Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc*, Jun;20(3):255-9.
- Lehmann M, Foster C, Dickhuth HH, Gastmann U. (1998). Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc*, Jul;30(7):1140-5
- Lehmann M, Gastmann U, Petersen KG, Bachl N, Seidel A, Khalaf AN, Fischer S, Keul J. (1992). Training-overtraining: performance, and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle- and long-distance runners. *Br J Sports Med*, Dec;26(4):233-42
- Mackinnon LT, Hooper SL, Jones S, Gordon RD, Bachmann AW. (1997). Hormonal, immunological, and hematological responses to intensified training in elite swimmers. *Med Sci Sports Exerc*, Dec;29(12):1637-45.
- McNair DM, Lorr M y Droppleman LF. (1971). *Profile of Mood States Manual*. San Diego: Educational and Industrial Testing Service.
- Morgan WP, Costill DL, Flynn MG, Raglin JS, O'Connor PJ (1988). Mood disturbance following increased training in swimmers. *Med Sci Sports Exerc*, Aug;20(4):408-14.
- Moya M. (2003). *"Indicadores psicobiológicos del estrés deportivo en tenistas"*. Tesis Doctoral. Servei de Publicacions. Universitat de València
- O'Connor PJ, Morgan WP, Raglin JS, Barksdale CM y Kalin NH. (1989). Mood state and salivary cortisol levels following overtraining in female swimmers. *Psychoneuroendocrinology*, 14 (4): 303-10
- Pierce EF Jr . (2002). Relationship between training volume and mood states in competitive swimmers during a 24-week season. *Percept Mot Skills*, Jun;94(3 Pt 1):1009-12
- Roberts AC, McClure RD, Weiner RI, Brooks GA. (1993). Overtraining affects male reproductive status. *Fertil Steril*, Oct;60(4):686-92
- Tanaka H, West KA, Duncan GE, Bassett DR Jr. (1997). Changes in plasma tryptophan/branched chain amino acid ratio in responses to training volume variation. *Int J Sports Med*, May;18(4):270-5
- Urhausen A, Gabriel HH, Kindermann W. (1998). Impaired pituitary hormonal response to exhaustive exercise in overtrained endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc*, Mar;30(3):407-14
- Uusitalo AL, Huttunen P, Hanin Y, Uusitalo AJ, Rusko HK. (1998). Hormonal responses to endurance training and overtraining in female athletes. *Clin J Sport Med*, Jul;8(3):178-86.
- Verde T, Thomas S, Shephard RJ. (1992). Potential markers of heavy training in highly trained distance runners. *Br J Sports Med*, Sep;26(3):167-75