

Variación de la testosterona y el cortisol en relación al estado de ánimo en jugadores de baloncesto de élite

Testosterone and cortisol with relation to mood state in professional basketball players

Xavi Schelling

Fundació Privada Foment del Bàsquet. Bàsquet Manresa SAD

Julio Calleja-González

Universidad del País Vasco

Nicolás Terrados

Universidad de Oviedo

Resumen

Objetivo: Diferentes trabajos constatan que el perfil hormonal varía de forma específica en función del tipo de ejercicio y de su magnitud. El estado emocional se ha estudiado mediante diferentes herramientas en relación a la carga de entrenamiento, probablemente la más empleada sea el cuestionario POMS ('Profile of mood states'). La presente investigación estudia la respuesta de la testosterona total (TT), el cortisol (C) y la ratio testosterona total-cortisol (RTTC) en relación al estado emocional (sub-escalas del POMS) en un equipo profesional de baloncesto a lo largo de una temporada deportiva. Procedimiento: Se tomaron 7 muestras de sangre, cada 4-6 semanas, a las 8:00-9:00 AM, en ayunas y tras 24-36 horas de recuperación post-partido, en un equipo profesional de baloncesto de la 1ª división española (n=10; 26.0 ± 4.6 años; 90.9 ± 9.7 kg; 195.7 ± 8.4 cm; 23.7 ± 1.2 IMC; 13.1 ± 2.2% grasa). Resultados: Se obtiene un aumento significativo de la TT y el C en septiembre -2ª extracción-comparado con agosto -1ª extracción- (TT: +2.8 nMol•L-1, p=0.030; C: +0.093 μMol•L-1, p=0.040). No se observan cambios significativos en ninguna de las sub-escalas del POMS y en el análisis correlacional entre sub-escalas y TT, C y RTTC no se obtienen relaciones destacables. Conclusiones: No se encuentra grandes relaciones (r>0.7) entre las variables hormonales estudiadas y las sub-escalas del cuestionario POMS. Consideramos el POMS una herramienta poco adecuada para evaluar el estado de recuperación del deportista, pero muy válida para controlar el nivel de estrés emocional.

Palabras clave: hormonas; baloncesto; élite; estado emocional; rendimiento.

Abstract

Aim: Different studies find that hormonal profile specifically varies depending on the type of exercise and its magnitude. Mood state has been studied using different tools in relation to training load, the most used one is POMS (Profile of Mood States) questionnaire. This research studies the response of total testosterone (TT), cortisol (C) and total testosterone-to-cortisol ratio (RTTC) in relation to mood state (POMS subscales) in a professional basketball team during a season. Methods: Blood samples were taken every 4-6 weeks (7 samples), at 8:00-9:00 AM, in fasting state and after 24 to 36 hours post-game, on a professional basketball team of the Spanish 1st Division (n=10; 26.0 ± 4.6 years; 90.9 ± 9.7 kg; 195.7 ± 8.4 cm; BMI 23.7 ± 1.2; 13.1 ± 2.2% fat). Results: We obtained a significant increase in TT and C in September -2nd sample- compared to August -1st sample- (TT: +2.8 nMol•L-1, p=0.030; C: +0.093 μMol•L-1, p=0.040). No significant changes were observed in any of the POMS subscales, and in the correlation between subscales analysis, and no correlation coefficient greater than 0.7 was obtained among subscales and hormonal variables. Conclusions: No relationship was found between the studied hormonal variables and the POMS subscales. We consider the POMS questionnaire an inadequate tool to evaluate the athletes recovery state, but a really good one to control the psychological stress level.

Key words: hormones; basketball; elite; mood state; performance.

Correspondencia/correspondence: Xavi Schelling

Fundació Privada Foment del Bàsquet. Bàsquet Manresa SAD. España

Email: ender80@hotmail.com

Introducción

El principio de individualización del entrenamiento se basa en que cada deportista responde de forma diferente a un mismo tipo de estímulo (Bompa, 2009). En los deportes de equipo, existe la complejidad, aún no resuelta, del control del estado de los jugadores: una práctica habitual cuando se cuantifica el entrenamiento, es considerar tan solo las cargas prescritas por el equipo técnico y presuponer el estado en que “debería” encontrarse el equipo, sin tener en cuenta el efecto real sobre los jugadores (Mujika, 2007). En los últimos 25 años, el análisis del sistema endocrino y la respuesta hormonal en el deporte ha aumentado considerablemente (Hackney y Viru, 2008; Schelling, Calleja-González y Terrados, 2011a; Schelling, Calleja-González y Terrados, 2011b). Diferentes trabajos constatan que el perfil hormonal varía de forma específica en función del tipo de ejercicio y de su magnitud (Tremblay, Copeland y Van Helder, 2003; Viru y col., 2001), mostrando a su vez que cada hormona tiene su propio patrón de respuestas inducidas por el ejercicio (Viru y Viru, 2001). Algunos autores, proponen el control del perfil hormonal de forma individualizada para optimizar la prescripción del entrenamiento e incluso para evaluar el potencial de entrenamiento de un deportista (Crewther, Cook, Cardinale, Weatherby y Lowe, 2011).

Por otro lado, dentro del estudio y la evaluación de los procesos emocionales en la conducta deportiva, la ansiedad y el estrés probablemente sean las variables que más interés han despertado en los investigadores. Este interés emana de la propia idiosincrasia del fenómeno deportivo, que gira habitualmente en torno a ganar o perder, lo que puede provocar situaciones de ansiedad y estresantes (Jaenes, 2000). El estrés es un proceso, una secuencia de eventos que conduce a un fin concreto, y se define como “un desequilibrio sustancial entre la capacidad de demanda [física o psicológica] y la capacidad de respuesta, en condiciones en las que el fracaso en la satisfacción de dicha demanda tiene consecuencias importantes” (Weinberg y Gould, 1996). El estado emocional en relación a la carga de entrenamiento ha sido un campo ampliamente estudiado mediante diferentes herramientas, pero probablemente, la más empleada haya sido el cuestionario POMS (*‘Profile of mood states’*) (McNair, Lorr y Droppleman, 1992). Son muchas las investigaciones que consideran el POMS una herramienta útil para modular las cargas de entrenamiento y evitar así el sobreentrenamiento (Urhausen y Kindermann, 2002), pero no existe aún un consenso y es necesaria más investigación.

Por todo ello, consideramos de capital importancia optimizar los métodos de cuantificación del entrenamiento en el baloncesto profesional y disponer de información objetiva y fiable del estado del jugador, para así poder ajustar las cargas de trabajo individualmente. La presente investigación pretende comprobar si existe relación entre la testosterona total, el cortisol y la ratio testosterona total-cortisol y alguna de las sub-escalas del cuestionario POMS, esperando encontrarla en la testosterona con el vigor o la agresividad y en el cortisol o la RTTC con la tensión o la fatiga, como se señala en algunas publicaciones. Por otro lado, aportamos más información sobre marcadores hormonales y emocionales en un equipo profesional de baloncesto a lo largo de una temporada deportiva completa, esperando hallar diferencias hormonales o emocionales en distintos momentos de la misma.

Métodos

Participantes: Se realizó un muestreo subjetivo por decisión razonada (no aleatorizado). Los participantes pertenecían a un equipo masculino de baloncesto profesional (26.0 ± 4.6 años; 90.9 ± 9.7 kg; 195.7 ± 8.4 cm; 23.7 ± 1.2 IMC; 13.1 ± 2.2 % grasa), que durante el estudio compitió en la 1ª División Española de Baloncesto (Liga ACB) (Tabla 1). Los jugadores que sufrieron *jet-lag* (por realizar vuelos transmeridianos) fueron excluidos del estudio por posibles alteraciones hormonales en la primera extracción de sangre al presentar un ritmo circadiano diferente al resto de sujetos (Haus, 2007). La muestra final fue de 10 participantes (n=10). Jugadores y equipo técnico fueron debidamente informados de los procedimientos y objetivos de estudio, así como de sus posibles riesgos y beneficios. Dichos procedimientos, son acordes a la Declaración de Helsinki y a la Ley Orgánica de Protección de Datos 15/1999 del 13 de diciembre, y han sido aprobados por el Comité de Ética de Investigaciones Clínicas de la Administración Deportiva de Catalunya (00998/11722/2011). Por su parte, los jugadores firmaron voluntariamente una hoja de consentimiento informado.

Tabla 1. Descriptores de la muestra.

n=10	EDAD (años)	PC (kg)	ALTURA (cm)	IMC (PC/altura ²)	% Graso (%)	PJ	min. TOT.	min./PJ
Base-1	26	82	186	23.7	12.7 %	34	975	0025:00
Base-2	29	83	187	23.7	10.7 %	29	380	0013:06
Base-3	21	75	188	21.2	12.4 %	27	181	0006:42
Escolta-1	32	89	191.3	24.3	16.2 %	30	657	0021:54
Escolta-2	23	92	197	23.6	10.8 %	31	643	0020:45
Escolta-3	22	90	191.5	24.5	11.7 %	26	331	0012:44
Alero	28	92	196	24.1	11.6 %	33	823	0021:15
Ala-pivot	28	102	207	23.8	14.4 %	33	701	0021:15
Pivot-1	32	108	205	25.7	16.9 %	24	327	0013:38
Pivot-2	19	96	208	22.1	13.7 %	19	106	0005:35
AVG	26.0	90.9	195.7	23.7	13.1 %	28.6	512.4	0016:55
SD	4.6	9.7	8.4	1.2	2.2	4.7	287.5	7.7

IMC: Índice de masa corporal; PC: peso corporal; PJ: partidos jugados durante la temporada de estudio; min. TOT.: minutos totales jugados durante la temporada de estudio; min./PJ: promedio de minutos jugados por partido; AVG: promedio; SD: desviación estándar.

Instrumentos y medidas

Datos antropométricos: La altura se midió en bipedestación, con un tallímetro modelo SECA®, con una precisión de 2 mm y un rango de medición de 130-210 cm. El peso se obtuvo mediante una báscula modelo SECA®, con una precisión de 0.2 kg y un rango de medición de 2-130 kg. El porcentaje grasa fue estimado de forma indirecta según la fórmula de Yuhasz modificada por Faulkner (1968) (Alvero y col., 2009; Faulkner, 1968), [%Graso = (pliegue tríceps + pliegue subescapular + pliegue suprailíaco + pliegue abdominal) * 0.153 + 5.783], la medición de los pliegues la realizó un doctor especializado en antropometría (siempre el mismo) empleando un compás de pliegues cutáneos (plicómetro) *Harpenden* (British Indicators, LTD), con una precisión (0.2 mm). El índice de masa corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso (kg) por la altura (m) al cuadrado (Daniels, Khoury y Morrison, 1997).

Análisis de las muestras de sangre: Para la determinación de TT se empleó el test inmunológico *in vitro Testosterone II* (05200067 190, Cobas®), con un rango de medida de $0.087\text{-}52.0$ nMol•L⁻¹, y un coeficiente de variación en repetibilidad de 1.2-4.7%. Para el C se empleó el test inmunológico *in vitro Cortisol* (11875116 122, Cobas®), con un rango de medida de $0.0005\text{-}1.750$ μMol•L⁻¹, y un coeficiente de variación en repetibilidad de 1.1-1.7%.

Análisis estadístico: Los valores se expresan en media y desviación estándar. La normalidad de los datos se comprobó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$) o la de Shapiro-Wilk ($n < 50$). La homocedasticidad se analizó mediante la prueba de Levene y, en el análisis de medidas repetidas, la esfericidad se comprobó mediante la prueba de Mauchly. Se realizó un ANOVA de medidas repetidas, con la prueba *post-hoc* de Tukey para concretar qué pares presentaban diferencias significativas, y una correlación de Pearson para estudiar la relación entre variables hormonales (TT, C y RTTC) y emocionales (sub-escalas del POMS). La significación se estableció en $p < 0.05$, considerándose muy significativa en $p < 0.01$. La magnitud de las correlaciones, se interpretó siguiendo la propuesta de Hopkins y col. (Hopkins, Marshall, Batterham y Hanin, 2009), donde, con un intervalo de confianza del 90 %, $r \leq 0.09$ es trivial; $r = 0.10-0.29$ es pequeña, $r = 0.30-0.49$ es moderada, $r = 0.50-0.69$ es grande; $r = 0.70-0.89$ es muy grande y $r = 0.90-1.00$ es casi perfecta. En este sentido, se consideraron apropiados los coeficientes de correlación $r \geq 0.70$ (Clarke y Clarke, 1970), pues dicho grado de asociación representa un mínimo del 50 % de varianza común (Buchheit, Bishop, Haydar, Nakamura y Ahmaidí, 2010). El tratamiento de los datos se hizo con SPSS v15.0 (Chicago, IL, USA) y Excel 2007 (Microsoft Office).

Resultados

Estado emocional. Sub-escalas del cuestionario POMS.

No se observaron cambios significativos a lo largo de la temporada en ninguna de las sub-escalas del cuestionario POMS (“tensión”, “agresividad”, “depresión”, “confusión”, “vigor”, “fatiga” y “puntuación total”), y en el análisis de correlación entre sub-escalas y con las variables hormonales, no se obtuvieron relaciones con un coeficiente superior a 0.7 (Tablas 2 y 4).

Valores medios de concentración y porcentaje de variación de testosterona total, cortisol y ratio TT-C.

La concentración de TT presentó un valor medio de 21.9 ± 4.5 nMol•L⁻¹ a lo largo de la temporada (rango: 15.2 - 34.5 nMol•L⁻¹). En cuanto al factor “mes”, se obtuvo un aumento significativo en septiembre Vs. agosto ($p = 0.030$) (Tabla 3). Respecto a las otras variables hormonales, sólo se correlacionó positivamente con la RTTC ($r = 0.771$). Respecto a las variables emocionales, no se obtuvieron correlaciones superiores a 0.7 (Tabla 4).

La variación de TT presentó un valor medio de 6.9 ± 17.1 % a lo largo de la temporada (rango: -30.2 - 54.2 %), no observándose diferencias significativas en el factor “mes”, aunque el incremento en septiembre Vs. agosto se acercó mucho a la significación ($p = 0.064$) (Tabla 3). Respecto a las otras variables hormonales, sólo se correlacionó positivamente con la variación de RTTC ($r = 0.712$). Respecto a las variables emocionales, no se obtuvieron correlaciones superiores a 0.7 (Tabla 4).

El valor medio de concentración de C fue de 0.530 ± 0.105 μMol•L⁻¹ a lo largo de la temporada (rango: 0.250 - 0.840 μMol•L⁻¹). En cuanto al factor “mes”, se obtuvo un incremento significativo en noviembre Vs. octubre ($p = 0.040$) (Tabla 3). Respecto a las otras variables hormonales, sólo se correlacionó negativamente con la RTTC ($r = -0.793$). Respecto a las variables emocionales, no se obtuvieron correlaciones superiores a 0.7 (Tabla 4).

La variación de C presentó un valor medio de -0.6 ± 18.0 % a lo largo de la temporada (rango: -40.3 - 52.4 %), no observándose diferencias significativas en el factor “mes”, aunque el incremento en noviembre Vs. octubre se acercó mucho a la significación ($p = 0.055$) (Tabla 3). Respecto a las otras variables hormonales, sólo se correlacionó negativamente con la

variación de RTTC ($r=-0.733$). Respecto a las variables emocionales, no se obtuvieron correlaciones superiores a 0.7 (Tabla 4).

La RTTC presentó un valor medio de 43.7 ± 14.5 a lo largo de la temporada (rango: 19.7 - 82.3), no observándose diferencias significativas en el factor “mes”. Respecto a las otras variables hormonales, se correlacionó positivamente con la TT ($r=0.771$) y negativamente con el C ($r=-0.793$) (Tabla 3). Respecto a las variables emocionales, no se obtuvieron correlaciones superiores a 0.7 (Tabla 4).

Por último, la variación de RTTC presentó un valor medio de 10.8 ± 25.9 % a lo largo de la temporada (rango: -48.9 - 84.4 %), no observándose diferencias significativas en el factor “mes” (Tabla 3). Respecto a las otras variables hormonales, se correlacionó positivamente con la variación de TT ($r=0.712$) y negativamente con la variación de C ($r=0.733$). Respecto a las variables emocionales, no se obtuvieron correlaciones superiores a 0.7 (Tabla 4).

Por otro lado, en el recuento de jugadores que presentaban variaciones de RTTC inferiores al 0 %, se observó al menos un jugador en cada extracción (excepto en la 1ª, basal), siendo la 4ª (noviembre) y la 7ª (abril) las que más jugadores presentaron, 4 (40 %). A partir de la 4ª extracción (noviembre) siempre hubo algún jugador con valores inferiores a -30 %, siendo la 7ª (abril) la que más presentó, 2 (20 %) (Tabla 3).

Tabla 2. Media y desviación estándar de las sub-escalas del cuestionario POMS.

Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA				
	Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Feb	Abr
Fecha	12-8-10	13-9-10	5-10-10	16-11-10	14-12-10	14-2-11	5-4-11
Microciclo	1	5	8	14	19	27	34
Análítica	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
Tensión	4.3 ± 3.5	0.5 ± 2.3	3.9 ± 4.3	3.9 ± 3.2	3.7 ± 4.2	3.0 ± 5.8	3.5 ± 5.0
Depresión	4.8 ± 6.9	2.3 ± 2.4	5.7 ± 7.3	4.4 ± 3.9	5.3 ± 7.0	5.6 ± 8.1	5.0 ± 8.6
Agresividad	5.1 ± 4.3	4.7 ± 2.5	7.0 ± 3.7	5.0 ± 1.8	6.4 ± 6.3	5.8 ± 6.9	8.5 ± 8.4
Vigor	18.7 ± 4.5	15.7 ± 5.9	14.1 ± 4.5	14.8 ± 5.6	15.1 ± 6.2	16.4 ± 6.8	14.9 ± 5.4
Fatiga	5.4 ± 4.3	3.4 ± 3.3	4.2 ± 2.0	3.5 ± 1.4	4.2 ± 2.7	1.8 ± 2.3	4.1 ± 3.8
Confusión	1.7 ± 3.0	-0.5 ± 1.7	0.9 ± 3.0	0.7 ± 2.6	1.3 ± 3.7	-0.1 ± 3.6	0.7 ± 2.2
Puntuación Total	102.7 ± 21.0	94.7 ± 7.6	107.6 ± 19.4	102.7 ± 12.2	105.8 ± 18.7	99.6 ± 26.2	106.9 ± 23.8

Tabla 3. Media, desviación estándar y significación del % de variación y de la concentración. hormonal

Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA				
	Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Feb	Abr
Fecha	12-8-10	13-9-10	5-10-10	16-11-10	14-12-10	14-2-11	5-4-11
Microciclo	1	5	8	14	19	27	34
Análítica	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
TT (nMol/l)	20.7 ± 4	23.5 ± 4 ^a	21.2 ± 4.3	22.1 ± 4.5	22.3 ± 5.2	22.4 ± 4.7	21.2 ± 5.6
VarTT (%)	0	14.1 ± 11.1	3.7 ± 18.2	8.5 ± 18.4	9.1 ± 21.5	10.1 ± 22.8	2.9 ± 17.5
C (µMol/l)	0.541 ± 0.114	0.507 ± 0.108	0.468 ± 0.085	0.562 ± 0.085 ^b	0.514 ± 0.120	0.540 ± 0.121	0.576 ± 0.088
VarC (%)	0	-4.5 ± 19.7	-12.3 ± 11.7	6.0 ± 16.7	-4.5 ± 19.5	1.0 ± 17.5	9.8 ± 25.1
Ratio TT/C	40.6 ± 14.3	49.0 ± 16.5	46.6 ± 12.2	40.87 ± 12.9	47.3 ± 19.3	43.3 ± 12.0	38.2 ± 14.2
VarRTTC (%)	0	23.9 ± 31.2	18.9 ± 19.9	4.9 ± 24.8	18.0 ± 30.7	12.0 ± 29.5	-2.0 ± 26.2
Número de jugadores con VarRTTC inferior a 0%							
VarRTTC < 0% [n(%)]	0	1 (10%)	2 (20%)	4 (40%)	2 (20%)	3 (30%)	4 (40%)
VarRTTC < -30% [n(%)]	0	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	2 (20%)

TT: testosterona total; C: cortisol; RTTC: ratio TT-C; Var: % de variación. Diferencia significativa: ^a (Vs. Ago), ^b (Vs. Oct)

Tabla 4. Correlaciones y Varianza común entre variables.

		C	RTTC	varTT	varC	varRTTC	PTT	Ten	Dep	Agr	Vig	Fat	Con
TT	<i>Pearson (r)</i>	-0.306	0.771	0.459	-0.104	0.385	-0.037	0.029	0.027	-0.048	0.065	-0.203	0.082
	<i>Sig. (p)</i>	0.010 *	0.000 *	0.000 *	0.392	0.001 *	0.766	0.813	0.830	0.700	0.604	0.100	0.510
	<i>Var. Común</i>	9.4 %	59.5 %	21.1 %	1.1 %	14.9 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	0.2 %	0.4 %	4.1 %	0.7 %
C	<i>Pearson (r)</i>		-0.793	0.113	0.404	-0.245	-0.219	-0.192	-0.140	-0.101	0.079	-0.191	-0.303
	<i>Sig. (p)</i>		0.000 *	0.352	0.001 *	0.041 *	0.075	0.119	0.258	0.414	0.523	0.121	0.013 *
	<i>Var. Común</i>		62.9 %	1.3 %	16.3 %	6.0 %	4.8 %	3.7 %	2.0 %	1.0 %	0.6 %	3.7 %	9.2 %
RTTC	<i>Pearson (r)</i>			0.162	-0.353	0.383	0.095	0.121	0.101	0.038	0.023	-0.023	0.219
	<i>Sig. (p)</i>			0.180	0.003 *	0.001 *	0.447	0.330	0.416	0.762	0.856	0.851	0.075
	<i>Var. Común</i>			2.6 %	12.5 %	14.7 %	0.9 %	1.5 %	1.0 %	0.1 %	0.1 %	0.1 %	4.8 %
varTT	<i>Pearson (r)</i>				-0.106	0.712	-0.260	-0.320	-0.209	-0.205	-0.033	-0.144	-0.311
	<i>Sig. (p)</i>				0.380	0.000 *	0.034 *	0.008 *	0.090	0.095	0.791	0.244	0.010 *
	<i>Var. Común</i>				1.1 %	50.8 %	6.8 %	10.3 %	4.4 %	4.2 %	0.1 %	2.1 %	9.7 %
varC	<i>Pearson (r)</i>					-0.733	0.317	0.318	0.295	0.399	0.080	0.079	0.303
	<i>Sig. (p)</i>					0.000 *	0.009 *	0.009 *	0.016 *	0.001 *	0.518	0.524	0.013 *
	<i>Var. Común</i>					53.8 %	10.1 %	10.1 %	8.7 %	15.9 %	0.6 %	0.6 %	9.2 %
VarRTTC	<i>Pearson (r)</i>						-0.368	-0.423	-0.313	-0.364	-0.052	-0.135	-0.397
	<i>Sig. (p)</i>						0.002 *	0.000 *	0.010 *	0.002 *	0.674	0.276	0.001 *
	<i>Var. Común</i>						13.6 %	17.9 %	9.8 %	13.3 %	0.3 %	1.8 %	15.7 %
PTT	<i>Pearson (r)</i>							0.843	0.929	0.840	-0.193	0.478	0.844
	<i>Sig. (p)</i>							0.000 *	0.000 *	0.000 *	0.118	0.000 *	0.000 *
	<i>Var. Común</i>							71.1 %	86.4 %	70.6 %	3.7 %	22.8 %	71.3 %
Ten	<i>Pearson (r)</i>								0.803	0.786	0.158	0.353	0.787
	<i>Sig. (p)</i>								0.000 *	0.000 *	0.202	0.003 *	0.000 *
	<i>Var. Común</i>								64.4 %	61.7 %	2.5 %	12.4 %	61.9 %
Dep	<i>Pearson (r)</i>									0.827	-0.021	0.338	0.785
	<i>Sig. (p)</i>									0.000 *	0.863	0.005 *	0.000 *
	<i>Var. Común</i>									68.4 %	0.0 %	11.4 %	61.6 %
Agr	<i>Pearson (r)</i>										0.184	0.382	0.647
	<i>Sig. (p)</i>										0.135	0.001 *	0.000 *
	<i>Var. Común</i>										3.4 %	14.6 %	41.8 %
Vig	<i>Pearson (r)</i>											0.157	-0.011
	<i>Sig. (p)</i>											0.205	0.931
	<i>Var. Común</i>											2.5 %	0.0 %
Fat	<i>Pearson (r)</i>												0.417
	<i>Sig. (p)</i>												0.000 *
	<i>Var. Común</i>												17.4 %

TT: testosterona total; C: cortisol; RTTC: ratio TT-C; varTT: variación de TT; varC: variación de C; varRTTC: variación de TT-C; PTT: puntuación total (POMS); Ten: tensión; Dep: depresión; Agr: agresividad; Vig: vigor; Fat: fatiga; Con: confusión; Sig.: significación (p); r: coeficiente de Pearson; Var. Común: varianza común ($r^2 \cdot 100$); (*): $p < 0.05$.

Discusión

Distintas investigaciones concluyen que las alteraciones en el estado de ánimo se asocian a cambios cardiovasculares, enzimáticos y endocrino-hormonales (Bonete, 2003; González-Bono, Salvador, Ricarte, Serrano y Arnedo, 2000; González-Bono, Salvador, Serrano, Moya-Albiol y Martínez-Sanchis, 2002b; González-Bono y col., 1999). Los parámetros psicológicos del deportista pueden ser indicadores sensibles al estrés provocado por el aumento de las cargas de entrenamiento (Bresciani y col., 2011). El cuestionario *Profile of Mood States* (POMS) ha sido empleado en el seguimiento psicológico del sobreentrenamiento y la fatiga (Filaire, Bernain, Sagnol y G., 2001; Fry y col., 1994; Morgan y col., 1987; Suay, Ricarte y Salvador, 1998). Dentro de las 7 sub-escalas que proporciona este cuestionario (“vigor”, “fatiga”, “depresión”, “agresividad”, “tensión”, “confusión” y “puntuación total”), algunos estudios consideran la sub-escala “fatiga” como un buen predictor de sobreentrenamiento (Morgan, Costill, Flynn, Raglin y O'Connor, 1988) e incluso consideran que presenta mejor relación con el volumen de entrenamiento que la sub-escala “puntuación total” (Pierce, 2002). Otros estudios han hallado relación entre la sub-escala “confusión” y el rendimiento en nadadores (Hooper, Mackinnon y Howard, 1999). También en nadadores, se ha hallado una relación negativa entre las sub-escalas “agresividad” y “vigor” y el volumen de entrenamiento (Pierce, 2002). Por otro lado, en el seguimiento de una temporada completa en jugadores de balonmano, sólo se observan cambios significativos en las sub-escalas “agresividad” y “vigor” (Bresciani y col., 2010).

Los resultados obtenidos en el presente estudio no muestran diferencias significativas en ninguna sub-escala a lo largo de la temporada. Estos datos no coincidirían con nuestra hipótesis inicial, ni con los resultados de Hoffman y col. (1999), que desarrolló un estudio en jugadores de baloncesto israelíes a lo largo de una temporada y consideró que la sub-escala “vigor” podría relacionarse con el rendimiento del equipo (Hoffman, Bar-Eli y Tenenbaum, 1999). De los estudios del grupo de González-Bono y col., con jugadores de baloncesto que compiten en la liga EBA, extraemos que el resultado del partido tiene efectos significativos, entre otros aspectos, en el estado de ánimo (POMS) (González-Bono y col., 1999). En otro estudio del mismo grupo, se concluye que el estado de ánimo no se ve afectado por el volumen de entrenamiento, pues en dos equipos con diferentes volúmenes se obtuvieron adaptaciones psicológicas similares (González-Bono, Salvador, Serrano, Moya-Albiol y Martínez-Sanchis, 2002a; González-Bono y col., 2002b). Nuestra discrepancia de resultados con los estudios anteriormente citados, podría explicarse por el protocolo seguido en el presente estudio. El cuestionario se respondió en el momento de extracción de sangre, siempre tras haber descansado entre 24 y 36 horas después del último partido. Si consideramos la conclusión de Purge y col. (2006), que afirma que el POMS refleja principalmente el estado actual del deportista y no el efecto acumulado del entrenamiento, podría explicarse la poca variabilidad en todas las sub-escalas obtenidas en nuestro estudio. En esta misma línea, Mäestu y col. (2005) emplearon el POMS para controlar el estado de ánimo en remeros, concluyendo que el cuestionario reflejaba el estrés relacionado con el comportamiento, pero que podría no ser adecuado para evaluar el estado de recuperación del deportista (Mäestu, Jürimäe y Jürimäe, 2005). Estos resultados, nos hacen considerar el cuestionario POMS inapropiado para conocer el estado de fatiga o recuperación del equipo, pero podría ser de gran utilidad para conocer el estrés emocional a nivel individual, permitiéndonos con ello una interpretación multifactorial del estado del jugador (Bresciani y col., 2011; Hooper y col., 1999; Meeusen y col., 2006; Purge, 2006).

En el análisis de la relación entre las variables de estado de ánimo y las variables hormonales (Tabla 4), en primer lugar destacar que todas las relaciones significativas obtenidas presentan

coeficientes de correlación y varianzas comunes bajas, indicándonos relaciones eficaces pero débiles (Etxeberria, 2007). Dicho esto, en cuanto a la concentración hormonal y el estado de ánimo (21 posibles relaciones) sólo el C presenta alguna correlación estadísticamente significativa (1 de 21 posibles, 4.8 %), en este caso negativa, con la sub-escala “confusión”. Por otro lado, en la variación hormonal encontramos 13 relaciones (13 de 21 posibles, 61.9 %). La variación de TT se correlaciona negativamente con la “puntuación total”, la “tensión” y la “confusión”. Estos datos se opondrían a la hipótesis de que la testosterona se relaciona positivamente con la agresividad y el estado de ánimo negativo (Carré, McCormick y Hariri, 2011; Von Der Phalen, Sarkola, Seppae y Eriksson, 2002), coincidiendo con los resultados de González-Bono y col. (1999). La variación de C se correlaciona positivamente con la “puntuación total”, la “tensión”, la “confusión”, la “depresión” y la “agresividad”, coincidiendo con la hipótesis de que el C presenta una relación positiva con el estrés psicológico (Fukuda y Morimoto, 2001). En síntesis, la TT y la RTTC se relacionan negativamente con estados de ánimo negativos y el C lo hace positivamente.

Del mismo modo, es interesante destacar que las dos sub-escalas más estudiadas “vigor” y “fatiga” (Bonete, 2003), que hipotéticamente deberían relacionarse de algún modo con la TT (Salvador, Suay, Gonzalez-Bono y Serrano, 2003), el C (Bonete, 2003; González-Bono y col., 1999) o la RTTC (Urhausen y Kindermann, 2002), no presentan ninguna relación con dichas variables. Esta discrepancia podría deberse o al tamaño de la muestra (Etxeberria, 2007) o a la inexistencia de relación. Como nota Cohen (1988), en la investigación sobre personalidad, psicología clínica, estado emocional etc., es normal encontrar diferencias (o correlaciones) pequeñas, en parte, por los problemas de validez en los instrumentos utilizados y en buena parte también por la complejidad de las situaciones, interacción entre variables, etc. Nuestros resultados confirman una parte de la tesis del Dr. Bonete (2003), donde se concluye que la sub-escala “vigor” no se muestra sensible a la variación de las cargas de entrenamiento en corredores de larga distancia. No obstante, el mismo autor propone la sub-escala “fatiga” como indicador del impacto de entrenamiento, hecho que no se confirma en la presente investigación. Consideramos que dicha divergencia podría deberse al tipo de actividad física, no siendo comparable un deporte de prestación como la carrera de larga distancia con un deporte colectivo como el baloncesto. Nuestra conclusión respecto al cuestionario POMS coincidiría con la afirmación de Mäestu y col. (2005), que lo considera una herramienta poco adecuada para evaluar el estado de recuperación del deportista, pero válida para orientarnos sobre el nivel de estrés del jugador.

Por último, la variación de C y la variación de RTTC son las variables hormonales que mejor se relacionan con las variables de estado de ánimo (5 de 7 posibilidades, 71.4 %, cada una). Mientras que la variación de TT presenta 3 de 7 relaciones posibles (42.9 %). Estos datos nos hacen considerar el porcentaje de variación, como mejor indicador del estrés emocional. Hecho reafirmado por la hipótesis de que el porcentaje de variación es más representativo de la respuesta fisiológica que el valor absoluto de la concentración hormonal (Banfi y Dolci, 2006; Hackney y Viru, 2008).

Por otro lado, en el análisis del comportamiento hormonal a lo largo de la temporada deportiva, en la bibliografía consultada encontramos algunas publicaciones que han estudiado la variación hormonal en relación al período estacional. En el caso de la testosterona, Svartberg y col. (2003) y Meriggiola y col. (1996), y en el caso del cortisol, Duclos y col. (2007) y Gouarné y col. (2005), encuentran diferencias estacionales significativas de estas hormonas, relacionándolas con la temperatura y las horas de luz solar. No obstante, la variación hormonal estacional está aún en proceso de estudio y presenta cierta controversia (Svartberg, Jorde, Sundsfjord, Bonaa y Barrett-Connor, 2003). En la presente investigación,

los valores obtenidos de TT y C no siguen las variaciones descritas por dichos estudios, a pesar de mantenerse dentro del rango normal durante todo el estudio (TT, 10.5–42.0 nMol•L⁻¹ y C_(por la mañana), 0.166–0.635 μMol•L⁻¹, según la *US National Library of Medicine*). Siguiendo el razonamiento de publicaciones anteriores (Schelling, Calleja-González y Terrados, 2010; Schelling, Calleja-González y Terrados, 2011c), dicha alteración nos hace pensar que el efecto de la temporada deportiva (entrenamientos, competición, estrés, fatiga, etc.) podría ser el factor perturbador (Viru y Viru, 2001).

En cuanto a la testosterona, estudios previos señalan que debería presentar sus valores más altos en verano (Meriggiola, Noonan, Paulsen y Bremner, 1996), no obstante, nuestros resultados muestran dichos valores en septiembre (otoño) y los más bajos en agosto (verano). A nivel estadístico, la concentración de TT presenta cambios significativos durante la temporada, haciéndonos reflexionar sobre las posibles relaciones entre estos resultados y las cargas de trabajo a las que se someten los jugadores (Fry, Morton y Keast, 1991; Hough, Papacosta, Wraith y Gleeson, 2011; Seidman y col., 1990; Tanskanen y col., 2011). La testosterona ha sido propuesta por algunos autores como un indicador de fatiga, o del proceso de recuperación, dada su relación con los procesos anabólicos (Maso, Lac, Filaire, Michaux y Robert, 2004). Niveles bajos de esta hormona podrían interpretarse como el resultado de la acumulación de fatiga (Hoffman, Epstein y col., 1999; Houmard y col., 1990) y altos o normales como el resultado de una recuperación óptima (Häkkinen, Pakarinen, Alén, Kauhanen y Komi, 1988). A diferencia del estudio que llevamos a cabo durante la temporada 2007-2008, también con un equipo profesional de baloncesto de la Liga ACB (Schelling y col., 2010; Schelling y col., 2011c), la variación de TT no presenta cambios significativos a lo largo de la investigación. No obstante, el aumento de la concentración de TT obtenido en la segunda analítica (septiembre), que representa el final de la fase de carga de la pretemporada y que se realizó tras dos días de descanso, estaría de acuerdo con las respuestas de la TT tras una fase de afinamiento o puesta a punto. En la revisión de Mújika y col. (2004), sobre las respuestas hormonales en la puesta a punto de deportes individuales, se concluye que dicho incremento se relaciona con una mejora en la respuesta pituitaria en la fase previa (entrenamiento intenso), provocando un efecto positivo en la actividad anabólico-androgénica durante la puesta a punto subsiguiente, caracterizada por la reducción de los niveles de estrés fisiológico (Busso y col., 1992; Mujika, Chatard, Padilla, Guezennec y Geysant, 1996; Mujika, Padilla, Pyne y Busso, 2004). En el presente estudio, se realizó un descanso de 2 días después de 4 semanas de entrenamiento intenso, obteniendo la respuesta hormonal descrita por estos autores. Además, a pesar de no ser estadísticamente significativo, los valores medios de concentración de TT tienden a mantenerse superiores a los iniciales a lo largo de toda la temporada. Dichos resultados no coinciden con los de Martínez y col. (2010), quienes estudiaron un equipo de baloncesto que también disputaba la Liga ACB, y donde la TT presentó valores significativamente superiores en marzo y abril comparados con octubre. Estas discrepancias podrían explicarse por las diferencias entre las planificaciones de los equipos estudiados: el grupo de Martínez y col., además de participar en una competición internacional inter-semanalmente, participó en los *play-offs* en mayo y junio, pudiendo presentar entonces las respuestas a una fase de afinamiento, mientras que nuestra muestra finalizó la temporada el 15 de mayo, con el objetivo deportivo conseguido y sin conseguir la clasificación para los *play-off*. Por otro lado, en cuanto a los procedimientos, es importante destacar que en el estudio de Martínez y colaboradores, la primera muestra de sangre se llevó a cabo en octubre, cuando los entrenamientos habían empezado en agosto, y por lo que podrían presentar los cambios hormonales correspondientes a los meses de agosto y septiembre. De este modo, y atendiendo a la bibliografía anteriormente citada, los resultados de TT obtenidos podrían reflejar la buena recuperación tras un descanso adecuado y la óptima

asimilación del entrenamiento a nivel metabólico (Busso y col., 1992; Mujika y col., 1996; Mujika y col., 2004). Junto con otros indicadores (de rendimiento, emocionales, fisiológicos, etc.) (Meeusen y col., 2006), el control de la TT, podría ser útil para valorar el estado del jugador (Maso y col., 2004).

En cuanto al cortisol, algunos estudios indican que debería presentar sus valores más altos en otoño e invierno y los más bajos en primavera y verano (Duclos, Guinot y Le Bouc, 2007; Gouarné, Groussard, Gratas-Delamarche, Delamarche y Duclos, 2005). Contrariamente, en el presente estudio, el C presenta los valores más bajos en octubre (otoño) y los más altos en abril (primavera). Por otro lado, y coincidiendo con los resultados obtenidos por nuestro grupo durante la temporada 2007-2008 (Schelling y col., 2010; Schelling y col., 2011c), la variación de C no presenta cambios estadísticamente significativos. No obstante, la concentración de C muestra un incremento significativo en noviembre comparado con octubre ($+0.930 \mu\text{Mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $p=0.040$) y permanece elevado hasta final de temporada. Consideramos interesante destacar la situación competitiva del equipo el día de la extracción de octubre: tras 7 jornadas, presentaba un balance victorias-derrotas de 1-6 y era el último clasificado de la competición. Los resultados obtenidos coincidirían con la hipótesis de que el C aumenta con el incremento del volumen de entrenamiento y el estrés (Brownlee, Moore y Hackney, 2005; Duclos, Gouarne y Bonnemaïson, 2003; He, Tsai, Ko, Chang y Fang, 2010; Tanskanen y col., 2011; Viru y Viru, 2001); y apoyarían los datos aportados por He y col. (2010), quienes estudiaron la evolución del C a lo largo de 7 semanas de competición de baloncesto, obteniendo incrementos de dicha hormona en relación al volumen y a la intensidad del entrenamiento. En este sentido, González-Bono y col. (2002 a y b) también obtuvieron un incremento del C relacionándolo con el aumento del volumen de trabajo en jugadores de baloncesto. Finalmente, Argus y col. (2009) presentan resultados muy similares durante 13 semanas de competición de rugby, donde el C también incrementó de forma significativa (Argus, Gill, Keogh, Hopkins y Beaven, 2009). No obstante, nuestra investigación contradice lo publicado por Hoffman y col. (1999), que estudiaron una concentración del equipo nacional de Israel en verano, obteniendo un aumento de C a pesar de reducir el volumen de entrenamiento. Las conclusiones de Hoffman y col. podrían deberse a un estado de sobreentrenamiento o de recuperación incompleta por parte de los sujetos, quienes venían de sus respectivos equipos, con posibles alteraciones del eje hipotálamo-hipofiso-adrenal (Urhausen, Gabriel y Kindermann, 1995), conclusión a la que llega el propio autor (Hoffman, Epstein y col., 1999). Nuestros resultados, tampoco coincidirían con los reportados por Martínez y col. (2010), donde se obtuvo valores significativamente más bajos de C en abril respecto a octubre. Como ya se ha comentado en la discusión sobre las diferencias obtenidas en el estudio de Martínez y col. respecto a la TT, las discrepancias en el C podrían deberse a los mismos motivos: la planificación o el procedimiento del estudio.

En cuanto a la ratio TT-C (RTTC), ha sido propuesta por diversos autores como indicador potencial de la carga de entrenamiento (Adlercreutz y col., 1986), incluso en sujetos sometidos a cargas psico-físicas extremas (Tanskanen y col., 2011), pudiendo ser una herramienta útil para intervenir en su planificación antes de que se produzcan alteraciones fisio-patológicas en los deportistas (Martínez y col., 2010; Urhausen y col., 1995; Vervoorn y col., 1992). Los resultados obtenidos en nuestro estudio no confirman estas afirmaciones, puesto que no presentan cambios significativos a lo largo del mismo. Kraemer y col. (2009), en un estudio con jugadores de fútbol americano, justifica la inexistencia de cambios significativos en el balance anabólico-catabólico porque un alto nivel de condición física puede mantener más estables los indicadores hormonales anabólicos y catabólicos (Kraemer y col., 2009). Estos datos aún deben ser contrastados en baloncesto. No obstante, querríamos destacar el decremento de la RTTC que obtenemos al finalizar la temporada ($-2 \% \pm 26.2 \%$).

Este descenso, aunque no estadísticamente significativo, coincidiría con los resultados presentados por Handziski y col. (2006) en jugadores de fútbol o con los publicados por Argus y col. (2009), con jugadores de rugby, pudiendo reflejar la fatiga acumulada a lo largo de toda de la temporada. A pesar de obtener decrementos individuales superiores al -30 % (especialmente en abril), no podemos afirmar que reflejen necesariamente un estado de sobreentrenamiento, como propuso en su día Adlercreutz y col. (1986), ni que conlleven reducción del rendimiento (Banfi y Dolci, 2006; Filaire y col., 2001; Gorostiaga y col., 2004; Hoogeveen y Zonderland, 1996); consideramos este criterio demasiado amplio (Banfi y Dolci, 2006), pues se han observado jugadores con dichos valores de RTTC compitiendo a gran nivel. Esto podría explicarse porque el rendimiento es multifactorial (Bompa, 2009) y el estado metabólico no siempre es el factor limitante en esta disciplina deportiva (Seirul-lo, 1987, 2009), a diferencia de la mayoría de deportes individuales. Para confirmar un estado de sobreentrenamiento deberíamos disponer de varios indicadores: de rendimiento, emocionales, fisiológicos, etc. (Coutts, Reaburn, Piva y Rowsell, 2007; Filaire y col., 2001; Hoffman, Epstein y col., 1999). No obstante, y como sugieren algunos autores, podríamos interpretar este decremento de la RTTC como una recuperación incompleta temporal (Banfi y Dolci, 2006; Vervoorn y col., 1991), cuyos efectos podrían conllevar una alteración del eje hipotálamo-hipofiso-adrenal (Urhausen y col., 1995). Por otro lado, consideramos que la interpretación de estos parámetros (TT, C y RTTC) debe hacerse de forma individual y no para estimar el estado general del equipo mediante el promedio de los valores individuales (Banfi y Dolci, 2006; Filaire y col., 2001; Moreira, Arsati, de Oliveira Lima Arsati, da Silva y de Araújo, 2009), pues, como se observa en los resultados de este estudio, el grado de dispersión es importante y se obtienen cambios intraindividuales muy grandes entre jugadores (Filaire y col., 2001).

En el análisis correlacional, como era lógico esperar y coincidiendo con los resultados de Martínez y col. (2010) (Martínez y col., 2010), la RTTC se relaciona positivamente con la TT ($r=0.771$) y negativamente con el C ($r=-0.793$): este índice es el cociente de ambas hormonas y su valor depende directamente de sus valores. Lo que es interesante en este punto es que el C explica mejor la variación de RTTC que la TT, mostrando en este caso una varianza común del 62.9 %, superior al 59.5 % obtenido en la TT. Este punto podría indicarnos que la índice RTTC depende en mayor medida del marcador catabólico o de estrés (el cortisol) que del anabólico (la testosterona).

A la vista de los resultados obtenidos en el presente estudio, en futuras investigaciones deben considerarse otras herramientas para la evaluación del estado emocional, como el *State-Trait Anxiety Inventory* (STAI), del nivel de fatiga, como el *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes* (REST-Q), y estudiar su relación con marcadores endocrinos, con el objetivo de encontrar relaciones que permitan anticiparse a estados de fatiga o psicológicos perjudiciales para el deportista.

Conclusiones

Según los datos obtenidos en el presente estudio, los factores emocionales, evaluados mediante el cuestionario POMS (Profile of Mood State) no han influenciado significativamente en la testosterona total, el cortisol y la ratio testosterona total-cortisol 24-36 hs después de la competición. Consideramos el POMS una herramienta poco adecuada para evaluar el estado de recuperación del deportista, pero muy válida para controlar el nivel de estrés emocional del jugador, que es otro modulador hormonal.

El cortisol y la ratio testosterona total-cortisol, además de ser las variables hormonales que mejor se relacionan con las variables emocionales, presentan una relación positiva (aunque débil) con el estrés psicológico.

Los valores más bajos de testosterona total y los más altos de cortisol se encuentran al final de la temporada. De la misma manera, la frecuencia de jugadores con valores superiores a -30% en el porcentaje de variación de ratio testosterona total-cortisol aumenta a medida que avanza la temporada, siendo en el último tercio de la misma donde más encontramos.

Parece ser que el porcentaje de variación hormonal es más representativo de la respuesta fisiológica que el valor absoluto de concentración, sobre todo en lo referente a estado emocional.

En futuras investigaciones deben considerarse otras herramientas para la evaluación del estado emocional, como el *State-Trait Anxiety Inventory* (STAI), y del nivel de fatiga, como el *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes* (REST-Q).

Referencias

- Adlercreutz, H.; Harkonen, M.; Kuoppasalmi, K.; Naveri, H.; Huhtamieni, H.; Tikkanen, H., et al. (1986). Effect training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their responses during physical exercise. *Int J Sports Med*, 7, 27-28
- Alvero, J.; Cabañas, M.; Herrero, A.; Martínez, L.; Moreno, C.; Porta, J., et al. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte*, XXVI(131), 166-179
- Arce, C.; Andrade, E.M., y Seoane, G. (2000). Problemas semánticos en la adaptación del POMS al castellano. *Psicothema*, 12 Supl.(2), 47-51
- Argus, C.; Gill, N.; Keogh, J.; Hopkins, W., & Beaven, C. (2009). Changes in strength, power, and steroid hormones during a professional rugby union competition. *J Strength Cond Res*, 23(5), 1583-1592
- Banfi, G., & Dolci, A. (2006). Free testosterone/cortisol ratio in soccer: usefulness of a categorization of values. *J Sports Med Phys Fit*, 46(4), 611-616
- Banfi, G.; Marinelli, M.; Roi, G.S., & Agape, V. (1993). Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a season of elite speed skating athletes. *Int J Sports Med*, 14, 373-379
- Bompa, T. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bonete, E. (2003). *Efectos de un período de sobreentrenamiento sobre indicadores subjetivos y hormonales*. Unpublished Tesis doctoral, Universitat de València, Valencia.
- Bresciani, G.; Cuevas, M. J.; Garatachea, N.; Molinero, O.; Almar, M.; De Paz, J.A., et al. (2010). Monitoring biological and psychological measures throughout an entire season in male handball players. *Eur J Sports Sci*, 10(6), 377-384
- Bresciani, G.; Cuevas, M.J.; Molinero, O.; Almar, M.; Suay, F.; Salvador, A., et al. (2011). Signs of overload after an intensified training. *Int J Sports Med*, 32(5), 338-343
- Brownlee, K.K.; Moore, A.W., & Hackney, A.C. (2005). Relationship between circulating cortisol and testosterone: influence of physical exercise. *J Sport Sci Med*, 4, 76-83

- Buchheit, M.; Bishop, D.; Haydar, B.; Nakamura, F.Y., & Ahmaid, S. (2010). Physiological responses to shuttle Repeated-Sprint running. *Int J Sports Med*, 31, 402-409
- Busso, T.; Hakkinen, K.; Pakarinen, A.; Kauhanen, H.; Komi, P., & Lacour, J. (1992). Hormonal adaptations and modelled responses in elite weightlifters during 6 weeks of training. *Eur J Appl Physiol*, 64, 381-386
- Carré, J.M.; McCormick, C.M., & Hariri, A.R. (2011). The social neuroendocrinology of human aggression. *Psychoneuroendocrinology*, 36(7), 935-944
- Clarke, D., & Clarke, H. (1970). *Research Processes in Physical Education, Recreation and Health*. Prentice-Hall, NJ: Engelwood Cliff's.
- Coutts, A.; Reaburn, P.; Piva, T., & Rowsell, G. (2007). Monitoring for overreaching in rugby league players. *Eur J Appl Physiol*, 99(3), 313-324
- Crewther, B.T.; Cook, C.; Cardinale, M.; Weatherby, R.P., & Lowe, T. (2011). Two Emerging Concepts for Elite Athletes: The Short-Term Effects of Testosterone and Cortisol on the Neuromuscular System and the Dose-Response Training Role of these Endogenous Hormones. *Sports Med*, 41(2), 103-123
- Cunniffe, B.; Hore, A.; Whitcombe, D.; Jones, K.; Baker, J., & Davies, B. (2010). Time course of changes in immunoendocrine markers following an international rugby game. *Eur J Appl Physiol*, 108(1), 113-122
- Daniels, S.R.; Khoury, P.R., & Morrison, J.A. (1997). The Utility of Body Mass Index as a Measure of Body Fatness in Children and Adolescents: Differences by Race and Gender. *Pediatrics*, 99(6), 804-807
- Duclos, M.; Gouarne, C., & Bonnemaïson, D. (2003). Acute and chronic effects of exercise on tissue sensitivity to glucocorticoids. *J Appl Physiol*, 94, 869-875
- Duclos, M.; Guinot, M., & Le Bouc, Y. (2007). Cortisol and GH: odd and controversial ideas. *Appl Physiol Nutr Metab*, 32(5), 895-903
- Etcheberria, J. (2007). *Regresión múltiple* (2ª ed. Vol. 4). Madrid: La Muralla.
- Faulkner, J. A. (1968). Physiology of swimming and diving. In H. Falls (Ed.), *Exercise Physiology*. Baltimore: Academic Press.
- Filaire, E.; Bernain, X.; Sagnol, M., & G., L. (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone:cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *Eur J Appl Physiol*, 86(2), 179-184
- Fry, A.; Grove, J.; Morton, A.; Zeroni, P.; Gauderi, S., & Keast, D. (1994). Psychological and immunological correlates of acute overtraining. *Br J Sports Med*, 28(4), 241-246
- Fry, R.; Morton, A., & Keast, D. (1991). Overtraining in athletes. An update. *Sports Med.*, 12(1), 32-65
- Fukuda, S., & Morimoto, K. (2001). Lifestyle, Stress and Cortisol Response: Review II. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 6, 15-21
- González-Bono, E.; Salvador, A.; Ricarte, J.; Serrano, M.A., & Arnedo, M. (2000). Testosterone and attribution of successful competition. *Aggressive Behav*, 26(3), 235-240
- González-Bono, E.; Salvador, A.; Serrano, M.A.; Moya-Albiol, L., & Martínez-Sanchis, S. (2002a). Effects of Training Volume on Hormones and Mood in Basketball Players. *Int J Stress Management*, 9(4), 263-273
- González-Bono, E.; Salvador, A.; Serrano, M.A.; Moya-Albiol, L., & Martínez-Sanchis, S. (2002b). Salivary testosterone and cortisol responses to cycle ergometry in basketball players with different training volume. *J Psychophysiol*, 16(3), 158-161

- González-Bono, E.; Salvador, A.; Serrano, M.A., & Ricarte, J. (1999). Testosterone, Cortisol, and Mood in a Sports Team Competition. *Horm Behav*, 35(1), 55-62
- Gorostiaga, E.M.; Izquierdo, M.; Ruesta, M.; Iribarren, J.; González-Badillo, J. J., & Ibáñez, J. (2004). Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 91(5), 698-707
- Gouarné, C.; Groussard, C.; Gratas-Delamarche, A.; Delamarche, P., & Duclos, M. (2005). Overnight urinary cortisol and cortisone add new insights into adaptation to training. *Med Sci Sports Exerc*, 37(7), 1157-1167.
- Hackney, A., & Viru, A. (2008). Research methodology: endocrinologic measurements in exercise science and sports medicine. *J Athl Train.*, 43(6), 631-639
- Häkkinen, K.; Pakarinen, A.; Alén, M.; Kauhanen, H., & Komi, P.V. (1988). Daily hormonal and neuromuscular responses to intensive strength training in 1 week. *Int J Sports Med*, 9(6), 422-428
- Handziski, Z.; Maleska, V.; Petrovska, S.; Nikolik, S.; Mickoska, E.; Dalia, M., et al. (2006). The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratisl Lek Listy*, 107(6-7), 259-263
- Haus, E. (2007). Chronobiology in the endocrine system. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 59, 985-1014
- He, C.; Tsai, M.L.; Ko, M.H.; Chang, C.K., & Fang, S.H. (2010). Relationships among salivary immunoglobulin A, lactoferrin and cortisol in basketball players during a basketball season. *Eur J Appl Physiol*, 110(5), 989-995
- Hoffman, J.; Kang, J.; Ratamess, N., & Faigenbaum, A. (2005). Biochemical and hormonal responses during an intercollegiate football season. *Med Sci Sport Exerc*, 37(7), 1237-1241
- Hoffman, J.R.; Bar-Eli, M., & Tenenbaum, G. (1999). An examination of mood changes and performance in a professional basketball team. *J Sports Med Phys Fitness*, 39(1), 74-79
- Hoffman, J.R.; Epstein, S.; Yarom, Y.; Zigel, L., & Einbinder, M. (1999). Hormonal and biochemical changes in elite basketball players during a 4-week training camp. *J Strength Cond Res*, 13(3), 280-285
- Hoogeveen, A., & Zonderland, M. (1996). Relationships between testosterone, cortisol and performance in professional cyclists. *Int J Sports Med*, 17, 423-428
- Hooper, S.; Mackinnon, L.T., & Howard, A. (1999). Physiological and psychometric variables for monitoring recovery during tapering for major competition. *Med Sci Sport Exer*, 31(8), 1205-1210
- Hopkins, W.; Marshall, S.; Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*, 41, 3-13
- Hough, J. P.; Papacosta, E.; Wraith, E., & Gleeson, M. (2011). Plasma and salivary steroid hormone responses of men to high-intensity cycling and resistance exercise. *J Strength Cond Res*, 25(1), 23-31
- Houmard, J.A.; Costill, D.L.; Mitchell, J.B.; Park, S.H.; Fink, W.J., & Burns, J.M. (1990). Testosterone, cortisol, and creatine kinase levels in male distance runners during reduced training. *Int J Sports Med*, 11, 41-45
- Jaenes, J. C. (2000). *Estado emocional y conducta deportiva: Ansiedad competitiva en corredores de maratón.*, Universidad de Sevilla, Sevilla.

- Kraemer, W.; Spiering, B.A.; Volek, J.S.; Martin, G.J.; Howard, R.L.; Ratamess, N.A., et al. (2009). Recovery from a National Collegiate Athletic Association Division I football game: muscle damage and hormonal status. *J Strength Cond Res*, 23(1), 2–10
- Kraemer, W.J., & Ratamess, N.A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med.*, 35(4), 339-361
- Mäestu, J.; Jürimäe, J., & Jürimäe, T. (2005). Monitoring of performance and training in rowing. *Sport Med*, 35, 597-617
- Martínez, A.C.; Seco, J.; Tur, J.A.; Abecia, L.C.; Orella, E.E., & Biescas, A.P. (2010). Testosterone and Cortisol Changes in Professional Basketball Players Through a Season Competition. *J Strength Cond Res*, 24(4), 1102-1108
- Maso, F.; Lac, G.; Filaire, E.; Michaux, O., & Robert, A. (2004). Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items. *Brit J Sport Med*, 38(3), 260-263
- McNair, D.M.; Lorr, M., & Droppleman, L. F. (1992). *Manual for the Profile of Mood States (POMS), Revised*. San Diego: Educational and Industrial Testing Service.
- Meeusen, R.; Duclos, M.; Gleeson, M.; Rietjens, G.; Steinacker, J., & Urhausen, A. (2006). Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *Eur J Sports Sci*, 6(1), 1-14
- Meriggiola, M.; Noonan, E.; Paulsen, C., & Bremner, W. (1996). Annual patterns of luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, testosterone and inhibin in normal men. *Hum Reprod*, 11(2), 248-252
- Moore, C.A., & Fry, A.C. (2007). Nonfunctional overreaching during off-season training for skill position players in collegiate American football. *J Strength Cond Res.*, 21(3), 793-800
- Moreira, A.; Arsati, F.; de Oliveira Lima Arsati, Y.; da Silva, D., & de Araújo, V. (2009). Salivary cortisol in top-level professional soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106(1), 25-30
- Morgan, W.P.; Brown, D.R.; Raglin, J.S.; O'Connor, P.J., & Ellickson, K.A. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. *Brit J Sport Med*, 21(3), 107-114
- Morgan, W.P.; Costill, D.L.; Flynn, M.G.; Raglin, J.S., & O'Connor, P.J. (1988). Mood disturbance following increased training in swimmers. *Med Sci Sport Exer*, 20(4), 408-414
- Mujika, I. (2007). Thoughts and considerations for team-sports peaking. *USOC Olympic coach*, 18(4), 9-11
- Mujika, I.; Chatard, J.; Padilla, S.; Guezennec, C., & Geysant, A. (1996). Hormonal responses to training and it's tapering off in competitive swimmers: relationships with performance. *Eur J Appl Physiol*, 74, 361-366
- Mujika, I.; Padilla, S.; Pyne, D., & Busso, T. (2004). Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Med*, 34(13), 891-927
- Pierce, E.F. (2002). Relationship between training volume and mood state in competitive swimmers during a 24-week season. *Percept Mot Skills*, 94(3 Pt 1), 1009-1012
- Purge, P. (2006). *Performance, mood state and selected hormonal parameters during the rowing season in elite male rowers*. Unpublished Tesis doctoral, Tartu University, Tartu, Estonia.
- Rosner, W.; Auchus, R.J.; Azziz, R.; Sluss, P.M., & Raff, H. (2007). Utility, Limitations, and Pitfalls in Measuring Testosterone: An Endocrine Society Position Statement. *J Clin Endocrinol Metab*, 92(2), 405-413

- Salvador, A.; Suay, F.; Gonzalez-Bono, E., & Serrano, M.A. (2003). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28, 364-375
- Schelling, X.; Calleja-González, J., y Terrados, N. (2010). Variación de la ratio testosterona-cortisol en jugadores de élite de baloncesto. *Arch Med Deporte*, XXVII(135), 435-442
- Schelling, X.; Calleja-González, J., y Terrados, N. (2011a). Hormonas y baloncesto. Revisión (I). *Arch Med Deporte*, XXVIII(145), 266-274
- Schelling, X.; Calleja-González, J., y Terrados, N. (2011b). Hormonas y baloncesto. Revisión (II) *Arch Med Deporte*, XXVIII(146), 374-382
- Schelling, X.; Calleja-González, J., & Terrados, N. (2011c). Testosterone and cortisol with relation to training volume and playing time in professional spanish basketballers. *Med Sci Sport Exer*, 43(5 Suppl.)
- Seidman, D.; Dolev, E.; Deuster, P.; Burstein, R.; Arnon, R., & Epstein, Y. (1990). Androgenic response to long-term physical training in male subjects. *Int J Sports Med*, 11(6), 421-424
- Seirul-lo, F. (1987). Opción de planificación en los deportes de largo período de competiciones. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 1(3), 53-62
- Seirul-lo, F. (2009). Una línea de trabajo distinta. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, XXIII(4), 13-18
- Suay, F.; Ricarte, J., y Salvador, A. (1998). Indicadores psicológicos de sobreentrenamiento y agotamiento. *Rev Psicol Deporte*, 13, 7-25
- Svartberg, J.; Jorde, R.; Sundsfjord, J.; Bonna, K.H., & Barrett-Connor, E. (2003). Seasonal variation of testosterone and waist to hip ratio in men: the Tromsø study. *J Clin Endocrinol Metab*, 88(7), 3099-3104
- Tanskanen, M.; Kyröläinen, H.; Uusitalo, A.; Huovinen, J.; Nissilä, J.; Kinnunen, H., et al. (2011). Serum sex hormone-binding globulin and cortisol concentrations are associated with overreaching during strenuous military training. *J Strength Cond Res*, 25(3), 787-797
- Tremblay, M.S.; Copeland, J.L., & Van Helder, W. (2003). Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol*, 96(2), 531-539
- Urhausen, A.; Gabriel, H., & Kindermann, W. (1995). Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Med.*, 20(4), 251-276
- Urhausen, A., & Kindermann, W. (2002). Diagnosis of Overtraining: What Tools Do We Have? *Sports Med*, 32(2), 95-102
- Van Uytvanghe, K.; Stockl, D.; Kaufman, J.M.; Fiers, T.; Ross, H. A.; De Leenheer, A. P., et al. (2004). Evaluation of a candidate reference measurement procedure for serum free testosterone based on ultrafiltration and isotope dilution-gas chromatography-mass spectrometry. *Clin Chem*, 50(11), 2101-2110
- Vervoorn, C.; Quist, A.; Vermulst, L.; Erich; de Vries, W., & Thijssen, J. (1991). The behaviour of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. *Int J Sports Med*, 12, 257-263
- Vervoorn, C.; Vermulst, L.J.M.; Boelens-Quist, A.M.; Koppeschaar, H.P.F.; Erich, W.B. M.; Thijssen, J.H.H., et al. (1992). Seasonal changes in performance and free testosterone: cortisol ratio of elite female rowers. *Eur J Appl Physiol*, 64(1), 14-21

Viru, A.; Hackney, A.; Välja, E.; Karelson, K.; Janson, T., & Viru, M. (2001). Influence of prolonged continuous exercise on hormone responses to subsequent exercise in humans. *Eur J Appl Physiol*, 85(6), 578-585

Viru, A., & Viru, M. (2001). *Biochemical monitoring of sport training*. Champaign: Human Kinetics.

Von Der Phalen, B.; Sarkola, T.; Seppae, K., & Eriksson, P. (2002). Testosterone, 5 α pahdihydrotestosterone and cortisol in men with and without alcohol related aggression. *Journal of Studies on Alcohol*, 63, 518-526

Weinberg, R.S., & Gould, D. (1996). *Fundamentos de psicología del deporte y el ejercicio físico*. Barcelona: Ariel.