

## Cortisol y estrés-recuperación durante un periodo competitivo en jugadores de balonmano

Luis-Felipe Reynoso-Sánchez\*, José Raúl Hoyos Flores\*, Myriam García-Dávila\*, Adrián Geovanni Rosas Taraco\*\*, José Carlos Jaenes Sánchez\*\*\*, Jeanette M. López-Walle\*, Germán Hernández-Cruz\*

### CORTISOL AND RECOVERY-STRESS DURING A COMPETITIVE PERIOD IN HANDBALL PLAYERS

**KEYWORDS:** Anticipatory response, RESTQ-Sport, competition, team sports, hormones. The aim of the study was to analyze plasma cortisol levels and their relation with the perception of recovery-stress balance in handball players during a training and competition period. Fourteen handball players took part in the study during a major competition. Data were collected from six blood samples in order to measure cortisol, and from four applications of the RESTQ-Sport for stress-recovery balance assessment. Compared to pre-competition ( $243.81 \pm 36.46$  ng/mL), a significant decrease ( $p < .01$ ) in cortisol levels was observed in post-competition ( $162.22 \pm 69.83$  ng/mL). The RESTQ-Sport subscales general stress, emotional stress, fatigue, physical recovery, sleep quality, and disturbed breaks showed significant changes between pre and post-competition. Cortisol levels were found to have positive correlation with success subscale ( $\rho = .53; p < .05$ ), whilst negative with fitness/injury subscale ( $\rho = -.57; p < .05$ ). Our findings support the idea of an anticipatory cortisol response to competition. Moreover, they provide further evidence on the influence of training over recovery-stress perception, emphasizing the importance of the psychophysiological and hormonal monitoring in order to achieve optimal athletic performance.

En deportistas, el estrés tiende a presentarse en todo momento tanto física como psicológicamente. El primero surge entre otras circunstancias, por el impacto de las cargas de entrenamiento y las competiciones, así como un contacto físico excesivo; el segundo, está relacionado con la influencia de factores psicológicos como las expectativas de rendimiento deportivo, riesgo a lesionarse y exigencia en relaciones personales y sociales, además de los problemas del día a día del atleta (Fletcher, Hanton, Mellalieu y Neil, 2012; Reynoso-Sánchez et al., 2016).

El cortisol es uno de los principales glucocorticoides de la corteza adrenal del metabolismo proteico (Zeevaert y Boulosa, 2011), su influencia dentro del organismo se relaciona con el estímulo del catabolismo de las proteínas, además, tiene un efecto antiinflamatorio y participa en el incremento de la vasoconstricción causada por la adrenalina, preparando al cuerpo para cambios externos y adaptaciones como respuesta al estrés (Edwards y Kurlander, 2010; Guyton y Hall, 2011).

Los niveles de cortisol fluctúan a lo largo del día debido a la influencia de los ritmos circadianos, siendo por la mañana (8:00 horas) cuando alcanza los niveles más elevados entre 50 y 250 ng/dL (Chan y Debono, 2010; Maidana, Bruno y Mesch, 2013; Weitzman et al., 1971) y disminuyendo a lo largo del día entre un 60 y 92 % hasta alcanzar su menor nivel durante la noche (Hayes, Bickerstaff y Baker, 2010; Verner et al., 2010). Por otro lado, diversos autores señalan que las modificaciones

en los niveles de cortisol pueden estar relacionados con el estrés físico o el psicológico como la ansiedad y el estrés mental (Lautenbach, Laborde, Klämpf y Achtzehn, 2015; Obmiński, 2008). Además, pueden elevarse previo a un entrenamiento o competición como respuesta anticipatoria al estrés, preparando al organismo para afrontar dichas demandas (Lautenbach et al., 2015; Moreira, Mcguigan, Arruda, Freitas y Aoki, 2012). Por otro lado, existen discrepancias entre los resultados encontrados en diferentes estudios, ya que algunos autores señalan incrementos en los niveles de cortisol después de la actividad física de alta intensidad (Edwards y Kurlander, 2010; Edwards, Wetzel y Wyner, 2006), mientras que otros observaron descensos al finalizar los entrenamientos o competiciones (Doan, Newton, Kraemer, Kwon y Scheet, 2007; Oliveira, Gouveia y Oliveira, 2009).

En general, es aceptado que la competición es una situación que genera altos niveles de estrés y ansiedad (Salvador, Suay, González-Bono y Serrano, 2003), siendo la ansiedad precompetitiva una variable que ante dicha situación, tiende a incrementarse en deportistas de alto rendimiento (Aguilar, Jiménez y Alvero-Cruz, 2013; Cunniffe, Morgan, Baker, Cardinale y Davies, 2015; Lautenbach et al., 2015), no siendo así en corredores populares de maratón (Jaenes y Caracuel, 2016). Por otro lado, diversos autores han evaluado la percepción del estrés causado por el entrenamiento y la competición con el fin de identificar la importancia del balance

Correspondencia: Luis Felipe Reynoso Sánchez. Facultad de Organización Deportiva, Universidad Autónoma de Nuevo León, Calle Pedro de Alba, s/n, San Nicolás de los Garza – Nuevo León – SC, 66455, México. E-mail: luis.reynososa@uanl.edu.mx.

\* Facultad de Organización Deportiva, Universidad Autónoma de Nuevo León.

\*\* Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Nuevo León.

\*\*\* Universidad Pablo de Olavide y Centro Andaluz de Medicina del Deporte.

Agradecimientos: Este trabajo contó con el apoyo de PRODEP DSA/103.15/15/6797, así como de CONACYT, Redes Temáticas, No. 269614. Agradecemos al entrenador y a los jugadores del equipo de balonmano por su apoyo para la realización de esta investigación

"Artículo remitido e invitado con revisión"

de estrés-recuperación (Faude, Kellmann, Ammann, Schnittker y Meyer, 2011; Garatachea et al., 2011), así como los estados de ánimo en relación con el rendimiento del deportista (Casanova et al., 2016).

El estrés, la activación y la ansiedad precompetitiva se ha relacionado con el incremento de niveles de cortisol como se ha observado en jugadores de golf (Doan et al., 2007), en pilotos de parapente (Filaire, Alix, Rouveix y Le Scanff, 2007) y en tenistas, cuyos niveles de cortisol previos a la competición fueron significativamente ( $p < .05$ ) mayores que durante el día de descanso (Filaire, Alix, Ferrand y Verger, 2009; Lautenbach et al., 2015). No obstante, la importancia de dar un seguimiento al balance de estrés-recuperación psicofisiológico en ambas instancias (entrenamiento y competición) resulta necesario para identificar el estrés causado por el entrenamiento, así como el ocasionado por factores psicosociales y la relación que estos presentan con parámetros fisiológicos u hormonales. De acuerdo con lo anterior, se ha planteado que el objetivo del presente estudio fuese analizar los niveles de concentración de cortisol en plasma y su relación con el balance de estrés-recuperación tanto en sus factores físicos como psicosociales en jugadores de balonmano durante un periodo de entrenamiento y competición.

## Método

### Participantes

Participaron 14 jugadores de balonmano, con experiencia en competiciones nacionales e internacionales integrantes de la selección universitaria de su institución ( $22.3 \pm 1.8$  años;  $7.1 \pm 3.3$  años de experiencia deportiva;  $83.85 \pm 14.8$  kg;  $180.7 \pm 6.6$  cm;  $18.5 \pm 8.2$  % de grasa corporal). Entrenamiento de 15 a 18 horas por semana como parte de la preparación para la Universiada Nacional 2015. Se contó con el consentimiento por escrito de los atletas, además de la aprobación del Comité de Bioética en Investigación en Ciencias de la Salud (COBICIS) del Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud (CIDICS) de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México (COBICIS-801/2015/124-01HCG).

### Instrumentos y/o técnicas de recolección de datos

#### Cortisol

Se realizó la técnica ELISA utilizando el Kit Cortisol Human ELISA (abcam ab108665- Cortisol Human ELISA Kit). Se

colocaron 20  $\mu$ L de la proteína estándar y el control en cada pocillo de la placa, 20  $\mu$ L de plasma y 200  $\mu$ L de anticuerpo para cortisol (HRP conjugado, excepto al control, se cubrió la placa y se dejó incubando a 37°C durante 1 hora. Se realizaron lavados (3-5 veces por 5 segundos) con 300  $\mu$ L con el reactivo de lavado. Se colocaron 100  $\mu$ L de la solución de sustrato tetrametilbencidina (TMB) y se incubó a temperatura ambiente en oscuridad 15 minutos.

#### Estrés-recuperación

La percepción del balance de estrés-recuperación fue evaluada a través del cuestionario de Estrés-Recuperación para Deportistas (RESTQ-Sport) diseñado por Kellmann & Kallus (2016, 2001) validado al español por González-Boto, Salguero, Tuero, Márquez y Kellmann (2008). El RESTQ-Sport es un cuestionario que ha sido validado en diferentes idiomas y aplicado en diversos deportes, mostrando fiabilidad y validez aceptable como los valores de alfa de Cronbach como los presentados por González-Boto et al. (2008) y Reynoso-Sánchez et al. (2016) quienes obtuvieron valores superiores a .77 y .81 respectivamente. De acuerdo con lo anterior, el coeficiente de fiabilidad se encuentra dentro de los valores recomendados para escalas psicológicas (Nunnally y Bernstein, 1994). Los atletas indicaron la frecuencia con la que percibieron diferentes estados físicos y psicológicos, así como diferentes actividades en las que ha participado durante los últimos tres días y noches (González-Boto et al., 2008; Kellmann y Kallus, 2016, 2001). El cuestionario se compone de 76 ítems con escala tipo Likert, donde 0 significa *nunca*, hasta 6 que significa *siempre*. Se divide en 19 sub-escalas que identifican las fuentes de estrés y recuperación que percibe el atleta, las cuales se agrupan en cuatro dimensiones (Tabla 1). Las dimensiones son: *estrés general* (evalúa el estrés generado por situaciones de la vida cotidiana del deportista), *recuperación general* (identifica las principales fuentes de recuperación inmersas en cuestiones personales y sociales del deportista), *estrés deportivo* (elementos y situaciones relacionadas con la práctica deportiva que pueden generar estrés en el deportista), *recuperación deportiva* (enfocada hacia actividades y percepción de recuperación en la práctica deportiva ayudando al mejor rendimiento del deportista). El cuestionario fue respondido en cuatro diferentes momentos: BASAL, PRE, FINAL y 72h, siguiendo las recomendaciones del manual para evaluar la percepción de estrés-recuperación al menos los últimos tres días y noches (Kellmann y Kallus, 2016, 2001) y para no afectar la fiabilidad de la escala (Carretero-Dios y Pérez, 2005).

Dimensión	Escalas						
Estrés General (EG)	Estrés general	Estrés emocional	Estrés social	Conflictos/ Presión	Fatiga	Falta de energía	Alteraciones físicas
Recuperación General (RG)	Éxito	Recuperación social	Recuperación física	Bienestar General	Calidad de sueño		
Estrés Deportivo (ED)	Periodos de descanso alterados	Fatiga emocional	Lesiones				
Recuperación Deportiva (RD)	Estar en forma	Realización personal	Autoeficacia	Autorregulación			

Tabla 1. Distribución de las escalas y dimensiones del RESTQ-Sport.

### Procedimiento

La recolección de datos se llevó a cabo durante un campeonato nacional. Para el análisis del cortisol se realizaron tomas de muestras de sangre venosa por la mañana (8:00 a 9:00 am), en tubos con EDTA (BD Vacutainer K2E/K2 de EDTA) de 4mL de acuerdo con el protocolo del CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2007), se separó el plasma por centrifugación. La primera toma fue una semana antes a la competición (BASAL), la segunda se realizó un día previo al inicio de la competición (PRE), la tercera se llevó a cabo finalizando la competición (FINAL), la cuarta se llevó a cabo un día después de finalizar la competición (24H), la quinta al segundo día (48H) y la sexta al tercer día de finalizada la competición (72H).

### Análisis de datos

Se utilizó la versión 21 del paquete estadístico para ciencias sociales (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Se calcularon las medias de los niveles de cortisol y de las sub-escalas y dimensiones del RESTQ-Sport. Se realizó un análisis de normalidad y homogeneidad de los datos a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizó la prueba de ANOVA para comparar las medias entre las tomas de cortisol con pruebas de post-hoc confirmatorio de Bonferroni. El análisis de comparación de medias del RESTQ-Sport se realizó mediante la prueba no paramétrica de Friedman y su confirmación a través de la prueba post-hoc de rangos de Wilcoxon. Por último, se realizó un análisis de correlación entre la variable cortisol y las sub-escalas del RESTQ-Sport a través del coeficiente de correlación de Spearman. Para todos los análisis estadísticos se utilizó un nivel de significación  $p < .05$ .

### Resultados

Los mayores niveles de concentración de cortisol se observaron en la toma Pre, los cuales disminuyeron significativamente en la toma FINAL, 24h ( $p < .01$ ) y 72h ( $p < .05$ ). Las concentraciones del cortisol fueron, en la toma BASAL  $187.87 \pm 70.29$  ng/mL, PRE a  $243.81 \pm 36.46$  ng/mL, FINAL

$162.22 \pm 69.83$  ng/mL, 24H  $150.09 \pm 53.05$  ng/mL, 48H  $198.42 \pm 66.91$  ng/mL y 72H  $168.72 \pm 66.14$  ng/mL (Figura 1).

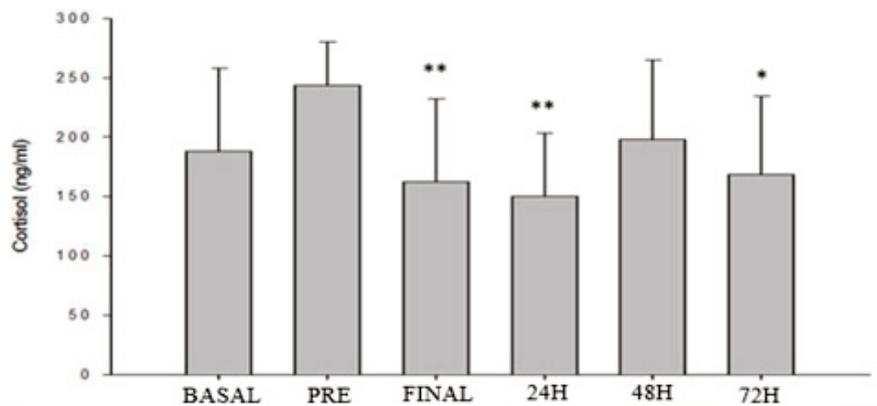
Los análisis de consistencia interna mediante el alfa de Cronbach, obteniendo valores de .89 (BASAL), .90 (PRE), .85 (FINAL) y .91 (72H).

Respecto a la percepción del balance de estrés-recuperación en entrenamiento, PRE y FINAL, fue posible identificar diferencias significativas en siete de las sub-escalas del RESTQ-Sport. Respecto a las sub-escalas relacionadas con el estrés tanto general como específico del deporte, se observa una disminución del estrés general a la toma de 72H finalizada la competición con respecto a la toma FINAL, así como un incremento en la percepción de estrés emocional en la toma FINAL con respecto a la PRE. Por lo contrario, en cuanto a la percepción de fatiga se observa una media significativamente mayor en la toma PRE con relación a la toma FINAL y 72H. Además, la sub-escala de periodos de descanso alterados presenta una disminución significativa en la toma FINAL y 72H con respecto a la BASAL y la PRE. Por otro lado, en relación a las sub-escalas de recuperación, los jugadores perciben una mayor recuperación física en la toma PRE y FINAL con respecto a la BASAL, así como una disminución con la de 72H respecto a la FINAL. Además, se observa una disminución en la sub-escala de estar en forma en la toma de 72H con respecto a la FINAL. El resto de las medias de las sub-escalas del RESTQ-Sport se muestran en la Tabla 2.

En relación a las correlaciones entre el cortisol y las puntuaciones medias de las sub-escalas del RESTQ-Sport, sólo se observaron dos correlaciones significativas, la sub-escala de éxito en la toma FINAL ( $\rho = .53$ ;  $p < .05$ ) y la sub-escala de lesiones en la toma 72H ( $\rho = -.57$ ;  $p < .05$ ).

### Discusión

El principal hallazgo del estudio fue el incremento en los niveles de cortisol en el día previo a la competición, lo que coincide con las puntuaciones más elevadas de las sub-escalas de fatiga y periodos de descanso alterados, dichas sub-escalas tienen relación con la percepción de estrés a nivel general, así como en relación



*Nota:* BASAL = Una semana previa a la competición. PRE = Día previo al comienzo de la competición. FINAL = Al finalizarse la competición. 24H = 24 horas posterior de finalizada la competición. 48 = 48 horas posterior de finalizada la competición. 72H = 72 horas posterior de finalizada la competición. \* = Diferencia significativa ( $p < .05$ ) con la toma PRE. \*\* = Diferencia significativa ( $p < .01$ ) con la toma PRE.

*Figura 1.* Niveles de cortisol en plasma en los 6 momentos de evaluación.

	M BASAL	M PRE	M FINAL	M 72 HORAS
Estrés general	0.80 ± 0.74	0.94 ± 1.18	1.25 ± 1.21	0.89 <sup>c</sup> ± 1.12
Estrés emocional	1.05 ± 0.74	0.89 ± 0.99	1.37 <sup>b</sup> ± 1.10	1.00 ± 1.02
Estrés social	0.69 ± 0.69	0.69 ± 0.85	0.96 ± 1.11	0.57 ± 0.73
Conflictos	1.91 ± 0.84	1.98 ± 1.15	2.14 ± 1.46	1.73 ± 1.46
Fatiga	1.76 ± 0.96	2.14 ± 1.47	1.64 <sup>b</sup> ± 1.35	1.57 <sup>b</sup> ± 1.55
Falta de energía	1.39 ± 0.86	1.46 ± 1.12	1.55 ± 0.94	1.48 ± 1.09
Alteraciones físicas	1.25 ± 1.01	1.62 ± 1.46	1.69 ± 1.33	1.37 ± 1.39
Éxito	3.32 ± 1.03	3.39 ± 1.23	2.92 ± 1.15	3.08 ± 1.37
Recuperación social	3.69 ± 0.96	3.30 ± 1.36	3.58 ± 1.00	3.35 ± 1.40
Recuperación física	3.12 ± 1.17	3.69 <sup>a</sup> ± 1.16	3.82 <sup>a</sup> ± 1.04	3.41 <sup>c</sup> ± 1.37
Bienestar general	4.01 ± 1.22	4.23 ± 1.34	4.41 ± 1.56	4.25 ± 1.53
Calidad de sueño	3.82 ± 1.27	3.83 ± 1.42	4.46 <sup>b</sup> ± 1.24	4.01 ± 1.43
Periodos de descanso alterados	1.83 ± 0.84	1.89 ± 1.42	1.21 <sup>ab</sup> ± 1.18	1.30 <sup>ab</sup> ± 1.29
Fatiga emocional	1.05 ± 0.98	1.05 ± 1.61	1.16 ± 1.37	0.92 ± 1.45
Lesiones	2.37 ± 1.76	2.33 ± 1.74	2.32 ± 1.71	2.51 ± 1.67
Estar en forma	3.94 ± 1.21	3.98 ± 1.15	4.23 ± 1.34	3.89 <sup>c</sup> ± 1.44
Realización personal	3.25 ± 1.22	3.07 ± 1.26	3.69 ± 1.42	3.39 ± 1.35
Autoeficacia	4.00 ± 1.27	4.07 ± 1.14	4.46 ± 1.36	4.14 ± 1.42
Autorregulación	4.08 ± 1.40	3.98 ± 1.11	4.33 ± 1.33	4.00 ± 1.45

Nota: BASAL = Una semana previa a la competición. PRE = Día previo al comienzo de la competición.

FINAL = Al finalizar la competición. 72H = 72 horas de finalizada la competición. <sup>a</sup> = Diferencia significativa ( $p < .05$ ) con la toma basal. <sup>b</sup> = Diferencia significativa ( $p < .05$ ) con la toma Pre. <sup>c</sup> = Diferencia significativa ( $p < .05$ ) con la toma Final.

Tabla 2. Medias y desviaciones estándar de las sub-escalas del RESTQ-Sport en los cuatro momentos de la evaluación.

con el entrenamiento. Además, la sub-escala de éxito presentó de igual manera una puntuación más alta en la toma PRE y disminuyó en la toma FINAL, correlacionando con los niveles de cortisol, la sub-escala de éxito está relacionada con la percepción de un rendimiento óptimo y el alcance de las metas planteadas, propiciando un incremento en la escala de autoconfianza.

Las concentraciones en plasma de cortisol en su estado basal en los jugadores de balonmano reflejan la actividad del sistema nervioso parasimpático, ya que se encuentran en los niveles estándar en estado de reposo antes de la situación de estrés coincidiendo con un estudio realizado en buceadores (Coetzee, 2011), lo que tiende a ser relativamente estable ya que aún no están presentes situaciones de estrés que puedan modificar las concentraciones de cortisol y la activación del sistema nervioso simpático (Barrett, Barman, Boitano y Brooks, 2013).

La elevación del cortisol antes de la competición o entrenamiento aún no se encuentra establecida en un rango de tiempo previo, sin embargo, está relacionado con la respuesta anticipatoria de adaptar al organismo a cambios externos y sus exigencias (Edwards y Kurlander, 2010; Wilmore y Costill, 2007). En este sentido, esta adaptación se observó antes de la competición, elevando los niveles de cortisol por encima de su estado basal, lo que coincide con estudios hechos en tenistas, jugadores de voleibol, baloncesto y golfistas (Edwards y Kurlander, 2010; Edwards et al., 2006; Moreira et al., 2012).

La elevación anticipada se mostró en los jugadores de balonmano por la presencia de un desafío importante, ya que este comportamiento produce la preparación frente a un estrés fisiológico que a su vez está asociado con el grado de dificultad de la competición, como se muestra en el estudio realizado en jugadores de rugby, donde los titulares muestran mayores niveles de cortisol en relación a los suplentes, así como un incremento cuando competían de visitante (Cunniff et al., 2015). La respuesta anticipatoria del cortisol ha sido descrita en

investigaciones como respuesta para hacer frente a demandas que generan estrés en un atleta (Moreira, Arsati, Lima-Arsati, Franchini y De Araujo, 2010; Moreira et al., 2012) y que una vez se ha hecho frente a la demanda los niveles de cortisol disminuyen como se observó en pilotos de helicópteros de combate (García-Mas, Ortega, Ponseti, de Teresa y Cárdenas, 2016), dicha respuesta presentó el mismo comportamiento en nuestro estudio. Algunos autores señalan la relación entre la respuesta anticipatoria del cortisol con factores psicológicos como la ansiedad (Filaire et al., 2007; Obmiński, 2008; Salvador, 2005).

Los niveles de cortisol en la toma FINAL de los jugadores de balonmano son menores respecto a la toma PRE. Estos datos van en línea con estudios realizados con judokas, jugadores de voleibol y competidores de taekwondo, que mostraban niveles bajos después de la competencia relacionados con la respuesta de adaptación, siendo el cortisol un modulador del estrés (Obmiński, 2008). Por otro lado, nuestros resultados coinciden con hallazgos en jugadoras de fútbol que presentaban niveles elevados antes de la competencia, bajando al término de ésta (Oliveira et al., 2009), siendo la respuesta anticipatoria una posible explicación al incremento en los niveles de cortisol previo a afrontar la demanda. Igualmente hay estudios en línea opuesta a lo que se presenta en este estudio, donde se observó un incremento del cortisol después de la competición (Doan et al., 2007; Edwards y Kurlander, 2010), sin embargo, lo anterior puede deberse a la intensidad y prolongación del ejercicio o porque las tomas fueron realizadas en saliva, en la cual pueden mantenerse niveles elevados hasta por 90 minutos, mientras que la concentración de cortisol en sangre puede ya haber disminuido (Doan et al., 2007; Edwards et al., 2006).

Los cambios en la percepción de estrés-recuperación de los jugadores de balonmano previo y posterior a la competición presentaron diferencias significativas en diferentes sub-escalas, reflejando la influencia de diferentes situaciones específicas y no

específicas del deporte. Las sub-escalas de estrés general y estrés emocional se incrementan en la toma FINAL, la primera disminuyendo en la toma 72H; mientras que la segunda presenta un valor menor en la toma PRE. Estas sub-escalas reflejan la presencia de estrés psicológico, signos de depresión e inestabilidad, irritabilidad, agresión, y ansiedad (Kellmann y Kallus, 2016, 2001). En la misma línea de los resultados de este trabajo, Filho et al. (2013) observaron en ciclistas un incremento en éstas sub-escalas durante la post competición, señalando que esto puede deberse a la exigencia y el desgaste emocional que genera la competición. Dichos autores identificaron un incremento en las sub-escalas de fatiga y periodos de descanso alterados, datos que resultan opuestos a lo observado en nuestro estudio. Sin embargo, un estudio con jugadores de baloncesto realizado durante la pretemporada y la temporada presentó un incremento del estrés emocional en la evaluación durante la temporada, así como la disminución en la sub-escala de fatiga, lo cual ha sido relacionado con la disminución de las cargas durante la fase competitiva, permitiendo una mejor recuperación (Di Fronso, Nakamura, Bortoli, Robazza y Bertollo, 2013). De acuerdo con lo anterior, en nuestro estudio los valores de la sub-escala de periodos de descanso alterados disminuyeran de forma significativa en la toma FINAL y 72H con relación a la BASAL y la PRE por la ausencia del entrenamiento, un factor que influye en dicha percepción, a la cual es de suma importancia darle la atención necesaria para alcanzar el máximo rendimiento. En este estudio, en las sub-escalas de recuperación física y calidad de sueño se observó un incremento en la toma FINAL, siendo la primera significativa con la toma BASAL y la segunda con la toma PRE. En relación con esto, Bresciani et al. (2010) y Di Fronso et al. (2013) analizaron jugadores de balonmano y baloncesto respectivamente, comparando la pretemporada con la competición, encontrando un incremento en la percepción de la recuperación física durante la competición respecto a la pretemporada. Lo anterior, en conjunto con el incremento en la calidad de sueño son factores que se asocian a una mejora en la recuperación física de los jugadores y una disminución en los niveles de estrés físico, generando una percepción de mayor descanso durante la competición.

Bouget, Rouveix, Michaux, Pequignot y Filaire (2006), analizaron a ciclistas y Purge, Jürimäe y Jürimäe (2006) estudiaron a remeros en un periodo de entrenamiento y encontraron pocas correlaciones entre el cortisol y los parámetros del RESTQ-Sport. En el primer estudio, el cortisol correlacionó con la dimensión de estrés total y en el segundo, con la sub-escala de alteraciones físicas. En el estudio que aquí se presenta, los niveles de cortisol correlacionaron positivamente con la sub-escala de éxito en la toma FINAL y de forma negativa con la sub-escala de lesiones en la toma de 72H. La correlación entre los parámetros de cortisol y la sub-escala de éxito (percepción de éxito, placer y creatividad con lo que se ha realizado) del RESTQ-Sport, se relaciona con la respuesta anticipatoria del cortisol ante una situación

demandante, lo que coincide con investigaciones que encontraron una relación entre niveles elevados de cortisol en pre-competición y el éxito (Oliveira et al., 2009), o cuando el atleta presenta un buen rendimiento (Lautenbach et al., 2015).

En conclusión, los jugadores de balonmano presentaron un incremento en los niveles de cortisol previo al comienzo de la competición, esto pudiese estar relacionado con la respuesta anticipatoria del organismo ante el incremento en las demandas tanto físicas como mentales que implica afrontar la competición. Por otro lado, el RESTQ-Sport mostró ser un instrumento útil para evaluar las diversas fuentes de estrés percibidas y la capacidad de afrontamiento de los atletas en diferentes fases de la práctica deportiva, así como sensible a los cambios producidos por las cargas de entrenamiento y las demandas de la competición. Por último, el incremento en el cortisol también correlaciona positivamente con la sub-escala de lesiones que se mantuvo con puntuaciones altas, lo que puede estar relacionado con que el balonmano es un deporte de alta intensidad y contacto físico.

#### Aplicaciones Prácticas y Limitaciones

La evaluación del cortisol permite tener una visión objetiva de la respuesta del organismo ante diferentes situaciones como lo son durante el entrenamiento y la competición, ya que es una hormona esteroidea que está relacionada con diversos procesos de funcionamiento físico y emocional. Los resultados aquí presentados son una evidencia de la respuesta anticipatoria al estrés, sin embargo, no es totalmente claro su papel como predictor del éxito o el fracaso. En este sentido, el RESTQ-Sport, es un instrumento que podría permitir identificar la relación entre el éxito y la respuesta del cortisol, así como factores psicosociales que pudiesen alterarlo.

Es importante continuar analizando el balance de estrés-recuperación en entrenamiento y competencia, a través de tanto metodologías psicológicas como fisiológicas. Para ello es necesario considerar periodos de evaluación mayor y contemplar uso de otros métodos de evaluación relacionados con la respuesta cardíaca, como la variabilidad de la frecuencia cardíaca para el análisis de la respuesta psicofisiológica.

El presente estudio contó con limitaciones metodológicas y de la naturaleza del objeto de estudio, ya que la toma Final se realizó en un horario distinto al resto y no se realizó una toma en reposo en un mismo horario a dicha toma, además, con el fin de no afectar el rendimiento de los atletas durante la competición, no se realizaron tomas de sangre durante el torneo. Otra limitante de nuestro estudio ha sido la muestra, ya que además de ser reducida, no se contó con un grupo control, por lo que los cambios en los niveles de cortisol pueden haber sido influidos por diversos factores contextuales e individuales de cada sujeto que no fueron controlados durante la investigación. Por último, la extensión del cuestionario, lo que impidió la evaluación en los seis momentos como se realizó con el cortisol, teniendo que reducirlo a cuatro tomas solamente.

#### CORTISOL Y ESTRÉS-RECUPERACIÓN DURANTE UN PERIODO COMPETITIVO EN JUGADORES DE BALONMANO

PALABRAS CLAVE: Respuesta anticipatoria, RESTQ-Sport, competición, deportes de conjunto, hormonas.

RESUMEN: El objetivo del presente estudio fue analizar los niveles de cortisol en plasma y su relación con la percepción de los niveles de estrés y recuperación en jugadores de balonmano durante un periodo de entrenamiento y competición. Participaron 14 jugadores de balonmano durante una competición nacional. Se recogieron un total de seis muestras de cortisol y se hicieron cuatro aplicaciones del RESTQ-Sport. Se observó disminución significativa ( $p < .01$ ) en los niveles de cortisol post-competición ( $162.22 \pm 69.83$  ng/mL) en relación a la pre-competición ( $243.81 \pm 36.46$  ng/mL). Las sub-escalas de estrés general, estrés emocional, fatiga, recuperación física, calidad de sueño y periodos de descanso alterados del RESTQ-Sport presentaron cambios significativos entre las tomas pre y post-competición. Se encontró una correlación positiva entre los niveles de cortisol y la sub-escala de éxito ( $\rho = .53$ ;  $p < .05$ ) y una negativa con la de lesiones ( $\rho = -.57$ ;  $p < .05$ ). El estudio apoya el concepto de la respuesta anticipatoria del cortisol en relación a la competición. Además, proporciona mayor evidencia de la influencia del entrenamiento y la competición sobre la percepción del estrés-recuperación, resaltando la importancia de un registro psicofisiológico y hormonal con el objetivo de alcanzar un rendimiento deportivo óptimo.

#### CORTISOL E ESTRESSE-RECUPERAÇÃO DURANTE UM PERÍODO COMPETITIVO EM JOGADORES DE HANDEBOL

PALAVRAS CHAVE: Resposta antecipatória, RESTQ-Sport, competição, esportes de equipe, hormônios.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi analisar os níveis de cortisol plasmático e sua relação com a percepção dos níveis de estresse e recuperação em jogadores de handebol durante um treinamento e competição. Participaram 14 jogadores de handebol durante uma competição nacional. Um total de seis amostras de cortisol foram recolhidas e quatro aplicações do RESTQ-Sport foram feitas. Foi observada uma diminuição significativa ( $p < .01$ ) nos níveis de cortisol pós-competição ( $162,22 \pm 69,83$  ng / mL) em relação ao pré-competição ( $243,81 \pm 36,46$  ng / mL). As sub-escalas de estresse geral, estresse emocional, fadiga, recuperação física, qualidade do sono e de repouso alterados do RESTQ-Sport mostrou mudanças significativas entre as ingestões pré e pós-competição. Se encontrou uma correlação positiva entre os níveis de cortisol e a sub-escala de sucesso ( $\rho = 0,53$ ;  $p < .05$ ) e uma correlação negativa com lesão ( $\rho = -.57$ ;  $p < .05$ ). O estudo apóia o conceito de resposta do cortisol antecipatória em relação à competição. Ele também fornece mais uma prova da influência do treinamento e competição na percepção de estresse-recuperação, destacando a importância de um registro psicofisiológica e hormonal a fim de alcançar o desempenho atlético ideal.

## Referencias

- Aguilar, R., Jiménez, M. y Alvero-cruz, J. (2013). Testosterone, cortisol and anxiety in elite field hockey players. *Physiology & Behavior*, 119, 38–42. <http://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.043>
- Barrett, K., Barman, S., Boitano, S. y Brooks, H. (2013). *Ganong Fisiología Médica* (24th ed.). México: McGraw Hill.
- Bouget, M., Rouveix, M., Michaux, O., Pequignot, J.-M. y Filaire, E. (2006). Relationships among training stress, mood and dehydroepiandrosterone sulphate/cortisol ratio in female cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 24(12), 1297–1302. <http://doi.org/10.1080/02640410500497790>
- Bresciani, G., Cuevas, M., Garatachea, N., Molinero, O., Almar, M., De Paz, J., ... Gonzalez-Gallego, J. (2010). Monitoring biological and psychological measures throughout an entire season in male handball players. *European Journal of Sport Science*, 10(6), 377–384. <http://doi.org/10.1080/17461391003699070>
- Carretero-Dios, H. y Pérez, C. (2005). Normas para el desarrollo y revisión de estudios instrumentales. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 5(3), 521–551.
- Casanova, N., Palmeira-de-oliveira, A., Pereira, A., Crisóstomo, L., Travassos, B. y Costa, A. (2016). Cortisol, testosterone and mood state variation during an official female football competition. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(6), 775–781.
- Chan, S. y Debono, M. (2010). Review: Replication of cortisol circadian rhythm: new advances in hydrocortisone replacement therapy. *Therapeutic advances in endocrinology and metabolism*, 1(3), 129-138
- Clinical and Laboratory Standards Institute, (CLSI). (2007). *Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture; Approved Standard. CLSI document H3-A6* (6th ed.). Wayne, Pennsylvania, USA: Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Coetsee, N. (2011). Measurement of heart rate variability and salivary cortisol levels in beginner scuba divers. *African Journal for Physical, Health Education and Dance*, 17(4), 729–742.
- Cunniffé, B., Morgan, K., Baker, J., Cardinale, M. y Davies, B. (2015). Home Versus Away Competition: Effect on Psychophysiological Variables in Elite Rugby Union. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(6), 687–694. <http://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0370>
- Di Fronso, S., Nakamura, F., Bortoli, L., Robazza, C. y Bertollo, M. (2013). Stress/Recovery Balance in Basketball Amateur Players: Differences by Gender and Preparation Phases. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 618–622.
- Doan, B. K., Newton, R. U., Kraemer, W. J., Kwon, Y.-H. y Scheet, T. P. (2007). Salivary cortisol, testosterone, and T/C ratio responses during a 36-hole golf competition. *International Journal of Sports Medicine*, 28(6), 470–479. <http://doi.org/10.1055/s-2006-924557>
- Edwards, D. A. y Kurlander, L. S. (2010). Women's intercollegiate volleyball and tennis: Effects of warm-up, competition, and practice on saliva levels of cortisol and testosterone. *Hormones and Behavior*, 58(4), 606–613. <http://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2010.06.015>
- Edwards, D. A., Wetzel, K. y Wyner, D. R. (2006). Intercollegiate soccer: Saliva cortisol and testosterone are elevated during competition, and testosterone is related to status and social connectedness with teammates. *Physiology and Behavior*, 87(1), 135–143. <http://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.09.007>
- Faude, O., Kellmann, M., Ammann, T., Schnitzler, R. y Meyer, T. (2011). Seasonal Changes in Stress Indicators in High Level Football. *International Journal of Sports Medicine*, 32(4), 259–265. <http://doi.org/10.1055/s-0030-1269894>
- Filaire, E., Alix, D., Ferrand, C. y Verger, M. (2009). Psychophysiological stress in tennis players during the first single match of a tournament. *Psychoneuroendocrinology*, 34(1), 150–157. <http://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2008.08.022>
- Filaire, E., Alix, D., Rouveix, M. y Le Scanff, C. (2007). Motivation, stress, anxiety, and cortisol responses in elite paragliders'. *Perceptual and Motor Skills*, 104, 1271–1281.
- Filho, E., di Fronso, S., Forzini, F., Agostini, T., Bortoli, L., Robazza, C. y Bertollo, M. (2013). Stress/recovery balance during the Girobio: Profile of highly trained road cyclists. *Sport Sciences for Health*, 9(3), 107–112. <http://doi.org/10.1007/s11332-013-0153-x>
- Fletcher, D., Hanton, S., Mellalieu, S. D. y Neil, R. (2012). A conceptual framework of organizational stressors in sport performers. *Scandinavian Journal*

- of Medicine and Science in Sports*, 22(4), 545–557. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01242.x>
- Garatachea, N., García-López, D., Cuevas, J., Almar, M., Molinero, O., Márquez, S. y González-Gallego, J. (2011). Biological and psychological monitoring of training status during an entire season in top kayakers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 51(2), 339–346.
- García-Mas, A., Ortega, E., Ponseti, J., de Teresa, C. y Cárdenas, D. (2016). Workload and cortisol levels in helicopter combat pilots during simulated flights. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 9(1), 7–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2015.12.001>
- González-Boto, R., Salguero, A., Tuero, C., Márquez, S. y Kellmann, M. (2008). Spanish adaptation and analysis by structural equation modeling of an instrument for monitoring overtraining: the recovery-stress questionnaire (Restq-Sport). *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 36(5), 635–650. <http://doi.org/10.2224/sbp.2008.36.5.635>
- Guyton, C. y Hall, J. (2011). *Tratado de Fisiología Médica* (12th ed.). Jackson, Mississippi, USA: Elsevier Inc.
- Hayes, L., Bickerstaff, G. y Baker, J. (2010). Interactions of cortisol, testosterone, and resistance training: Influence of circadian rhythms. *Chronobiology International*, 27(4), 675–705.
- Jaenes, J. C. y Caracuel, J. C. (2016). *Maratón: Preparación psicológica para el entrenamiento y la competición* (2nd ed.). Córdoba: Almuzara.
- Kellmann, M. y Kallus, K. W. (2016). The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes. En K. W. Kallus y M. Kellmann (Eds.), *The Recovery-Stress Questionnaires: User Manual* (pp. 86–131). Frankfurt am Main: Pearson Assessment & Information GmbH.
- Kellmann, M. y Kallus, W. (2001). *Recovery-Stress questionnaire for athletes: user manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lautenbach, F., Laborde, S., Klämpf, M. y Ahtzahn, S. (2015). A link between cortisol and performance: An exploratory case study of a tennis match. *International Journal of Psychophysiology*, 98(2), 167–173. <http://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.10.002>
- Maidana, P., Bruno, O. D. y Mesch, V. (2013). Medición de cortisol y sus fracciones: Una puesta al día. *Medicina (Buenos Aires)*, 73(6), 579–584.
- Moreira, A., Arsati, F., Lima-Arsati, Y., Franchini, E. y De Araujo, V. (2010). Effect of a kickboxing match on salivary cortisol and immunoglobulin A. *Perceptual and Motor Skills*, 111(1), 158–166. <http://doi.org/10.2466/05.06.16.25.PMS.111.4.158-166>
- Moreira, A., Mcguigan, M., Arruda, A., Freitas, C. y Aoki, M. (2012). Monitoring Internal Load Parameters During Simulated and Official Basketball Matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 861–866. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822645e9>
- Nunnally, J. C., y Bernstein, I. H. (1994). The assessment of reliability. *Psychometric Theory*, 3(1), 248–292.
- Obmiński, Z. (2008). Blood cortisol responses to pre-competition stress in athletes: Sex-related differences. *MedSportpress*, 14(2), 103–108.
- Oliveira, T., Gouveia, M. J. y Oliveira, R. F. (2009). Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players. *Psychoneuroendocrinology*, 34(7), 1056–1064. <http://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2009.02.006>
- Purge, P., Jürimäe, J. y Jürimäe, T. (2006). Hormonal and psychological adaptation in elite male rowers during prolonged training. *Journal of Sports Sciences*, 24(10), 1075–1082. <http://doi.org/10.1080/02640410500432516>
- Reynoso-Sánchez, L.-F., Hernández-cruz, G., López-walle, J., Rangel-colmenero, B., Quezada-Chacón, J.-T. y Jaenes, J.-C. (2016). Balance de estrés-recuperación en jugadores universitarios de voleibol durante una temporada. *Retos*, 30, 193–197.
- Salvador, A. (2005). Coping with competitive situations in humans. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 29(1), 195–205. <http://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2004.07.004>
- Salvador, A., Suay, F., González-Bono, E. y Serrano, M. (2002). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28(3), 354–375.
- Verner, M., Conzelmann, A., Lehnert, K., Seiler, R., Wassmer, A. y Rammsayer, T. (2010). Subjective stress in female elite athletes and non-athletes: Evidence from cortisol analyses. *Europe's Journal of Psychology*, 6(4), 56–70.
- Weitzman, E. D., Fukushima, D., Nogueira, C., Roffwarg, H., Gallagher, T. F. y Hellman, L. (1971). Twenty-four hour pattern of the episodic secretion of cortisol in normal subjects. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 33(1), 14–22.
- Wilmore, J. y Costill, D. (2007). *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte* (5th ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Zeevaert, C. y Boullousa, B. (2011). *Nutrición Aplicada al Deporte*. España: McGraw Hill.