



Facultad de Psicología  
Universidad de Valencia

DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA,  
PSICOBIOLOGIA Y PSICOLOGÍA SOCIAL

AREA DE PSICOBIOLOGIA

EFFECTOS DEL ESTRES SOBRE LOS NIVELES DE  
TESTOSTERONA Y CORTISOL EN  
DEPORTISTAS.

Tesis Doctoral presentada por:

Dña. Esperanza González Bono

Dirigida por:

Dra. Alicia Salvador Fernández-Montejo

Valencia, 1999



UMI Number: U607361

All rights reserved

INFORMATION TO ALL USERS

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted.

In the unlikely event that the author did not send a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if material had to be removed, a note will indicate the deletion.



UMI U607361

Published by ProQuest LLC 2014. Copyright in the Dissertation held by the Author.  
Microform Edition © ProQuest LLC.

All rights reserved. This work is protected against  
unauthorized copying under Title 17, United States Code.



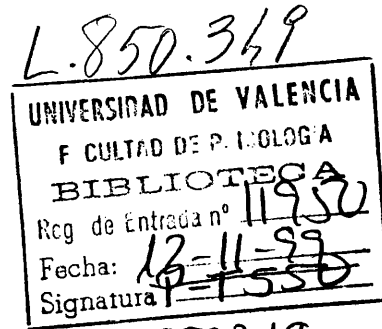
ProQuest LLC  
789 East Eisenhower Parkway  
P.O. Box 1346  
Ann Arbor, MI 48106-1346





Departament de Metodologia,  
Psicobiologia y Psicologia Social.

Facultad de Psicologia  
Universitat de València



BID.T 1490

D. 850319  
L. 850349

Dra. Alicia Salvador Fernández-Montejo, Profesora Titular del Area de Psicobiología de la Facultad de Psicologia de la Universitat de València,

### INFORMA

Que como Directora de la Tesis Doctoral "Efectos del estrés sobre los niveles de testosterona y cortisol en deportistas" realizada por Dña. Esperanza González Bono ha examinado el mencionado trabajo y hace constar su autorización para que sea presentada en la Facultad de Psicologia y se inicien los trámites conducentes a la defensa de la misma.

Y para que así conste firma la presente en Valencia, a veintiuno de Mayo de mil novecientos noventa y nueve.

Fdo. Alicia Salvador





**‘Our behavioral biology is usually  
meaningless outside the context of  
the social factors and environment in  
which it occurs’**

**Sapolsky, 1997**





## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a la Dra. Alicia Salvador, directora de esta tesis, la dedicación y el apoyo personal que me ha brindado en la realización de este trabajo, así como la generosidad y elegancia personal de la que ha hecho gala en los momentos más difíciles.

También quisiera dar las gracias al Dr. Carlos Sanchís y a Miguel Angel Serrano por su preciada colaboración en la fase experimental y por los buenos momentos que han acompañado nuestro trabajo juntos. Junto con ellos, quisiera expresar mi agradecimiento al resto de miembros de mi equipo de investigación, al Dr. Ferran Suay, a la Dra. Sonia Martínez, a Luis Moya, M<sup>a</sup> Teresa Arnedo, Jorge Ricarte, Raquel Costa y Olga Pellicer por su comprensión y apoyo.

Quisiera también hacer extensivo mi agradecimiento al Prof. Dr. Vicente M. Simón y con él, a todos y cada uno de los miembros del Area de Psicobiología porque, cada uno desde su perspectiva individual, me han aportado las fuerzas necesarias para finalizar este trabajo.

También quisiera agradecer al Sr. Fernando Jiménez y al Sr. Jorge Gutierrez en representación del personal técnico de los equipos que han participado en esta investigación la colaboración y la cortesía con la que nos han tratado y facilitado la tarea, así como por su exhaustiva labor en el procesamiento de los datos del entrenamiento.

Por último, quisiera dar las gracias a mis padres, Esperanza y Francisco, por la paciencia y capacidad de compartirme con la vida universitaria. También quiero agradecer al resto de mi familia, mis hermanos Paco y M<sup>a</sup> Lo, y especialmente a Sheila, así como a Gloria, Yolanda, Pilar e Inés su apoyo y comprensión.

Finalmente, quisiera agradecer la financiación para la realización de esta investigación por parte de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (SAF92-692) y por el Consejo Superior de Deportes (nº 3732).







## ABREVIATURAS EMPLEADAS

CPK	Creatinfosfoquinasa
CRP	Células rojas plasmáticas
Csal	Cortisol salivar
Cser	Cortisol en suero
FC	Frecuencia cardiaca
FC <sub>max</sub>	Frecuencia cardiaca máxima
FC <sub>UA</sub>	Frecuencia cardiaca en el umbral anaeróbico
Hb	Hemoglobina
Hto	Hematocrito
IMC	Indice de masa corporal
LAm <sub>ax</sub>	Concentración máxima de lactato
LH	Hormona luteinizante
POMS	Profile of Mood States, Perfil de Estados de Ánimo
POMS-t	Puntuación total del POMS
PRL	Prolactina
SP	Sesiones periódicas de laboratorio
SP1	Sesión periódica 1, al principio de la temporada
SP2	Sesión periódica 2, a mitad de la temporada
SP3	Sesión periódica 3, al final de la fase regular
TLCR	Ratio testosterona libre:cortisol
TL	Testosterona libre en suero
Tsal	Testosterona salival
UA	Umbral anaeróbico
U <sub>t</sub>	Unidades arbitrarias de entrenamiento
VCM	Volumen corpuscular medio
VO <sub>2</sub> <sub>max</sub>	Volumen de oxígeno máximo
VO <sub>2</sub> <sub>UA</sub>	Volumen de oxígeno en el umbral anaeróbico
W <sub>max</sub>	Potencia máxima
W <sub>UA</sub>	Potencia en el umbral anaeróbico



# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	17
<b>CAPÍTULO 1. EL ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL ESTRÉS EN EL ÁMBITO DEPORTIVO.....</b>	<b>19</b>
1. Efectos de la competición y su resultado sobre los niveles de testosterona y cortisol y sobre el estado de ánimo.....	23
1.1. El ámbito deportivo como contexto para el estudio de los efectos de la competición.....	25
1.1.1. El esfuerzo físico en la competición deportiva....	30
1.1.2. Competición deportiva sin esfuerzo físico.....	35
1.2. El estudio de la competición en el laboratorio.....	37
2. Efectos del entrenamiento como un estresor crónico.....	43
2.1. Marcadores hormonales de la adaptación al entrenamiento.....	46
2.2. Marcadores psicológicos de la adaptación al entrenamiento.....	53
2.3. Otros aspectos fisiológicos afectados por el entrenamiento.....	55
2.4. La problemática de la cuantificación del entrenamiento.....	58
<b>CAPÍTULO 2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....</b>	<b>63</b>
1. Objetivos.....	65
2. Hipótesis.....	67
2.1. Hipótesis acerca de los efectos del resultado de la competición sobre los niveles de testosterona y cortisol.	67
2.2. Hipótesis acerca de los efectos del entrenamiento sobre los niveles de testosterona y cortisol y estado de ánimo a lo largo de una temporada deportiva.....	69

<b>CAPÍTULO 3. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>73</b>
1. Muestra total.....	75
2. Diseño general de la investigación.....	75
2.1. Protocolo en las situaciones de competición.....	76
2.2. Protocolo en las situaciones de control del entrenamiento.....	79
3. Variables medidas.....	81
3.1. Determinaciones hormonales.....	81
3.1.1. Determinaciones hormonales en suero.....	81
3.1.2. Determinaciones hormonales en saliva.....	82
3.2. Autoinformes.....	84
3.2.1. Estado de ánimo.....	84
3.2.2. Valoración del resultado.....	84
3.3. Rendimiento competitivo.....	85
3.3.1. Contribución al resultado de las competiciones.....	85
3.3.2. Ejecución competitiva.....	87
3.4. Entrenamiento.....	87
3.5. Condición física.....	90
3.6. Variables antropométricas.....	91
3.7. Variables hematológicas y bioquímicas.....	91
4. Análisis estadísticos.....	92

<b>CAPÍTULO 4. EFECTOS DE LA COMPETICIÓN Y SU RESULTADO SOBRE LOS NIVELES HORMONALES Y EL ESTADO DE ÁNIMO.....</b>	<b>93</b>
1. Estudio 1.....	95
1.1. Muestra.....	95
1.2. Protocolo.....	95
1.3. Análisis estadísticos.....	96
1.4. Resultados.....	97
1.4.1. Niveles de testosterona y cortisol.....	97
1.4.2. Estado de ánimo.....	99
1.4.3. Satisfacción y atribución causal del resultado.....	100
1.4.4. Contribución individual al resultado.....	100
1.4.5. Respuesta anticipatoria a la competición.....	101
1.5. Discusión.....	103
2. Estudio 2.....	107
2.1. Muestra.....	108
2.2. Protocolo.....	109
2.3. Análisis estadísticos.....	110
2.4. Resultados.....	110
2.4.1. Niveles de testosterona.....	110
2.4.2. Estado de ánimo.....	111
2.4.3. Satisfacción y atribución causal del resultado.....	112
2.4.4. Contribución personal al resultado.....	113
2.4.5. Asociaciones entre variables.....	114
2.5. Discusión.....	115

**CAPÍTULO 5. EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO SOBRE  
LOS NIVELES HORMONALES Y EL ESTADO DE ÁNIMO**

<b>(ESTUDIO 3).....</b>	<b>119</b>
1. Muestra.....	121
2. Procedimiento.....	121
3. Análisis estadísticos.....	122
4. Resultados.....	123
4.1. Equipo 1.....	124
4.1.1. Nivel de entrenamiento.....	124
4.1.2. Niveles hormonales.....	125
4.1.3. Estado de ánimo.....	127
4.1.4. Variables de condición física, antropométricas, hematológicas y bioquímicas.....	128
4.2. Equipo 2.....	131
4.2.1. Nivel de entrenamiento.....	131
4.2.2. Niveles hormonales.....	132
4.2.3. Estado de ánimo.....	134
4.2.4. Variables de condición física, antropométricas, hematológicas y bioquímicas.....	135
5. Discusión.....	137

**CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN GENERAL..... 145**

1. Los efectos de la competición..... 147

2. Los efectos del entrenamiento..... 152

**CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES..... 159**

**CAPÍTULO 8. REFERENCIAS..... 163**

**CAPÍTULO 9. ANEXO..... 181**





## INTRODUCCION

El estudio de los efectos del estrés tanto en animales como en seres humanos ha despertado un gran interés en las últimas décadas. En seres humanos, diversos trabajos han encontrado consecuencias de las experiencias estresantes sobre aspectos psicológicos, hormonales, inmunológicos, etc., en definitiva, sobre la salud.

La práctica regular de actividad física puede producir efectos beneficiosos sobre el organismo tanto a nivel fisiológico como psicológico y, en este sentido, ha sido considerada una estrategia útil para compensar los efectos perniciosos del estrés cotidiano. Cuando la práctica de actividad física se dirige a conseguir una optimización del rendimiento competitivo en un marco institucionalizado, se convierte en deporte. En la actualidad, el deporte despierta un interés social creciente en la población general, tanto en su práctica como en su seguimiento. El deporte de alto rendimiento y profesional puede llegar a forzar la adaptación del deportista hasta niveles que rompan su equilibrio, dando lugar entonces a efectos perniciosos.

En el ámbito deportivo, existen dos tipos principales de estresores a los que el deportista está expuesto, la competición y el entrenamiento. La naturaleza de ambos tipos de estresores es sensiblemente diferente, siendo la competición un estresor de naturaleza psicosocial y el entrenamiento un estresor de tipo físico, pero ambos pueden ejercer efectos detectables tanto a nivel fisiológico como psicológico.

Esta investigación pretende abordar el estudio de los efectos de la competición y el entrenamiento sobre los niveles hormonales y algunos aspectos psicológicos del deportista, desde una perspectiva psicobiológica. Con este fin, en un primer capítulo se describen los estudios existentes en la literatura y a partir de ellos, en un segundo capítulo, se plantean los objetivos e hipótesis de esta investigación para pasar, posteriormente, a describir el procedimiento empleado para abordar los objetivos. Los principales resultados obtenidos se han recogido en los dos capítulos siguientes, cada uno de ellos dedicado al estudio de un tipo de estresor para, en un apartado posterior, discutir los resultados más relevantes en relación con la literatura sobre el tema e intentando responder a las hipótesis planteadas. Por último, se presentan las principales conclusiones obtenidas en nuestro estudio.

Esta investigación se enmarca en un proyecto de investigación más amplio en que se aborda el estudio de la relación testosterona/cortisol con diversas variables psicobiológicas y de entrenamiento en deportistas de alto rendimiento durante una temporada deportiva.

## CAPITULO 1

# EL ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL ESTRES EN EL AMBITO DEPORTIVO.



El estudio del estrés ha despertado un gran interés en las últimas décadas. Desde la formulación del Síndrome General de Adaptación por Selye (1936), se ha profundizado mucho en el estudio de los efectos de los estímulos estresantes, especialmente en seres humanos, sobre aspectos psicológicos, hormonales, inmunológicos y cardiovasculares, en definitiva sobre el ámbito de la salud (Kiecolt-Glaser y Glaser, 1995). Desde los estudios clásicos de Selye, la investigación sobre los efectos del estrés ha crecido exponencialmente enmarcándose en diferentes especialidades tanto en el campo de la Medicina como de la Psicología.

El ejercicio físico es considerado un estresor al plantear una situación a la que el organismo debe responder y adaptarse para mantener la homeostasis interna. En el ámbito deportivo confluyen tanto estresores agudos como crónicos. En términos generales, el deportista se enfrenta a dos grandes tipos de estresores, la competición y el entrenamiento, además de todos aquellos que son comunes a otras profesiones.

La competición es un estresor puntual, pero repetido con mayor o menor frecuencia según el deporte en cuestión, que supone la confrontación entre dos individuos o equipos de la misma categoría para conseguir un mantenimiento o un ascenso en el estatus y de la que uno de los contendientes resultará victorioso y el otro derrotado. Es importante resaltar que el deportista o el equipo que compite se encuentra inmerso en un grupo social y que el resultado de la contienda tiene consecuencias para el individuo. Además, para llegar a competir en

un determinado nivel el deportista se ha tenido que preparar, en ocasiones, durante largos periodos de entrenamiento con el objetivo último de mejorar la ejecución en este tipo de situaciones. Ello conlleva que la competición sea un potente agente estresor no solamente de tipo físico, sino también de naturaleza psicosocial.

El entrenamiento es considerado un estresor crónico ya que supone la realización de un programa sistemático de trabajo físico en el que se aplican cargas de trabajo crecientes con el objetivo de provocar la supercompensación y, en último término, una mejora del rendimiento competitivo. Esta optimización, perseguida por la actividad física programada, se logra cuando se alcanza un equilibrio adecuado entre los periodos de trabajo, la pauta de crecimiento de las cargas y los periodos de recuperación. El ejercicio agudo de cada sesión de entrenamiento supone un estímulo estresante para el organismo al que responde con un gasto energético y modificaciones estructurales como el aumento de la masa muscular, y funcionales como el aumento en los niveles de las enzimas y las proteínas necesarias para el afrontamiento de un nuevo estímulo. Los periodos de recuperación son especialmente relevantes para que las células restauren su capacidad funcional mediante procesos en gran parte inducidos hormonalmente. Tras repetidos episodios de estimulación aguda estas modificaciones permiten alcanzar una estabilidad que aumenta el poder funcional del organismo (Virus, 1984).

Esta investigación se centra en el efecto de ambos tipos de estresores deportivos, la competición y el entrenamiento, desde una perspectiva psicobiológica que integra aspectos fisiológicos y procesos de

tipo psicológico. En la literatura puede observarse cómo los efectos de la competición y del entrenamiento han sido estudiados separadamente. De acuerdo con esto, en este capítulo se expondrán secuencialmente los resultados encontrados en la literatura acerca de los efectos de la competición sobre los niveles hormonales y el estado de ánimo y los resultados acerca del efecto del entrenamiento sobre estas mismas variables.

## **1. Efectos de la competición y su resultado sobre los niveles hormonales y el estado de ánimo.**

La competición es una situación de estrés agudo que se da con gran frecuencia en el ámbito deportivo. Una situación competitiva implica que uno o más individuos realizan determinadas acciones encaminadas a conseguir un objetivo frente a otro individuo o grupo de la misma especie motivado/s por el mismo objetivo. Dado que la consecución de la meta implica que disminuye la probabilidad de que otro individuo la obtenga, el resultado tiene consecuencias para el sujeto. En el caso de la competición por un estatus, los competidores muestran una serie de signos encaminados a conseguir la meta y así mantenerse o ascender a un estatus superior, induciendo ansiedad en un adversario de la misma especie. Esta definición conductual se ajusta, según Mazur, al concepto de conducta dominante. En este punto, conviene recalcar que la conducta dominante puede llegar a ser agresiva, pero no necesariamente; lo será cuando para conseguir un objetivo se infringe un



daño intencionado al otro individuo que pugnaba por él. Según Mazur y Booth (1998), la agresión es el intento de infringir daño físico a un miembro de la misma especie, mientras que la dominancia es un intento de alcanzar o mantener un estatus alto (poder, influencia, etc) ante un miembro de la misma especie. Numerosas situaciones sociales son válidas para estudiar la dominancia sin agresión. Según estos autores, en seres humanos es más fácil relacionar la testosterona con la dominancia que con la agresión.

La relación entre la conducta agonística y los niveles endocrinos ha despertado gran interés tanto en animales como en seres humanos. En animales, los encuentros competitivos por el acceso a la comida o a las hembras elicitán cambios hormonales que parecen estar modulados por el resultado del encuentro, victoria o derrota, en varias especies (Archer, 1988; Brain, 1990). En primates no humanos, la relación entre las hormonas y la conducta agresiva o dominante, en un principio considerada como unidireccional, es descrita por Mazur (1983; 1985) como recíproca y bidireccional en su Teoría Biosocial del Estatus. En ella se hipotetiza que los individuos que viven en comunidades sociales, como es el caso de los primates, desarrollan conductas agresivas o no agresivas, dominantes o sumisas en función de su estatus en la jerarquía social, de su motivación por alcanzar un estatus superior o mantenerse en el que ya ocupan, y de sus éxitos y fracasos previos en estos contextos. Asimismo, en el modelo se contemplan los consiguientes cambios en el organismo hipotéticamente adaptativos a la situación tanto con efectos a corto plazo en el sistema nervioso simpático, como a largo plazo en los incrementos o decrementos de los niveles de testosterona. Centrándonos en los efectos

sobre los niveles de testosterona, el Modelo Biosocial propone que niveles altos de esta hormona facilitan conductas agresivas o dominantes que favorecen que el individuo se mantenga o pugne por un estatus superior en la jerarquía social a la que pertenece, mientras que los individuos con experiencias previas de fracasos muestran niveles bajos de testosterona que reducirían la probabilidad de buscar nuevos encuentros agonísticos.

### **1.1. El ámbito deportivo como contexto para el estudio de los efectos de la competición.**

En humanos, la mayor parte de los estudios sobre el tema se han enmarcado en el ámbito deportivo como un contexto en el que la competición se encuentra claramente delimitada y la victoria y la derrota son fácilmente observables. Sin embargo, los resultados obtenidos en este campo están lejos de ser concluyentes. Así, a partir de la hipótesis de Mazur surgieron una serie de estudios en los que, planteándose situaciones competitivas, se han medido los niveles hormonales de los sujetos que intervenían en ellas. En los distintos trabajos se han apuntado, como veremos a continuación, posibles variables intervinientes en esta respuesta hormonal.

El primer trabajo sobre el tema fue el de Mazur y Lamb (1980) en el que estudiaron los incrementos o decrementos en los niveles de testosterona en tres situaciones competitivas. En la primera, 12 hombres participaron en diversos partidos de tenis en los que se tomaron muestras



de sangre una hora antes y una, dos y tres horas después de los partidos. Los ganadores mostraron aumentos y los perdedores descensos de testosterona tras el partido, aunque estas diferencias en los perfiles de respuesta se apoyaban en el examen de tendencias estadísticas. Tres de los ganadores informaron al experimentador de su buen estado de ánimo y su satisfacción y mostraron aumentos de testosterona, mientras que uno de ellos se sentía confuso y no mostró los aumentos esperados, por lo que los autores sugirieron que el estado de ánimo acompañó a los aumentos de testosterona después del partido. En la segunda situación, los sujetos eran considerados 'ganador' o 'perdedor' en un juego de lotería, por lo que no intervenía el esfuerzo o el mérito del individuo para la consecución del resultado. En este estudio, no hubo diferencias entre los niveles de testosterona de ganadores y perdedores. A partir de los resultados de estos dos estudios, los autores sugirieron que se deberían esperar aumentos de testosterona en situaciones de elevación del estatus que impliquen mérito y en las que el individuo experimente la alegría de alcanzar una nueva posición. La tercera situación planteada por estos autores fue diferente a las anteriores, ya que se trataba de una ceremonia de graduación. Según los autores, la testosterona aumentaba y los picos en los niveles se daban primordialmente al día siguiente a la graduación, coincidiendo con el momento en el que el individuo percibía la euforia del acontecimiento.

Poco después, Elias (1981) midió los niveles y cambios porcentuales de testosterona, cortisol y SHBG, 10 minutos antes y 10 y 35 minutos después de combates de lucha libre en los que participaron 15 luchadores. Los resultados mostraron una ausencia de diferencias en

los niveles de testosterona según el resultado del encuentro, pero cuando se calculaban los cambios porcentuales entre los 10 minutos antes y los 10 después del combate éstos eran mucho mayores en los ganadores que en los perdedores. Los niveles de cortisol, mostraron ascensos considerables en la muestra total a los 10 minutos y a los 35 minutos después del encuentro con respecto a la muestra anterior, siendo estos ascensos significativamente mayores en los ganadores que en los perdedores en los dos intervalos temporales considerados. Los niveles de SHBG no mostraron diferencias en función del resultado. Según Elias, las diferencias hormonales entre los ganadores y los perdedores eran debidas a la experiencia de la victoria más que a la derrota. Un aspecto de especial interés en este estudio fue el planteamiento que hizo Elias de que el ejercicio físico por sí sólo es capaz de elicitar respuestas hormonales mediante mecanismos no del todo conocidos, y que un mayor esfuerzo físico por parte de los ganadores podría estar en la base de las diferencias hormonales encontradas.

A partir de este estudio, el control de los efectos del esfuerzo físico sobre los niveles hormonales adquirió mayor relevancia en el estudio de la respuesta hormonal inducida por la competición. Para ello, se han utilizado diversas estrategias. Una de ellas consistió en estudiar la contribución del esfuerzo físico a las variaciones hormonales mediante el diseño de una situación de esfuerzo físico competitivo y otra situación de esfuerzo físico similar pero no competitiva. Otro planteamiento utilizado ha sido el estudio de los efectos de la competición con ausencia de esfuerzo físico en situaciones reales como un torneo de ajedrez. Algunos estudios también han estudiado esta temática en el contexto del

laboratorio. Posteriormente en este capítulo, describiremos los resultados de los estudios enmarcados en cada una de estas estrategias metodológicas.

Otro estudio acerca de los efectos de la competición deportiva fue el de Booth, Shelley, Mazur, Tharp y Kittok (1989). En éste no se abordó el tema del esfuerzo físico a pesar de que se llevara a cabo en el contexto deportivo, pero estos autores aportaron diversos aspectos innovadores en esta temática como, por ejemplo, el uso de muestras de saliva para las determinaciones hormonales. Este tipo de determinaciones hormonales ofrecen ventajas como la ausencia en la invasividad de la recogida de muestras, aspecto especialmente importante en la investigación de situaciones estresantes, eliminando el estrés de la venipuntura; la facilidad de la recogida sin la necesidad de personal especializado; y por último, ofrecer información acerca de la porción libre de la hormona, considerada la biológicamente activa. Como consecuencia, las determinaciones salivales permiten una mayor frecuencia de muestreo por lo que facilita la detección de la respuesta hormonal y el acercamiento a situaciones competitivas reales. Además, es importante resaltar de cara a la fiabilidad de las determinaciones salivares que se han encontrado correlaciones positivas y significativas entre los niveles de testosterona y cortisol en sangre y en saliva (Wang, Plymate, Nieschlag y Paulsen, 1981; Vining, McGinley, Maksvytis y Ho, 1983).

Así, Booth et al. (1989) tomaron muestras de saliva de 6 tenistas, un día y 15 minutos antes e inmediatamente después y 1 ó 2 días después de los partidos individuales; y todas las muestras de saliva

anteriormente citadas excepto la de los 15 minutos antes en los partidos dobles. Antes y después de la situación competitiva evaluaron el estado de ánimo mediante autoinformes baremados según una escala Likert, y se recabó información sobre la percepción que el individuo tenía de su rendimiento en el partido. Cada uno de los 6 tenistas jugaron 6 partidos y las mediciones fueron consideradas como muestras independientes, con lo que reunieron un total de 36 casos.

Los resultados apuntaron que el cortisol era menor en aquellos jugadores de posición más alta en la clasificación con respecto a los de posiciones inferiores, en concordancia con la posible respuesta diferencial al estrés competitivo de los sujetos de posiciones jerárquicas diferentes hipotetizada por el Modelo Biosocial. A pesar de la estabilidad de los niveles de cortisol a través de las distintas muestras, los cambios porcentuales mostraron incrementos entre las muestras de saliva anteriores al partido y decrementos entre la toma inmediatamente posterior y la que es recogida 1 ó 2 días después del partido. Los niveles de testosterona no mostraron efectos significativos del número de partidos jugados. Además, los mayores picos de testosterona se producían 15 minutos antes del partido, no encontrándose relaciones entre estos picos y otras mediciones realizadas. Así, según los autores, es posible que alguna variable por determinar entrara en juego en este momento y desequilibrara los patrones hormonales esperados. Basándose en los partidos individuales, que fueron aquellas situaciones competitivas consideradas de mayor importancia para los sujetos en comparación con los partidos dobles, exploraron el efecto del resultado sobre los niveles hormonales. No encontraron diferencias estadísticamente significativas

en los niveles hormonales entre ganadores y perdedores. Por último, Booth et al. (1989) retomaron el tema del estado de ánimo ya apuntado por Mazur y Lamb (1980) como posible correlato de la respuesta de la testosterona. Estos autores observaron que las variaciones de testosterona entre los niveles medidos 15 minutos antes e inmediatamente después de los partidos correlacionaban con el estado de ánimo positivo, estimado mediante una pregunta que contemplaba las calificaciones de 'extremadamente positivo', 'neutro' y 'extremadamente negativo', lo que hizo suponer a los autores que el estado de ánimo actuó sobre los cambios endocrinos durante la situación competitiva.

#### 1.1.1. El esfuerzo físico en la competición deportiva.

La competición en el ámbito deportivo ofrecía la posibilidad de estudiar los efectos de las situaciones competitivas que implicaban un cambio de estatus en el sujeto en contextos reales, altamente dependientes del mérito personal del individuo y en las que el resultado y la situación estaban sistematizados y sujetos a reglas. Sin embargo, la problemática planteada por Elias dio lugar a la necesidad de controlar el esfuerzo físico invertido en la competición cuando ésta se realizaba con esfuerzo físico. Para ello, una estrategia utilizada consistió en el diseño de sesiones experimentales equivalentes pero caracterizadas por la existencia o ausencia de competición. De esta forma, las posibles divergencias entre la respuesta de las hormonas en ambas sesiones podría atribuirse al hecho de competir en sí mismo y no al esfuerzo físico realizado.

En uno de los primeros estudios en esta línea, Salvador, Simón, Suay y Llorens (1987) llevaron a cabo un experimento acerca de los efectos de la competición sobre los niveles de testosterona y cortisol en sangre en un deporte de contacto. Para controlar el esfuerzo físico invertido, se diseñaron dos situaciones experimentales: una con competición y el esfuerzo físico consiguiente que consistió en un combate de judo, y una situación de entrenamiento en la que se realizaba un esfuerzo físico equivalente al realizado en la competición, pero de naturaleza no competitiva. Estos autores midieron testosterona y cortisol en sangre en una muestra de 14 jóvenes judokas, 10 minutos antes y 45 minutos después del esfuerzo físico en ambas sesiones. No encontrando diferencias significativas ni en testosterona ni en cortisol entre ganadores y perdedores, los autores observaron que los niveles de testosterona aumentaban tras la sesión de entrenamiento y disminuían tras el combate aunque no significativamente, mientras que el cortisol no resultó significativamente diferente entre ambos tipos de condiciones experimentales. Los niveles de testosterona en la situación competitiva diferían más en función del nivel de experiencia del judoka que en función del resultado del combate. Así, las conclusiones apuntaban que las variaciones fisiológicas del esfuerzo físico explicaban los aumentos de testosterona, pero no los decrementos tras el combate, que podían deberse a una reacción al estrés de la competición. Además, el nivel de experiencia de los sujetos, entendido como el historial de éxitos y fracasos previos al combate, modulaba los niveles de testosterona en mayor medida que el resultado del mismo.



En un estudio posterior, se intentó confirmar la importancia de la categoría deportiva sobre los niveles y la respuesta endocrinos en la dirección señalada anteriormente. En este sentido, Salvador, Suay y Cantón (1990) distribuyeron 17 judokas, pertenecientes a la Selección Nacional o a un Equipo Autonómico, en función del peso corporal en parejas para un combate de judo, tomando mediciones de testosterona y cortisol 10 minutos antes y 45 minutos después. Los resultados de este estudio reflejaron que no había diferencias significativas entre ganadores y perdedores ni en los niveles hormonales ni en los cambios porcentuales calculados respecto a los niveles basales. Sin embargo, los cambios en testosterona y cortisol mostraron marcadas diferencias entre los miembros de la Selección Nacional y los del Equipo Autonómico, aunque éstas no alcanzaron la significación estadística. Mientras que los miembros de la Selección Nacional apenas mostraron modificaciones en testosterona, los miembros del Equipo Autonómico experimentaban claros descensos. Los niveles de cortisol reflejaban incrementos en ambas submuestras aunque más acentuados en el caso de los miembros del Equipo Autonómico. En un análisis más pormenorizado de los efectos del resultado del combate y de la categoría deportiva de los sujetos, los autores encontraron que, mientras que en la Selección Nacional la testosterona de los ganadores mostraba incrementos y la de los perdedores decrementos, en el Equipo Autonómico ganadores y perdedores mostraban decrementos. Por otro lado, el cortisol de los miembros de la Selección Nacional que habían resultado vencedores experimentaba incrementos y los perdedores decrementos. En el caso del Equipo Autonómico se observaron incrementos en ambas submuestras. Así, las diferencias hormonales en función del resultado fueron sólo

encontradas en la categoría superior, que correspondía a aquellos judokas que pertenecían a la Selección Nacional de Judo (Salvador et al., 1990), por lo que se hacía hincapié en que la categoría deportiva modulaba las diferencias hormonales por resultado. En función de estos resultados, los autores apuntaban que es la pertenencia al equipo con la consiguiente experiencia acumulada de éxitos o fracasos o las características derivadas del entrenamiento, lo que influye los niveles endocrinos más que el resultado en sí mismo. Sin embargo, Salvador et al. (1990) plantean la necesidad de realizar un mayor número de determinaciones hormonales en estudios posteriores para esclarecer el patrón de variaciones hormonales de los sujetos.

Más recientemente, en un tercer estudio de este grupo (Suay, 1993; Suay et al., 1999), se planteó un diseño con tres sesiones experimentales en una muestra de 28 judokas, una sesión control sin esfuerzo físico, una situación de competición que consistió en la realización de combates de judo y otra de esfuerzo físico no competitivo (ergometría) de coste glucolítico similar. En la sesión de combate, 14 de los judokas resultaron ganadores y 14 perdedores. En todas las sesiones se tomaron dos muestras de sangre en tiempos equiparables a partir de las cuales se determinó testosterona, cortisol, SHBG y prolactina, siendo 10 minutos antes y 10 minutos después de la actividad física en las dos sesiones con esfuerzo físico (combate y ergometría). Los resultados mostraron que los niveles de testosterona, cortisol y prolactina de la sesión con competición eran significativamente superiores a los de las otras dos sesiones experimentales. Además, los niveles de testosterona y de cortisol del combate eran superiores a los de las otras situaciones incluso antes de

que la situación competitiva se llevara a cabo, por lo que confirmaron una respuesta anticipatoria de estas hormonas ante la competición, ya sugerida en trabajos previos (Booth et al., 1989; Mazur, Booth y Dabbs, 1992). Con respecto a los efectos del resultado, Suay et al. (1999) no encontraron diferencias significativas entre ganadores y perdedores en los niveles de testosterona y de prolactina, pero los ganadores mostraron niveles de cortisol significativamente superiores a los de los perdedores en las dos muestras consideradas. Por último, la testosterona se relacionó positivamente con la motivación por ganar el combate en la muestra total, mientras que el cortisol de los perdedores se asoció a la percepción que el judoka tenía de que ganaría, sugiriendo que procesos psicológicos como la motivación o las expectativas pueden jugar un papel más relevante sobre los niveles de testosterona y cortisol que el resultado en sí mismo.

El empleo de muestras de saliva para las determinaciones hormonales en este mismo estudio permitió una ampliación en el periodo temporal estudiado para abordar el problema de los efectos de la competición y su resultado (Gonzalez-Bono, 1993). Las muestras fueron recogidas 10 minutos antes y 15, 45, 60 y 90 minutos después del esfuerzo físico en ambas sesiones de ejercicio, competitivo y no competitivo. Los resultados confirmaron la existencia de niveles significativamente mayores de testosterona y cortisol en la sesión competitiva con respecto a la sesión de esfuerzo físico no competitivo durante todo el periodo de muestreo. Respecto a los posibles efectos del resultado, no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de testosterona y cortisol de ganadores y perdedores.

### 1.1.2. Competición deportiva sin esfuerzo físico

Otra estrategia para el estudio de la competición asegurando la importancia de la situación para el sujeto ha sido el empleo de situaciones competitivas sin esfuerzo físico, como un torneo de ajedrez. En la base de esta estrategia está la idea de que la testosterona se ve afectada tanto por la competición física como por la competición sin esfuerzo físico. En este sentido, Mazur et al. (1992) llevaron a cabo un estudio en el que hipotetizaron una respuesta anticipatoria de la testosterona a la competición y efectos del resultado sobre los niveles endocrinos. Se plantearon dos diseños longitudinales para dos torneos de ajedrez estudiados independientemente por ser de características totalmente diferentes, uno era una competición regional de mayor importancia que el otro que era de carácter local.

En el primer torneo (la competición regional), 11 ajedrecistas realizaron una competición a lo largo de un día. Las muestras de testosterona en saliva recogidas se distribuyeron de la siguiente forma: un día antes, inmediatamente antes de la situación competitiva, 15, 30, 45 y 60 minutos después, y un día después del torneo en el que se recogió una muestra por la mañana y otra por la tarde. Los resultados mostraron que el día anterior a la competición los perdedores tenían mayores niveles de andrógenos que los ganadores. Sin embargo, tanto los niveles como los cambios de testosterona de los ganadores eran mayores que los de los perdedores inmediatamente antes y especialmente la mañana siguiente a la del torneo. La respuesta anticipatoria señalada no sólo era significativa,

sino consistente en los 4 ganadores y los 7 perdedores en que se distribuía la muestra total.

En el segundo torneo (local), se contó con 8 sujetos experimentales de los cuales 5 resultaron ganadores y 3 perdedores. La competición duró 9 semanas celebrándose un torneo semanal. En cada una de las 9 sesiones experimentales se tomaron muestras de saliva para las determinaciones de testosterona un día e inmediatamente antes y 15 minutos después de la situación competitiva, contabilizando un total de 24 muestras por sujeto. Los resultados de este segundo estudio mostraron que la interacción entre el momento de la medición y el ganar/perder era significativa tanto si se consideraba el intervalo de un día como el de una semana. Además, los niveles androgénicos de los ganadores eran mayores que los de los perdedores a partir de las dos primeras semanas de torneo y estas diferencias comenzaban a ser significativas a partir de la sexta semana de competición. No se encontraron indicios de respuesta anticipatoria.

Cada una de las partidas de ajedrez fue clasificada por los autores en la categoría de 'close' o 'far' en función de la diferencia entre la media de los puntos de ambos contendientes en partidas previas que, según los autores, es un buen predictor de la ejecución futura. De esta forma, la categoría 'close' es aquella en la que la diferencia entre la clasificación de los contendientes es menor y por tanto son consideradas como de mayor interés y la categoría 'far' es aquella en la que compiten ajedrecistas más distanciados en la clasificación y son consideradas de menor interés. En las partidas consideradas de mayor interés, la testosterona de los

ganadores subía mientras la de los perdedores bajaba; y en las partidas de menor interés (categoría 'far'), no existían diferencias en función del resultado. De esta forma, se reafirmaba la idea de Salvador et al. (1987) sobre el hecho de que la importancia de la situación competitiva para el sujeto también influía en los niveles endocrinos.

## **1.2. El estudio de la competición en el laboratorio.**

Los efectos de la competición sobre los niveles hormonales han sido también estudiados en contextos de laboratorio en los que se ha examinado más profundamente las variables intervinientes sugeridas en estudios previos.

En una situación competitiva sin esfuerzo físico, Gladue, Boechler y McCaul (1989) plantearon un diseño de medidas repetidas que incluía dos muestras de saliva antes, dos durante y seis después del evento competitivo. La situación planteada consistía en la realización de una tarea de tiempo de reacción por ordenador en la que el resultado era manipulado por el experimentador. En función de la información que se les daba a los sujetos, se consideraron dos categorías de participantes diferentes: categoría cerrada y categoría decisiva. En la categoría cerrada se les decía que habían ganado o perdido por muy pocos puntos de diferencia, mientras que en la categoría decisiva se les informaba de que el resultado se debía a una diferencia muy amplia entre las puntuaciones de ganadores y perdedores. Además, tanto antes como después de la competición se administraba el MAACL (Multiple Affect Adjective Check List) en donde se registraban las subescalas de ansiedad, depresión y

hostilidad como estimación del estado de ánimo. Se incluyeron también mediciones relativas a la atribución, basadas en un cuestionario en forma de escala Likert de 7 puntos administrado después de la tarea.

Los resultados obtenidos confirmaron incrementos en los andrógenos experimentados por los ganadores con respecto a los perdedores y la existencia de diferencias significativas en función del momento de la medición. Los patrones de respuesta para todos los sujetos se traducían en incrementos antes y durante la competición; y en posteriores y más irregulares decrementos, más paulatinos en el caso de los ganadores que en el de los perdedores. Los niveles de testosterona más altos fueron observados entre los ganadores de la categoría cerrada pero sólo en la primera muestra recogida después de la tarea. El cortisol mostró diferencias significativas en función del momento en el que se tomaron las muestras de saliva, confirmándose los incrementos hasta los últimos momentos de la competición y los paulatinos decrementos una vez terminada ésta. Los niveles más altos y prolongados de los cuatro grupos (Ganadores de la categoría decisiva, perdedores de la categoría decisiva, ganadores de la categoría cerrada y perdedores de la categoría cerrada) fueron encontrados en los perdedores de la condición cerrada. Además, la depresión fue mayor en los perdedores que en los ganadores cuando la victoria era clara mientras que la ansiedad y la hostilidad no fueron sensibles al resultado. Por último, aparecieron diferencias significativas en las atribuciones de ganadores y perdedores dentro de la categoría decisiva, pero no dentro de la cerrada. Los ganadores de la categoría decisiva consideraban más importante su esfuerzo personal y menos la habilidad del oponente para su rendimiento que los

perdedores. Sin embargo, no se calcularon correlaciones entre la atribución y los niveles hormonales en este estudio. Gladue et al. (1989) concluyeron que la competición sin esfuerzo físico modifica los niveles de hormonales y que la percepción de la victoria es más importante a la hora de modular los niveles de testosterona que el mérito individual. Asimismo, plantearon la necesidad de una medición más exhaustiva del estado de ánimo a la hora de examinar su papel modulador de los niveles hormonales.

Otro estudio más reciente en el que se hace hincapié en el poder reforzante del estado de ánimo y en el que la tarea era independiente del mérito personal, fue el realizado por McCaul, Gladue y Joppa (1992). Estos autores plantearon dos experimentos para explorar las relaciones entre las variables cognitivas y endocrinas. En el primero, el experimentador lanzaba una moneda durante 20 minutos y el sujeto ganaba o perdía en función de los aciertos al pronosticar el resultado del siguiente lanzamiento (cara o cruz). Las muestras de saliva para las mediciones hormonales se tomaban 10 minutos antes, durante la realización de la tarea y 10 y 20 minutos después de realizada. El estado de ánimo de los 28 sujetos que compusieron la muestra de este estudio se registró, mediante instrumentos ya baremados, con el POMS (McNair, Lorr y Droppleman, 1971) y el MAACL (Zuckerman y Lubin, 1965) antes; y del POMS, el MAACL y un Cuestionario con 2 ítems sobre atribución del resultado después de la tarea. Los resultados de este primer experimento mostraron mayores niveles de testosterona en los ganadores que en los perdedores entre los 15 y los 20 minutos después de completados los 60 lanzamientos de moneda. El cortisol no mostró



diferencias en función del resultado, sino que aumentaba durante la tarea y descendía posteriormente en la muestra total. Con respecto al estado de ánimo, se observaron mayores puntuaciones en depresión en perdedores que en ganadores. Las atribuciones del resultado fueron realizadas a la suerte excepto en un caso en que el sujeto creía haber ejercido algún control sobre la tarea. De acuerdo con estos resultados, los autores señalaron que es el estado de ánimo más que el mérito personal lo que produce los cambios androgénicos y, en este sentido, consideraron que el estado de ánimo debe ser tratado en posteriores estudios como una variable interviniente en los cambios hormonales. Asimismo, confirmaron las diferencias en los niveles de testosterona entre ganadores y perdedores entre los 15 y los 20 minutos después del evento, intervalo similar al de Elias (1981) y Gladue et al. (1989).

En un segundo experimento, los autores modificaron algunos aspectos con respecto al estudio anterior. Se incluyó un grupo control, aumentó el tamaño de la muestra, se administró el PANAS-X para el registro de estados de ánimo tanto positivos como negativos, y se añadió otra muestra de saliva 30 minutos después de la realización de la tarea. De nuevo se confirman los incrementos en testosterona en los ganadores y los decrementos de los perdedores entre los 10 y los 15 minutos después de la tarea, convergiendo ambos grupos en el minuto 20, como ocurría en el primer experimento. Además, los ganadores eran más similares a los controles que los considerados perdedores. También el cortisol confirmó el patrón de respuesta mostrado en el primer estudio, con incrementos mientras se realizaba la tarea y decrementos 30 minutos después. No se encontraron niveles diferentes de cortisol en función del

resultado. Los resultados relativos al estado de ánimo reflejaron una diferencia entre los ganadores y los perdedores. Mientras que los ganadores presentaban un estado de ánimo positivo, los perdedores y los controles lo mostraban negativo. Por lo que se refiere a las atribuciones, mayoritariamente fueron hechas a la suerte y no mostraron relación alguna con el resultado. De nuevo, a partir de este estudio se enfatizó el papel del estado de ánimo, entre otros aspectos no totalmente definidos, y se concluyó que es la percepción de la victoria o la derrota, más que el rendimiento real o el mérito lo que modula los cambios de testosterona.

Más recientemente, Mazur, Susman y Edelbrock (1997) han hecho hincapié de nuevo en el papel modulador del estado de ánimo sobre las variaciones de testosterona inducidas por la competición en un vídeo juego, incluso cuando no se han encontrado diferencias significativas entre los niveles hormonales de ganadores y perdedores y no se encontraron correlaciones significativas entre la respuesta de la testosterona y el estado de ánimo. En este estudio la ausencia de efectos significativos asociados al resultado fue atribuido a la ausencia de diferencias entre el estado de ánimo de los ganadores y los perdedores.

En resumen, los trabajos consultados acerca de los posibles efectos de la conducta competitiva sobre los niveles hormonales no ofrecen resultados totalmente unánimes. Un resumen de algunos de los resultados más relevantes consultados hasta ahora se muestran en la Tabla 1, en el mismo orden en el que han sido expuestos en esta introducción. La diversidad de los estudios respecto a la heterogeneidad de las situaciones experimentales diseñadas (reales, de laboratorio, manipuladas, etc.) y la discrepancia en los instrumentos de medida del

Tabla 1: Resultados más relevantes de los estudios acerca de los efectos de la competición sobre los niveles hormonales en seres humanos (T= testosterona; C= cortisol; n.d.s.= ausencia de diferencias significativas).

Autores	Muestra	VARIABLES medidas	Tarea	Principales resultados
<b>EFFECTOS DE LA COMPETICION EN EL AMBITO DEPORTIVO</b>				
Mazur y Lamb (1980)	<u>Estudio 1</u> 12 tenistas <u>Estudio 2</u> 14 hombres	T en plasma Estado ánimo	Partidos de tenis  Lotería	↑ T en los ganadores ↓ T en los perdedores n.d.s. por el resultado.
Elías (1981)	15 luchadores	T, C y SHBG en suero	Lucha libre	↑ Cambios en T y niveles de C en los ganadores respecto a los perdedores.
Booth et al. (1989)	6 tenistas	T y C salival Estado ánimo Expectativas	Partidos de tenis dobles e individuales (más relevantes).	n.d.s. por el resultado. Efecto de la posición del sujeto sobre el C ↑ de T antes de los partidos Posible papel del estado de ánimo sobre la T
<b>EL ESFUERZO FISICO EN LA COMPETICION DEPORTIVA</b>				
Salvador et al. (1987)	14 judokas	T y C en suero	Combate de judo vs. Sesión de entrenamiento	n.d.s. por el resultado T asociada a la experiencia del judoka.
Salvador et al. (1990)	17 judokas (2 categorías deportivas)	T y C en suero	Combate de judo	Muestra total: n.d.s. Categoría superior: ↑ T en ganadores y ↓ T en perdedores
Suay et al. (1999)	28 judokas	T, C, SHBG y prolactina en suero Aspectos psicológicos	Combate de judo vs. Ergometría	↑ C mayores en ganadores T asociada a motivación y C a autoconfianza. Respuesta anticipatoria de la T y el C
<b>COMPETICION SIN ESFUERZO FISICO EN EL AMBITO DEPORTIVO</b>				
Mazur et al. (1992)	11 hombres 8 hombres	T salival	Torneos de ajedrez: regionales locales	Interés de las partidas modula las variaciones de T por el resultado. Respuesta anticipatoria en los torneos más importantes
<b>COMPETICION EN EL AMBITO DEL LABORATORIO</b>				
Gladue et al. (1989)	39 hombres	T y C salival Estado ánimo Atribución	Tiempo de reacción Resultado manipulado	El tipo de resultado modula las variaciones hormonales por ganar No necesario el mérito personal
McCaul et al. (1992)	<u>Estudio 1</u> 28 hombres <u>Estudio 2</u> 101 hombres	T y C salival Estado ánimo	Lanzamiento de monedas	↑ T en ganadores y ↓ T en perdedores Mejor estado de ánimo en ganadores n.d.s. en C por resultado.
Mazur et al. (1997)	28 hombres 32 mujeres	T y C salival Estado ánimo	Videojuego	Efecto de la competición diferente por sexos en T n.d.s. por resultado en hormonas

estado de ánimo dificulta que las conclusiones sean definitivas. El estado de ánimo, la categoría deportiva, la experiencia del resultado, el mérito, la forma de ganar o la valoración del resultado han sido variables que se han recogido como posibles factores moduladores de la respuesta hormonal inducida por la competición.

## **2. Efectos del entrenamiento como un estresor crónico sobre los niveles hormonales y el estado de ánimo.**

Los resultados acerca de los efectos del entrenamiento físico sugieren que el ejercicio crónico elicit procesos adaptativos en el organismo de una manera dosis dependiente. El entrenamiento supone la administración secuenciada de cargas de trabajo de intensidad y/o duración variables alternadas con periodos de recuperación, cuyo objetivo, en último término, es mejorar el rendimiento. En el ámbito de la salud y la calidad de vida, el entrenamiento persigue la obtención de beneficios a nivel psicológico, cardiovascular, muscular, etc. Sin embargo, en el ámbito del deporte profesional o de élite el objetivo perseguido es la mejora del rendimiento competitivo. Para conseguirlo, en ocasiones, se somete al deportista a cargas de trabajo excesivas y/o periodos de recuperación insuficientes que, junto con el estrés derivado de las sucesivas competiciones y otros estresores no deportivos de la vida cotidiana, pueden sobrepasar la capacidad de afrontamiento del

individuo y producir efectos perniciosos sobre su salud e incluso sobre la mejoría del rendimiento deportivo que en un principio se perseguía.

La dinámica del entrenamiento implica la realización de sesiones o periodos de entrenamiento capaces de producir un desequilibrio de la homeostasis interna, con una fatiga puntual y transitoria. Tras la recuperación oportuna, el individuo afrontará la siguiente sesión o ciclo con un nivel de condición física que permitirá afrontar estimulaciones de mayor intensidad. Este proceso supone una adaptación o supercompensación y, en este sentido, dicha dinámica ha sido asimilada a la descrita por el 'Síndrome General de Adaptación' de Selye. En determinados momentos de la temporada deportiva, la planificación de los ciclos de entrenamiento persiguen una sobrecarga y, en este sentido, el impacto planificado sobre el deportista implica la producción de una saturación o sobreentrenamiento programado al que debe seguir, tras la recuperación oportuna, una hipercompensación. Sin embargo, si el equilibrio entre las cargas de trabajo y la recuperación o su distribución temporal no es adecuado, junto con los acontecimientos vitales estresantes, la capacidad del individuo puede verse desbordada y el resultado puede ser un estado desadaptativo (O'Toole, 1998). Si este estado se mantiene, puede dar lugar a fatiga crónica con efectos negativos sobre el rendimiento y sobre la salud. Algunos de estos efectos pueden observarse en la Tabla 2.

De cara a detectar y/o prevenir posibles estados de sobreentrenamiento, se ha venido realizando en las dos últimas décadas, un importante esfuerzo investigador para encontrar marcadores de la

Tabla 2: Algunos efectos negativos del Síndrome de Fatiga Crónica Deportiva (adaptado de Suay, Sanchis y Salvador, 1997). ↑= aumentos; ↓= descensos.

<p style="text-align: center;"><b>Hormonales</b></p> <p>↑ Disfunción hipotalámica  ↑ Cortisol  ↑ Concentraciones de SHBG  ↓ Testosterona libre  ↓ Cociente testosterona:cortisol</p>	<p style="text-align: center;"><b>Cardiovasculares</b></p> <p>↑ Disfunción cardíaca en esfuerzo moderado  ↑ Ciertos patrones anormales en el electrocardiograma</p>
<p style="text-align: center;"><b>Respiratorios</b></p> <p>↑ Frecuencia respiratoria  ↑ Profusión de la respiración  ↑ Volumen de oxígeno ante cargas submáximas.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Bioquímicos/metabólicos</b></p> <p>↑ Tasa metabólica basal  ↑ Urea plasmática  ↑ Producción de ácido úrico  ↓ Glucógeno muscular  ↓ Contenido mineral en los huesos  ↓ Hemoglobina, hierro y ferritina.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Inmunológicos</b></p> <p>↑ Susceptibilidad a infecciones y alergias  ↑ Gravedad de las enfermedades  ↓ Recuento linfocitario  ↓ Respuesta a mitógenos</p>	<p style="text-align: center;"><b>Subjetivos</b></p> <p>↑ Depresión  ↑ Apatía  ↑ Alteraciones del estado de ánimo  ↑ Ansiedad  ↑ Reactividad al estrés  ↑ Fatiga  ↓ Autoestima  ↓ Concentración</p>
<p style="text-align: center;"><b>Rendimiento físico</b></p> <p>↑ Dolores musculares, tendinosos y periosteales  ↑ Tiempo de recuperación  ↓ Tolerancia a cargas de trabajo  ↓ Fuerza muscular  ↓ Coordinación  ↓ Amplitud de movimientos  ↓ Capacidad máxima de trabajo</p>	<p style="text-align: center;"><b>Otros</b></p> <p>↑ Insomnio  ↑ Sensación de sed  ↑ Náuseas  ↑ Dolores de cabeza  ↓ Grasa y peso corporal</p>

adaptación al entrenamiento. Entre otros, se han estudiado marcadores de tipo psicológico (Morgan, Brown, Raglin, O'Connor y Ellickson, 1987; Hooper, Mackinnon y Hanrahan, 1997) así como de tipo hormonal (Virus, 1992; Fry y Kraemer, 1997), aunque otros parámetros bioquímicos y antropométricos también han mostrado cierta sensibilidad a las cargas de trabajo (Noakes, 1987; Fellmann, 1992; Lopez-Calbet et al., 1993).

Sin embargo, los aspectos psicológicos y los fisiológicos han sido examinados separadamente con muestras y deportes de muy diferentes características, dificultando de esta forma la integración de los resultados de cara a ofrecer una visión amplia de los procesos subyacentes a la adaptación al ejercicio. Los estudios donde todas estas variables han sido conjuntamente consideradas desde una aproximación multidisciplinar no son frecuentes, especialmente en periodos de tiempo largos como el que supone una temporada deportiva completa de aproximadamente ocho o nueve meses (Suay et al., 1997). A continuación se expondrá una breve revisión de los resultados más relevantes en cada uno de estos aspectos.

## **2.1. Marcadores hormonales de la adaptación al entrenamiento.**

Numerosos trabajos se han centrado en la capacidad de los niveles hormonales de verse alterados por la cantidad y la intensidad del ejercicio (para revisiones detalladas sobre el tema consultar Bunt, 1986; Howlett,

1987; Kraemer, 1988; Häkkinen, 1989; Cumming, Wheeler y McColl, 1989; Sutton, Farrell y Harber, 1990; Viru, 1992; Elias y Wilson, 1993; Urhausen, Gabriel y Kindermann, 1995; Hackney, 1996; Fry y Kraemer, 1997; Lehmann et al., 1997).

Uno de los marcadores hormonales del entrenamiento más ampliamente estudiado en la última década ha sido la ratio testosterona:cortisol en diferentes formas (Häkkinen, Pakarinen, Alén, Kauhanen y Komi, 1988; Tegelman et al., 1990; Banfi, Marinelli, Roi y Agape, 1993; Hoogeveen y Zonderland, 1996; Obminski y Stupnicki, 1997; López, Amaro, Bell y Hernandez, 1998). Este cociente fue originariamente propuesto por Adlercreutz et al. (1986) como la ratio de los valores de testosterona libre y cortisol en suero (TLCR). Sin embargo, en posteriores trabajos se han utilizado diferentes métodos para su cálculo, empleando tanto la cantidad total como la libre de hormona en suero (Tsai et al., 1991; Häkkinen y Pakarinen, 1993) y en saliva (Lopez-Calbet et al., 1993), así como cálculos estimativos de la hormona libre a partir de la hormona total y las determinaciones de sus principales proteínas transportadoras (Tsai et al., 1991). Las distintas formulaciones de este cociente pueden afectar a su significado y dificultar la comparación de los resultados de los diferentes estudios. De hecho, los niveles del cociente a partir de estimaciones suelen ser superiores a los obtenidos mediante el método originalmente planteado por Adlercreutz et al. (1986).

Este cociente ha sido interpretado como un indicador del equilibrio entre los procesos anabólicos y catabólicos, necesario para la



adaptación al entrenamiento. De acuerdo con esto, el estudio de los efectos del entrenamiento sobre los niveles de cada una de las hormonas que intervienen en este cociente ha merecido especial interés aunque, de cara a obtener una visión más completa, también los niveles de LH y de prolactina han sido examinados en algunos estudios.

Atendiendo a los efectos del entrenamiento sobre la ratio testosterona:cortisol, los descensos en este cociente corresponden a un predominio de los procesos catabólicos mientras que los aumentos indicarían una hegemonía del anabolismo. En la medida en que este cociente testosterona:cortisol es un correlato del equilibrio metabólico y, dada la necesidad de este equilibrio para que se produzca la supercompensación, puede resultar útil como un marcador de adaptación al entrenamiento. De hecho, diversos trabajos han encontrado aumentos en la ratio testosterona:cortisol en periodos de reducción del entrenamiento (Häkkinen et al., 1988; Vervoorn et al., 1991), mientras que entrenamientos duros de 7 semanas han inducido descensos de este cociente en remeros (Urhausen, Kullmer y Kinderman, 1987) o se han encontrado niveles inferiores en esquiadoras con respecto a controles sedentarias (Tegelman et al., 1990). Más allá de su validez como marcador de la adaptación al entrenamiento, se han propuesto criterios para llegar a discriminar entre estados de adaptación óptima y estados desadaptativos. Así, en términos absolutos, se ha propuesto un valor inferior a  $0.35 \cdot 10^{-3}$  como indicativo de una recuperación escasa en hombres mientras que, en términos relativos, el límite se ha establecido en un descenso de la ratio del orden del 30% (Vervoorn et al., 1991). Sin embargo, la dificultad para discriminar entre deportistas sobreentrenados

y bien adaptados sigue siendo un problema a resolver en la actualidad (Suay et al., 1997).

Un gran problema que emerge de los diferentes estudios encaminados a encontrar marcadores de la adaptación al entrenamiento ha sido precisamente la cuantificación del entrenamiento aplicado. Obviamente, resulta complicado el estudio de los efectos de una variable independiente (entrenamiento) sobre otras variables dependientes (niveles hormonales, aspectos psicológicos, etc.) especialmente si su cuantificación, en los casos en que es descrita, no sigue un patrón común a través de los estudios. Dada la importancia de este aspecto, se verá con más detalle en un apartado posterior de este capítulo.

Otro aspecto de especial importancia para la comparabilidad de los resultados es el periodo de estudio. La mayor parte de los datos se conocen de periodos cortos; apenas de periodos largos, que son los que más se asemejan a la realidad. Aquí se describirán los estudios que han examinado los efectos del entrenamiento sobre los niveles hormonales basales con muestras de deportistas de élite durante periodos de trabajo equiparables a los empleados en nuestra investigación.

Tsai et al. (1991) determinaron los niveles de testosterona total y libre, el cortisol y calcularon la TLCR y la ratio 'testosterona no unida a SHBG:cortisol' tras diez meses de entrenamiento en 16 deportistas de ambos sexos. En hombres, los resultados relativos a los efectos del entrenamiento, cuyo volumen e intensidad no se especifican, sobre los niveles hormonales mostraron una ausencia de variaciones significativas.

Vervoorn et al. (1991) estudiaron a un grupo de 6 remeros durante un periodo de nueve meses de entrenamiento a los que les midieron los niveles de testosterona, cortisol, SHBG y albúmina en suero cada 5 semanas hasta completar el periodo de estudio. A partir de las variables directamente medidas se calcularon la testosterona libre y la ratio testosterona libre:cortisol. El volumen de entrenamiento aplicado mostraba oscilaciones a lo largo de estos nueve meses, encontrándose el pico alrededor de la segunda muestra y posteriores descensos que abarcaban los siete meses y medio. Los niveles de la ratio testosterona libre:cortisol descendieron significativamente entre el quinto y sexto mes pero se fueron recuperando a los siete meses y medio con respecto a los niveles presentados en la sesión anterior. Dado que los autores no ofrecen datos acerca de la intensidad del ejercicio realizado en este periodo, no es posible saber si estas variaciones pudieron ser debidas a que los ejercicios fueron más intensos a pesar de someter a los remeros a cargas de menor duración. Además, los niveles de la testosterona libre calculados mostraron variaciones significativas en la misma dirección que los de la ratio y en los mismos intervalos temporales. El cortisol disminuyó significativamente coincidiendo con los niveles máximos en el volumen del entrenamiento y aumentó a los seis meses si los niveles se comparaban con los detectados cinco semanas antes. Los autores atribuyeron las variaciones en la ratio testosterona libre:cortisol a las variaciones en testosterona más que a las del cortisol aunque no presentaron correlaciones entre las diversas mediciones hormonales.

Bonifazi et al. (1995) estudiaron los efectos de un entrenamiento de resistencia de seis meses de duración en 8 nadadores, midiendo los niveles de testosterona y cortisol y los de SHBG. Los resultados mostraron que los niveles de cortisol y de SHBG aumentaron significativamente mientras que los niveles de testosterona descendieron, aunque estas variaciones no alcanzaron la significación estadística. En este estudio se expresó el volumen del entrenamiento practicado en términos absolutos como distancias recorridas a nado pero sin especificar la intensidad del ejercicio. Aunque no se calculó la ratio testosterona:cortisol, presumiblemente este cociente descendería como resultado de los perfiles de la testosterona y el cortisol.

Rowbottom, Keast, García-Webb y Morton (1997) estudiaron los niveles de la testosterona total y libre, el cortisol y la TLCR tras un entrenamiento de nueve meses en un grupo de 8 triatletas. Este estudio plantea algunos aspectos innovadores como la disciplina deportiva considerada y la cuantificación del entrenamiento. En primer lugar, es uno de los pocos estudios en el que la muestra no practica una única disciplina deportiva como la natación, la carrera, etc. En segundo lugar y como consecuencia de lo anterior, este estudio conlleva una dificultad adicional a la hora de cuantificar el entrenamiento debido a la variedad de los ejercicios que pueden llegar a componer el entrenamiento de un triatleta. El método empleado para la cuantificación, adaptado del propuesto por Morton, Fitz-Clarke y Banister (1990), permite personalizar la cantidad de entrenamiento a parámetros individuales (como la frecuencia cardíaca) y aúna los parámetros de volumen e intensidad facilitando el cálculo de las relaciones entre el entrenamiento

una vez ponderado por la intensidad y las variables independientes que cada estudio considere.

Los resultados de este estudio muestran que el entrenamiento aplicado, inferior a las 700 Ut de entrenamiento en un periodo de unos cuatro meses y medio, elicó aumentos significativos de la testosterona total, mientras que no se encontraron variaciones significativas en los niveles de la fracción libre de esta hormona, en los niveles de cortisol o de la TPCR.

Los efectos del entrenamiento en otras hormonas como la hormona luteinizante (LH) y la prolactina han sido también estudiados para completar la información sobre el eje hipotálamo-hipofiso-gonadal (Buono, Yeager y Sucec, 1987; Keizer et al., 1987), aunque los resultados no son concluyentes. Los efectos del ejercicio crónico sobre los niveles de LH no siempre han ido parejos a las variaciones de testosterona, lo que ha propiciado cierta controversia acerca de si los mecanismos de adaptación al entrenamiento obedecen a procesos centrales o periféricos. Además, la PRL, como hormona del estrés, inhibe la secreción de factores hipotalámicos de liberación de gonadotropinas y reduce la sensibilidad de los receptores de la LH, afectando de esta forma a la actividad del eje hipotálamo-hipófiso-gonadal (Urhausen et al., 1995).

## **2.2. Marcadores psicológicos de la adaptación al entrenamiento.**

Entre los aspectos psicológicos que más han sido estudiados como marcadores psicológicos del entrenamiento aplicado, figura el estado de ánimo. En el ámbito del deporte, el instrumento más utilizado con diferencia respecto a otros para estimar el estado de ánimo es el POMS (Profile of Mood States, de McNair et al., 1971).

Aunque parece existir una mayor grado de unanimidad en los estudios acerca de los efectos psicológicos del ejercicio agudo con respecto a los efectos del entrenamiento (Stephoe, Edwards, Moses y Mathews, 1989; Suay, Ricarte y Salvador, 1998), los resultados acerca de los efectos del entrenamiento presentan mayor homogeneidad que en el caso de las hormonas, a pesar de que la mayoría de los estudios adolecen de los mismos problemas respecto a la cuantificación del entrenamiento.

En general, se acepta que la práctica regular de actividad física produce beneficios psicológicos (Suay et al., 1998). Sin embargo, en muestras de deportistas profesionales estudiadas durante largos periodos de tiempo (desde cinco meses y medio hasta años), se han encontrado aumentos en las puntuaciones de estado de ánimo negativo tras periodos de sobreentrenamiento, mientras que en periodos de entrenamiento en que se disminuía la carga de trabajo se ha observado una mejora del estado de ánimo (Morgan et al., 1987; O'Connor, Morgan, Raglin, Barkdale y Kalin, 1989; Raglin, Morgan y O'Connor, 1991; Hooper et al. 1997), siendo las escalas de vigor y fatiga las más sensibles a las cargas de

trabajo (O'Connor, Morgan y Raglin, 1991). Esta relación negativa entre los beneficios en el estado de ánimo y la cantidad de entrenamiento parece obedecer a un modelo de respuesta dependiente de la dosis. Se han planteado varios criterios en base a las puntuaciones del POMS para identificar estados de fatiga y sobreentrenamiento. Destacan el perfil en iceberg invertido como un indicador de estado de agotamiento (Morgan et al., 1987) o valores en la puntuación total del POMS superiores a 152 para muestras de deportistas (Morgan, O'Connor, Ellickson y Bradley, 1988).

Los estudios que cubren largos periodos de entrenamiento han contado casi exclusivamente con muestras de nadadores. Este hecho puede dar lugar a problemas de generalización a otras disciplinas deportivas. Sin embargo, se han descrito síntomas de fatiga en muestras de boxeadores, ciclistas, remeros, etc, incluyendo jugadores de baloncesto (Hooper, Mackinnon, Howard, Gordon y Bachmann, 1995). Estos resultados han favorecido la idea de que los perfiles de estado de ánimo pueden ser utilizados para prevenir estados desadaptativos de entrenamiento.

Un problema que se ha asociado a los marcadores psicológicos de adaptación al entrenamiento ha sido su sensibilidad. Sin embargo, este aspecto que parece problemático puede presentar ventajas como una mayor capacidad de detección de estados de fatiga debidas a fuentes no necesariamente deportivas (Suay et al., 1998).

En suma, parece necesaria más investigación de los efectos del entrenamiento sobre el estado de ánimo en diversos deportes. Asimismo, y dada la naturaleza multicausal de la adaptación, pueden ser especialmente útiles los estudios que integran aspectos psicológicos junto con aspectos más fisiológicos de cara a validarlos en una misma muestra sometida a un nivel de entrenamiento conocido.

### **2.3. Otros aspectos fisiológicos afectados por el entrenamiento.**

El entrenamiento, al modificar el equilibrio metabólico entre los procesos anabólicos y catabólicos del organismo, es capaz de elicitar variaciones a nivel antropométrico y bioquímico (Fellmann, 1992). En la medida en que factores hematológicos y bioquímicos pueden afectar las concentraciones hormonales y pueden ser utilizados como control y/o indicadores de estados desadaptativos, deben ser considerados en estudios sobre el tema ya que pueden ofrecer una descripción más completa del estado del deportista y facilitar la interpretación de los resultados.

Respecto a las variables hematológicas, el entrenamiento de resistencia ha sido asociado con una expansión del volumen plasmático, que induce una hemodilución y, por consiguiente, un nivel bajo de hematocrito y hemoglobina. Generalmente, este estatus no conlleva cambios en la masa de células rojas aunque puede dar lugar a estados de pseudoanemia más que a una entidad patológica (Selby y Eichner, 1994),



mientras que si cursa con descensos en la masa de las células rojas, causará una verdadera anemia (Fellmann, 1992). El nivel de hematocrito o hemoglobina necesita de otros índices eritrocitarios, como el volumen corpuscular medio, para su interpretación (Spodaryk, 1993). En este sentido, es especialmente útil tener en consideración que un estado de anemia en hombres suele considerarse cuando se encuentran niveles de hemoglobina del orden de  $13 \text{ g} \cdot \text{dl}^{-1}$  o un hematocrito del orden del 40% y que los valores normales del volumen corpuscular medio son de unos 80-100 fl (Casas, Salve, Amich y Prieto, 1996). Así, la precisión fisiológica es necesaria para una óptima distribución sanguínea que permita un consumo energético eficaz por parte de todos los músculos para responder a la estimulación. En este sentido, un adecuado estatus hematológico ha sido asociado con el rendimiento deportivo, al menos, en deportistas de resistencia (Selby y Eichner, 1994). Además, el entrenamiento también puede producir leucocitosis como resultado de algún proceso inflamatorio y posiblemente daño muscular y/o hepático (Kayashima, Ohno, Fujioka, Taniguchi y Nagata, 1995).

Asimismo, se ha sugerido que medidas séricas de hierro, transferrina, ferritina sérica, etc., pueden ser usadas para diferenciar entre respuestas inflamatorias por daño tisular e infección (Smith y Roberts, 1994). Dado que el hierro juega un papel vital en el transporte de oxígeno por la sangre y en el proceso de respiración celular, los distintos componentes de su metabolismo pueden ser utilizados como marcadores de adaptación al entrenamiento y como indicador de respuestas inflamatorias agudas al ejercicio. Entre ellos, la ferritina, como representativa del hierro total almacenado del cuerpo, ha sido

ampliamente utilizada en el ámbito deportivo. En este sentido, se considera un nivel de ferritina muy bajo en hombres al inferior a 10 ng/ml (Casas et al., 1996).

Como consecuencia del aumento de la tasa metabólica que puede producir el entrenamiento, puede observarse un incremento en el catabolismo de las proteínas dentro de las células musculares, lo que explicaría una pérdida de masa muscular y niveles altos de urea, como producto de esta degradación. Un nivel de  $8.3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  de urea en suero se ha sugerido como valor control que no debería aumentar tras el entrenamiento (Fry, Morton y Keast, 1991), siendo los valores de normalidad de urea en suero de  $10\text{-}50\text{mg}\cdot\text{dl}^{-1}$  ( $1.7\text{-}8.3 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y valores normales de ácido úrico en suero de  $3.4\text{-}7.0 \text{ mg}\cdot\text{dl}^{-1}$  ( $202\text{-}416 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Asimismo, se han observado, al menos en entrenamientos de resistencia, un descenso en la concentración de glucógeno muscular y una utilización más rápida de los triglicéridos intramusculares y/o ácidos grasos plasmáticos. En estados desadaptativos, este estatus puede llegar a la deplección de las limitadas reservas de carbohidratos del organismo, dando lugar a estados de hipoglucemia (Coggan, 1997).

La actividad de determinadas enzimas suele verse también afectada por el entrenamiento. Una de las que han sido relacionadas más frecuentemente con el ejercicio crónico ha sido la creatinquinasa. De hecho, los niveles de esta enzima y sus derivados han sido considerados por diversos autores como un marcador de daño en los discos Z de las fibras musculares, pero los resultados no son unánimes ya que otros estudios han sugerido aumentos en los niveles de esta enzima

determinados por la duración de entrenamientos sin signos de lesión muscular (Noakes, 1987).

#### **2.4. La problemática de la cuantificación del entrenamiento.**

Como se ha mencionado anteriormente, un problema para la comparación de los resultados entre diversos estudios es la dificultad de cuantificar el entrenamiento.

En primer lugar, un aspecto a tener en cuenta a la hora de abordar el problema de la cuantificación, común a cualquier deporte, es el hecho de que delimitar la intensidad o duración de la estimulación que el deportista recibe no implica conocer el impacto que esta estimulación ejerce sobre el individuo. En este sentido, otros aspectos como el estado físico y psicológico del sujeto pueden amplificar o amortiguar la repercusión que una determinada cantidad de ejercicio físico puede tener. Por esta razón resultan especialmente plausibles los esfuerzos, como los llevados a cabo por Morton et al. (1990) y Rowbottom et al. (1997), para expresar el entrenamiento en términos relativos a variables individuales, tales como la frecuencia cardíaca, que contemplan la respuesta del sujeto que recibe la estimulación. Asimismo, este punto resalta la necesidad de buscar y validar marcadores individuales, no sólo de estados desadaptativos, sino también de estados de adaptación óptima al ejercicio crónico, como parámetros útiles a la hora de estimar el impacto sobre el sujeto.

Considerado este aspecto, surgen otros problemas de tipo metodológico que dificultan en gran medida el estudio de los efectos del entrenamiento sobre el individuo. Un claro reflejo de las dificultades que entraña una cuantificación práctica y eficaz es la enorme variabilidad encontrada en los estudios sobre el tema. Como puede observarse en la Tabla 3, el entrenamiento realizado ha sido a veces presentado como descripciones de ejercicio y su duración (Vervoorn et al., 1991; Lopez-Calbet et al., 1993; Bonifazi et al., 1995). En aquellos casos en que se disponía de datos acerca de la intensidad del entrenamiento aplicado, ésta ha sido expresada en términos absolutos como coste calórico (e.g. Seidman et al., 1990) o en términos relativos como porcentajes de rendimiento máximo (Guezennec, Leger, Lhoste, Aymonod y Pesquies, 1986; Häkkinen et al., 1988; Lehmann et al., 1992a).

Un aspecto a destacar es el tipo de disciplinas deportivas en las que se han estudiado los efectos del entrenamiento. Generalmente, se trata de deportes de tipo aeróbico en los que la cuantificación en términos de ejecuciones máximas es relativamente fácil. Esta forma de expresar el entrenamiento es especialmente difícil en deportes interactivos como el baloncesto en los que el deportista está simultáneamente corriendo, regateando, saltando, etc. Por esta razón, este tipo de expresiones del ejercicio realizado presenta graves limitaciones si tratamos de comparar de los resultados.

Tabla 3: Algunos ejemplos de expresión del entrenamiento en estudios acerca de los efectos de las cargas de trabajo sobre los niveles hormonales.

Autores	Periodo de estudio	Descripción del entrenamiento aplicado
Fellman et al. (1985)	6 meses	Duración y frecuencia caracterizando los ejercicios como porcentajes del VO2max.
Guezennec et al. (1986)	4 meses	Número de repeticiones x sesión x frecuencia caracterizando los ejercicios como porcentaje de carga máxima
Häkkinen et al. (1988)	1 semana	Repeticiones de cada ejercicio caracterizado por un porcentaje respecto al número de repeticiones máximas.
Seidman et al. (1990)	4 meses y medio	Kcal gastadas estimadas por semana
Tsai et al. (1991)	10 meses	-----
Vervoorn et al. (1991)	9 meses	Minutos diarios entrenados sin referencia a intensidad
Lehmann et al. (1992a)	4 semanas	Km semanales corridos caracterizados como porcentaje del rendimiento máximo
López-Calbet et al. (1993)	6 meses	Distancias corridas en kilómetros sin referencia a la intensidad
Bonifazi et al. (1995)	6 meses	Repeticiones de metros nadados sin referencia a la intensidad
Rowbottom et al. (1997)	9 meses	Fórmula de Morton.

Además, el entrenamiento aplicado en estos estudios se encuentra encaminado a la potenciación de cualidades específicas, tales como la potencia, la resistencia, etc que predominan sobre otras. Son escasas las investigaciones acerca de los efectos de entrenamiento mixtos en donde se combinan muchas de estas cualidades equitativamente.

Los estudios se han limitado casi exclusivamente a los deportes individuales, siendo la investigación acerca de los posibles marcadores del entrenamiento en deportes de equipo más bien escasa. Sin embargo, la práctica de este tipo de deportes despierta un gran interés social y, especialmente en baloncesto, los requerimientos de fuerza, velocidad y coordinación motora sitúan a sus jugadores en una población de alto riesgo a la hora de desarrollar estados desadaptativos (Fry y Kraemer, 1997). En función de lo anterior, debe hacerse un esfuerzo para entender las adaptaciones a largo plazo a que el entrenamiento en este tipo de deportes da lugar.



## CAPITULO 2

### OBJETIVOS E HIPÓTESIS





## 1. Objetivos.

Esta investigación pretende profundizar en la respuesta hormonal a diferentes tipos de estresores en seres humanos. Para ello, el ámbito deportivo es un contexto útil, donde hay estresores agudos claramente identificables como la competición, inmersos en un escenario de estrés crónico, el entrenamiento. La competitividad que puede darse en una tarea de laboratorio presumiblemente es muy diferente de la que puede originarse en una situación de competición deportiva real, especialmente en deportes interactivos que implican la invasión del campo contrario. Además, al menos en seres humanos, la competición puede implicar el trabajo coordinado y cooperativo de los miembros de un grupo social de cara a afrontar el conflicto con otro grupo social por un objetivo común. No conocemos estudios en los que se haya estudiado la competición entre dos o más grupos sociales.

Además, el uso de muestras de saliva para las determinaciones hormonales posibilita el acercamiento a situaciones competitivas reales. Los niveles hormonales en saliva ofrecen información válida de la hormona libre, considerada la biológicamente activa. Un método de recogida de muestras no invasivo es especialmente útil en la investigación sobre estrés (Tunn, Möllmann, Barth, Derendorf y Krieg, 1992; Vittek, L'Hommedieu, Gordon, Rappaport y Southren, 1985).

En este contexto, nuestro primer objetivo consiste en confirmar la existencia o no de efectos significativos del resultado de la confrontación

de dos grupos de categoría deportiva equivalente (dos equipos de baloncesto) en una situación competitiva real y con un alto nivel de competitividad, como es un partido de baloncesto (Estudio 1), sobre la respuesta de la testosterona y el cortisol y el estado de ánimo.

Un segundo objetivo, relacionado con el anterior, consiste en analizar las relaciones entre los niveles hormonales y diferentes variables psicológicas como el estado de ánimo, la satisfacción con la ejecución y la contribución individual al resultado (Estudios 1 y 2), de cara a conocer qué variables modulan la respuesta hormonal a la competición y los mecanismos psicológicos implicados.

Sin embargo, la competición es una situación puntual, aunque repetida, que se da en un contexto de estrés crónico como el que supone el entrenamiento, entre otros estresores de naturaleza no deportiva a los que se enfrenta el deportista, a lo largo de un largo periodo de tiempo. Este marco puede, de hecho así parece atendiendo a la literatura sobre el tema, elicitar cambios en los niveles hormonales basales.

Así pues, el tercer objetivo de este trabajo consiste en examinar los efectos de dos tipos de entrenamiento determinados por su volumen e intensidad a través de una temporada deportiva de nueve meses sobre marcadores hormonales y psicológicos, pero también controlando otros aspectos hematológicos, bioquímicos, antropométricos y de condición física (Estudio 3).

## **2. Hipótesis.**

En base a los objetivos anteriores y a la revisión de la literatura que ha sido expuesta en la parte introductoria, esta investigación plantea las siguientes hipótesis:

### **2.1. Hipótesis acerca de los efectos del resultado de la competición sobre los niveles de testosterona y cortisol.**

En los estudios revisados puede observarse cierta controversia respecto al tema de los efectos del resultado sobre los niveles hormonales, especialmente de testosterona, ya que los niveles de cortisol parecen obedecer más al estrés derivado de la situación. Por un lado, diversos trabajos describen y apuntan tendencias de niveles superiores de testosterona en ganadores que en perdedores (Mazur y Lamb, 1980; Elias, 1981). Por otro lado, los escasos estudios que han encontrado efectos significativos del resultado de una competición desde un planteamiento estadísticamente conservador se han dado en situaciones de laboratorio (Gladue et al., 1989).

En estudios previos, no hemos podido encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de testosterona de ganadores y perdedores en confrontaciones individuales (Salvador et al., 1987; Salvador et al, 1990; Gonzalez-Bono, 1993; Suay et al., 1999). Sin embargo, la competición en seres humanos suele darse en contextos

sociales entre grupos de individuos y, en este sentido, se sabe poco. Así, a la hora de abordar el primer objetivo de este estudio, planteamos una situación experimental real con un alto grado de competitividad en la que un grupo de individuos resulte ganador y otro perdedor (Estudio 1). En base a los resultados previos hipotetizamos (hipótesis 1) que, al igual que en confrontaciones individuales, la competición entre los dos grupos de individuos cuyos miembros cooperarán por un objetivo común no elicitará variaciones hormonales estadísticamente diferentes en ganadores y perdedores, más allá de las tendencias sugeridas en estudios previos.

De acuerdo con las investigaciones anteriores, parece plausible que otros factores modulen las variaciones hormonales en ganadores y perdedores. Una mayoría de estudios atribuyen este papel modulador al estado de ánimo (Mazur y Lamb, 1980; Booth et al., 1989; Gladue et al., 1989; McCaul et al., 1992; Mazur et al., 1992), aunque asumiendo otros aspectos no especificados (McCaul et al., 1992) y/o aspectos concretos como el tipo o importancia de la situación (Mazur y Lamb, 1980; Booth et al., 1989; Gladue et al., 1989). Nuestros datos previos sugieren a la categoría deportiva (Salvador et al., 1990) o a diferentes percepciones de autocompetencia, rendimiento personal e implicación en la tarea (Suay et al., 1999) como variables a tener en cuenta en la respuesta hormonal en función del resultado.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, hipotetizamos (hipótesis 2) que, en situaciones de gran relevancia para el sujeto y en una muestra de categoría deportiva homogénea (Estudios 1 y 2), varios factores modulan

la respuesta hormonal: el estado de ánimo, la satisfacción, la contribución personal y la atribución que el individuo hace del resultado.

## **2.2. Hipótesis acerca de los efectos del entrenamiento sobre los niveles de testosterona y cortisol y el estado de ánimo a lo largo de una temporada deportiva.**

Para abordar el tercer objetivo de esta investigación, se ha planteado el Estudio 3 en el que se lleva a cabo el seguimiento de dos equipos de baloncesto a lo largo de un periodo de entrenamiento de nueve meses para estudiar los efectos del entrenamiento a nivel hormonal y psicológico, controlando otras variables como la condición física, los parámetros antropométricos, hematológicos y bioquímicos, también desde una perspectiva multidimensional del fenómeno.

Aunque en periodos inferiores a una temporada deportiva se sugiere que la reducción del entrenamiento está asociada a aumentos en la ratio testosterona:cortisol (Häkkinen et al., 1988; Tegelman et al., 1990), y los descensos de este cociente se han relacionado con aumentos en el volumen de entrenamiento (Vervoorn et al., 1991), los resultados no han sido totalmente concluyentes. En periodos largos de entrenamiento, la estabilidad de los niveles hormonales tras diez meses de trabajo (Tsai et al., 1991) contrasta con descensos de la ratio después de nueve meses atribuidas a variaciones en los niveles de testosterona más que a los descensos en cortisol (Vervoorn et al., 1991). También se han apuntado aumentos de cortisol sin variaciones significativas en

testosterona o la ratio tras seis meses de entrenamiento de resistencia (Bonifazi et al., 1995) y aumentos en la testosterona total sin variaciones en cortisol tras 9 meses de entrenamiento en triatletas (Rowbottom et al., 1997).

A partir de los resultados de estudios en deportes individuales, se deduce que los efectos de las cargas de trabajo a nivel hormonal no presentan la homogeneidad de los resultados obtenidos a nivel psicológico. Desde el punto de vista psicológico, los resultados obtenidos en diversos estudios presentan una mayor consistencia, ya que se han descrito empeoramientos del estado de ánimo en periodos programados de sobreentrenamiento y una mejoría tras descensos en las cargas de trabajo (Morgan et al., 1987; O'Connor et al., 1989; Raglin et al., 1991; Hooper et al., 1997), especialmente las escalas de vigor y fatiga y, a más largo plazo, la escala de depresión (O'Connor et al., 1991). Sin embargo, cabe destacar que los datos de que se dispone en estudios de larga duración acerca de los efectos del entrenamiento sobre el estado de ánimo se limitan casi exclusivamente a muestras de nadadores, conociéndose poco acerca del impacto psicológico de las cargas de trabajo en otras especialidades deportivas.

Nuestra hipótesis (hipótesis 3) mantiene la existencia de diferencias en los perfiles de los niveles hormonales basales y de la ratio testosterona:cortisol, así como del estado de ánimo en los dos equipos de baloncesto, como consecuencia de la aplicación de diversos volúmenes e intensidades de trabajo. Además, los niveles hormonales y los perfiles de estado de ánimo se encontrarán asociados al volumen y/o intensidad del

entrenamiento aplicado en ambos equipos. Concretamente, los niveles de testosterona y de la TLCR se encontrarán negativamente relacionados con el volumen de entrenamiento, mientras que los niveles de cortisol mostrarían una relación positiva con las cargas de trabajo aplicadas. Asimismo, se proponen variaciones del estado de ánimo asociadas a la cantidad de entrenamiento (hipótesis 4), concretamente, aumentos en la escala de fatiga y descensos en la escala de vigor concomitantes a aumentos en las cargas de trabajo, dado que se ha sugerido que estas escalas son las de mayor sensibilidad en nadadores (O'Connor et al., 1989).





## CAPÍTULO 3.

### MATERIAL Y MÉTODOS.



## **1. Muestra total**

La muestra de este trabajo está compuesta por 21 varones, jugadores profesionales de baloncesto pertenecientes a dos equipos que participaban en la Liga Nacional EBA de Baloncesto (Conferencia Este) durante la temporada en que se realizó el estudio. Ambos equipos acabaron la primera ronda de la Liga en el primer y segundo puesto en la clasificación de su Conferencia. La edad media de la muestra es de 21.7 años (SEM=0.85 años), el peso es de  $91.2 \pm 2.32$  Kg y la talla  $194.6 \pm 1.39$  cm, siendo el índice de masa corporal (IMC) de  $24.0 \pm 0.41$  Kg\*m<sup>-2</sup>. Todos los sujetos fueron informados acerca del procedimiento experimental y firmaron un consentimiento escrito aprobado por el Comité Ético Local. Ninguno de ellos era fumador ni tomaban medicamentos que pudieran afectar a los niveles hormonales considerados durante el periodo de estudio.

Dado que no todos los sujetos participaron en todos los estudios, los descriptivos de cada una de las submuestras se ofrecerán en los apartados correspondientes.

## **2. Diseño general de la investigación**

Se trata de un diseño longitudinal compuesto de dos tipos de sesiones experimentales: las sesiones de competición y las sesiones periódicas de revisión. La duración del periodo experimental comprende la fase regular de la Liga EBA que se llevó a cabo a lo largo de nueve meses cubriendo prácticamente toda la temporada deportiva. La Liga

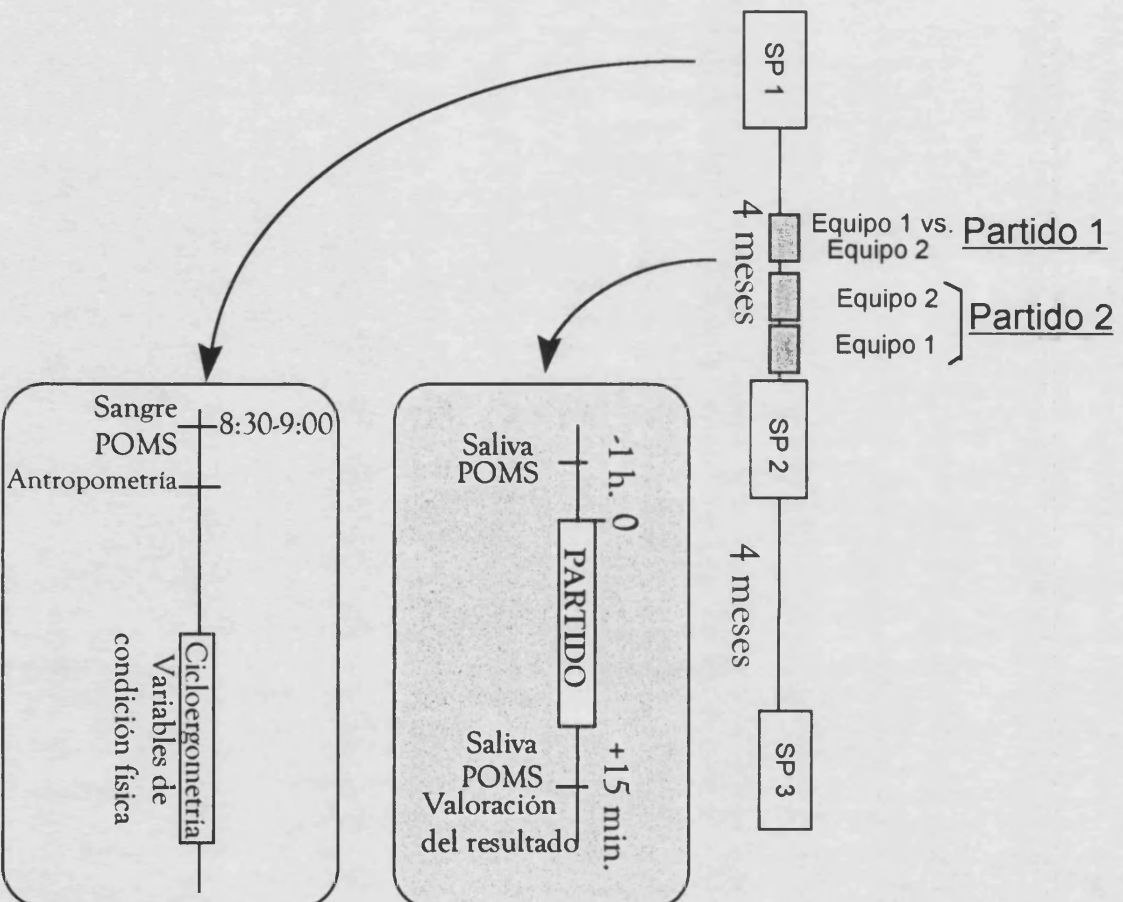
EBA está formada por cuatro Conferencias compuestas por los equipos de cada región que cubren todo el territorio nacional, en cada una de las cuales compiten 14 equipos. Durante la fase regular de la Liga los catorce equipos compiten entre ellos para clasificarse entre los cinco primeros de cada Conferencia y así pasar a la fase eliminatoria, en donde se determinarán los campeones y subcampeones nacionales. La distribución de las competiciones y las sesiones periódicas a lo largo del periodo experimental para los dos equipos que componen la muestra puede observarse en la Figura 1.

La primera sesión de revisión (SP1) fue realizada en agosto cuando los sujetos se incorporaban al club después de las vacaciones. La segunda sesión de revisión (SP2) se realizó aproximadamente a los cuatro meses de iniciada la temporada deportiva y la última (SP3) en abril, aproximadamente 4 meses después de la SP2 y una vez terminada la fase regular.

## **2.1. Protocolo en las situaciones de competición.**

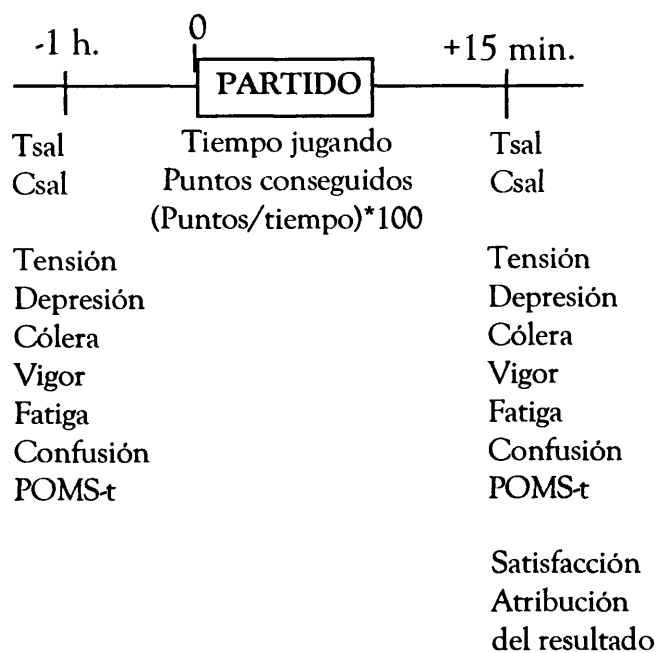
Las sesiones de competición consistieron en partidos reales de baloncesto incluidos en la Liga EBA y cuyo resultado era considerado para la clasificación oficial de la Liga, por lo que los eventos competitivos tuvieron consecuencias reales para los sujetos. Existen dos sesiones competitivas en cada equipo con un protocolo experimental similar. Genéricamente, el protocolo consistió en la recogida de una muestra de saliva para las determinaciones hormonales y la administración de un cuestionario sobre el estado de ánimo una hora

Figura 1: Esquema del diseño experimental.



antes y 15 minutos después del partido. Además, se administró un cuestionario acerca de la valoración que el sujeto hacía del resultado a los 15 minutos de terminar la situación competitiva. Por último, también se consideró el tiempo que cada individuo estuvo jugando en la cancha y los puntos obtenidos como una aproximación a la contribución objetiva del sujeto al resultado del partido. Un esquema más pormenorizado de estas sesiones en donde se contemplan las variables consideradas se muestra en la Figura 2.

Figura 2: Esquema de las sesiones competitivas y variables consideradas en cada momento.



En el primer partido (Partido 1), realizado por la mañana, se enfrentaron los dos equipos resultando un equipo ganador y el otro perdedor (Estudio 1). El segundo partido (Partido 2), realizado por la tarde, fue diferente para ambos equipos, enfrentándose a equipos que no formaban parte de nuestro grupo experimental. Los dos equipos de nuestra muestra resultaron vencedores en dos partidos diferentes (Estudio 2). Las particularidades de cada estudio se detallarán posteriormente.

## **2.2. Protocolo en las situaciones de control del entrenamiento.**

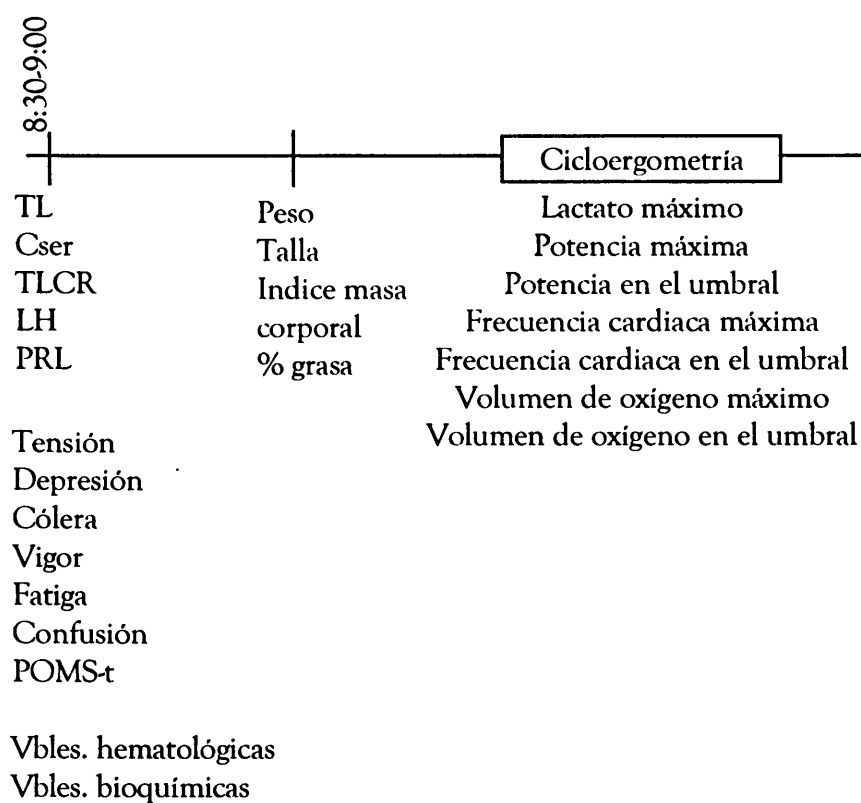
Las sesiones periódicas (SP) se llevaron a cabo en el Centro de Medicina Deportiva situado en las instalaciones del Complejo Educativo de Cheste (Valencia) al principio (SP1), a mitad (SP2) y al final (SP3) de la fase regular de la Liga.

El periodo de entrenamiento y competiciones delimitado por las sesiones SP1 y SP2 es el Periodo A y el comprendido entre las sesiones SP2 y SP3 es el Periodo B, siendo ambos equiparables. Por la disponibilidad del personal y del equipamiento requerido para la realización del protocolo experimental de estas sesiones, se examinó a 3 ó 4 sujetos cada día. Así, las SP se realizaron en las fechas lo más próximas posible para que los periodos temporales entre las situaciones de muestreo de ambos equipos fueran equiparables. El protocolo experimental de estas sesiones está formado por una serie de mediciones



en situación basal encaminadas a examinar los efectos del entrenamiento sobre los niveles basales de hormonas en sangre y saliva y, posteriormente, la realización de una prueba de esfuerzo para explorar la condición física de los sujetos. Un esquema más pormenorizado de estas sesiones se presenta en la Figura 3.

Figura 3: Esquema de las sesiones periódicas de laboratorio y variables consideradas.



### 3. Variables medidas.

#### 3.1. Determinaciones hormonales.

##### 3.1.1. Determinaciones hormonales en suero.

El suero extraído de las muestras de sangre (aproximadamente 8 ml) fue congelado a  $-80^{\circ}\text{C}$  hasta el momento de la determinación hormonal. Todas las muestras del mismo sujeto se analizaron en el mismo ensayo, incluyéndose rutinariamente controles internos y externos. Todas las muestras y los controles, así como los puntos de la curva estándar fueron analizados por duplicado, considerándose el nivel medio de los dos valores obtenidos siempre y cuando el coeficiente de variación entre ambos fuera  $< 8\%$ . Cuando se obtenían coeficientes de variación superiores, se repetían las determinaciones hormonales.

La testosterona libre en suero (TL) fue directamente determinada por RIA en tubos recubiertos con un anticuerpo altamente específico contenido en el kit comercial Coat-a-count free testosterone of DPC (Los Angeles, CA) y se expresó en  $\text{pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . Las determinaciones de Cortisol (Cser) se llevaron a cabo con el kit Amerlex Cortisol RIA (Amersham International plc, Amersham, UK) y se expresaron en  $\text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . La prolactina (PRL) fue determinada también con el kit comercial Coat-a-count of DPC (Los Angeles, CA) y expresada en  $\text{ng}\cdot\text{ml}^{-1}$ . El kit empleado para la LH fue Amerlite LH-30 de Kodak Clinical Diagnostics LTD

(Amersham, UK) y expresada en mIU·l<sup>-1</sup>. Los coeficientes de variación intra e inter-ensayo para todas las hormonas fueron inferiores al 8%.

La ratio TL:C (TLCR) fue calculada a partir de los valores de TL y Cser expresados en pmol·l<sup>-1</sup> y nmol·l<sup>-1</sup>, respectivamente.

### 3.1.2. Determinaciones hormonales en saliva.

Los sujetos recibieron instrucciones al principio de cada sesión. La saliva fue estimulada con agua y unas gotas de limón y fue directamente recogida desde la boca al tubo (Unitek R) cinco minutos después. Las muestras de saliva fueron centrifugadas y congeladas a -20°C hasta su determinación. Todas las muestras de cada sujeto fueron analizadas por duplicado en el mismo ensayo. Las determinaciones hormonales se realizaron en el laboratorio de la Unidad Central de Investigación (Facultad de Medicina, Universitat de València, Valencia).

Debido a los bajos niveles hormonales en saliva, los análisis de testosterona (Tsal) requieren una fase previa de extracción. La extracción se llevó a cabo empleando 3.5 ml de éter y separando el sobrenadante por congelación. Después de la evaporación a temperatura ambiente, se añadió un trazador radioactivo (<sup>125</sup>I-testosterona) y el contenido fue decantado posteriormente a tubos recubiertos con un anticuerpo altamente específico que forma parte del kit comercial empleado (ICN Biomedicals, Costa Mesa, CA). La mezcla se incubó a 37°C durante 2 horas. Tras 10 minutos de estabilización a temperatura ambiente, las muestras fueron decantadas y leídas con una contador gamma durante

un minuto cada una. En cada ensayo se incluyeron rutinariamente tubos controles internos y externos por duplicado. Los niveles de Tsal fueron expresados en  $\text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$  y los coeficientes de variación intra e inter-ensayo se encontraron por debajo del 5%. Debido a la adaptación que se realizó con el kit comercial para sangre al análisis en saliva, se recalculó la sensibilidad, definida como la concentración detectable equivalente a dos desviaciones típicas del valor del estándar NSB, siendo de  $6 \text{ pmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . Los niveles de Tsal media en las sesiones basales matutinas fueron  $0.153\pm 0.012 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ , encontrándose dentro del rango normal-bajo descrito por otros autores para varones sedentarios (Read y Walker, 1984).

El cortisol salivar (Csal) se determinó empleando un kit comercial adaptado a niveles salivares (Orion Diagnostica, Espoo, Finland), después de la dilución del anticuerpo en una mezcla amortiguadora (buffer) ajustada al pH de la saliva, siguiendo las recomendaciones del protocolo. La muestra de saliva (100  $\mu\text{l}$ itros) fue mezclada con el trazador  $^{125}\text{I}$ -cortisol y un anticuerpo altamente específico suministrado en el kit, producido en conejos por inmunización de un conjugado en albúmina bovina sérica (BSA) del cortisol-3-carboxi-metoxilamina. Los tubos fueron incubados en un baño a  $37^\circ\text{C}$  durante una hora. Posteriormente, se añadió polietilenglicol a la mezcla y los tubos se centrifugaron a 5000 rpm durante 15 minutos ( $10^\circ\text{C}$ ). Finalmente, se llevó a cabo la decantación y el conteo durante un minuto. Los niveles de Csal fueron expresados en  $\text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$  y los coeficientes de variación intra e inter-ensayo se encontraron por debajo del 5% con una sensibilidad de  $1 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . La media de los niveles basales de Csal fue de  $3.309\pm 0.337 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ , estando

en todos los casos dentro del rango normal a esas horas (Kirschbaum y Hellhammer, 1992).

## **3.2. Autoinformes.**

### 3.2.1. Estado de ánimo

El estado de ánimo se evaluó mediante el cuestionario Profile of Mood States (POMS) de McNair et al. (1971). Este cuestionario puede ser administrado en diferentes versiones de tal forma que en las competiciones se administró en su versión 'ahora' y en las SP de laboratorio en su versión 'semana pasada, incluyendo el día de hoy'. El POMS está compuesto por 58 ítems distribuidos en 6 escalas: tensión, depresión, cólera, vigor, fatiga y confusión. Todas las escalas muestran estados de ánimo negativos, excepto la escala de vigor. Además, el POMS ofrece una puntuación total (POMS-t) que se calcula sumando todas las escalas menos la de vigor que es restada, de tal forma que una puntuación alta en POMS-t es indicativa de estado de ánimo negativo.

### 3.2.2. Valoración del resultado.

La satisfacción con la ejecución y la atribución del resultado fueron evaluadas mediante tres preguntas elaboradas por nosotros puntuables según una escala Likert de 5 puntos. Dos de las preguntas se referían a la satisfacción acerca de la ejecución del equipo (ítem 1) y la

ejecución individual (ítem 2). La tercera pregunta se refería a la atribución que el sujeto hacía del resultado obtenido e incluía diferentes factores referidos tanto a la atribución interna (esfuerzo personal de los miembros del equipo; habilidades físicas y técnicas de los miembros del equipo) como a la atribución externa (errores cometidos por el adversario; suerte; decisiones de los árbitros). Estas preguntas se respondían según una escala Likert de 5 puntos, siendo 1=Nada, 2=Poco, 3= Regular, 4= Bastante y 5= Mucho.

### **3.3. Rendimiento competitivo.**

Dado que no todos los jugadores contribuyeron igualmente al resultado de los partidos, y con el fin de tener en cuenta esta contribución, se han considerado algunas variables que intentan reflejar el rendimiento competitivo. En los partidos, estas variables se han entendido como parámetros de contribución objetiva de cada individuo al resultado, mientras que cuando consideramos la evolución de los dos equipos a lo largo de toda la temporada se ha entendido como ejecución competitiva.

#### 3.3.1. Contribución al resultado de las competiciones

Algunos aspectos como el tiempo jugado, la puntuación individual, la ratio 'puntuación/tiempo jugando' o la posición en la cancha son indicadores de esta participación.

El 'tiempo jugando' fue registrado por los miembros del equipo técnico como parte de las estadísticas de los jugadores. Se refiere al tiempo en la cancha, descontando el tiempo transcurrido por las pausas debidas a decisiones arbitrales (faltas, tiros libres, etc.), por tiempos muertos o por permanencia en el banquillo.

La 'puntuación' se refiere a todos los puntos obtenidos por cada sujeto, incluyendo los conseguidos mediante tiros libres.

La ratio 'puntuación/tiempo jugando' se calculó dividiendo la puntuación por el tiempo jugado y multiplicando por 100 para evitar valores muy pequeños [(puntuación/tiempo jugado)\*100].

La posición en el campo modula la probabilidad de obtener puntos. Aunque actualmente en baloncesto se tienda a la polivalencia de los jugadores en función de las demandas del partido en un momento determinado, siguen considerándose tres posiciones claramente delimitadas en los dos equipos de nuestro estudio: pivot, base y alero. Los 'aleros' son las figuras clásicamente consideradas en posiciones más ofensivas y con mayor probabilidad de obtener puntos. Los 'bases' son los estrategas y organizadores del juego, generalmente considerados como 'la prolongación del entrenador en la cancha'. Por último, los 'pivots' son los reboteadores, aunque también se valora su capacidad ofensiva en determinadas circunstancias. La capacidad ofensiva era especialmente favorecida en los aleros de ambos equipos.

### 3.3.2. Ejecución competitiva.

La ejecución competitiva también ha sido tomada en cuenta en el Estudio 3 a modo de estimación del rendimiento real durante los dos periodos en que se ha dividido la temporada. Para estimar la ejecución competitiva de cada sujeto se consideraron la 'puntuación individual' y la ratio 'puntuación/tiempo jugado' para cada periodo (A y B), a partir de todos los partidos que se celebraron en cada uno de los periodos.

La 'puntuación individual' fue el número de puntos que cada jugador consiguió, incluyendo los obtenidos mediante tiros libres.

La ratio 'puntuación/tiempo jugado' se empleó como una aproximación a la efectividad de cada jugador en el partido, considerando el tiempo jugado como tiempo individual en la cancha menos el tiempo de las pausas propias del partido (tiempos muertos, faltas, etc.).

## **3.4. Entrenamiento**

El entrenamiento a que cada sujeto estuvo sometido fue registrado diariamente por parte del equipo técnico y físico de cada club. El registro diario consistía en la descripción de cada ejercicio realizado durante los nueve meses del estudio junto con la duración y la intensidad estimada, así como la hoja diaria de asistencias para que pudieran ser descontados



los ejercicios a aquellos sujetos que faltaron al entrenamiento o no podían realizar determinado ejercicio. Las faltas no justificadas a los entrenamientos eran escasas y económicamente penalizadas, por lo que generalmente eran ausencias causadas por lesiones o periodos de recuperación personalizados. Los diarios de entrenamiento incluían los datos tanto del bloque técnico como del físico y a ellos se añadió la información de los partidos jugados como una parte importante del entrenamiento.

Una vez registrados los volúmenes de trabajo, había que calificar cada volumen con una intensidad. Las intensidades consideradas por los entrenadores para calificar cada ejercicio fueron máxima, alta, media y baja. Para aunar los criterios de los dos equipos técnicos a la hora de esta calificación, al principio del estudio, se realizó una práctica en un entrenamiento que consistía en la detección de la frecuencia cardíaca por palpación carotídea de algunos ejercicios en un entrenamiento. Al final de la investigación, los dos equipos técnicos se pusieron de acuerdo acerca de los límites para considerar cada ejercicio como de intensidad máxima, alta, media o baja en base a la frecuencia cardíaca (FC) que elicitan. Los entrenadores consideraron el tiempo compitiendo como de intensidad máxima con una FC estimada de 190-210 ppm. Un ejercicio era calificado de intensidad 'alta' cuando elicita una FC de 170-190 ppm, 'media' si la FC era de 150-170 y 'baja' si era de 130-150 ppm. Los datos resultantes de esta cuantificación se han procesado considerando dos periodos: el periodo A situado entre la SP1 y la SP2 y el periodo B entre la SP2 y la SP3.

El volumen total (en min.) se obtuvo sumando el volumen de cada una de las intensidades, incluyendo el tiempo compitiendo.

El cálculo del entrenamiento ponderado se realizó con el volumen en minutos de cada ejercicio ponderado por la intensidad (en unidades arbitrarias denominadas Ut). Este método fue propuesto por Morton et al. (1990) y aplicado en trabajos previos en una muestra de triatletas (Rowbottom et al., 1997). Según estos autores, las estimaciones de los entrenadores, las FCs basales y máximas de los sujetos y la pendiente del lactato eran variables relevantes a tener en cuenta para el cálculo de los factores de ponderación en cada intensidad. Sin embargo, en esta investigación se incluyeron algunas modificaciones respecto al método original. En primer lugar, las FC basales y máximas no han sido estimadas, sino medidas en una prueba de esfuerzo realizada en la SP inmediatamente anterior al periodo de entrenamiento. Así, y dado que el ejercicio físico puede producir cambios en las FCs, el cálculo de los factores de ponderación para el periodo A se realizó utilizando los datos de FC registrados en la SP1, y para el periodo B utilizando la FC de la SP2. De esta forma, los factores de ponderación para el Equipo 1 en el periodo A fueron 2.3, 2, 1.6 y 1.3, mientras que en el periodo B fueron 2.4, 2, 1.7 y 1.3 para las intensidad máxima, alta, media y baja, respectivamente. Para el Equipo 2, fueron 2.5, 2.1, 1.8 y 1.4 en el Periodo A y 2.5, 2.2, 1.8 y 1.3 en el B para las mismas intensidades. En segundo lugar, no se estimaron los factores de ponderación para la muestra total, sino que se derivaron de las medidas individuales.

### 3.5. Condición Física

El protocolo ergométrico se realizó en posición sentada en un cicloergómetro de freno mecánico (Monark), en tres fases: 5 min. de calentamiento pedaleando sin carga, el test y 5 min. de recuperación de pedaleo sin carga. El test fue graduado de manera incremental (GXT) y empezó a 30 watos para incrementarse posteriormente 30 watos cada minuto hasta la exhaución voluntaria. Se midió el intercambio de gases usando un sistema de análisis respiración-a-respiración (Sensor Medics MMC 4400 tc), calibrado antes de cada test con gases de precisión y una jeringuilla de 3 l, siendo el máximo volumen de error aceptado de un 1.5 %. La FC fue registrada de forma continua con un ECG de tres canales (CM5) y mostrada en el monitor en el transcurso de la prueba (Hellige Servomed SMS 182). Inmediatamente después y en los minutos 1, 3 y 5 de la recuperación se tomaron muestras de sangre capilar del lóbulo de la oreja para la determinación de los niveles de lactato.

A partir del registro continuo se obtuvo la potencia máxima ( $W_{max}$ ), el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) y la frecuencia cardíaca máxima ( $FC_{max}$ ). La concentración máxima de lactato ( $LA_{max}$ ) corresponde al pico de concentración de lactato después del ejercicio, expresada en  $mmol \cdot l^{-1}$ . El umbral anaeróbico ( $U_A$ ) fue definido como el punto que precede al incremento lineal del cociente  $VCO_2/VO_2$  (Wasserman, Hansen, Sue, Whipp y Casaburi, 1994; Sanchis, Valverde, Barber y Mora, 1996). Así, la potencia ( $W_{U_A}$ ), el volumen de consumo de oxígeno ( $VO_{2U_A}$ ) y la FC ( $FC_{U_A}$ ) en el  $U_A$  fueron también considerados.

### **3.6. Variables antropométricas.**

Los pliegues cutáneos fueron medidos con un pie de rey y un plicómetro, ambos de la marca Holtan y procesados de acuerdo con el método de Jackson-Pollock (Jackson y Pollock, 1985) a partir de 7 pliegues cutáneos: subescapular, axilar, pecho, tríceps, abdominal, suprailíaco y muslo anterior.

### **3.7. Variables hematológicas y bioquímicas**

A partir de las muestras de sangre de la vena antecubital recogidas en tubos Vacutainer System (Beckton Dickinson, S.A.) se extrajo el plasma y el suero para las determinaciones hormonales y bioquímicas.

Los parámetros hematológicos fueron determinados por métodos rutinarios y fueron los siguientes: hematocritos (Hto), hemoglobina (Hb), glóbulos rojos (CRP), leucocitos. Además se calculó, entre otros índices eritrocitarios, el volumen corpuscular medio (VCM).

Los niveles de ferritina, glucosa, urea, ácido úrico y lactato fueron determinados por procedimientos enzimáticos (Abbott, Delkenheim para la ferritina y Boehringer Mannheim GmbH, Alemania para el resto). La creatinfosfoquinasa (CPK) fue determinada por el método optimizado estándar Nbeta 1087522 de Boehringer Mannheim (Alemania).

#### **4. Análisis estadísticos.**

Las variables hormonales y de estado de ánimo que fueron medidas en distintos momentos, tanto en los partidos como en el seguimiento a lo largo de la temporada deportiva, fueron analizadas mediante análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas. En aquellos casos en que se consideraron factores entre sujetos como el resultado (ganar/perder), la posición en la cancha o el equipo, estos factores fueron incluidos en los ANOVAs correspondientes. También se realizaron ANOVAs de una vía y contrastes Newman-Keuls como pruebas a posteriori.

Las relaciones entre las diferentes variables fueron examinadas mediante coeficientes de correlación de Pearson o coeficientes de correlación por rangos de Spearman, en función de la naturaleza de las variables. También se realizaron regresiones lineales para calcular la contribución de determinadas variables a la varianza de los niveles hormonales.

Los estadísticos descriptivos se expresan como  $\text{media} \pm \text{error estándar de la media (SEM)}$ . Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SPSS para Windows, siendo el intervalo de confianza considerado como significativo  $p < 0.05$ .

## CAPÍTULO 4.

### EFECTOS DE LA COMPETICIÓN Y SU RESULTADO SOBRE LOS NIVELES HORMONALES Y EL ESTADO DE ÁNIMO.



## 1. Estudio 1

### 1.1. Muestra.

De los 21 jugadores de la muestra inicial, sólo 16 participaron en el Partido 1, 8 de cada equipo. Las características de esta submuestra se encuentran en la Tabla 4.

Tabla 4: Media  $\pm$  SEM de la edad, el peso, la altura, el índice de masa corporal (IMC), el volumen de oxígeno máximo (VO<sub>2</sub>max) y el porcentaje de grasa de los ganadores y perdedores.

	Ganadores	Perdedores
Edad (años)	23.63 $\pm$ 1.22	22.86 $\pm$ 1.82
Peso (Kg)	93.04 $\pm$ 3.84	94.59 $\pm$ 3.49
Altura (cm)	195.78 $\pm$ 1.95	195.41 $\pm$ 2.6
IMC (Kg*m <sup>-2</sup> )	24.22 $\pm$ 0.75	24.74 $\pm$ 0.62
VO <sub>2</sub> max (ml*Kg <sup>-1</sup> *min <sup>-1</sup> )	43.69 $\pm$ 1.11	42.31 $\pm$ 1.53
% grasa	10.19 $\pm$ 1.19	11.46 $\pm$ 0.92

### 1.2. Protocolo.

Este estudio se centra en un partido real entre los dos equipos de la muestra, que se jugó durante la primera parte de la temporada (un sábado de Diciembre) entre las 12:15 y las 13:40. Los marcadores estuvieron muy ajustados durante todo el partido aunque se despegaron al final, con un resultado parcial de 40-42 en el descanso y un resultado



final de 84-73 para el Equipo 1.

Se recogieron dos muestras de saliva para las determinaciones hormonales, una inmediatamente antes de las instrucciones finales del entrenador antes de empezar el partido (11:15 h) y otra después de la rueda de prensa tras el partido (13:55 h). De ese modo, las muestras de saliva fueron recogidas 60 minutos antes y 15 minutos después del partido. Simultáneamente a la recogida de saliva, se administró el cuestionario de estado de ánimo POMS en su versión 'ahora'. Junto con la segunda muestra de saliva, los sujetos contestaron además varias cuestiones referidas a la satisfacción acerca del rendimiento y a la atribución causal del resultado.

En las SP se tomaron muestras de saliva en reposo entre las 8:30 y las 9:00 de la mañana, que se usaron para comparar los datos hormonales obtenidos en el partido con los obtenidos en la segunda sesión de laboratorio (SP2) debido a la proximidad temporal entre ambos eventos.

### **1.3. Análisis estadísticos.**

Los datos de testosterona procedentes de un sujeto (ganador) fueron eliminados debido a que no se disponía de sus niveles antes del partido.

Las variables hormonales y de estado de ánimo fueron analizadas mediante análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas, incluyendo factores entre sujetos como el resultado (ganar/perder) y la

posición en la cancha (alero/pivot/base). Se han realizado ANOVAs de una vía y Newman-Keuls como contrastes a posteriori.

La respuesta hormonal a la situación se ha calculado como la diferencia entre los niveles posteriores y los previos al partido. Las respuestas hormonales de ganadores y perdedores y las variables medidas en una única ocasión (atribución y satisfacción referidas al resultado) fueron contrastadas mediante el estadístico t de Student. Las relaciones entre las variables fueron examinadas mediante coeficientes de correlación por rangos de Spearman.

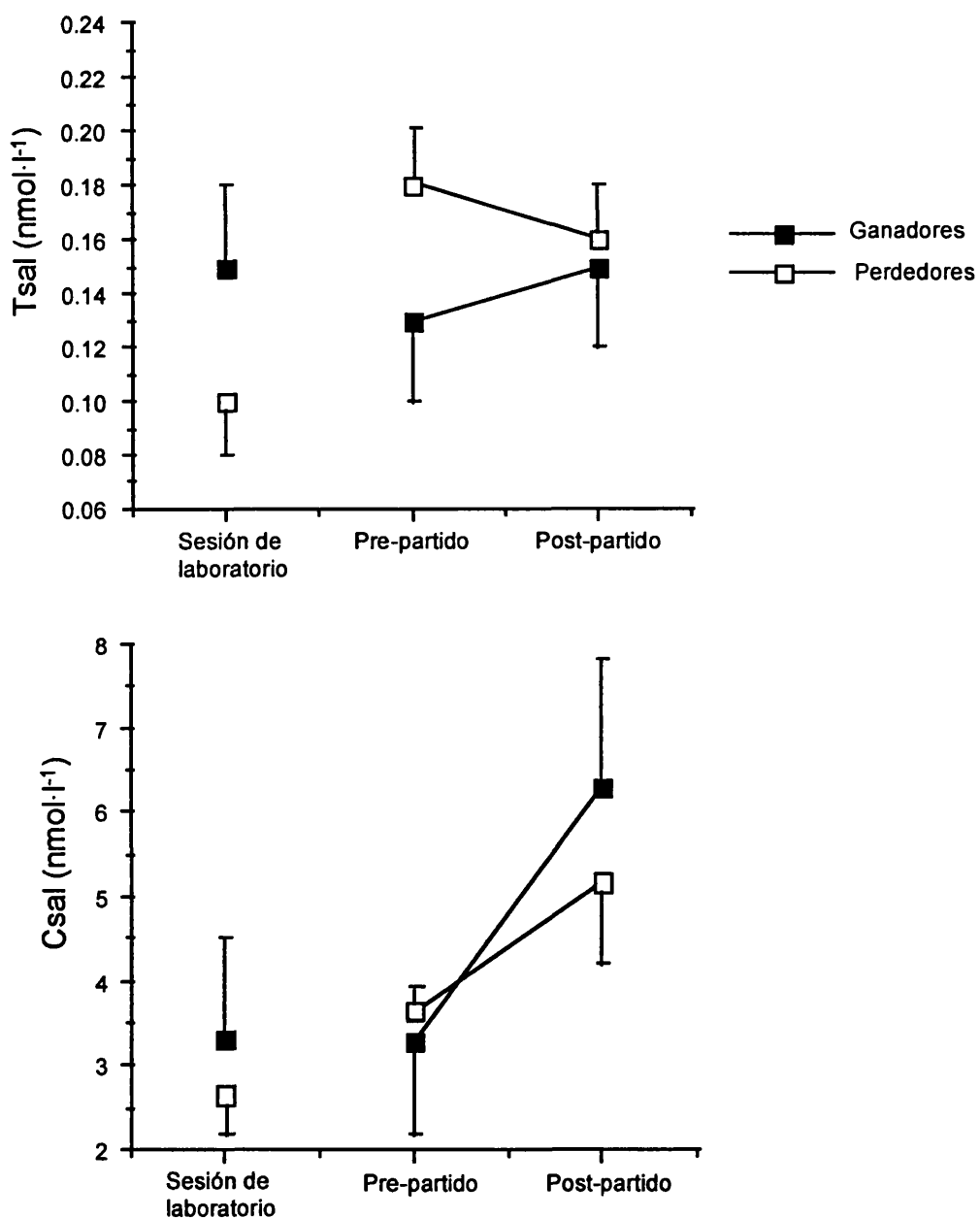
## **1.4. Resultados.**

### 1.4.1. Niveles de testosterona y cortisol.

En la muestra total, los niveles de Tsal no mostraron variaciones significativas, pero sí resultó significativo el efecto principal del 'momento' en los niveles de Csal ( $F_{1,14}=7.15$ ,  $P<0.02$ ), aumentando después del partido en relación a los niveles iniciales.

Respecto al resultado, los ganadores mostraron incrementos de Tsal (respuesta media=  $0.013\pm 0.04$  nmol\*l<sup>-1</sup>) y los perdedores decrementos (respuesta=  $-0.031\pm 0.03$  nmol\*l<sup>-1</sup>). El cortisol aumentó en los ganadores (respuesta=  $3.07\pm 1.31$  nmol\*l<sup>-1</sup>) y en los perdedores (respuesta=  $1.59\pm 1.15$  nmol\*l<sup>-1</sup>). Las diferencias entre ambos grupos no fueron significativas en ningún caso (Figura 4).

Figura 4. Media  $\pm$  SEM de los niveles basales de Tsal y Csal en la sesión de laboratorio y antes y después del partido (n=8, excepto para los niveles de Tsal de los ganadores, donde n=7)



### 1.4.2. Estado de ánimo.

Como se puede observar en la Tabla 5, la competición empeoró el estado de ánimo y disminuyó la puntuación en vigor en ambos grupos (para todas las escalas y la puntuación total,  $p < 0.006$ ), pero más en los perdedores que en los ganadores.

Tabla 5: Media  $\pm$  SEM de las puntuaciones del estado de ánimo antes y después del partido en ganadores y perdedores.

	Ganadores		Perdedores	
	Antes	Después	Antes	Después
Tensión	5.63 $\pm$ 1.15	5.13 $\pm$ 1.89	7.38 $\pm$ 1.29	11.33 $\pm$ 2.69
Depresión	1.63 $\pm$ 0.68	3.38 $\pm$ 2.68	1.25 $\pm$ 0.49	14.5 $\pm$ 4.42
Cólera	4.13 $\pm$ 1.03	5.38 $\pm$ 2.99	6.71 $\pm$ 2.04	24 $\pm$ 5.8
Vigor	12.75 $\pm$ 0.84	10.25 $\pm$ 1.21	21.5 $\pm$ 1.48	12.17 $\pm$ 1.74
Fatiga	2 $\pm$ 0.53	5.38 $\pm$ 1.57	1.13 $\pm$ 0.35	11.5 $\pm$ 2.32
Confusión	3 $\pm$ 0.76	3.25 $\pm$ 1.26	2.13 $\pm$ 0.48	7 $\pm$ 1.51
POMS-t	103.63 $\pm$ 3.61	112.25 $\pm$ 9.52	96.43 $\pm$ 1.73	156.17 $\pm$ 15.07

Específicamente, el efecto de la interacción 'resultado\*momento' fue significativo en las escalas de cólera ( $F_{1,11}=10.20$ ,  $p < 0.009$ ), confusión ( $F_{1,12}=10.54$ ,  $p < 0.007$ ), depresión ( $F_{1,12}=6.44$ ,  $p < 0.03$ ), fatiga ( $F_{1,12}=7.24$ ,  $p < 0.02$ ) y vigor ( $F_{1,12}=10.11$ ,  $p < 0.008$ ), así como en la puntuación total ( $F_{1,11}=8.29$ ,  $p < 0.01$ ). Además, la cólera ( $F_{1,11}=5.07$ ,  $p < 0.05$ ) y la tensión ( $F_{1,12}=5.03$ ,  $p < 0.04$ ) fueron significativamente mayores en los perdedores que en los ganadores antes y después del partido, así como el vigor ( $F_{1,12}=15.67$ ,  $p < 0.002$ ).

No se encontraron correlaciones significativas entre los niveles

hormonales y el estado de ánimo, salvo una correlación positiva entre la respuesta del Csal y el vigor después del partido en los ganadores ( $r=0.79$ ,  $p<0.02$ ), que no fue encontrada en los perdedores.

#### 1.4.3. Satisfacción y atribución causal del resultado.

Ambos aspectos mostraron diferencias en función del resultado. Los ganadores estaban más satisfechos acerca de la ejecución del equipo que los perdedores ( $p<0.05$ ), pero no se encontraron diferencias en la satisfacción acerca de su ejecución individual. Además, los ganadores atribuyeron el resultado más a su condición física y técnica ( $p<0.05$ ) y menos a las decisiones arbitrales ( $p<0.04$ ) que los perdedores.

Sólo la Tsal después del partido mostró correlaciones significativas con ambas variables, aunque dependiendo del resultado. La Tsal estaba negativamente relacionada con la atribución a la suerte ( $r=-0.80$ ,  $p<0.02$ ) y con las decisiones arbitrales ( $r=-0.82$ ,  $p<0.01$ ) en los ganadores. Sin embargo, en los perdedores estuvo positivamente relacionada con este último ítem ( $r=0.84$ ,  $p<0.03$ ) y negativamente con la satisfacción acerca de la propia ejecución ( $r=-0.92$ ,  $p<0.008$ ).

#### 1.4.4. Contribución individual al resultado.

El 'tiempo jugando' estuvo positivamente relacionado con el POMS-t después de la competición ( $r=0.56$ ,  $p<0.04$ ) y la fatiga ( $r=0.77$ ,  $p<0.001$ ). La ratio 'puntuación/tiempo jugando' estuvo negativamente asociada a la Tsal pre-competición ( $r=-0.66$ ,  $p<0.008$ ) y positivamente con la respuesta de Tsal ( $r=0.56$ ,  $p<0.03$ ).

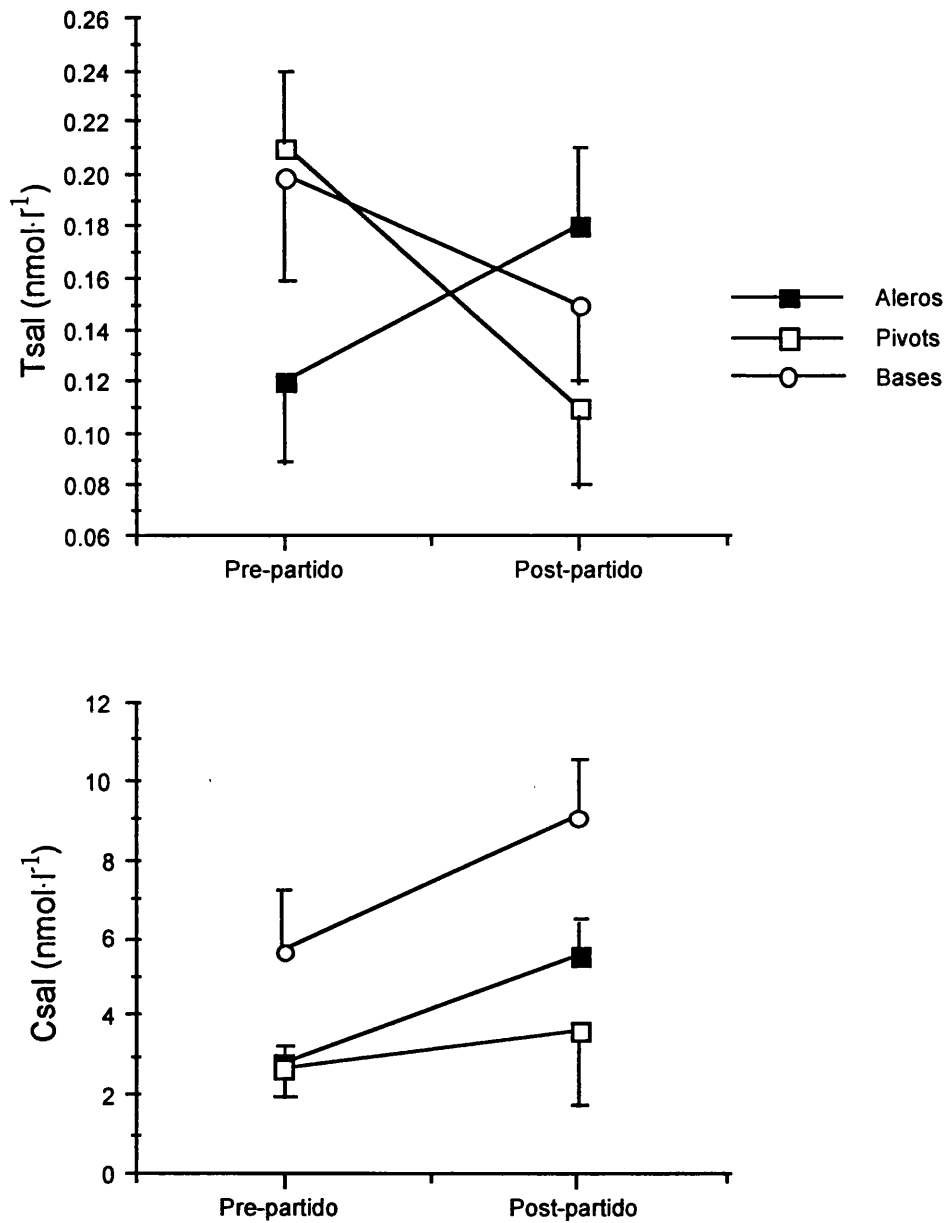
No existen diferencias significativas entre ganadores y perdedores en 'tiempo jugando' y en la 'puntuación' obtenida. Sin embargo, los ganadores tuvieron una mayor ratio 'puntuación/tiempo jugando' que los perdedores, aunque estadísticamente no llegó a ser significativa ( $p > 0.06$ ).

La interacción 'posición\*momento' mostró un efecto significativo sobre los niveles de Tsal ( $F_{2,12}=8.97$ ;  $p < 0.004$ ). Del mismo modo, el factor 'posición' mostró un efecto significativo sobre los cambios en Tsal ( $F_{2,14}=8.97$ ;  $P < 0.004$ ), con incrementos en los aleros y descensos en las otras dos posiciones (Figura 5). El efecto de la 'posición' en los niveles de Csal no alcanzó la significación estadística ni antes ni después del partido ( $p > 0.07$  para ambos). Tampoco hubo efectos de la posición en los cambios en Csal, estado de ánimo, satisfacción, atribución, puntos obtenidos o en la ratio 'puntuación/tiempo jugando'.

#### 1.4.5. Respuesta anticipatoria a la competición.

Los niveles de Tsal y los de Csal antes de la sesión de laboratorio (SP2) y antes del partido no mostraron diferencias significativas en la muestra total. Cuando fueron analizados por resultado (ver Figura 4), los ganadores tenían niveles de Tsal ligeramente más bajos antes del partido respecto a los niveles previos a la SP2, mientras que los perdedores mostraron niveles claramente mayores antes del partido en relación a los mostrados en el laboratorio ( $F_{1,12}=7.22$ ;  $p < 0.02$ ). No se encontraron diferencias en Csal.

Figura 5: Media  $\pm$  SEM de los niveles de Tsal antes y después del partido (7 aleros, 4 pivotes y 4 bases) y los niveles de Csal (7, 5 y 4 sujetos, respectivamente) en función de la posición en la cancha.



## 1.5. Discusión.

Los resultados obtenidos en el Estudio 1 muestran que el ganar o perder en una competición real de un deporte de equipo no induce patrones de respuesta de la Tsal significativamente diferentes, tal y como se esperaría a partir de la hipótesis Biosocial del estatus de Mazur (1985). Estos resultados se encuentran en la línea de los encontrados en competiciones individuales (Booth et al., 1989; Salvador et al., 1987, 1990; Suay et al., 1999), pero contrasta con otros (Elias, 1981; Gladue et al., 1989; McCaul et al. 1992) que emplean un periodo de muestreo similar (15 minutos después del evento), considerado como óptimo para detectar cambios en la testosterona después de estimulación psicológica (Hellhammer, Hubert y Schurmeyer, 1985). Los niveles de Csal aumentaron en ambos equipos, lo que confirma la ausencia de diferencias entre ganadores y perdedores, que ha sido consistentemente encontrada (Salvador et al., 1987; Booth et al., 1989; Gladue et al., 1989; McCaul et al., 1992). De hecho, las variaciones en cortisol han sido relacionadas más frecuentemente con el estrés situacional y los aumentos en la activación, que con situaciones susceptibles de producir un cambio de estatus (Hubert y De Jong-Meyer, 1992).

En este estudio, los ganadores experimentaron significativamente menos aumentos en el estado de ánimo negativo que los perdedores, de acuerdo con los resultados obtenidos por McCaul et al. (1992), pero, de hecho, ambos equipos sufrieron un empeoramiento de su estado de ánimo. Varios factores pudieron contribuir a estos aumentos en las puntuaciones del POMS, como el estrés derivado de la incertidumbre del



resultado durante el partido y la proximidad temporal de las medidas respecto al final del esfuerzo físico, apuntada tanto en situaciones de esfuerzo competitivo (Williams, Krahenbuhl y Morgan, 1991) como no competitivo (Hassmen, Blomstrand, Ekblom y Newsholme, 1994).

Los ganadores también mostraron una satisfacción significativamente mayor que los perdedores acerca del rendimiento del equipo y percibieron que el resultado era debido más a factores internos y menos a factores externos que los perdedores. Además, los ganadores presentaron un mejor rendimiento, estimado mediante la ratio 'puntuación/tiempo jugando', pero no mostraron diferencias significativas en el tiempo que permanecieron en la cancha jugando, lo cual es de especial relevancia teniendo en cuenta los posibles efectos derivados del esfuerzo físico. En este sentido, la ausencia de correlaciones significativas entre el tiempo y ambas hormonas hace hincapié en este aspecto.

Se ha sugerido que el estado de ánimo es un importante factor que media los cambios en testosterona inducidos por el resultado de la competición. Sin embargo, apenas se han utilizado pruebas estadísticas para evaluar esta mediación (Mazur y Lamb, 1980; Booth et al., 1989). Además, la variabilidad y en algunos casos la validez de los instrumentos de medida empleados para evaluar el estado de ánimo han podido contribuir a la falta de resultados concluyentes. En aquellos casos en que se han utilizado tests psicométricamente validados, se ha encontrado que las diferencias en estado de ánimo entre ganadores y perdedores son mayores y más consistentes que las diferencias en testosterona (McCaul

et al., 1992), tal y como se ha encontrado en este estudio. En nuestra investigación no se han encontrado correlaciones significativas, apoyando la idea de una disociación entre ambos tipos de respuesta.

Por el contrario, la respuesta de la Tsal estuvo significativamente relacionada con la ratio 'puntos/tiempo jugando', indicando que a mayor contribución en el resultado del equipo, mayores aumentos de Tsal. Además, la Tsal de los ganadores después del partido está negativamente relacionada con la atribución externa del resultado, mientras que en los perdedores se relaciona positivamente con la atribución externa y negativamente con la satisfacción por el rendimiento propio. Todos estos resultados muestran un patrón claro de relación entre la Tsal y la contribución (objetiva y percibida) al resultado.

Este hallazgo contrasta con los resultados de McCaul et al. (1992) con una tarea aleatoria, donde los aumentos de Tsal estaban relacionados con el resultado, independientemente del rendimiento individual o el mérito. Es posible que el mérito individual se convierta en una variable relevante en contextos reales, altamente competitivos, o quizá su importancia dependa de la competitividad individual. Berman, Gladue y Taylor (1993) ha descrito la relevancia del patrón de personalidad tipo A, caracterizado por una intensa motivación a la competición entre otros rasgos, en la mediación entre hormonas y conducta. Este punto fuerza las diferencias entre algunos grupos seleccionados y la 'media' de la población (Gladue et al., 1989). En nuestro estudio, la muestra está compuesta por deportistas de élite, probablemente caracterizados por una alta competitividad, que frecuentemente se enfrentan a este tipo de

situaciones y, por consiguiente, desde esta perspectiva no son una muestra fácilmente comparable a la población general.

Además, los aumentos en Tsal fueron significativamente mayores en los aleros, con un papel más ofensivo, que en las otras dos posiciones. Algunas características relativamente estables del individuo (rol en el juego, rasgos de personalidad, condición física...) podrían haber influido en esta respuesta. La posición en la cancha ha sido asociada recientemente con diferencias a nivel fisiológico (Sanchis, Valverde, Barber y Mora, 1996) y a nivel psicológico (Sewell y Edmonson, 1996). En nuestro estudio no hemos encontrado otras diferencias en función de la posición.

Se ha sugerido que existe un aumento de Tsal antes de la competición en anticipación a la situación con un objetivo preparatorio (Booth et al., 1989). Sin embargo, en nuestro estudio, sólo los perdedores presentaron aumentos significativos en Tsal, lo que contrasta con lo anterior. La interpretación de en qué contexto se da la respuesta preparatoria a la competición no parece, pues, tan sencilla. Puede ser que las características particulares del grupo estudiado, deportistas profesionales, sea relevante para interpretar el patrón de respuesta anticipatoria. Sin embargo, en este punto se requiere más investigación.

En general, en un contexto real, altamente competitivo donde los sujetos están luchando por una victoria en cooperación con otros miembros del grupo, desempeñando un determinado rol y realizando una tarea no controlada por la suerte o bajo manipulación experimental,

se han encontrado efectos significativos del resultado en aspectos subjetivos como el estado de ánimo, la satisfacción acerca de la ejecución y la atribución pero no en las respuestas hormonales. A pesar del atractivo de la hipótesis de Mazur, esta ausencia de significación estadística es consistente con estudios previos; las diferencias estadísticamente significativas se han visto casi siempre limitadas a estudios de laboratorio en donde el tamaño de la muestra es mayor y se puede compensar la gran variabilidad de la respuesta de la Tsal.

Nuestros resultados confirman la afirmación hecha por McCaul et al. (1992) acerca de la complejidad de las relaciones entre el estado de ánimo, la conducta y las hormonas. Los cambios en testosterona no correlacionaron significativamente con el estado de ánimo negativo, pero parecen estar asociados con la participación en la consecución del resultado, sugiriendo que, al menos en situaciones muy competitivas, la contribución personal (objetiva y/o percibida) puede ser un factor importante que medie en la respuesta de la Tsal.

## **2. Estudio 2.**

Dado que los niveles de Tsal no mostraron efectos significativos del resultado, en este estudio se han considerado los niveles de esta hormona en dos competiciones reales con el mismo resultado (la victoria) para clarificar qué aspectos influyen sobre la respuesta de la Tsal inducida por la competición.

## 2.1. Muestra.

En este caso, la muestra estuvo compuesta por 17 jugadores pertenecientes a los dos equipos cuyas principales características se muestran en la Tabla 6. Dos jugadores del Equipo 2 que participaron en el partido fueron eliminados de la muestra de este estudio. De uno de ellos no se disponía de sus valores hormonales, por lo que el resto de datos no se consideraron. El otro jugador mostró niveles antes del partido ( $0.266 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y cambios de testosterona (descensos del orden del 246 %) anómalos que superaron el doble de la desviación estándar de la media de la muestra total (con una media de  $0.092$  y una desviación estándar de  $0.058 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) antes del partido.

Tabla 6: Media y SEM de la edad, peso, altura, el IMC, el VO<sub>2</sub>max y el porcentaje de grasa de ambos equipos (n=9 para el Equipo 1 y n=8 para el Equipo 2).

	Equipo 1		Equipo 2	
	Media	SEM	Media	SEM
Edad (años)	21.56	1.16	22.0	1.70
Peso (Kg)	92.99	3.85	92.50	3.67
Altura (cm)	194.84	2.10	193.83	2.76
IMC ( $\text{Kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )	24.44	0.73	24.56	0.57
VO <sub>2</sub> max ( $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{Kg}^{-1}$ )	44.87	1.27	43.15	1.55
Porcentaje de Grasa	9.40	1.16	11.08	0.88

## **2.2. Protocolo.**

Este estudio se centró en dos partidos de la Liga Nacional EBA en los que participaron y ganaron los dos equipos estudiados. Los protocolos de ambos partidos incluían la recogida de muestras de saliva y la administración del POMS una hora antes y 15 minutos después de los partidos. Después de ambos partidos, los sujetos también contestaron varias cuestiones relativas a su ejecución personal y de su equipo y a la atribución de los factores que determinaron el resultado. Durante los partidos, se registró el tiempo que cada jugador permanecía en la cancha jugando y los puntos obtenidos de la misma forma que en el Estudio 1.

Los dos partidos tuvieron lugar en las respectivas canchas de ambos equipos al final de la tarde (entre las 18:00 y las 20:30 horas), durando 85 minutos el partido del Equipo 1 y 87 minutos el del Equipo 2. El Equipo 1 ganó claramente teniendo una gran ventaja sobre su oponente que se reflejó tanto en el resultado parcial como en el final (22 y 27 puntos de ventaja, respectivamente). El equipo contrincante ocupaba la decimosegunda posición en la clasificación de la Liga en el momento de la confrontación, mientras que el equipo estudiado estaba en el primer puesto. El Equipo 2 ganó su partido con un apretado resultado parcial y final (9 y 7 puntos de ventaja, respectivamente). Sus oponentes ocupaban la tercera posición en la Liga, mientras que el Equipo 2 estaba en la sexta posición.

### **2.3. Análisis estadísticos.**

Las variables hormonales y de estado de ánimo fueron analizadas mediante análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas. La posición en la cancha (alero/pivot/base) fue incluida como factor entre sujetos. También se realizaron ANOVAs de una vía y Newman-Keuls como contrastes a posteriori de los niveles hormonales y estado de ánimo. Las atribuciones y satisfacción referidas al resultado fueron contrastadas mediante el estadístico t de Student.

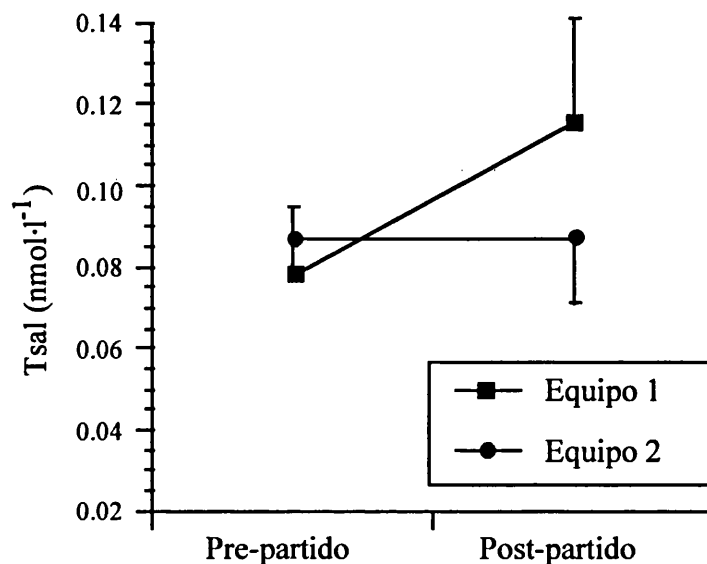
Las relaciones entre las diferentes variables fueron examinadas mediante coeficientes de correlación por rangos de Spearman. Además, se realizaron regresiones lineales para calcular el porcentaje de varianza (estimado mediante el estadístico  $R^2$  ajustado) de los niveles de testosterona post-partido explicado por variables psicológicas; el modelo se consideró significativo cuando la probabilidad del ANOVA correspondiente fue inferior a 0.05.

### **2.4. Resultados.**

#### **2.4.1. Niveles de testosterona.**

Antes de los partidos, no se encontraron diferencias significativas entre ambos equipos en los niveles de Tsal. Pero cuando se comparó los niveles de Tsal después de los partidos con los niveles previos, se encontraron incrementos casi significativos ( $F_{1,8}=4.87$ ,  $p<0.058$ ) en el Equipo 1 pero no en el 2 (Figura 6).

Figura 6. Niveles de Tsal antes y después de los partidos en ambos equipos.



#### 2.4.2. Estado de ánimo.

Aunque no se encontraron diferencias significativas en la puntuación del POMS-t después del partido respecto a las mostradas antes de la competición, se observó un empeoramiento del estado de ánimo en ambos equipos (de  $101.67 \pm 2.84$  a  $108.22 \pm 4.17$  en el Equipo 1 y de  $98.0 \pm 1.79$  a  $119.86 \pm 9.55$  en el Equipo 2). Ambos equipos aumentaron significativamente en fatiga ( $F_{1,8}=9.48$ ,  $p < 0.01$  y  $F_{1,7}=7.26$ ,  $p < 0.03$ , para el Equipo 1 y 2, respectivamente). Las puntuaciones en vigor disminuyeron significativamente en el Equipo 2 ( $F_{1,7}=6.10$ ,  $p < 0.04$ ) pero no en el Equipo 1 ( $p > 0.13$ ). No hubo diferencias significativas en ninguna otra subescala (Tabla 7).



Tabla 7: Media  $\pm$  SEM de las puntuaciones del estado de ánimo antes y después del partido en los equipos 1 y 2.

	Equipo 1		Equipo 2	
	Antes	Después	Antes	Después
Tensión	5.67 $\pm$ 1.2	5.0 $\pm$ 1.03	7.0 $\pm$ 1.27	7.71 $\pm$ 2.69
Depresión	1.0 $\pm$ 0.33	2.0 $\pm$ 0.99	1.25 $\pm$ 0.62	4.75 $\pm$ 2.27
Cólera	5.44 $\pm$ 1.38	4.67 $\pm$ 0.94	3.88 $\pm$ 0.61	7.88 $\pm$ 1.75
Vigor	14.11 $\pm$ 1.53	11.11 $\pm$ 2.27	17.5 $\pm$ 2.47	13.63 $\pm$ 1.50
Fatiga	1.33 $\pm$ 0.55	4.0 $\pm$ 0.85	1.13 $\pm$ 0.58	6.88 $\pm$ 2.91
Confusión	2.33 $\pm$ 0.41	3.67 $\pm$ 0.94	2.5 $\pm$ 0.42	5.25 $\pm$ 1.0
POMS-t	101.67 $\pm$ 2.84	108.22 $\pm$ 4.17	98.0 $\pm$ 1.79	119.86 $\pm$ 9.55

#### 2.4.3. Satisfacción y atribución causal del resultado.

No se encontraron diferencias significativas entre los equipos en satisfacción, tanto referida a la ejecución individual como a la del equipo (Tabla 8). Sin embargo, cada equipo atribuyó sus resultado de forma diferente. El Equipo 1 mostró mayores puntuaciones que el Equipo 2 en los ítems de atribución interna, como esfuerzo personal y facultades técnicas y físicas. Además, este equipo atribuyó más el resultado a los errores de sus adversarios que el Equipo 2, aunque en global fue menos propenso a atribuir su victoria a factores externos como las decisiones arbitrales y la suerte. Esas diferencias fueron significativas en el caso de la atribución a la suerte ( $F_{1,16}=5.76$ ,  $p<0.03$ ).

Tabla 8: Medias $\pm$ SEM de la satisfacción con la ejecución y las atribuciones después de los partidos en ambos equipos.

	Equipo 1		Equipo 2	
	Media	SEM	Media	SEM
<b>Satisfacción</b>				
Ejecución individual	2.89	0.45	3.50	0.60
Ejecución del equipo	4.44	0.24	4.25	0.16
<b>Atribución</b>				
Esfuerzo personal	4.00	0.17	3.88	0.30
Habilidades físicas y técnicas	3.89	0.20	3.43	0.43
Errores de los adversarios	3.00	0.37	2.63	0.32
Suerte	1.56	0.29	2.75	0.41
Decisiones arbitrales	1.56	0.29	2.25	0.37
Media de atribución interna	7.89	0.26	7.29	0.61
Media de atribución externa	6.11	0.59	7.63	0.75

#### 2.4.4. Contribución personal al resultado.

La contribución objetiva al resultado, estimada por la ‘puntuación’ y por la ratio ‘puntuación/tiempo jugando’, no mostró diferencias entre equipos ni relaciones con los niveles de Tsal en la muestra total o en los análisis por equipos.

No existen diferencias significativas en tiempo jugando, puntos o la ratio puntos/tiempo entre los jugadores de diferentes posiciones. Los aleros mostraron aumentos de testosterona (desde  $0.079 \pm 0.02$  a  $0.113 \pm 0.03$  nmol $\cdot$ l $^{-1}$ ), superiores a los de las otras dos posiciones (desde  $0.084 \pm 0.02$  a  $0.103 \pm 0.03$  para los bases y de  $0.120 \pm 0.04$  a  $0.081 \pm 0.02$  nmol $\cdot$ l $^{-1}$  para los pivotes), aunque este efecto no fue estadísticamente significativo. La posición en la cancha ejerció un efecto significativo sobre

las puntuaciones de cólera y depresión ( $F_{1,14}=4.26$ ,  $p<0.04$  y  $F_{1,14}=3.93$ ,  $p<0.04$ , respectivamente), aumentando ambas escalas mucho más en los aleros que en las otras dos posiciones (cólera pre/post: 4.28/8.71 para los aleros, 5.80/4.40 para los bases y 4.20/4.40 para los pivotes; depresión pre/post: 0.86/6.28 para los aleros, 1.40/1.0 para los bases y 1.20/1.40 para los pivotes). No hay diferencias significativas en las puntuaciones medias de atribución interna y externa por posición.

#### 2.4.5. Asociaciones entre variables.

En la muestra total, los niveles de Tsal post-partido estuvieron negativa y significativamente relacionados con la media de las puntuaciones de atribución externa ( $r=-0.49$ ,  $p<0.04$ ), pero no con el estado de ánimo o la satisfacción.

La atribución externa explicó el 23% de la varianza ( $R^2$  ajustada) de los niveles de Tsal post-partido ( $F_{1,15}=5.73$ ,  $p<0.03$ ). Ninguna otra variable explicó los niveles de Tsal. Sin embargo, cuando la satisfacción con la ejecución personal fue incluida en la regresión, el porcentaje de varianza explicada se incrementó hasta un 32% ( $F_{2,14}=4.74$ ,  $p<0.03$ ). Cuando se añadieron otras variables como la satisfacción con la ejecución del equipo, el POMS-t, la fatiga, o el vigor a la atribución externa para explicar los niveles de Tsal, el modelo de regresión no era significativo ( $p<0.09$  y una  $R^2$  ajustada menor del 19%, para todos los contrastes).

## **2.5. Discusión.**

En el Estudio 2, el principal objetivo era confirmar si la respuesta de la testosterona inducida por la competición está principalmente asociada a la atribución del resultado, al menos en situaciones de victoria. De hecho, la importancia del resultado para los sujetos supone, presumiblemente, una mayor implicación personal, lo que parece ser un factor relevante para producir aumentos de testosterona después de la competición (Salvador et al., 1987; Mazur y Booth, 1998; Suay et al., 1999).

En el presente estudio, se han encontrado diferentes respuestas de la testosterona en dos equipos que resultaron ganadores, apoyando la idea de que otros factores son capaces de modificar en mayor medida que el resultado los niveles de testosterona en este tipo de eventos competitivos. La influencia de la categoría deportiva sobre la respuesta hormonal así como los efectos de los ritmos circadianos fueron controlados, no existiendo diferencias entre los equipos y los partidos en estos aspectos. Como se esperaba, la fatiga aumentó en ambos equipos como consecuencia del partido y no aparecieron diferencias en este aspecto subjetivo ni en el tiempo jugando; además, el esfuerzo físico y la subsiguiente fatiga no estuvieron relacionados con la respuesta de la testosterona. Sin embargo, un aspecto importante que difirió de un partido a otro fue la manera en que se alcanzó la victoria. El Equipo 1 obtuvo una victoria clara enfrentándose a un oponente inferior en la clasificación de la Liga y sus niveles medios de testosterona aumentaron, mientras que el Equipo 2 obtuvo una victoria ajustada con un adversario

más avanzado y sus niveles de testosterona no mostraron cambios. Este punto coincide con los datos ofrecidos por Mazur y Lamb (1980) en donde los partidos decisivos pero no los ajustados elicitan diferencias en la testosterona. Estos autores atribuyeron esta diferencia en la respuesta androgénica al estado de ánimo experimentado por los sujetos y a la insatisfacción con su propio juego.

En nuestro estudio, el vigor, la única dimensión positiva del POMS, no fue igualmente afectado en ambos equipos. Puede ser que la percepción subjetiva del estrés derivado de la confrontación con un oponente más avanzado favoreciera ligeramente un empeoramiento del estado de ánimo, ya que el Equipo 2 se enfrentó con un adversario más avanzado en la clasificación que el Equipo 1. En el Estudio 1, el resultado ha mostrado ejercer un efecto significativo sobre la puntuación de POMS- $\tau$  y en casi todas las escalas del POMS, pero también se ha observado una ausencia de asociación entre la testosterona y el estado de ánimo. Esta disociación, también sugerida en deportes individuales (Serrano et al., 1999), se ha confirmado en el Estudio 2. Las relaciones entre el estado de ánimo y la testosterona en contextos competitivos se han basado en variaciones concomitantes más que en correlaciones entre las variables registradas. Además, en estos estudios, el registro del estado de ánimo se ha llevado a cabo mediante preguntas referidas al estado de ánimo positivo, neutro y negativo, lo que probablemente no discrimine entre una amplia variedad de percepciones (Booth et al., 1989; Mazur y Lamb, 1980). Sin embargo, se ha encontrado una asociación entre el estado de ánimo y la testosterona en tareas de laboratorio cuyo resultado ha sido manipulado (McCaul et al., 1992). Respecto a la satisfacción, el

equipo que derrotó al oponente difícil no mostró significativamente más satisfacción que el equipo que derrotó al adversario más fácil. Probablemente, los efectos psicológicos de la victoria podrían solapar la evaluación subjetiva relativa a las ejecuciones individual y del equipo en el partido. La satisfacción no estuvo significativamente relacionada con los niveles de testosterona.

En este estudio, la contribución objetiva a la victoria no difirió entre grupos, ni estuvo relacionada con la respuesta de la testosterona, en desacuerdo con los hallazgos del Estudio 1. Además, la posición en la cancha, que en esta ocasión discriminó entre diferentes variaciones de estado de ánimo presumiblemente por la presión psicológica que el evento competitivo puede ejercer sobre las posiciones más ofensivas, no moduló las variaciones de testosterona. Probablemente, el hecho de que en este estudio ambos equipos resultaran vencedores podría favorecer el hecho de que los parámetros de contribución al resultado fueran menos variables que cuando la muestra estaba compuesta de grupos ganadores y perdedores. A pesar de la similar contribución objetiva al resultado, la evaluación subjetiva referida al resultado difirió entre equipos. El equipo que presentó aumentos en testosterona también experimentó mayores puntuaciones en atribuciones internas y puntuaciones inferiores en atribuciones causales externas, excepto por el ítem referido a los errores cometidos por el equipo adversario, probablemente debido a las características de su oponente (que estaba en posiciones inferiores en la tabla de clasificación). En el Estudio 2, hemos podido confirmar que los niveles de la testosterona después de la victoria están negativamente relacionados con la atribución externa del resultado, ya que se ha

encontrado de nuevo una relación significativa entre la atribución externa y los niveles de testosterona después del partido.

Así, la percepción de que la tarea es dependiente del mérito propio es un factor modulador de la respuesta de la testosterona en mayor medida que la contribución objetiva en sí misma. La satisfacción acerca del rendimiento propio no fue diferente entre equipos, aunque también contribuyó ligeramente a los cambios de testosterona. Gladue et al. (1989) concluyeron que el mérito no es necesario para los cambios de testosterona en una tarea de laboratorio. Sin embargo, esta afirmación no contradice el hecho de que en competiciones donde está implicado el mérito personal, su percepción pudiera ser un factor importante a tener en cuenta. De hecho, estos estudios fueron llevados a cabo en un contexto en el que la presión social era grande, ya que los jugadores se encuentran inmersos en un grupo social y el rendimiento deportivo es seguido e incluso evaluado por su contexto social (por ejemplo, el público, los equipos técnicos de los clubes, las familias y los medios de comunicación). En resumen, se concluye que la experiencia subjetiva, especialmente la atribución del resultado, es un factor importante para la respuesta de la testosterona inducida por la competición.

## **CAPÍTULO 5.**

### **EFECTO DEL ENTRENAMIENTO SOBRE LOS NIVELES HORMONALES Y EL ESTADO DE ÁNIMO.**





## **1. Muestra**

La muestra inicial estaba compuesta por 21 sujetos, pero sólo 14 completaron este estudio y realizaron las tres SP. Cinco sujetos no completaron las tres SP porque las lesiones les impidieron realizar su entrenamiento con la regularidad que el resto de miembros de su equipo y la asistencia y/o la realización de la prueba de esfuerzo fue desaconsejada por el equipo médico. Los otros dos faltaron a la última SP por motivos personales. Sólo se han considerado los 14 sujetos que realizaron las tres SP.

Por esta razón, la muestra del Equipo 1 estaba compuesta por 8 jugadores (edad= $23\pm 0.7$  años y altura= $195.2\pm 1.6$  cm). Este equipo contaba con un amplio historial de éxitos deportivos y acabó en la primera posición de su Conferencia. La muestra del Equipo 2 estaba compuesta por 6 jugadores (edad= $22.67\pm 2.06$  años y altura= $199.25\pm 1.41$  cm). Este equipo, a pesar de que empezó la temporada en una posición retrasada en la clasificación, terminó en segundo lugar en su Conferencia.

## **2. Procedimiento.**

Este estudio incluyó tres sesiones periódicas (SP) consistentes en revisiones al principio de la temporada deportiva (SP1), a mitad (SP2) y al final (SP3) de la fase regular, previa al 'play-off' de la Liga. Los sujetos

disfrutaron de dos meses de vacaciones antes de que el estudio empezara y no realizaron ejercicio físico 24 horas antes de las sesiones de laboratorio. Entre las SPs todos los participantes realizaron el entrenamiento y las competiciones habituales.

Las SPs se realizaron en el Centro de Medicina Deportiva en Cheste (Valencia) entre las 8:30 y las 14:30 tal y como ha sido descrito en el capítulo de Material y métodos. Los sujetos llegaron al laboratorio en ayunas y se les tomó una muestra de sangre y otra de saliva entre las 8:30 y las 9:00 am para las determinaciones hormonales y bioquímicas y se administró el POMS en la versión referente al estado de ánimo de la 'semana pasada'. Después, se recogió información individual sobre el estado psicológico y físico, que incluía un EEG de reposo y datos acerca de hábitos alimenticios, patrón de sueño, etc. Antes de realizar la ergometría, se obtuvieron medidas antropométricas. Cada SP se realizó en varios días consecutivos.

### **3. Análisis estadísticos.**

Sólo 6 de los 8 sujetos del Equipo 1 y 5 de los 6 del Equipo 2 pudieron realizar la prueba de esfuerzo en la SP3, al ser rechazados tres por problemas de salud (asma, luxación...). Sin embargo, todos ellos completaron sus entrenamientos con regularidad y sin incidencias, por lo que el resto de datos sí que han sido considerados en el estudio. Así la muestra para las variables de condición física se reduce a 6 sujetos en el Equipo 1 y 5 en el Equipo 2.

Las variables hormonales y de estado de ánimo fueron analizadas mediante análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas. En aquellos casos en que se consideraron factores entre sujetos como el equipo, este factor fue incluido en los ANOVAs correspondientes.

Las relaciones entre diferentes variables fueron examinadas mediante coeficientes de correlación de Pearson o coeficientes de correlación por rangos de Spearman, en función de su naturaleza.

#### **4. Resultados.**

Al principio de la temporada deportiva, se encontraron diferencias iniciales entre equipos en los niveles de Cser ( $F_{1,13}=6.96$ ,  $p<0.022$ ), mostrando el Equipo 1 unos niveles medios de  $319 \text{ nmoles}\cdot\text{l}^{-1}$  (SEM= 20) y el Equipo 2 una media  $244 \text{ nmoles}\cdot\text{l}^{-1}$  (SEM= 36). La FCmax también resultó significativamente superior en el Equipo 1 con respecto al Equipo 2 ( $F_{1,13}=6.65$ ,  $p<0.024$ ). Por último, el VCM era significativamente inferior en el Equipo 1 ( $F_{1,13}=6.60$ ,  $p<0.025$ ). No se encontraron otras diferencias iniciales entre ambos equipos en el resto de variables consideradas.

El volumen total de entrenamiento, cuyos efectos se examinan en este capítulo, mostró un efecto significativo del 'periodo' ( $F_{1,12}= 475.06$ ,  $p<0.0001$ ), el 'equipo' ( $F_{1,12}= 128.49$ ,  $p<0.0001$ ) y la interacción entre ambos factores ( $F_{1,12}= 270.63$ ,  $p<0.0001$ ). Cuando el entrenamiento fue

ponderado por la intensidad, el efecto del 'periodo' volvió a ser significativo, así como la interacción 'periodo\*equipo' ( $F_{1,12}= 38.02$ ,  $p<0.0001$  y  $F_{1,12}= 20.62$ ,  $p<0.001$ , respectivamente).

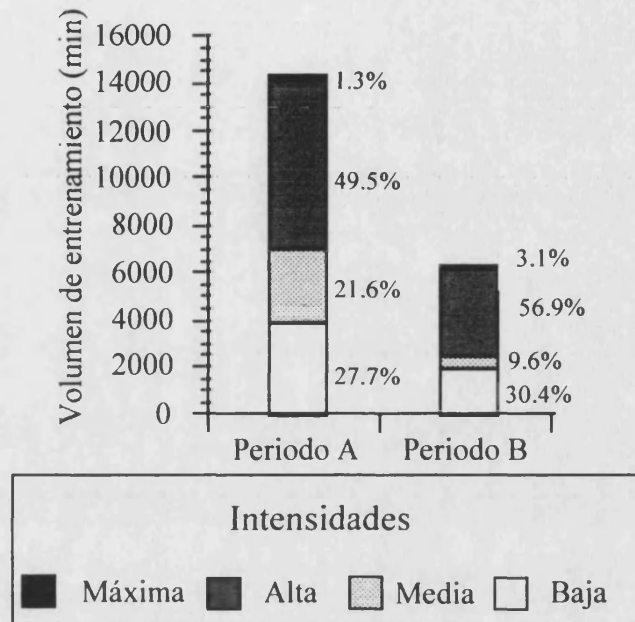
Dadas las diferencias iniciales encontradas y el hecho de que la cantidad de entrenamiento ha sido muy diferente, ambos equipos han sido considerados separadamente.

## **4.1. Equipo 1**

### 4.1.1. Nivel de entrenamiento.

La duración total del entrenamiento decreció un 58.6% a lo largo de la temporada deportiva (Figura 7), siendo 14411 min y 6400 min en los periodos A y B, respectivamente ( $F_{1,7}=760.54$ ,  $p<0.001$ ). Cuando el volumen del entrenamiento fue ponderado por intensidades, éste disminuyó de 72373 Ut en el Periodo A a 39421 Ut en el Periodo B ( $F_{1,7}=49.57$ ,  $p<0.001$ ), lo que supone un decremento del 54%. En referencia a la ejecución competitiva, no se encontraron diferencias entre los periodos aunque la ratio 'puntuación/tiempo jugado' se incrementó de  $0.27 \text{ puntos} \cdot \text{min}^{-1}$  en el Periodo A a  $0.36 \text{ puntos} \cdot \text{min}^{-1}$  en el Periodo B.

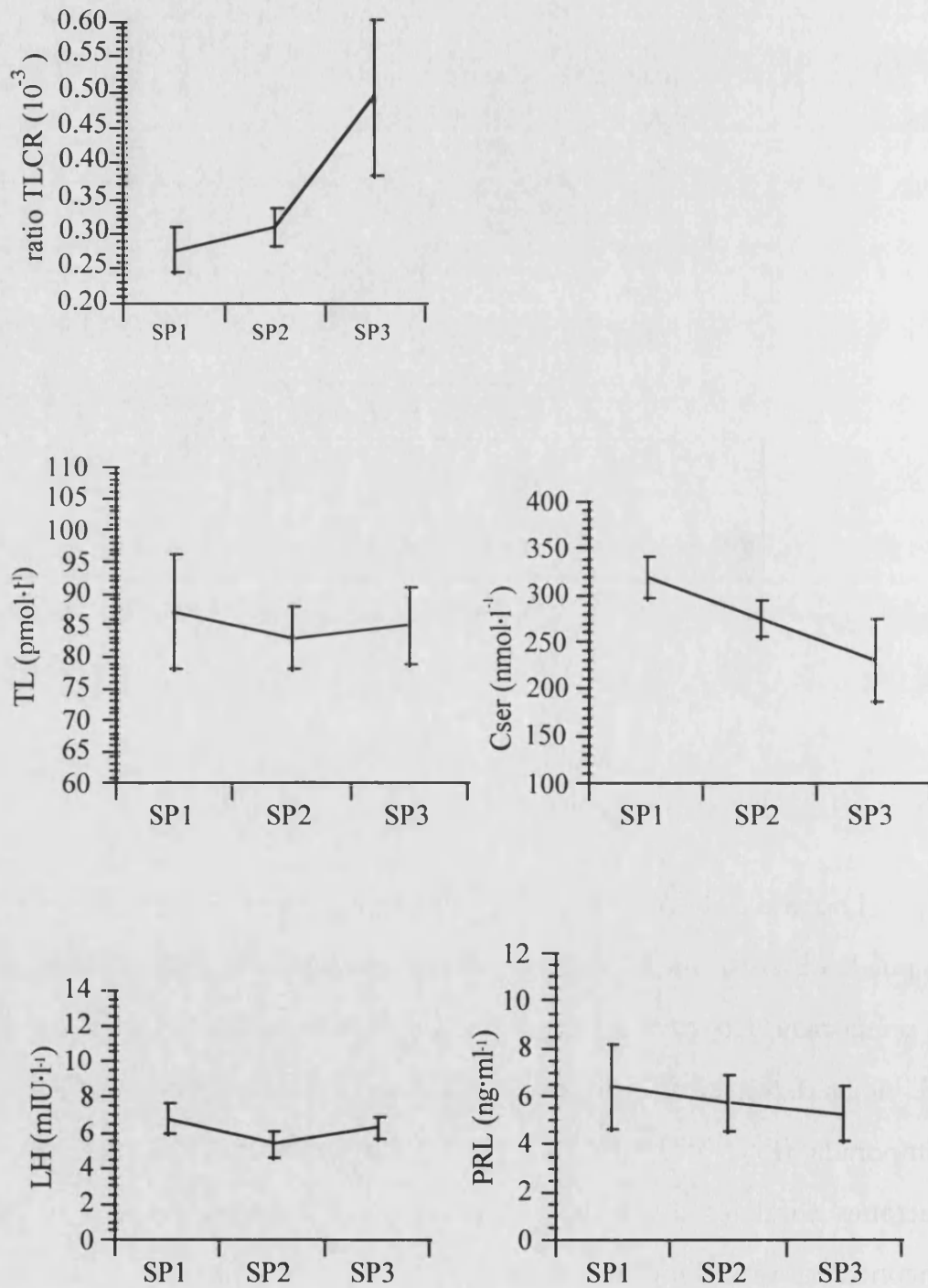
Figura 7: Volumen total y porcentaje del entrenamiento en cada intensidad respecto al total en ambos periodos.



#### 4.1.2. Niveles hormonales.

Los niveles hormonales están representados en la Figura 8, donde se puede observar que la TLCR aumentó significativamente a lo largo de la temporada deportiva ( $F_{2,14}=3.82$ ,  $p<0.05$ ). Mientras que los niveles de TL no variaron significativamente, el Cser descendió durante toda la temporada ( $F_{2,14}=3.73$ ,  $p<0.05$ ). Los niveles de LH y PRL mostraron patrones similares a los de TL y Cser, respectivamente, pero no se encontraron variaciones significativas.

Figura 8: TLCR y niveles hormonales a lo largo de la temporada deportiva en el Equipo 1.



Al iniciarse la temporada deportiva (SP1), los niveles de TLCR correlacionaron positivamente con la TL ( $r=0.73$ ,  $p<0.04$ ) pero no con los niveles de Cser. En las sesiones posteriores, realizadas en la mitad y al final de la temporada, la TLCR se relacionó con el Cser ( $r=-0.78$ ,  $p<0.02$  y  $r=-0.95$ ,  $p<0.001$  en las SP2 y SP3, respectivamente) pero no con la TL.

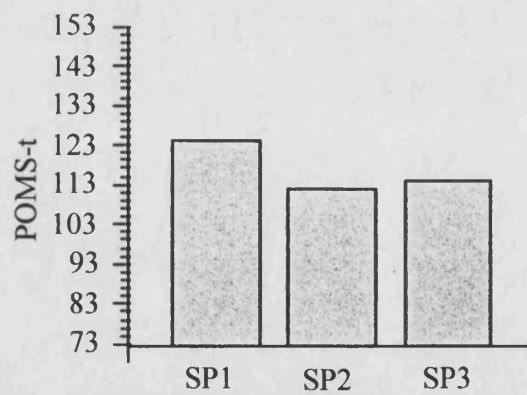
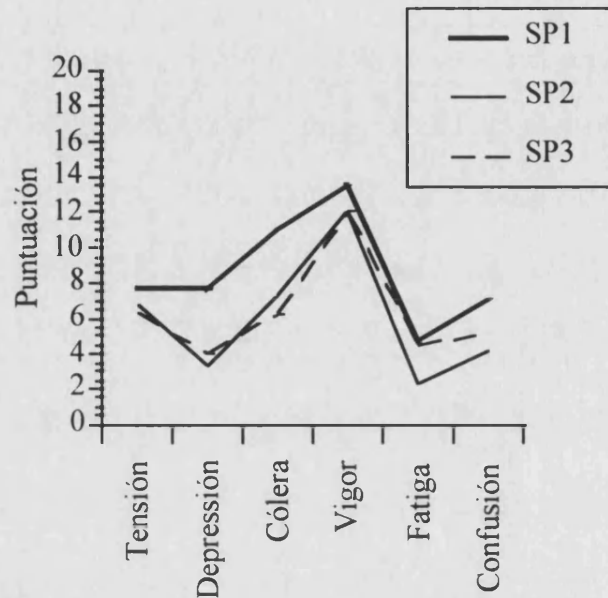
La TLCR y el Cser sólo mostraron correlaciones significativas con la escala de confusión, que correlacionó positivamente con los niveles de Cser en la SP3 ( $r=0.78$ ,  $p<0.02$ ) y negativamente con la TLCR al principio ( $r=-0.70$ ,  $p<0.02$ ) y también al final ( $r=-0.90$ ,  $p<0.002$ ) de la temporada.

#### 4.1.3. Estado de ánimo.

Los sujetos experimentaron una ligera mejoría del estado de ánimo estimado mediante el POMS-t durante el Periodo A, mejoría que se amortiguó durante el periodo B. Sin embargo, las puntuaciones estuvieron siempre dentro del rango considerado como normal en este tipo de muestras (Figura 9). Solamente la escala de confusión se redujo significativamente cuando se consideró toda la temporada ( $F_{2,14}=4.21$ ,  $p<0.04$ ), aunque también aparecieron decrementos significativos en depresión y confusión durante el Periodo A ( $F_{1,7}=5.73$ ,  $p<0.05$  y  $F_{1,7}=5.70$ ,  $p<0.05$ , respectivamente).



Figura 9: Perfiles de estado de ánimo y POMS-t del Equipo 1 en las tres sesiones periódicas.



#### 4.1.4. Variables de condición física, hematológicas, antropométricas y bioquímicas.

Los sujetos no mostraron variaciones significativas a través de la temporada deportiva en su condición física (Tabla 9) y en las medidas

antropométricas (Tabla 10). Los parámetros hematológicos solamente mostraron decrementos en CRP ( $F_{2,14}=18.44$ ,  $p<0.001$ ) y leucocitos ( $F_{2,14}=13.02$ ,  $p<0.001$ ) e incrementos en VCM ( $F_{2,14}=18.44$ ,  $p<0.001$ ), aunque siempre se mantuvieron en el rango normal (Tabla 10). Los niveles de CPK también aumentaron a través de la temporada ( $F_{2,14}=8.01$ ,  $p<0.005$ ), pero no se encontraron variaciones significativas en otras variables bioquímicas.

Tabla 9: Variables de condición física procedentes de las pruebas de esfuerzo a lo largo de la temporada deportiva en el Equipo 1.

	SP1		SP2		SP3	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
Wmax (vatios)	356.2	10.5	360.0	9.8	340.0	14.8
W <sub>UA</sub> (vatios)	244.3	12.1	255.0	9.8	240.0	10.9
VO <sub>2</sub> max (ml·min <sup>-1</sup> )	3986.5	149.6	4148.0	159.9	4031.0	151.6
VO <sub>2</sub> <sub>UA</sub> (ml·min <sup>-1</sup> )	2989.9	105.3	3075.6	112.0	2902.1	134.8
FC max (ppm)	180.5	3.0	174.7	2.6	172.6	1.5
FC <sub>UA</sub> (ppm)	149.1	5.6	146.1	4.0	142.0	4.8
Lamax (mmol·l <sup>-1</sup> )	9.2	0.6	8.9	0.8	8.3	1.3
N	8		8		6	

Tabla 10: Descriptivos de algunas medidas antropométricas, hematológicas y bioquímicas en la muestra a través de la temporada.

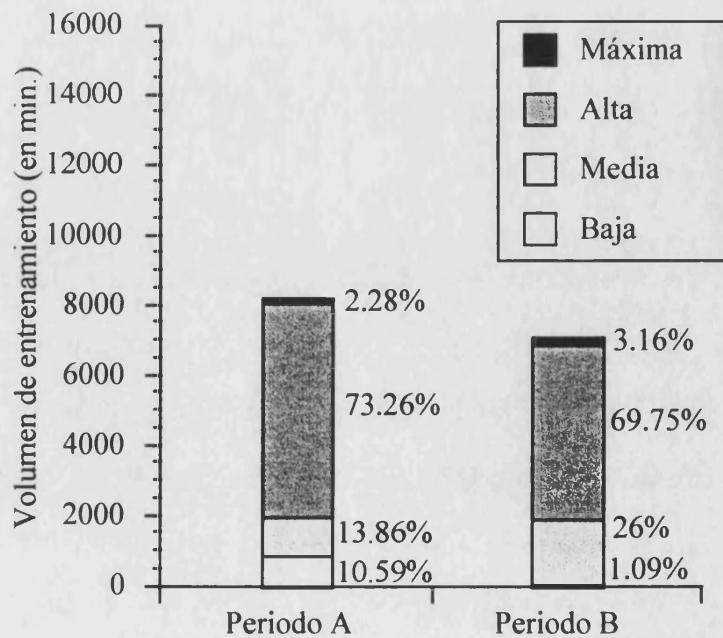
	SP1		SP2		SP3	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
Peso (Kg)	89.5	4.5	90.8	4.2	90.1	4.1
IMC (Kg·m <sup>-2</sup> )	23.9	0.9	24.2	0.9	24.0	0.8
Porcentaje de grasa	9.0	1.3	9.1	1.2	8.8	1.1
Hb (g·dl <sup>-1</sup> )	15.0	0.4	14.6	0.3	14.9	0.3
Hto (%)	43.1	1.0	42.2	0.9	43.5	0.9
CRP (10 <sup>12</sup> ·l <sup>-1</sup> )	5.1	0.1	4.8	0.1	4.9	0.1
Leucocitos (10 <sup>9</sup> ·l <sup>-1</sup> )	6.8	0.4	6.0	0.5	5.9	0.4
VCM (fl)	84.9	1.2	87.7	1.2	88.7	1.2
CPK (IU)	46.6	8.4	102.0	15.8	77.2	11.9
Ferritina (ng·ml <sup>-1</sup> )	96.1	19.6	225.1	140.0	80.4	10.2
Acido úrico (mg·dl <sup>-1</sup> )	5.5	0.2	5.0	0.3	5.1	0.5
Urea (mg·dl <sup>-1</sup> )	38.9	2.6	39.2	2.5	44.4	1.8
Glucosa (mg·dl <sup>-1</sup> )	80.5	3.9	81.2	2.0	84.5	2.6

## 4.2. Equipo 2

### 4.2.1. Nivel de entrenamiento.

El volumen total de entrenamiento (Figura 10) descendió un 14%, siendo la diferencia significativa de un periodo al otro ( $F_{1,5}=15.07$ ,  $p<0.01$ ). Cuando se consideró el volumen de entrenamiento ponderado por la intensidad, en el Periodo A éste fue de 69181 Ut por término medio y en el periodo B de 64181 Ut, dejando de ser significativas las diferencias entre ambas cantidades de entrenamiento ( $p=0.195$ ).

Figura 10: Volumen total y porcentaje del entrenamiento en cada intensidad respecto al total en ambos periodos.



En referencia a la ejecución competitiva, no se encontraron diferencias entre los periodos ( $p < 0.09$ ), aunque la ratio 'puntuación/tiempo jugado' se incrementó de 0.33 puntos·min<sup>-1</sup> en el Periodo A a 0.39 puntos·min<sup>-1</sup> en el Periodo B.

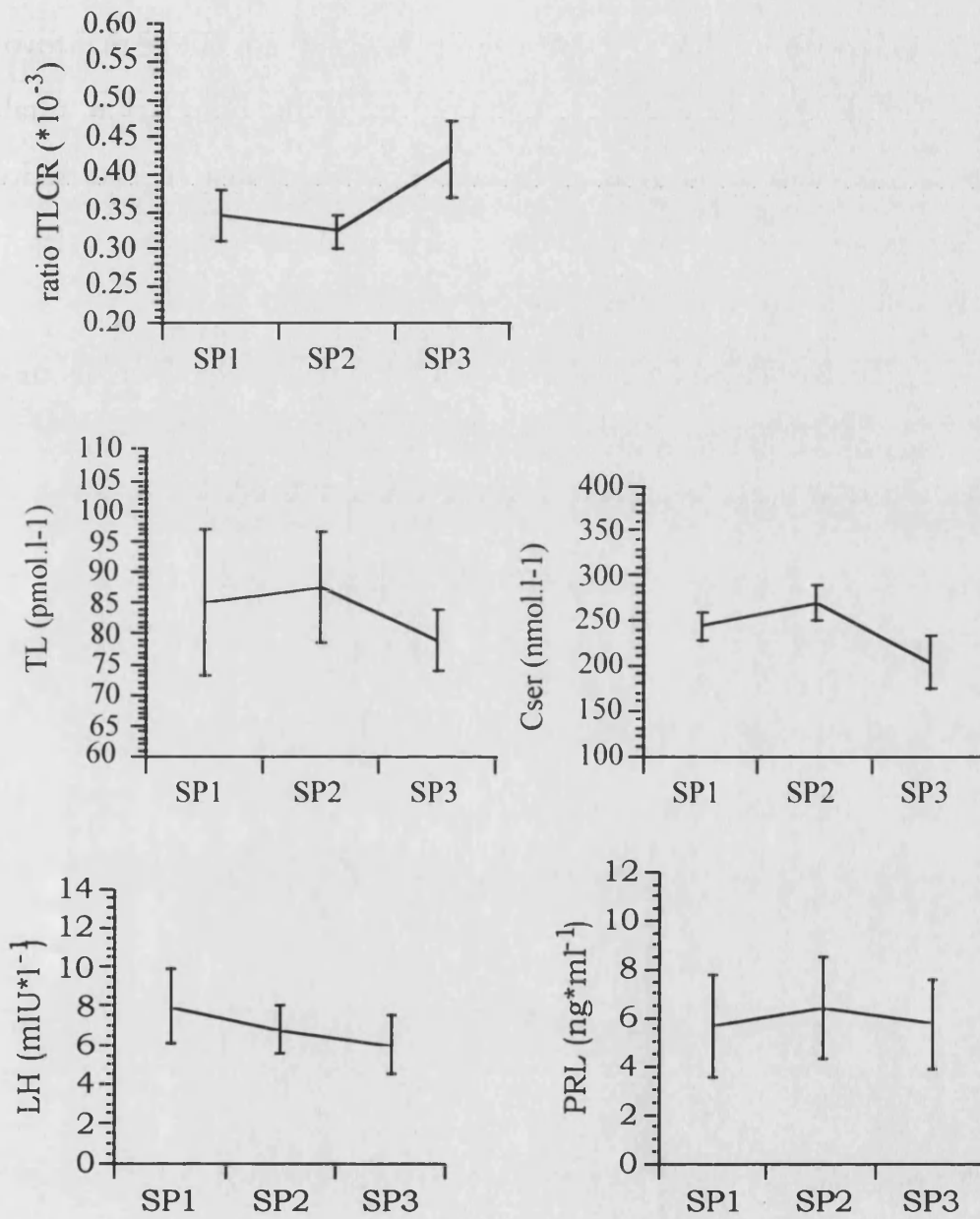
#### 4.2.2. Niveles hormonales.

No se encontraron efectos significativos en la ratio TLCR, aunque se observaron ligeros descensos en el Periodo A que contrastan con los ascensos de la segunda parte de la temporada (Figura 11). Tanto los niveles de TL como los de Cser mostraron aumentos en el Periodo A y descensos en el Periodo B, llegando a alcanzar niveles inferiores a los encontrados en la SP, pero en ningún caso se encontraron efectos estadísticamente significativos.

Tampoco se encontraron efectos significativos sobre los niveles de PRL y LH.

Cabe destacar, como sucedía en el Equipo 1, que los niveles de la ratio TLCR correlacionaron positiva y significativamente con los niveles de TL al principio de la temporada cuando los sujetos no habían realizado entrenamiento ( $r = 0.91$ ,  $p < 0.01$ ), mientras que correlacionaron negativa y significativamente con los niveles de Cser en la última sesión periódica ( $r = -0.93$ ,  $p < 0.008$ ).

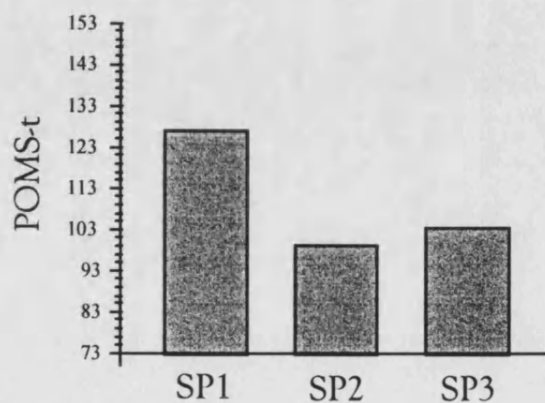
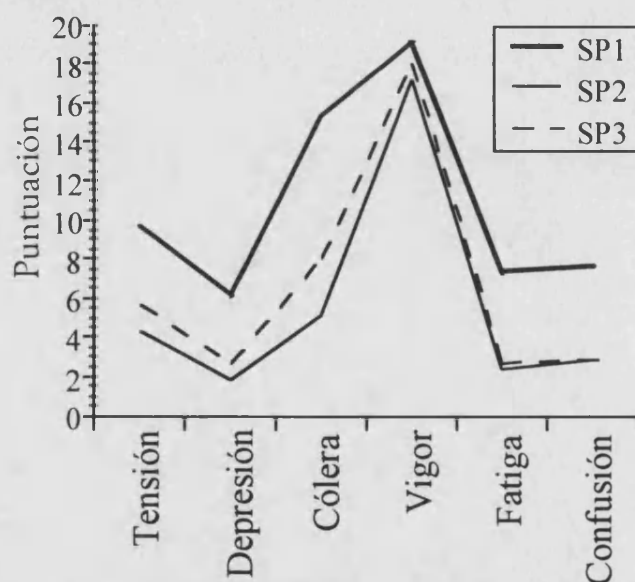
Figura 11: TLCR y niveles hormonales a lo largo de la temporada deportiva en el Equipo 2.



### 4.2.3. Estado de ánimo.

El efecto del factor 'SP' fue significativo sobre el estado de ánimo estimado según la POMS-t ( $F_{2,10}=7.31, p<0.01$ ). En la primera mitad de la temporada se encontró una mejoría del estado de ánimo, que se mantuvo en el Periodo B con aumentos significativos en la puntuación total ( $F_{1,5}=15.86, p<0.01$ ), aunque siempre dentro del rango considerado normal. Como puede observarse en la Figura 12, todas las escalas

Figura 12: Perfiles de estado de ánimo y POMS-t del Equipo 2 en las tres sesiones periódicas.



mostraron descensos de la SP1 a la SP2 y ligeros aumentos o no cambios de la SP2 a la SP3, pero el efecto de la 'SP' resultó estadísticamente significativo sólo en las escalas de cólera ( $F_{2,10}=5.39$ ,  $p<0.03$ ), tensión ( $F_{2,10}=4.27$ ,  $p<0.05$ ), fatiga ( $F_{2,10}=9.59$ ,  $p<0.005$ ) y confusión ( $F_{2,10}=8.36$ ,  $p<0.007$ ).

#### 4.2.4. Variables de condición física, antropométricas, hematológicas y bioquímicas.

Los parámetros de condición física no mostraron efectos significativos del factor 'SP' a través de la temporada deportiva. Como puede observarse en la Tabla 11, existen ligeros aumentos en el Periodo A que se estabilizan en el Periodo B.

Tabla 11: Variables de condición física procedentes de las pruebas de esfuerzo a lo largo de la temporada deportiva en el Equipo 2.

	SP1		SP2		SP3	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
Wmax (vatios)	350.0	12.6	355.0	18.0	366.0	19.9
W <sub>UA</sub> (vatios)	235.0	9.2	275.0	26.2	270.0	9.5
VO <sub>2</sub> max (ml·min <sup>-1</sup> )	3990.9	115.8	4163.6	112.3	4215.4	213.4
VO <sub>2</sub> <sub>UA</sub> (ml·min <sup>-1</sup> )	2800.9	97.3	3075.9	189.7	3034.7	104.6
FC max (ppm)	168.5	3.5	166.8	4.1	165.8	3.3
FC <sub>UA</sub> (ppm)	141.2	5.2	139.8	4.1	141.4	2.7
Lamax (mmol·l <sup>-1</sup> )	9.0	0.9	9.3	1.3	8.5	0.9
N	6		6		5	



El peso, el ICM y el porcentaje de grasa no mostraron efectos significativos a lo largo de la temporada deportiva (Tabla 12). Sin embargo, los resultados relativos al hemograma revelan el efecto significativo de la 'SP' sobre los niveles de Hb ( $F_{2,10}=18.04$ ,  $p<0.001$ ), Hto ( $F_{2,10}=3.98$ ,  $p<0.05$ ), CRP ( $F_{2,10}=9.0$ ,  $p<0.006$ ) y leucocitos ( $F_{2,10}=4.0$ ,  $p<0.05$ ) que mostraron descensos y en el índice eritrocitario VCM ( $F_{2,10}=12.55$ ,  $p<0.002$ ) que mostró aumentos. Los parámetros bioquímicos sólo revelaron un efecto significativo de la 'SP' en los niveles de urea ( $F_{2,10}=6.14$ ,  $p<0.02$ ).

Tabla 12: Descriptivos de algunas variables antropométricas, hematológicas y bioquímicas del Equipo 2 durante la temporada deportiva.

	SP1		SP2		SP3	
	Media	SEM	Media	SEM	Media	SEM
Peso (Kg)	98.48	1.22	100.06	0.95	100.35	0.94
IMC ( $\text{Kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )	24.83	0.86	25.18	0.55	25.23	0.55
Porcentaje de grasa	12.25	0.84	12.18	0.68	12.2	1.17
Hb ( $\text{g}\cdot\text{dl}^{-1}$ )	15.4	0.34	15.1	0.33	14.2	0.15
Hto (%)	44.82	1.25	44.23	0.81	43.12	0.56
CRP ( $10^{12}\cdot\text{l}^{-1}$ )	5.02	0.16	4.87	0.13	4.72	0.09
Leucocitos ( $10^9\cdot\text{l}^{-1}$ )	6.28	0.35	6.25	0.32	5.57	0.46
VCM (fl)	88.83	0.79	90.33	1.15	91.00	0.93
CPK (IU)	95.38	54.36	116.5	63.99	111.0	52.95
Ferritina ( $\text{ng}\cdot\text{ml}^{-1}$ )	129.22	28.26	110.22	28.46	122.02	25.26
Acido úrico ( $\text{mg}\cdot\text{dl}^{-1}$ )	4.70	0.33	4.85	0.37	4.67	0.32
Urea ( $\text{mg}\cdot\text{dl}^{-1}$ )	37.17	1.70	45.33	2.65	44.37	3.27
Glucosa ( $\text{mg}\cdot\text{dl}^{-1}$ )	78.5	1.95	89.17	3.29	78.67	4.62

## **5. Discusión.**

Una contribución de este estudio ha sido la aplicación de un método práctico para la cuantificación del entrenamiento basado en el volumen y la intensidad (Morton et al., 1990; Rowbottom et al., 1997), que permite la comparación del entrenamiento de diferentes actividades deportivas. La comparabilidad de las cargas de trabajo es especialmente difícil en deportes de equipo como el baloncesto porque los jugadores están simultáneamente corriendo, saltando o regateando. Por esta razón, el entrenamiento no puede ser expresado en términos de distancias recorridas o velocidades alcanzadas, y es especialmente útil en estos casos la expresión del entrenamiento mediante parámetros de referencia individual, como la frecuencia cardíaca.

En este estudio, el volumen de entrenamiento aplicado al Equipo 1 presenta fluctuaciones entre los dos periodos estudiados. El primero contenía la carga de entrenamiento más dura mientras que el segundo se redujo a la mitad para mantener el nivel de condición física alcanzado en los primeros ciclos de entrenamiento de la temporada. El volumen de entrenamiento aplicado al Equipo 2 descendió menos que en el Equipo 1, siendo más constante entre periodos. Comparando ambos equipos, la cantidad de entrenamiento aplicado al Equipo 2 en el Periodo A fue aproximadamente la mitad de la que se aplicó al Equipo 1, mientras que en el Periodo B, el Equipo 2 entrenó prácticamente el doble que el Equipo 1, debido a los bruscos descensos de éste último. En resumen, los entrenamientos aplicados a ambos equipos fueron muy diferentes tanto

en el volumen como en la intensidad y en la forma de distribuir las cargas de trabajo entre periodos.

Inicialmente, y a pesar de que ambos equipos empezaron el estudio tras un periodo similar de descanso, el Equipo 1 mostró niveles de Cser significativamente superiores a los encontrados en el otro equipo. A pesar de que en estudios con muestras de sedentarios es esperable mayor variabilidad en la condición física inicial en comparación con muestras de deportistas (Fellman et al., 1985), en este estudio se han encontrado diferencias iniciales en aspectos puntuales que afectan tanto a los niveles hormonales como a la condición física y al hemograma. En estudios en los que se comparan sedentarios con deportistas en una única sesión experimental se ha encontrado que el grupo de entrenados mostraba niveles de cortisol significativamente superiores a los encontrados entre los sedentarios (Suay et al., 1997). Según esto, es probable que las diferencias iniciales en los niveles de esta hormona se deban a diferencias en la condición física con la que los sujetos afrontaron la temporada deportiva. Teniendo en cuenta las diferencias iniciales y las relativas a la cantidad y forma del entrenamiento, los efectos de éste sobre las distintas variables de este estudio han sido examinados separadamente para cada equipo.

Respecto a los marcadores hormonales, se ha encontrado que la TLCR es sensible a las reducciones de entrenamiento en un deporte de equipo. En deportes individuales, los aumentos en el volumen del entrenamiento elicitán descensos en la ratio testosterona:cortisol mientras que periodos de regeneración y/o reducciones del

entrenamiento se han asociado con aumentos en este cociente (Adlercreutz et al., 1986; Urhausen et al., 1987; Vervoorn et al., 1991). Los aumentos han sido interpretados como un signo de adaptación al ejercicio mientras que los descensos absolutos o relativos de determinada magnitud se han considerado como criterio de sobreentrenamiento (Adlercreutz et al., 1986; Vervoorn et al., 1991). De acuerdo con esto, las reducciones en las cargas de trabajo aplicadas al Equipo 1 han sido asociadas con aumentos en la TLCR, mientras que la estabilidad y el volumen de las cargas de trabajo aplicadas al Equipo 2 no han conllevado variaciones significativas en este cociente. Además, los niveles de la TLCR de ambos equipos han sido principalmente determinados por las variaciones en los niveles de Cser y disociados de los niveles de TL después del entrenamiento, de acuerdo con el patrón de relación encontrado en mujeres (Urhausen et al., 1987; Urhausen y Kindermann, 1992). La TLCR estuvo asociada con los niveles de TL al principio de la temporada deportiva, sugiriendo que el entrenamiento podría estar afectando a la contribución del Cser y la TL en los niveles de la TLCR.

Cuando se consideran los efectos del entrenamiento sobre cada hormona, el Cser desciende en el Equipo 1 mientras que la TL permanece estable, indicando una diferencia en el momento y/o sensibilidad de cada hormona al entrenamiento. El Equipo 2 no mostró variaciones significativas en ninguna de las hormonas examinadas. Por un lado, el Cser desciende, lo que ha sido interpretado como un descenso en los procesos catabólicos, coincidiendo con los resultados de Vervoorn et al. (1991) después de un entrenamiento de nueve meses en remeros y Lehmann et al. (1992a) en corredores tras un entrenamiento

más corto, pero en ambos estudios los cambios hormonales han sido observados tras la aplicación de un volumen de entrenamiento creciente. Contrastando con esto, los descensos en Cser han sido asociados en el Equipo 1 de este estudio con descensos en las cargas de trabajo. En este sentido, es necesaria más investigación encaminada a explorar las variaciones hormonales tras diferentes dosis y temporalizaciones de entrenamiento (aumentos, reducciones y estabilidad) en deportes de equipo y/o entrenamientos mixtos de cara a conocer el origen de estas diferencias entre las respuestas del Cser en deportes individuales y de equipo. Sin embargo, es importante resaltar que no hay homogeneidad en los resultados acerca de la respuesta del Cser incluso en disciplinas deportivas individuales, ya que se han observado aumentos (Bonifazi et al., 1995) y ausencia de cambios (Tsai et al., 1991; Rowbottom et al., 1997). La diferencia en las cargas de trabajo aplicadas podría explicar, al menos en parte, la variedad de estos resultados. La comparación de cargas de trabajo entre los estudios anteriormente mencionados y nuestros datos es sólo posible con el estudio de Rowbottom et al. (1997). Esta comparación sugiere que el entrenamiento aplicado por Rowbottom et al. (1997) no fue lo suficientemente grande como para elicitarse variaciones significativas en Cser aunque fue lo suficientemente efectivo como para mejorar el rendimiento.

Por otro lado, la estabilidad de la TL contrasta con los aumentos encontrados por Rowbottom et al. (1997) y Vervoorn et al. (1991) pero concuerda con la ausencia de cambios encontrados en los estudios de más larga duración (Guezennec et al., 1986; Tsai et al., 1991; Bonifazi et al., 1995). Con respecto a los niveles de LH, también permanecieron

estables en el presente estudio. El hecho de que la LH no siempre haya mostrado variaciones paralelas a las presentadas por la testosterona ha ocasionado una controversia acerca de si la respuesta hormonal inducida por el ejercicio obedece a mecanismos centrales o periféricos (Wheeler, Singh, Pierce, Epling y Cumming, 1991; Urhausen et al., 1995). A partir de nuestros datos, la ausencia de variaciones significativas no ofrece información concluyente en este sentido. Respecto a la PRL, la ausencia de variaciones concuerda con investigaciones previas (Urhausen et al., 1995). Además, estos niveles permanecen siempre dentro del rango normal, apoyando la idea de que la sensibilidad de los receptores a la LH no han sido afectados de forma importante, lo que explicaría la similitud entre los perfiles de la TL y la LH.

Desde un punto de vista psicológico, se ha observado un descenso en el estado de ánimo negativo en ambos equipos, especialmente en la primera parte de la temporada deportiva, y en la segunda parte, un ligero y no significativo empeoramiento, aunque las puntuaciones se encontraban siempre dentro de los rangos normales apuntados por Morgan et al. (1988) en deportistas (entre 73 y 152). Esta mejora inicial concuerda con los efectos perniciosos que tiene la deprivación de ejercicio en deportistas de élite (Mordin et al., 1996), pero también el apoyo social y otros aspectos implicados en la actividad deportiva, especialmente en deportes de equipo, podría contribuir a estos beneficios. Además, la mejora en la escala de confusión observada ha sido relacionada con los cambios hormonales pero no ha estado directamente relacionada con las cargas de entrenamiento, sugiriendo que la interacción entre el entrenamiento, las hormonas y el estado de ánimo es

un fenómeno complejo. Otros aspectos a tener en cuenta es el hecho de que la confusión y la depresión variaron significativamente a lo largo de la temporada deportiva, de acuerdo con la sugerencia de O'Connor et al. (1991) para entrenamiento duros y/o de larga duración.

No es plausible que otros aspectos como la condición física, las variables antropométricas, hematológicas y bioquímicas pudieran afectar en gran medida a los cambios observados en la ratio T<sub>LCR</sub> y el C<sub>ser</sub> a lo largo de la temporada en el Equipo 1, ya que no se produjeron variaciones significativas en estos aspectos. Los parámetros de la condición física no mostraron disminuciones significativas a lo largo de la temporada deportiva, lo que resalta la idea de que no se observaban signos del síndrome de fatiga crónica. Además, la ausencia de aumentos en estos parámetros era esperable ya que el entrenamiento en baloncesto no está encaminado a la mejora de las capacidades aeróbicas, al menos en las partes más avanzadas de la temporada deportiva. El entrenamiento de baloncesto tiene usualmente como objetivo la mejora de la coordinación y otras cualidades como la fuerza explosiva, haciendo que la evaluación de los progresos por medio de parámetros durante una prueba de esfuerzo (como por ejemplo, el consumo máximo de oxígeno) presenten limitaciones (Urhausen et al., 1995). Así, los parámetros recogidos a partir de la prueba de esfuerzo no han sido considerados como indicativos de rendimiento. Si el rendimiento de los equipos de este estudio deben ser tenidos en cuenta, es importante resaltar que el Equipo 1 quedó en la primera posición y el Equipo 2 en la segunda posición de la clasificación formada por los catorce equipos que compusieron una de las cuatro conferencias en que se distribuye la Liga Nacional. De acuerdo

con esto, el rendimiento competitivo de ambos equipos aumentó de un periodo a otro aunque no de manera significativa.

Además, los cambios hormonales observados tras el entrenamiento no pueden ser explicados por mecanismos periféricos y/o alteraciones metabólicas debido a los ligeros efectos del entrenamiento encontrados sobre los parámetros antropométricos, bioquímicos y hematológicos.

En este estudio, siete jugadores fueron excluidos para conseguir una muestra homogénea con la que estudiar los efectos del entrenamiento. Estos sujetos sufrieron una serie de lesiones deportivas y, en algún caso, otro tipo de patologías (un sujeto desarrolló un linfoma) que les impidieron continuar la temporada o mantener el nivel de entrenamiento habitual. Sin embargo, en el futuro sería interesante considerar los datos de que disponemos de estos sujetos en los periodos previos a la alteración, probablemente desde un planteamiento de caso único, para examinar la posible presencia del Síndrome de Sobreentrenamiento.

En resumen, este estudio ofrece un cuerpo de datos procedentes de dos equipos profesionales que consiguieron una temporada deportiva real de gran éxito y que evolucionaron dentro de los rangos esperables y sin signos de sobreentrenamiento no programados. En este contexto, una reducción en el volumen de entrenamiento se encuentra asociado con aumentos en la ratio T/CR, principalmente debidos a descensos en el Cser, mientras que la estabilidad del entrenamiento y un volumen menor se ha asociado a estabilidad en los niveles hormonales. Así, ambos



parámetros hormonales son considerados marcadores útiles del entrenamiento en un deporte de equipo. En cambio, la monitorización del estado de ánimo no ha permitido, en este caso, detectar los cambios introducidos en el entrenamiento.

## CAPITULO 6

### DISCUSION GENERAL



A lo largo de esta investigación se han estudiado separadamente los dos tipos principales de estresores a los que se enfrenta el deportista. Su naturaleza es diferente, ya que en el caso de la competición existe un componente psicosocial añadido al esfuerzo físico realizado, mientras que el entrenamiento se considera fundamentalmente un estresor físico crónico. Los efectos de ambos estresores han sido estudiados separadamente, no existiendo estudios en que ambos estresores hayan sido examinados en la misma muestra. Los resultados obtenidos en esta investigación indican que los perfiles hormonales y de estado de ánimo observados tras ambos tipos de estresores son muy diferentes. Tras la competición se observan aumentos tanto en los niveles de testosterona como de cortisol y un empeoramiento del estado de ánimo modulados por diferentes factores, mientras que con el entrenamiento se encuentran descensos de cortisol y una ausencia de variaciones en otras hormonas, así como una ligera mejoría del estado de ánimo. A continuación discutiremos los principales efectos de ambos estresores sobre los niveles hormonales y de estado de ánimo, junto al resto de variables consideradas.

## **1. Efectos de la competición.**

Contrariamente a lo esperado en función de la hipótesis de Mazur y de acuerdo con el planteamiento de nuestra primera hipótesis, podemos afirmar que, en competiciones reales cuyo resultado es altamente dependiente del mérito y el esfuerzo personal invertido en la

tarea, no existen diferencias significativas entre los niveles de testosterona de los ganadores y los perdedores en seres humanos, confirmando hallazgos previos en confrontaciones individuales (Salvador et al., 1987; Salvador et al., 1990; González-Bono, 1993; Serrano et al., 1999; Suay et al., 1999). Respecto a los niveles de cortisol, éstos reflejan el alto nivel de activación ocasionado por el estrés de la situación competitiva, sin verse tampoco afectados por el resultado. Otros factores diferentes del resultado pueden estar interviniendo en la respuesta de la testosterona inducida por la competición y ser capaces de producir diferencias en los perfiles de respuesta.

El estado de ánimo ha sido sugerido como el principal factor mediador de las variaciones hormonales entre ganadores y perdedores, ya que los aumentos en testosterona que siguen a la victoria han sido asociados a la mejora del estado de ánimo (Mazur y Booth, 1998). Estos autores también sugieren en su revisión que si el estado de ánimo positivo se amortigua porque el sujeto ha ganado por suerte más que por su propio esfuerzo o porque la victoria no era relevante para él, los aumentos en testosterona se aminoran. En relación a la segunda hipótesis, nuestros resultados muestran que el estado de ánimo ha sido sensible a la situación ya que ha empeorado en la muestra total de ambos estudios, supuestamente por el potencial estresor de las situaciones competitivas planteadas. Además, ha mostrado una mayor sensibilidad a los efectos del resultado, según el Estudio 1 e incluso al tipo de resultado y/u oponente (claro o ajustado/inferior o superior), según el Estudio 2, que la mostrada por los niveles hormonales. Además, ambos aspectos, los hormonales y el estado de ánimo se encuentran disociados. La ausencia

de correlaciones entre niveles hormonales y estado de ánimo observada concuerda con los resultados obtenidos tanto en situaciones estresantes no competitivas como un examen (Allen et al., 1985) como en situaciones competitivas (Serrano et al., 1999).

La importancia concedida a esta dimensión psicológica ha sido tal que se ha sugerido la necesidad de que existan efectos de la victoria o la derrota sobre el estado de ánimo para observar aumentos de testosterona en los ganadores y descensos en los perdedores (Mazur y Booth, 1998). En el Estudio 1 el estado de ánimo del equipo perdedor empeoró dramáticamente mientras que el del ganador empeoró pero menos bruscamente, supuestamente debido a la experiencia de la victoria. Los niveles de testosterona no difirieron en ninguno de los equipos. Desde el planteamiento anteriormente citado, estos resultados pueden entenderse como que la ausencia de efectos de la victoria sobre el estado de ánimo ha amortiguado los aumentos de testosterona previsibles en los ganadores, solapando las diferencias hormonales por el resultado. Sin embargo, este planteamiento es poco plausible cuando se considera el Estudio 2 en el que uno de los equipos ganadores mostró aumentos de testosterona con ausencia de efectos beneficiosos de la victoria sobre el estado de ánimo.

En estudios en los que la tarea no era dependiente del mérito del sujeto experimental, los resultados apuntan tanto a la ausencia de diferencias entre ganadores y perdedores en una lotería (Mazur y Lamb, 1980) como a diferencias en los niveles de testosterona en función del resultado tras el lanzamiento de una moneda (McCaul et al., 1992) o

después de experiencias vicarias de victoria y derrota como las de los seguidores de equipos deportivos (Bernhardt, Dabbs, Filden y Lutter, 1998). En tareas de laboratorio en las que el individuo ejerce un control relativo sobre la ejecución, el tipo de resultado (ajustado o decisivo) modula las diferencias en testosterona en mayor medida que el resultado en sí mismo (Gladue et al., 1989), y en esta línea, no se han encontrado diferencias significativas entre los ganadores y los perdedores de un vídeo juego (Mazur et al., 1997). En la mayoría de estos estudios, se extrae al individuo de su grupo social y sus actividades cotidianas durante la fase experimental, en la que se realiza una tarea con la que muy probablemente no estará personalmente implicado y cuyo resultado acarrea escasas consecuencias para el sujeto, su autoconcepto o el concepto que de él puedan crearse sus congéneres. En estos contextos, es posible que sea el estado de ánimo el que, afectado por el resultado, module los niveles de testosterona.

Sin embargo, en nuestra investigación, otros aspectos que también han mostrado diferencias en función del resultado, como la contribución personal al mismo, modulan la respuesta de la testosterona en mayor medida que el estado de ánimo. Los resultados apuntan que, en competiciones en las que la contribución objetiva al resultado difiere entre los contendientes, como cuando hay un ganador y un perdedor, tanto esta variable como la contribución percibida (atribución del resultado) están relacionadas con las variaciones de testosterona. Sin embargo, a contribuciones objetivas equiparables, como en el caso en el que ambos equipos resulten victoriosos, es la atribución del resultado la variable asociada a la respuesta de la testosterona inducida por la

competición. Ya en la década de los 80, Weiner propuso en su teoría de la atribución la existencia de emociones dependientes del resultado y emociones dependientes de la atribución (Weiner, Russell y Lerman, 1978, 1979; Weiner, 1980), siendo las primeras las reacciones positivas o negativas fruto de la victoria o la derrota independientemente de la atribución causal del resultado y las segundas serían producto de una percepción de las causas. Además, el locus de causalidad, una de las tres dimensiones junto con la estabilidad y la controlabilidad descritas por este autor acerca de las atribuciones, modularía el estado de ánimo propio de la victoria o la derrota. En situaciones de victoria, la atribución interna de este resultado daría lugar a satisfacción, confianza y orgullo, mientras que la atribución externa del éxito daría lugar a sorpresa y gratitud. Por otro lado, la derrota atribuida internamente elicitaria culpabilidad y resignación, mientras que la atribuida externamente daría lugar a sorpresa y cólera (McAuley, Russell y Gross, 1983). Algunos autores sugieren que las atribuciones juegan un papel protector de la autoestima por la tendencia observada en los ganadores a elaborar atribuciones internas en mayor medida que los perdedores que atribuirían más externamente (Mark, Mutrie, Brooks y Harris, 1984). Asimismo, apuntan que en deportes de equipo las diferencias en las atribuciones surgen cuando se considera el rendimiento del equipo más que el individual, porque se elabora una generalización a partir del concepto de grupo. También sugieren que las diferencias en el locus de causalidad no pueden observarse en competidores de bajo nivel porque su autoestima no se ve amenazada, efecto de la experiencia confirmado en estudios posteriores (Grove y Pargman, 1986), y que concuerdan con estudios previos que relacionan los niveles de testosterona y la categoría



deportiva (Salvador et al., 1990). Posiblemente, otros aspectos psicológicos como la cohesión del grupo puedan verse modificados por el resultado en confrontaciones no individuales, tal y como se ha sugerido más recientemente (Matheson, Mathes y Murray, 1997).

En este punto, sería interesante confirmar en estudios de laboratorio con un mayor rigor experimental y capacidad de manipulación de variables, los resultados obtenidos en contextos reales que a pesar de contar con una mayor validez ecológica se encuentran limitados a las condiciones de la situación. Esta posibilidad permitiría conocer hasta qué punto y en qué condiciones se relacionan los niveles hormonales y las variables cognitivas como el estado de ánimo, la atribución, la implicación personal, etc., para clarificar la compleja interacción entre las hormonas, los aspectos psicológicos y la conducta en el contexto de la competición en seres humanos.

## **2. Los efectos del entrenamiento.**

Al abordar el tema de los efectos del entrenamiento sobre los niveles hormonales y de estado de ánimo a lo largo de una temporada deportiva, podemos afirmar que la ratio TLCR, tal y como fue planteada originariamente por Adlercreutz et al. (1986), es un marcador válido de las variaciones en las cargas de trabajo aplicadas en una temporada deportiva en un deporte de equipo como es el baloncesto. De hecho, esta ratio mostró aumentos en el Equipo 1 cuyo volumen de entrenamiento descendió bruscamente, mientras que no mostró variaciones significativas

en el Equipo 2 con un entrenamiento de volumen inferior y de mayor estabilidad. En ambos casos, los niveles del cociente TLCR están relacionados predominantemente con los niveles de cortisol tras el entrenamiento, mientras que es la testosterona la que está relacionada con la ratio al principio de la temporada cuando ninguno de los jugadores había entrenado desde la temporada pasada. Estos resultados sugieren que el papel de cada una de las hormonas en la ratio se encuentra también modulado por la cantidad del entrenamiento a que el individuo está sometido. Asimismo, las dos hormonas que componen este cociente parecen tener un tiempo de respuesta al entrenamiento diferente o responder a niveles diferentes de estimulación, ya que los descensos de Cser observados en el equipo contrastan con la estabilidad de la TL.

Respecto a los niveles de LH y PRL, como sucedía con los niveles de TL, no se han encontrado variaciones significativas. En estudios acerca de los efectos del entrenamiento sobre la actividad del eje hipotálamo-hipofiso-gonadal (HPG), se ha suscitado controversia sobre si la adaptación hormonal obedece a mecanismos centrales o periféricos. Wheeler et al. (1991) aplicaron un entrenamiento de 6 meses a un grupo de sedentarios y concluyeron que los descensos de testosterona observados eran debidos a mecanismos periféricos, como un aumento en la utilización tisular o aclaramiento hepático, dado que no se produjeron las variaciones paralelas en la liberación de gonadotropinas. La ausencia de variaciones en el Estudio 3 no permite que los resultados apunten en uno u otro sentido. Sin embargo, las variaciones hormonales encontradas en este estudio no parecen estar relacionadas con variaciones

antropométricas, de condición física, hematológicas o bioquímicas, dada la ausencia de cambios significativos en estas variables. Un aspecto externo a los efectos del entrenamiento a tener en cuenta al examinar las variaciones hormonales en estudios de larga duración, es el posible efecto de los ritmos circanuales. En este sentido, algunos estudios acerca de los perfiles hormonales durante periodos largos sugieren la existencia de picos en los niveles basales de gonadotropinas, testosterona y cortisol (Salvador et al., 1995; Merigliola, Noonan, Paulsen y Bremner, 1996). La actividad del eje HPG parece sufrir un aumento entre Mayo y Julio. Esta investigación fue llevada a cabo entre Agosto y Abril, por lo que las variaciones significativas en los niveles hormonales como consecuencia de este tipo de ritmos no son esperables, ya que no se han encontrados variaciones significativas entre los niveles hormonales mensuales observados en los meses en los que se realizó este estudio (Merigliola et al., 1996).

Respecto al estado de ánimo, todas las puntuaciones de ambos equipos a lo largo de la temporada fueron consideradas normales para muestras de deportistas. Sin embargo, es interesante observar el beneficio psicológico que la vuelta al ejercicio físico regular ejerce sobre estos jugadores profesionales durante el primer periodo de este estudio, a pesar de que las cargas de trabajo eran sensiblemente diferentes en un equipo y otro. Esta mejoría en el estado de ánimo remitió en el segundo periodo de la temporada presumiblemente por el efecto acumulado del entrenamiento previo y el estrés ocasionado, entre otros estresores de la vida cotidiana, por la aproximación de la fase de mayor intensidad competitiva (fase eliminatoria). Al establecer comparaciones entre los

perfiles de estado de ánimo de uno y otro equipo, puede observarse que ambos son equiparables a pesar de las divergencias en el entrenamiento aplicado entre ambos, por lo que parece que el estado de ánimo no ha discriminado entre las cargas de trabajo aplicadas a uno y otro equipo con la misma sensibilidad con la que lo han hecho los niveles de la ratio TLCR y el Cser, en respuesta a nuestra tercera hipótesis.

Además, como en el caso de las situaciones competitivas, los niveles hormonales y el estado de ánimo no muestran correlaciones significativas. De igual forma que la existencia de una correlación entre dos variables no implica una relación causal entre ambas, la ausencia de relaciones no conlleva que el entrenamiento no pueda ejercer sus efectos sobre ambos tipos de variables, las hormonales y las de estado de ánimo. Es posible que ambos tipos de variables respondan pero necesiten diferente intensidad para elicitarse una variación, o que los efectos del entrenamiento no se den en el mismo momento, lo que puede indicar que los aspectos psicológicos y los hormonales no estén directamente relacionados, sino que existan variables mediadoras todavía por determinar (Allen et al., 1985).

En cualquier caso, un aspecto importante a tener en cuenta con los marcadores de adaptación al entrenamiento tanto de naturaleza hormonal como psicológica, es la dificultad a la hora de detectar una o varias variables criterio a partir de las cuales se pueda considerar la existencia de una adaptación óptima al entrenamiento o la aparición de estados desadaptativos que puedan dar lugar al síndrome de fatiga crónica. Sin estos criterios resulta difícil discriminar entre deportistas

sobreentrenados y los bien adaptados y, en último término, se entorpece la búsqueda de marcadores válidos, pero en la actualidad no se cuenta con herramientas diagnósticas disponibles para el sobreentrenamiento (Urhausen, Gabriel, Weiler y Kindermann, 1998). Estos autores sugieren una tríada de criterios como la concentración máxima de lactato y/o frecuencia cardíaca máxima en una prueba de esfuerzo incremental, duración de la prueba de esfuerzo y perfil psicológico, pero otros muchos trabajos resaltan unos aspectos sobre otros y añaden algunos nuevos (Barron, Noakes, Levy, Smith y Millar, 1985; O'Connor et al., 1991; Lehmann, Schnee, Scheu, Stockhausen y Bachl, 1992b; Snyder, Jeukendrup, Hesselink, Kuipers y Foster, 1993). En la práctica diaria, y aunque éste criterio no está exento de problemas, el más ampliamente utilizado por los entrenadores para reconocer la fatiga es el descenso del rendimiento competitivo y/o la incapacidad para mantener el ritmo habitual de entrenamiento (Suay et al., 1997). En los dos equipos de este estudio no se encontraron signos de fatiga crónica deportiva. En base a su rendimiento, terminaron primero y segundo de su conferencia y aquellos jugadores que no pudieron mantener el régimen de entrenamiento fueron eliminados para asegurar una muestra homogénea. En el futuro serían interesante examinar los perfiles hormonales y de estado de ánimo, probablemente con un planteamiento de estudio de caso único, de aquellos jugadores que fueron incapaces de terminar la temporada deportiva. De hecho, existe una demanda de estudios que contemplen equipos de atletas con un entrenamiento homogéneo a lo largo de una temporada competitiva completa o durante un microciclo de entrenamiento determinado (Flynn, 1998). Según este autor, este tipo de estudios presenta problemas adicionales a los del estudio de

entrenamientos personalizados como el que se da en deportes individuales, ya que puede que algún o algunos de los deportistas del grupo esté sobreentrenado o que el entrenamiento se tenga que ajustar a lo que el equipo técnico prescriba sin posibilidad de manipulación. Sin embargo, la imposibilidad de manipulación del entrenamiento puede considerarse una ventaja si tenemos en cuenta que se trata de un entrenamiento real tal y como se da en la práctica deportiva.

A partir de todo lo anterior, puede deducirse que tanto el estrés agudo de la competición como el estrés crónico del entrenamiento, son estímulos con capacidad de elicitar variaciones hormonales, moduladas por diferentes variables que difieren en cada caso. En la actualidad, empiezan a surgir estudios sobre cómo una situación de estrés crónico puede modular la sensibilidad a estresores agudos. De hecho, el fenómeno del estrés como se da en la vida real del individuo, supone la sucesión de estresores de diferentes duraciones cuyos efectos sobre la salud se acumulan de manera no necesariamente sumativa. Tomando esto en consideración, diversos estudios se centran en los efectos de la exposición repetida a diferentes estímulos de diversa naturaleza o al estudio de los efectos del estrés crónico sobre la respuesta a un nuevo estresor (Vasankari, Kujala, Heinonen y Huhtaniemi, 1993; Silverman y Mazzeo, 1996). En esta línea, resultará de especial importancia en el futuro el análisis de los efectos del entrenamiento a lo largo de la temporada sobre la respuesta hormonal a un estresor agudo en esta misma muestra, como parte del proyecto de investigación del que este estudio forma parte.



## CAPITULO 7

### CONCLUSIONES





En base a los resultados obtenidos en función de las hipótesis planteadas, podemos concluir que:

1. No hay diferencias estadísticamente significativas en los niveles de testosterona de los ganadores y los perdedores después de la competición; otros factores parecen estar influyendo en la respuesta de esta hormona a la competición.
2. El aumento de los niveles de cortisol tras la situación competitiva responde más al nivel de activación situacional, que al resultado de la competición.
3. El estado de ánimo empeora tras la competición, de manera más brusca en los perdedores.
4. Hay una disociación entre las variaciones en el estado de ánimo y las variaciones hormonales en una situación competitiva.
5. La contribución objetiva al resultado modula los niveles de testosterona al considerar conjuntamente situaciones de victoria y derrota.
6. Los ganadores están más satisfechos y atribuyen más el resultado a causas internas que los perdedores. Esta atribución externa modula los niveles de testosterona en mayor medida que el resultado.
7. La ratio TLCR es sensible a la reducción del volumen ponderado de entrenamiento en deportes de equipo.

8. El Cser mostró descensos significativos asociados a la reducción en el volumen de entrenamiento mientras que no existen variaciones significativas en los niveles de TL, jugando las hormonas que componen la ratio TLCR un papel diferente en función del nivel de entrenamiento practicado.
9. El estado de ánimo, medido con el POMS, no ha resultado sensible a los cambios en las cargas de trabajo aplicadas a lo largo de la temporada.
10. No se ha encontrado una asociación entre los niveles hormonales basales y el estado de ánimo, al menos en los intervalos en que estas variables fueron medidas en este estudio, a lo largo de toda la temporada deportiva.

## **CAPÍTULO 8**

## **REFERENCIAS**



- Adlercreutz, H., Härkönen, M., Kuoppasalmi, K., Näveri, H., Huhtamieni, H., Tikkanen, H., Remes, K., Dessypris, A., & Karvonen, J. (1986). Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their responses during physical exercise. International Journal of Sports Medicine, 7, 27-28.
- Allen, P. I. M., Batty, K. A., Dodd, C. A. S., Herbert, J., Hugh, C. J., Moore, G. F., Seymour, M. J., Shiers, H. M., Stacey, P. M., & Young, S. K. (1985). Dissociation between emotional and endocrine responses preceding an academic examination in male medical students. Journal of Endocrinology, 107, 163-170.
- Archer, J. (1988). The behavioural biology of aggression. Cambridge, Cambridge University Press.
- Banfi, G., Marinelli, M., Roi, G. S., & Agape V. (1993). Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a session of elite speed skating athletes. International Journal of Sports Medicine, 14 (7), 373-379.
- Barron, J. L., Noakes, T. D., Levy, W., Smith, C., & Millar, R. P. (1985). Hypothalamic dysfunction in overtrained athletes. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 60, 803-806.
- Berman, M., Gladue, B., & Taylor, S. (1993). The effects of hormones, type A behavior pattern, and provocation on aggression in men. Motivation and Emotion, 17, 125-138.
- Bernhardt, P. C., Dabbs, J. M., Fielden, J. A., & Lutter C. D. (1998). Testosterone changes during vicarious experiences of winning and losing among fans at sporting events. Physiology and Behavior, 65(1), 59-62.

- Bonifazi, M., Bela, E., Carli, G., Lodi, L., Martelli, G., Zhu, B., & Lupo, C. (1995). Influence of training on the response of androgen plasma concentrations to exercise in swimmers. European Journal of Applied Physiology, 70, 109-114.
- Booth, A., Shelley, G., Mazur, A., Tharp, G., & Kittok, R. (1989). Testosterone, and winning and losing in human competition. Hormones and Behavior, 23, 556-571.
- Brain, P. F. (1990). Stress in agonistic contexts in rodents. En R. Dantzer, and R. Zayanm (Eds), Stress in Domestic Animals, (pp. 73-85). Kluwer, Dordrecht.
- Bunt, J. C. (1986). Hormonal alterations due to exercise. Sports Medicine, 3, 331-345.
- Buono, M. J., Yeager, J. E., & Sucec, A. A. (1987). Effect of aerobic training on the plasma ACTH response to exercise. Journal of Applied Physiology, 63, 2499-2501.
- Casas, A., Salve, M. L., Amich, S., & Prieto, S. (1996). Hematología. Madrid: McGraw-Hill Panamericana.
- Coggan, A. R. (1997). Plasma glucose metabolism during exercise: effect of endurance training in humans. Medicine and Science in Sports and Exercise, 29(5), 620-627.
- Cumming, D. C., Wheeler, G. D., & McColl, E. M. (1989). The effects of exercise on reproductive function in men. Sports Medicine, 7, 1-17.
- Elias, A. N., & Wilson, A. F. (1993). Exercise and gonadal function. Human Reproduction, 8, 1747-1761.

- Elias, M. (1981). Serum cortisol, testosterone and testosterone-binding globulin responses to competitive fighting in human males. Aggressive Behavior, 7, 215-224.
- Fellman, N., Coudert, J., Jarrige, J. F., Bedy, N., Denis, C., Boucher, D., & Lacour, J. R. (1985). Effects of endurance training on the androgenic response to exercise in man. International Journal of Sports Medicine, 6, 215-219.
- Fellmann, N. (1992). Hormonal and plasma volume alterations following endurance exercise. A brief review. Sports Medicine, 13, 37-49.
- Flynn, M. G. (1998). Future research needs and directions. En R. B. Kreider, A. C. Fry, & M. L. O'Toole (Eds.): Overtraining in sport. Human Kinetics, Champaign, pp. 373-383.
- Fry, A. C., & Kraemer W. J. (1997). Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. Sports Medicine, 23, 106-129.
- Fry, R. W., Morton, A. R., & Keast D. (1991). Overtraining in athletes. An update. Sports Medicine, 12, 32-65.
- Gladue, B. A., Boechler, M., & McCaul, K. D. (1989). Hormonal response to competition in human males. Aggressive Behavior, 15, 409-422.
- González-Bono, E. (1993). Variables hormonales y competición deportiva. Tesis de Licenciatura, Universidad de Valencia.
- Grove, J. R., & Pargman, D. (1986). Attributions and performance during competition. Journal of Sport Psychology, 8, 129-134.



- Guezennec, Y., Leger, L., Lhoste, F., Aymonod, M., & Pesquies, P. C. (1986). Hormone and metabolite response to weight-lifting training sessions. International Journal of Sports Medicine, 7, 100-105.
- Hackney, A. C. (1996). The male reproductive system and endurance exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, 28, 180-189.
- Häkkinen, K., & Pakarinen, A. (1993). Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes. Journal of Applied Physiology, 74(2), 882-887.
- Häkkinen, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 29, 9-26.
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H., & Komi, P. V. (1988). Daily hormonal and neuromuscular responses to intensive strength training in 1 week. International Journal of Sports Medicine, 9, 422-428.
- Hassmen, P., Blomstrand, E., Ekblom, B., & Newsholme, E. A. (1994). Branched-chain amino acid supplementation during 30-km competitive run: mood and cognitive performance. Nutrition 10 (5), 405-410.
- Hellhammer, D. H., Hubert, W., & Schurmeyer, T. (1985). Changes in saliva testosterone after psychological stimulation in men. Psychoneuroendocrinology 10, 77-81.
- Hoogeveen, A. R., & Zonderland, M. L. (1996). Relationships between testosterone, cortisol and performance in professional cyclists. International Journal Sports Medicine, 17 (6), 423-428.

- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., & Hanrahan, S. (1997). Mood states as an indication of staleness and recovery. International Journal of Sport Psychology, 28, 1-12.
- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., Howard, A., Gordon, R. D., & Bachmann, A. W. (1995). Markers for monitoring overtraining and recovery. Medicine and Science in Sports and Exercise, 27, 106-112.
- Howlett, T. A. (1987). Hormonal responses to exercise and training: a short review. Clinical Endocrinology, 26, 723-742.
- Hubert, W., & De Jong-Meyer, R. (1992). Salivary cortisol responses during video-game-induced success and failure. En C. Kirschbaum, G. F. Read, & D. H. Hellhammer (Eds.), Assessment of hormones and drugs in saliva in biobehavioral research (pp. 219-226). Toronto: Hogrefe, & Huber pub.
- Jackson A. S., & Pollock M. L. (1985). Practical assessment of body composition. Physician and Sports Medicine, 13, 1-13.
- Kayashima, S., Ohno, H., Fujioka, T., Taniguchi, N., & Nagata, N. (1995). Leucocytosis as a marker of organ damage induced by chronic strenuous physical exercise. European Journal of Applied Physiology. 70, 413-420.
- Keizer, H. A., Kuipers, H., de Haan, J., Janssen, G. M. E., Beckers, E., Habets, L., Van Kranenburg, G., & Geurten, P. (1987). Effect of a 3-month endurance training program on metabolic and multiple hormonal responses to exercise. International Journal of Sports Medicine, 8, 154-160.

- Kiecolt-Glaser, J. K., & Glaser, R. (1995). Psychoneuroimmunology and health consequences: data and shared mechanisms. Psychosomatic Medicine, *57*, 269-274.
- Kirschbaum, C., & Hellhammer, D.H. (1992). Methodological aspects of salivary cortisol measurement. En C. Kirschbaum, G.F. Read, & D.H. Hellhammer (Eds.), Assessment of hormones and drugs in saliva in biobehavioral research (pp. 19-32). Toronto: Hogrefe & Huber Pub.
- Kraemer W. J. (1988). Endocrine responses to resistance exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise, *20*, S152-S157.
- Lehmann, M. J., Lormes, W., Opitz-Gress, A., Steinacker, J. M., Netzer, N., Foster, C., & Gastmann U. (1997). Training and overtraining: an overview and experimental results in endurance sports. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, *37*, 7-17.
- Lehmann, M., Gastmann, U., Petersen, K. G., Bachl, N., Seidel, A., Khalaf, A., Fischer, S., & Keul, K. (1992a). Training-overtraining: performance, and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle- and long-distance runners. British Journal of Sports Medicine, *26*, 233-242 .
- Lehmann, M., Schnee, W., Scheu, R., Stockhausen, W., & Bachl, N. (1992b). Decreased nocturnal catecholamine excretion: parameter for an overtraining syndrome in athletes. International Journal of Sports Medicine, *13*, 236-242.
- López, A. V., Amaro, S., Bell, L., & Hernandez, M. (1998). Las relaciones testosterona/cortisol e insulina/cortisol plasmáticas en una carrera de maratón. Revista Cubana de Medicina del Deporte, *1*, 38-44.

- Lopez-Calbet, J. A., Navarro, M. A., Barbany, J. R., Garcia-Manso, J., Bonnin, M R., & Valero, J. (1993). Salivary steroid changes and physical performance in highly trained cyclists. International Journal of Sports Medicine, 14, 111-117.
- Mark, M. M., Mutrie, N., Brooks, D. R., & Harris, D. V. (1984). Causal attributions of winners and losers in individual competitive sports: toward a reformulation of the self-serving bias. Journal of Sport Psychology, 6, 184-196.
- Matheson H., Mathes S., & Murray M. (1997). The effect of winning and losing on female interactive and coactive team cohesion. Journal of Sport Behavior, 20 (3), 284-298.
- Mazur, A. & Booth, A. (1998). Testosterone and dominance in men. Behavioral and Brain Sciences, 21, 353-397.
- Mazur, A. (1983). Hormones, aggression, and dominance in humans. En B. B. Svare (Eds.): Hormones and Aggressive Behavior (pp. 563-576). New York: Plenum Press.
- Mazur, A. (1985). A Biosocial model of status in face-to-face primate groups. Social Forces, 64(2), 377-402.
- Mazur, A. & Lamb, T.A. (1980). Testosterone, status and mood in human males. Hormones and Behavior, 14, 236-246.
- Mazur, A., Booth, A., & Dabbs, J. M. (1992). Testosterone and chess competition. Social Psychology Quarterly, 55(1), 70-77.
- Mazur, A., Susman, E. J., & Edelbrock, S. (1997). Sex difference in testosterone response to a video game contest. Evolution and Human Behavior, 18, 317-326.

- McAuley, E., Russell, D., & Gross, J. B. (1983). Affective consequences of winning and losing: an attributional analysis. Journal of Sport Psychology, *5*, 278-287.
- McCaul, K. D.; Gladue, B. A., & Joppa, M. (1992). Winning, losing, mood and testosterone. Hormones and Behavior, *26*, 486-504.
- McNair, D. M., Lorr, M., & Droppleman, L.F. (1971). How to use the Profile of Mood States (POMS) in clinical evaluations. San Diego: Educational and Industrial Testing Service.
- Merigliola, M. C., Noonan, E. A., Paulsen, C. A., & Bremner, W. J. (1996). Annual patterns of luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, testosterone and inhibin in normal men. Human Reproduction, *11*, 248-252.
- Mordin, G. W., Morgan, W. P., Piering, P. N., Stegner, A. J., Stotesbery, C. L., Trine, M. R., & Wu, M. (1996). Psychological consequences of exercise deprivation in habitual exercisers. Medicine and Science in Sports and Exercise, *28*, 1199-1203.
- Morgan, W. P., Brown, D. R., Raglin, J. S., O'Connor, P. J., & Ellickson, K. A. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. British Journal of Sports Medicine, *21*, 107-114.
- Morgan, W. P., O'Connor, P. J., Ellickson, K. A., & Bradley, P. W. (1988). Personality, structure, mood states, and performance in elite male distance runners. International Journal of Sports Psychology, *19*, 247-263.
- Morton, R. H., Fitz-Clarke, J. R., & Banister, E. W. (1990). Modeling human performance in running. Journal of Applied Physiology, *69*, 1171-1177.

- Noakes, T. D. (1987). Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. Sports Medicine, 4, 245-267.
- Obminski, Z. & Stupnicki, R. (1997). Comparison of the testosterone-to-cortisol ratio values obtained from hormonal assays in saliva and serum. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 37, 50-55.
- O'Connor, P. J., Morgan, W. P., & Raglin, J. S. (1991). Psychobiologic effects of 3 d of increased training in female and male swimmers. Medicine and Science in Sports and Exercise, 23, 1055-1061.
- O'Connor, P. J., Morgan, W. P., Raglin, J. S., Barkdale, C. M., & Kalin, N. H. (1989). Mood state and salivary cortisol levels following overtraining in female swimmers. Psychoneuroendocrinology, 14, 303-310.
- O'Toole, M. L. (1998). Overreaching and overtraining in endurance athletes. En R. B. Kreider, A. C. Fry, & M. L. O'Toole (Eds.): Overtraining in sport (pp. 3-17). Champaign: On human kinetics.
- Raglin, J. S., Morgan, W. P., & O'Connor, P. J. (1991). Changes in mood states during training in female and male college swimmers. International Journal of Sports Medicine, 12, 585-589.
- Read, G. F., & Walker, R. F. (1984). Variation of salivary testosterone with age in men. En G. F. Read, D. Riad-Fahmy, R.F. Walker & Griffiths, K. (Eds.). Immunoassays of Steroids in Saliva (pp. 215-218). Cardiff: Alpha Omega.
- Rowbottom, D., Keast, P., Garcia-Webb, P., & Morton, A. R. (1997). Training adaptation and biological changes among well-trained male triathletes. Medicine and Science in Sports and Exercise, 29, 1233-1239.

- Salvador, A., Simón, V., Suay, F., & Llorens, L. (1987). Testosterone and cortisol responses to competitive fighting in human males: A pilot study. Aggressive Behavior, *13*, 9-13.
- Salvador, A., Suay, F., & Cantón, E. (1990). Efectos del resultado de una competición y de la categoría deportiva sobre los cambios en la testosterona y el cortisol séricos. Actas del II Congreso Nacional del Colegio Oficial de psicólogos (pp. 49-54). Valencia, Spain.
- Salvador, A., Suay, F., Martínez-Sanchis, S., González-Bono, E., Rodríguez, M., & Gilabert, A. (1995). Deporte y salud: efectos de la actividad deportiva sobre el bienestar psicológico y mecanismos hormonales subyacentes. Revista de Psicología General y Aplicada, *48*, 125-137.
- Sanchis, C., Valverde, M. J., Barber, M. J., & Mora, J. (1996). Umbral de compensación respiratoria (UCR) como perfil de jugadores de baloncesto. Archivos de Medicina del Deporte *13*, 421-425.
- Sapolsky, R.M. (1997). The trouble with testosterone. Scribner, p. 158
- Seidman, D. S., Dolev, E., Deuster, P. A., Burstein, R., Arnon, R., & Epstein, Y. (1990). Androgenic response to long-term physical training in male subjects. International Journal of Sports Medicine, *11*, 421-424.
- Selby, G. B. & Eichner, E. R. (1994). Hematocrit and performance: the effect of endurance training on blood volume. Seminars in Hematology, *31*, 122-127.
- Selye, H. (1936). A syndrome produced by Diverse Nocuous Agents. Nature, *138*, 32.

- Serrano, M. A., Salvador, A., González-Bono, E., Sanchis, C., Martínez, M., & Suay, F. (1999). Hormonal responses to competition. Does outcome, effort, mood or attribution matter?. Manuscrito bajo revisión editorial.
- Sewell, D. F., & Edmonson, A. M. (1996). Relationships between field position and pre-match competitive state anxiety in soccer and field hockey. International Journal of Sports Psychology, 27, 159-172.
- Silverman, H.G., & Mazzeo, R.S. (1996). Hormonal responses to maximal and submaximal exercise in trained and untrained men of various ages. Journal of Gerontology, 51 (1), B30-B37.
- Smith, D. J., & Roberts D. (1994). Effects of high volume and/or intense exercise on selected blood chemistry parameters. Clinical Biochemistry, 27, 435-440.
- Snyder, A. C., Jeukendrup, A. E., Hesselink, M. K. C., Kuipers, H., & Foster, C. (1993). A physiological/psychological indicator of over-reaching during intensive training. International Journal of Sports Medicine, 14 (1), 29-32.
- Spodaryk, K. (1993). Haematological and iron-related parameters of male endurance and strength trained athletes. European Journal of Applied Physiology, 67, 66-70.
- Stephoe, A., Edwards, S., Moses, J., & Mathews, A. (1989). The effects of exercise training on mood and perceived coping ability in anxious adults from the general population. Journal of Psychosomatic Research, 33(5), 537-547.
- Suay, F. (1993). Respuestas hormonales a la agresión competitiva en seres humanos. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.





- Suay, F., Ricarte, J., & Salvador, A. (1998). Indicadores psicológicos de sobreentrenamiento y agotamiento. Revista de psicología del Deporte, *13*, 7-25.
- Suay, F., Salvador, A., González-Bono, E., Sanchis, C., Martínez, M., Martínez-Sanchis, S., Simón, V. M., & Montor, J. B. (1999). Effects of competition and its outcome on serum testosterone, cortisol and prolactin. Psychoneuroendocrinology, *24*, 551-566.
- Suay, F., Sanchis, C., & Salvador, A. (1997). Marcadores hormonales del síndrome de sobreentrenamiento. Revista de Psicología del Deporte, *11*, 21-39.
- Sutton, J. R., Farrell, P. A., & Harber, V. J. (1990). Hormonal adaptation to physical activity. En C. Bouchard, R. J. Shephard, T. Stephens, J. R. Sutton, & B. D. Macpherson (Eds): Exercise, Fitness and Health. Illinois: Human Kinetics Books.
- Tegelman, R., Johansson, C., Hemingsson, P., Eklöf, R., Carlström, K., & Pousette, A. (1990). Endogenous anabolic and catabolic steroid hormones in male and female athletes during off season. International Journal of Sports Medicine, *11*, 103-106.
- Tsai L., Johansson C., Pousette A., Tegelman R., Carlström K., Hemmingsson P. (1991). Cortisol and androgen concentrations in female and male elite endurance athletes in relation to physical activity. European Journal of Applied Physiology, *63*, 308-311.
- Tunn, S., Möllmann, H, Barth, J., Derendorf, H., & Krieg, M. (1992). Simultaneous measurement of cortisol in serum and saliva after different forms of cortisol administration. Clinical Chemistry, *38*, 1491-1494.

- Urhausen, A., & Kindermann, W. (1992). Biochemical monitoring of training. Clinical Journal of Sports Medicine, 2, 52-61.
- Urhausen, A., Gabriel, H., & Kindermann, W. (1995). Blood hormones as markers of training stress and overtraining. Sports Medicine, 20, 251-276.
- Urhausen, A., Gabriel, H. H. W., Weiler, B., & Kindermann, W. (1998). Ergometric and psychological findings during overtraining: a long-term follow-up study in endurance athletes. International Journal of Sports Medicine, 19, 114-120.
- Urhausen, A., Kullmer, T., & Kinderman, W. (1987). A 7-week follow-up study of the behavior of testosterone and cortisol during the competition period in rowers. European Journal of Applied Physiology, 56, 528-533.
- Vasankari, T. J., Kujala, U. M., Heinonen O. J., & Huhtaniemi, I. T. (1993). Effects of endurance training on hormonal responses to prolonged physical exercise in males. Acta Endocrinologica, 129, 109-113.
- Vervoorn, C., Quist, A. M., Vermulst, L. J. M., Erich, W. B. M., de Vries, W. R., & Thijssen, J. H. H. (1991). The behaviour of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. International Journal of Sports Medicine, 12, 257-263.
- Vining, R. F., McGinley, R. A., Maksvytis, J. J., & Ho, K. Y. (1983). Salivary cortisol- a better measure of adrenal cortical function than serum cortisol. Annals of Clinical Biochemistry, 20, 329-335.
- Viru, A. (1984). The mechanisms of training effects: a hypothesis. International Journal of Sports Medicine, 5, 219-227.

- Viru, A. (1992). Plasma hormones and physical exercise. International Journal of Sports Medicine, 13, 201-209.
- Vittek, J., L'Hommedieu, D. G., Gordon, G. G., Rappaport, S. C., & Southern, A. L. (1985). Direct radioimmunoassay (RIA) of salivary testosterone: correlation with free and total serum testosterone. Life Sciences, 37, 711-716.
- Wang, C., Plymate, S., Nieschlag, E., & Paulsen, A. (1981). Salivary testosterone in men: further evidence of a direct correlation with free serum testosterone. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 53(5), 1021-1024.
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Whipp, B. J., & Casaburi, R. (1994): Principles of exercise testing and interpretation (pp. 62-64). Philadelphia PA: Lea, & Febiger.
- Weiner, B. (1980). The role of affect in rational (attributional) approaches to human motivation. Educational Researcher, 9, 4-11.
- Weiner, B., Russell, D., & Lerman, D. (1978). Affective consequences of causal ascriptions. En J. H. Harvey, W. J. Ickes, & R. F. Kidd (Eds.): New directions in attribution research (Vol. 1). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Weiner, B., Russell, D., & Lerman, D. (1979). The cognition-emotions process in achievement-related contexts. Journal of Personality and Social Psychology, 37, 1211-1220.
- Wheeler, G. D., Singh, M., Pierce, W. D., Epling, W. F., & Cumming, D. C. (1991). Endurance training decreases serum testosterone levels in men without change in luteinizing hormone pulsatile release. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, 72, 422-425.

Williams, T. J., Krahenbuhl, G. S., & Morgan, D. W. (1991). Mood state and running economy in moderately trained male runners. Medicine and Science in Sports and Exercise, 23(6), 727-731.

Zuckerman, M. & Lubin, B. (1965). Normative data for the Multiple Affect Adjective Check List. Psychological Report, 16, 438.



## **CAPITULO 9**

### **ANEXO**



## **ESTUDIO 1**





Tabla I: Testosterona ( $\text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y cortisol ( $\text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en saliva antes y después del partido, tiempo jugando y puntos conseguidos en el partido.

Sujeto	Tsal pre	Tsal post	Csal pre	Csal post	tiempo	puntos
--------	----------	-----------	----------	-----------	--------	--------

EQUIPO 1

1	-	0.008	0.493	2.148	29	9
2	0.271	0.124	1.694	1.909	20	0
3	0.131	0.186	3.142	10.648	10	5
5	0.199	0.282	3.088	4.084	27	8
7	0.040	0.185	3.326	7.404	23	10
8	0.015	0.033	0.555	2.489	18	10
10	0.095	0.050	3.682	13.155	18	8
11	0.198	0.179	10.302	9.015	22	9

EQUIPO 2

20	0.142	0.125	2.105	9.435	31	6
21	0.241	0.196	4.445	7.996	30	15
22	0.249	0.090	4.491	0.753	14	2
24	0.122	0.209	4.387	5.848	32	8
25	0.108	0.175	3.238	4.081	6	2
26	0.195	0.052	3.616	2.500	11	0
27	0.267	0.162	4.003	6.058	10	0
28	0.205	0.272	3.079	5.435	29	4

Tabla II: Escalas de estado de ánimo y puntuación total antes (1) y después (2) del partido. T= tensión. Col= cólera. D= depresión. V= vigor. F= fatiga. Co= confusión y Tot= puntuación total.

Sujeto	T1	T2	Col1	Col2	D1	D2	V1	V2	F1	F2	Co1	Co2	Tot1	Tot2
--------	----	----	------	------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	------	------

EQUIPO 1

1	10	1	4	1	4	2	11	5	2	9	4	2	113	110
2	2	4	4	5	0	2	18	9	0	2	2	3	90	107
3	4	2	2	2	0	0	10	12	1	0	2	2	99	94
5	1	4	3	1	0	0	12	9	2	13	2	2	96	111
7	9	18	11	26	5	22	13	9	3	8	7	12	122	177
8	6	4	2	1	2	0	13	10	2	1	1	2	100	98
10	5	3	4	3	1	0	12	17	5	5	5	2	108	96
11	8	5	3	4	1	1	13	11	1	5	1	1	101	105

EQUIPO 2

20	9	13	-	43	2	26	21	8	2	11	3	10	-	95
21	9	23	9	37	1	29	24	14	1	19	2	12	98	106
22	10	9	4	17	4	12	23	15	2	8	2	8	99	139
24	13	12	3	16	0	11	20	11	0	12	1	3	97	143
25	5	4	4	5	0	1	18	7	0	3	2	3	93	109
26	6	-	18	-	2	-	29	-	2	-	5	-	104	-
27	1	-	3	-	0	-	15	-	0	-	1	-	90	-
28	6	7	6	26	1	8	22	18	2	16	1	6	94	145

## **ESTUDIO 2**



Tabla III: Testosterona ( $\text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y cortisol ( $\text{nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en saliva antes y después del partido, tiempo jugando y puntos conseguidos en el partido del Estudio 2.

Sujeto	Tsal pre	Tsal post	Csal pre	Csal post	Tiempo	Puntos
EQUIPO 1						
1	0.014	0.037	0.984	3.457	13	2
2	0.080	0.114	2.751	3.968	15	9
3	0.118	0.202	4.289	9.489	19	6
4	0.085	0.058	1.320	3.414	18	6
5	0.184	0.233	3.531	10.417	30	13
6	0.024	0.155	0.471	3.510	13	1
7	0.049	0.034	5.760	3.085	22	12
10	0.056	0.047	4.030	10.507	20	9
11	0.090	0.162	3.565	18.787	20	7
EQUIPO 2						
20	0.053	0.061	0.939	3.612	36	15
21	0.103	0.119	1.832	5.419	29	17
22	0.122	0.102	1.436	1.944	28	17
23	0.083	0.027	1.381	2.557	17	8
24	0.045	0.054	1.574	1.987	35	18
25	0.102	0.086	0.700	1.190	2	3
26	0.089	0.077	0.836	1.284	21	14
28	0.096	0.172	2.297	3.568	23	9

Tabla IV: Escalas de estado de ánimo y puntuación total antes (1) y después (2) del partido. T= tensión. Col= cólera. D= depresión. V= vigor. F= fatiga. Co= confusión y Tot= puntuación total.

Sujeto	T1	T2	Col1	Col2	D1	D2	V1	V2	F1	F2	Co1	Co2	Tot1	Tot2
--------	----	----	------	------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	------	------

EQUIPO 1

1	4	5	2	0	2	4	5	2	4	4	3	4	110	115
2	4	4	4	7	1	0	13	12	0	0	2	2	98	101
3	2	2	3	2	0	0	14	12	0	0	1	2	92	94
4	13	12	15	9	3	1	20	20	4	6	2	9	117	117
5	1	3	2	4	0	0	15	16	1	7	2	1	91	99
6	7	7	4	7	1	9	19	9	0	6	3	7	96	127
7	5	5	7	6	0	2	17	7	1	5	5	5	101	116
10	7	2	8	4	1	0	14	20	2	3	2	1	106	90
11	8	5	4	3	1	2	10	2	0	5	1	2	104	115

EQUIPO 2

20	4	3	4	10	4	11	18	11	4	14	3	2	101	129
21	9	15	5	8	4	3	32	19	0	22	2	11	88	140
22	8	3	5	4	1	0	18	20	0	1	1	4	97	92
23	3	2	1	0	0	0	10	12	0	0	4	4	98	94
24	9	20	5	17	1	18	19	12	2	11	4	7	102	161
25	4	3	2	7	0	1	9	8	0	0	3	3	100	106
26	3	4	14	8	5	4	26	20	0	18	4	3	100	117
28	-	-	6	10	0	3	17	11	3	7	1	5	-	-

## **ESTUDIO 3**





Tabla V: Niveles de TL (pmol.l<sup>-1</sup>) y LH (mIU.l<sup>-1</sup>) en suero en las tres sesiones periódicas.

Sujeto	TL1	TL2	TL3	LH1	LH2	LH3
EQUIPO 1						
2	80.43	90.84	77.66	5.5	4.2	7.2
4	93.61	84.94	102.28	7.7	4.2	4.7
5	143.19	86.68	97.08	3.3	5.2	3.0
6	86.68	89.80	109.90	5.5	9.3	7.5
7	69.34	72.81	63.45	6.0	2.8	6.6
9	58.25	67.61	72.81	9.7	6.9	7.7
10	69.34	63.79	79.05	10.2	6.6	7.8
11	91.53	109.90	79.39	6.3	3.9	5.9
EQUIPO 2						
20	104.01	109.21	101.24	5.0	7.0	4.2
22	135.21	83.90	83.21	16.1	12.2	12.8
25	57.55	57.90	65.87	9.8	5.4	6.7
26	64.14	78.35	64.83	6.6	7.0	5.7
28	72.46	120.65	79.74	2.7	2.9	2.7
29	77.66	74.89	77.66	7.5	6.3	4.0

Tabla VI: Niveles de PRL (ng.ml<sup>-1</sup>), Cser (nmol.l<sup>-1</sup>) y la TLCR (.10<sup>-3</sup>) en las SP.

Sujeto	PRL1	PRL2	PRL3	Cser1	Cser2	Cser3	TLCR1	TLCR2	TLCR3
EQUIPO 1									
2	3.4	4.8	5.8	389	348	425	0.207	0.261	0.183
4	9.4	5.9	8.5	298	262	110	0.314	0.324	0.927
5	4.8	3.9	2.7	312	301	99	0.459	0.288	0.977
6	4.3	3.8	3.7	298	314	204	0.291	0.285	0.538
7	4.1	7.6	3.8	270	185	124	0.256	0.394	0.511
9	4.3	3.3	3.4	317	207	240	0.184	0.327	0.303
10	3.4	3.5	2.6	240	303	251	0.289	0.210	0.315
11	17.7	13.1	11.5	428	276	389	0.214	0.398	0.204
EQUIPO 2									
20	2.8	5.4	4.0	265	339	251	0.393	0.322	0.403
22	3.3	3.3	4.6	276	218	290	0.490	0.385	0.287
25	5.0	3.8	4.7	174	229	259	0.331	0.253	0.254
26	16.2	16.7	14.9	226	246	124	0.283	0.319	0.522
28	3.6	6.4	3.8	257	314	146	0.282	0.384	0.545
29	3.2	2.9	2.4	265	268	152	0.293	0.280	0.512

Tabla VII: Valores de la edad (años), el peso (Kg.), la talla (cm.) y del % de grasa de la muestra en las SP.

Sujeto	EDAD	PESO1	PESO2	PESO3	TALLA1	TALLA2	TALLA3	% GRASA1	% GRASA2	% GRASA3
--------	------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	-------------	-------------	-------------

EQUIPO 1

2	21	95.1	92.8	92.5	196.4	196.6	196.7	9.70	8.90	8.60
4	18	99.6	.	.	199.7	.	.	9.50	.	.
5	19	84.8	88.9	.	192.9	192.9	.	11.10	11.90	.
6	17	88.7	88.6	88.5	189.2	189.3	189.3	7.40	7.00	6.30
7	27	113.2	112.8	111.0	196.6	196.6	196.7	16.80	16.00	14.80
9	20	77.5	79.5	79.7	193.1	193.6	193.7	5.20	5.90	5.90
10	23	75.7	77.3	77.3	186.7	186.8	187.0	6.30	6.30	6.60
11	20	81.2	84.7	80.5	191.5	191.4	191.6	6.00	6.30	6.70

EQUIPO 2

20	20	98.4	98.2	99.8	201.4	201.6	201.6	12.50	12.80	12.50
22	19	100.0	99.0	99.8	201.8	201.5	201.5	12.40	11.30	10.50
25	20	94.8	97.1	98.8	200.3	200.2	200.4	12.80	11.30	10.70
26	32	95.4	101.5	103.5	196.4	196.5	196.5	12.50	13.90	16.70
28	25	102.7	103.4	102.7	193.6	194.3	194.8	13.60	14.00	14.10
29	20	99.6	101.1	97.5	202.0	202.5	202.5	9.70	9.80	8.70

Tabla VIII: Niveles de Hb, Hto y CPR en las SP.

Sujeto	Hb1	Hb2	Hb3	Hto1	Hto2	Hto3	RCB1	RCB2	RCB3
--------	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------

EQUIPO 1

2	14.71	16.40	14.40	43.30	42.40	42.90	5.30	5.20	5.10
4	16.40	16.00	15.60	47.20	46.70	45.30	5.80	5.50	5.40
5	15.40	14.40	15.60	44.00	42.20	45.50	4.90	4.50	4.90
6	16.70	15.40	16.40	46.70	44.50	47.90	5.40	4.90	5.30
7	14.30	14.10	14.70	40.30	40.00	42.20	4.70	4.50	4.60
9	14.30	14.60	14.50	40.20	42.10	42.80	4.90	4.90	4.90
10	14.20	14.00	14.10	40.00	40.80	41.80	4.74	4.60	4.60
11	14.40	13.60	13.70	43.20	39.20	40.00	4.80	4.40	4.40

EQUIPO 2

20	16.10	15.10	14.20	47.00	43.90	43.40	5.30	4.90	4.80
22	15.90	15.50	14.50	46.50	45.90	44.60	5.10	4.90	4.70
25	14.40	14.30	13.90	41.40	42.30	41.70	4.50	4.50	4.40
26	14.40	14.00	13.80	41.10	41.70	41.70	4.60	4.50	4.60
28	16.30	16.10	14.70	48.50	46.70	44.80	5.50	5.30	5.10
29	15.30	15.60	13.90	44.40	44.90	42.50	5.10	5.10	4.70

Tabla IX: Niveles de leucocitos y VCM en las SP.

Sujeto	Leuco1	Leuco2	Leuco3	VCM1	VCM2	VCM3
--------	--------	--------	--------	------	------	------

EQUIPO 1

2	6.80	6.10	6.20	83	82	84
4	7.60	7.00	6.30	81	84	84
5	7.90	5.70	6.10	89	92	93
6	6.70	5.30	5.50	86	91	90
7	5.70	5.40	4.90	85	89	91
9	5.60	4.40	4.20	81	86	87
10	5.60	5.40	5.80	84	88	90
11	8.90	8.60	8	90	90	91

EQUIPO 2

20	6	6.20	6.10	88	90	91
22	7.40	6.80	7.30	90	93	93
25	5	4.80	3.90	92	93	94
26	6.10	6.10	5.70	89	92	91
28	6.10	6.60	5.30	87	87	88
29	7.10	7	5.10	87	87	89

Tabla X: Valores de Wmax (wattios), Fcmax (ppm), VO<sub>2</sub>max (ml.min<sup>-1</sup>) y Lamax (mmol.l<sup>-1</sup>) en las SP.

Sujeto	W <sub>max</sub>	W <sub>max</sub>	W <sub>max</sub>	FC <sub>max</sub>	FC <sub>max</sub>	FC <sub>max</sub>	VO <sub>2</sub> max	VO <sub>2</sub> max	VO <sub>2</sub> max	Lamax	Lamax	Lamax
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

EQUIPO 1

2	360	360	360	174	177	170	4055.5	4111.3	3967.1	6.6	5.6	5.6
4	420	390	360	178	163	170	4690.9	4671.7	4584.5	9.1	6.8	10.2
5	360	360	.	187	180	.	3714.2	3999.4	.	11.4	11.6	.
6	360	390	390	183	174	174	4094.2	4371.3	4190.2	10.5	11.9	11.5
7	360	390	300	167	165	.	4396.2	4874.1	4194.6	8.7	6.7	3.6
9	330	330	330	175	179	178	3633.7	3672.1	3630.4	8.2	9.7	11.2
10	330	330	300	194	175	171	3930.5	3773.7	3622.2	11.2	10.6	7.9
11	330	330	.	186	185	.	3376.9	3710.6	.	8.2	8.2	.

EQUIPO 2

20	300	300	360	158	162	160	3613.9	4100.3	3954.7	7.5	7.1	7.0
22	360	330	.	159	157	.	3848.8	3997.9	.	6.1	7.2	.
25	330	330	360	167	156	162	3802.5	3865.6	4153.1	7.6	7.4	8.8
26	360	360	300	176	170	160	4132.0	4019.0	3592.8	11.5	.	6.0
28	390	420	420	173	178	176	4384.2	4422.6	4733.2	11.1	13.2	11.0
29	360	390	390	178	178	171	4164.1	4576.3	4643.0	10.2	11.4	9.8

Tabla XI: Valores de  $W_{UA}$  (wattios),  $FC_{UA}$  (ppm) y  $VO_{2UA}$  (ml.min<sup>-1</sup>) en las SP.

Sujeto	$W_{UA1}$	$W_{UA2}$	$W_{UA3}$	$VO_{2UA1}$	$VO_{2UA2}$	$VO_{2UA3}$	$FC_{UA1}$	$FC_{UA2}$	$FC_{UA3}$
--------	-----------	-----------	-----------	-------------	-------------	-------------	------------	------------	------------

EQUIPO1

2	240	270	270	6657.0	7516.8	7122.5	136	150	147
4	300	240	210	7171.2	.	.	153	130	130
5	270	300	.	6529.6	7200.9	.	161	159	.
6	240	270	240	6741.2	6645.0	5575.5	161	146	134
7	210	270	270	7584.4	8234.4	14541	125	131	.
9	210	240	240	5425.0	6042.0	6694.8	143	151	157
10	240	210	210	6207.4	5488.3	5488.3	165	142	142
11	.	240	.	.	6945.4	.	.	160	.

EQUIPO 2

20	210	240	270	6592.8	7757.8	7584.8	128	132	134
22	240	240	.	7400.0	7227.0	.	123	124	.
25	240	270	270	7204.8	9229.2	7014.8	150	148	138
26	240	210	240	6582.6	6597.5	.	148	140	140
28	270	390	300	6983.6	6721.0	7394.4	155	148	148
29	210	300	270	6175.2	7986.9	6240.0	143	147	147



Tabla XII: Niveles de glucosa, urea y ácido úrico en las SP.

Sujeto	Glucosa1	Glucosa2	Glucosa3	Urea1	Urea2	Urea3	Aúrico1	Aúrico2	Aúrico3
--------	----------	----------	----------	-------	-------	-------	---------	---------	---------

EQUIPO 1

2	73	80	91	42	50	45	6.5	6.4	6.8
4	66	75	81	29	36	52	5.1	4.5	4.5
5	73	75	80	54	41	43	5.5	5.2	4.8
6	87	88	75	38	27	39	5.5	4.1	3.8
7	88	84	80	35	38	47	6.0	6.0	7.2
9	99	75	95	39	46	47	5.0	4.4	4.0
10	72	87	93	41	42	46	4.7	5.6	5.4
11	86	86	81	33	34	36	5.5	3.8	4.0

EQUIPO 2

20	79	81	73	45	50	55.20	3.3	4.1	3.8
22	87	80	63	37	33	35	4.5	4.2	3.8
25	78	100	94	35	44	35	5.7	4.8	5.4
26	74	94	89	34	46	47	4.7	4.1	4.3
28	79	86	79	34	50	45	4.8	6.1	5.2
29	74	94	74	38	49	49	5.2	5.8	5.5

Tabla XIII: Niveles de CPK y ferritina en las SP.

Sujeto	CPK1	CPK2	CPK3	Ferritina1	Ferritina2	Ferritina3
--------	------	------	------	------------	------------	------------

EQUIPO 1

2	46	90	57	100.50	157.90	110.50
4	59	131	113	209.40	70.60	65.90
5	25	59	39	76.90	99.60	61.80
6	39	104	64	60.10	61.10	96.90
7	94	87	102	91.30	84.20	76.80
9	36	187	66	16.10	36.30	27.50
10	18	43	46	120.80	1201	115.40
11	56	115	131	93.70	90	88.10

EQUIPO 2

20	10	47	42	184	111.40	156.80
22	65	87	129	16.10	25.90	35.70
25	72.30	80	45	79.40	37.70	58
26	33	32	62	199.70	212.50	195.50
28	363	432	365	146.60	141.80	135.80
29	29	21	23	149.50	132	150.30

Tabla XIV: Tiempo empleado en entrenamiento (min) de tipo técnico en intensidades alta (TecaperA y TecaperB), media (TecmperA y TecmperB) y baja (TecnperA y TecnperB) en los dos periodos.

Sujeto	TecaperA	TecaperB	TecmperA	TecmperB	TecnperA	TecnperB
--------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

EQUIPO1

2	5976	2683	1520	504	1350	1390
4	6367	2736	1673	648	2642	1586
5	6410	2556	1860	601	2568	1356
6	5807	2851	1587	583	2390	1478
7	5826	2706	1486	490	2301	1243
9	6662	2821	1838	684	2679	1715
10	6476	2903	2304	642	2640	1630
11	6611	2680	1821	596	2642	1591

EQUIPO 2

20	3859	3644	110	1357	256	64
22	4321	3836	331	1251	545	64
25	4629	3672	355	1298	677	23
26	4705	3841	331	1432	647	26
28	3547	3883	331	1312	461	11
29	4105	4076	331	1442	533	64

Tabla XV: Tiempo empleado en entrenamiento (min) de tipo físico en intensidades alta (FisaperA y FisaperB), media (FismperA y FismperB) y baja (FisnperA y FisnperB) en los dos periodos.

Sujeto	FisaperA	FisaperB	FismperA	FismperB	FisnperA	FisnperB
--------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

EQUIPO 1

2	865	900	1350	20	1585	450
4	865	900	1350	20	1585	450
5	865	900	1350	20	1585	450
6	865	900	1350	20	1585	450
7	865	900	1350	20	1585	450
9	865	900	1350	20	1585	450
10	865	900	1350	20	1585	450
11	865	900	1350	20	1585	450

EQUIPO 2

20	1820	1120	840	495	350	35
22	1820	1120	840	495	350	35
25	1820	1120	840	495	350	35
26	1820	1120	840	495	350	35
28	1820	1120	840	495	350	35
29	1820	1120	840	495	350	35

Tabla XVI: Volumen total de entrenamiento ( $E_T$ ) y volumen ponderado ( $E_p$ ) en minutos en los dos periodos.

Sujeto	$E_{TPerA}$	$E_{TPerB}$	$E_{pPerA}$	$E_{pPerB}$
--------	-------------	-------------	-------------	-------------

EQUIPO 1

2	12777.00	6251.00	77596.23	36269.11
4	14566.00	6537.00	75990.73	54251.04
5	14942.00	6067.00	63332.27	31974.12
6	13611.00	6319.00	59295.72	38269.88
7	13765.00	6171.00	97983.79	49525.95
9	14979.00	6613.00	83697.72	33762.64
10	15462.00	6759.00	54586.20	40353.60
11	15190.00	6488.00	66506.33	30963.33

EQUIPO 2

20	7563.00	7025.00	87500.22	69144.75
22	8338.00	7195.00	86661.25	82297.89
25	8779.00	6666.00	74912.18	81628.88
26	8953.00	7151.00	60216.20	57749.69
28	7557.00	7194.00	55500.09	47688.38
29	8067.00	7309.00	50296.51	46574.62

Tabla XVII: Tiempo empleado en competición en minutos (ComperA y ComperB) en los dos periodos.

Sujeto	ComperA	ComperB
EQUIPO 1		
2	131	266
4	84	191
5	306	163
6	27	37
7	352	327
9	0	23
10	242	183
11	316	260
EQUIPO 2		
20	328	310
22	131	394
25	108	23
26	260	202
28	208	338
29	88	77

Tabla XVIII: Valores de Tensión, Cólera y Depresión en las SP.

Sujeto	Tension	Tensión	Tensión	Cólera1	Cólera2	Cólera3	Depresión	Depresión	Depresión
	1	2	3				1	2	3

EQUIPO 1

2	2	3	4	11	4	3	4	0	5
4	6	12	12	12	7	7	1	1	0
5	4	4	4	6	2	2	3	0	0
6	7	1	4	5	6	9	1	1	6
7	5	14	10	1	13	6	0	2	4
9	9	11	4	22	15	8	27	17	5
10	8	6	8	14	8	14	9	2	5
11	20	4	5	17	3	1	16	4	7

EQUIPO 2

20	10	4	7	16	6	8	6	5	7
22	12	3	11	13	6	5	16	2	2
25	6	3	2	11	1	2	1	0	0
26	17	5	3	33	7	9	9	2	1
28	5	3	6	4	2	4	3	0	3
29	8	8	5	15	9	20	2	2	3

Tabla XIX: Valores de vigor, fatiga y confusión en las SP.

Sujeto	Vigor1	Vigor2	Vigor3	Fatiga1	Fatiga2	Fatiga3	Confu1	Confu2	Confu3
--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	--------	--------	--------

EQUIPO 1

2	17	13	12	7	0	2	10	3	7
4	25	18	19	3	6	4	4	7	4
5	8	14	13	5	4	2	7	1	2
6	19	13	10	1	2	3	4	2	4
7	11	7	9	4	0	4	6	3	6
9	11	11	17	6	2	0	14	7	6
10	11	14	14	7	2	10	5	5	4
11	6	6	2	5	2	11	7	5	7

EQUIPO 2

20	16	20	20	13	2	4	7	1	5
22	21	19	22	9	2	5	6	2	3
25	15	12	12	4	0	0	6	2	2
26	23	22	27	2	1	0	13	2	0
28	22	13	13	4	4	0	4	3	1
29	18	17	14	12	5	7	10	7	6



Tabla XX: Valores del POMS-t en las SP.

Sujeto	Total1	Total2	Total3
--------	--------	--------	--------

EQUIPO 1

2	117	97	109
4	101	115	108
5	117	97	97
6	99	99	116
7	105	125	121
9	167	141	106
10	132	109	127
11	159	112	129

EQUIPO 2

20	136	98	111
22	135	96	104
25	113	94	94
26	151	95	86
28	98	99	101
29	129	114	127

