



## Control de la respuesta acumulada de testosterona y el cortisol en jugadores de baloncesto de élite

Xavi Schelling i del Alcázar

Dipòsit Legal: L.966-2013  
<http://hdl.handle.net/10803/121512>



*Control de la respuesta acumulada de testosterona y el cortisol en jugadores de baloncesto de élite* està subjecte a una llicència de [Reconeixement-NoComercial 3.0 No adaptada de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/)

(c) 2013, Xavi Schelling i del Alcázar

TESIS DOCTORAL

# Control de la respuesta acumulada de la testosterona y el cortisol en jugadores de baloncesto de élite.

**Doctorando:**

Xavi Schelling i del Alcázar

---

**Directores:**

Dr. Julio Calleja González.

Dr. Nicolás Terrados Cepeda.

**Tutor de centro:**

Dr. Joan Palmi Guerrero





*“Lo importante en ciencia no es tanto obtener nuevos hechos  
como descubrir nuevas formas de pensar sobre ellos”*

**Albert Szent-Györgyi**  
**(1893-1986)**

*“El aumento del conocimiento depende por completo  
del desacuerdo”*

**Karl Popper**  
**(1902-1994)**

*“La ciencia debe siempre explicar la vaguedad y la complejidad  
mediante ideas más claras y más sencillas”*

**Claude Bernard**  
**(1813-1878)**

*“Uno llega a ser grande por lo que lee  
y no por lo que escribe”*

**Jorge Luís Borges**  
**(1899-1986)**



# Agradecimientos

Agradecer siempre es grato, para el que agradece y para el agradecido, pero no siempre es fácil acordarse de todos los que te han ayudado a llegar donde estás. Así que empiezo disculpándome por aquellos que no aparezcan en estas líneas y que deberían hacerlo. Para facilitar mi ejercicio de memoria haré los agradecimientos por orden de aparición.

Es obligado empezar por mi familia: mis padres, Guille y Esther, y mi hermano, Sergi. Los tres son los fundamentos de mi personalidad. Dicen que los 2-3 primeros años de vida son determinantes en la personalidad y que hasta los 12 esa influencia está muy latente. No cabe duda que mi familia ha sido trascendente. En ésta familia el día a día es una enseñanza constante: aprender de todo sin notarlo, eso es enseñar, eso es aprehender. Cuando miro atrás es así como lo siento. Puede que ellos no lo sepan pero son responsables de mi **predisposición por conocer**, dejaron el listón muy alto. Nunca les podré agradecer lo suficiente su legado: **discreción**, **humildad**, naturalidad en la muestra de **cariño** y **devoción por la lectura**. A esta enseñanza de conocimientos y valores se unen otros familiares que no por no estar cada día con ellos han sido menos importantes: Pepita e Hilarión, Rita y Germán, Eva y Aram (y Eric), Setxo y Cris, Aina, Marc y Pau, Nelly y Hugo, Juan, Antonio, Carmen y Pepe, Ángela y Claude... junto a otros, ya más lejanos (en tiempo y/o espacio) pero que seguro que aportaron su granito de arena en mi formación como persona.

De mi educación secundaria, sinceramente, no tengo un recuerdo especialmente agradable. Lo mejor que me sucedió fue conocer a compañeros increíbles. Mis amigos del instituto Menéndez Pelayo han sido una gran influencia a la vez que un reto: Beto, Picazo, Foguet, Lambert, Javi, Enric, Anna, María, Sandra... Además, en esa misma época tuve la suerte de conocer, sin ser de mi generación, y gracias a mi hermano, a Xavi Portales. El hecho de que todos ellos se caracterizaran por un gran **nivel intelectual** y **humano** me obligó a intentar ponerme a su nivel. Aún queda...

El baloncesto ha sido mi vida, he crecido junto y gracias a él. Además de ser mi actual trabajo y el motivo principal de esta tesis doctoral, lo mejor que me ha dado este fabuloso deporte es un amigo modélico: Sergi Garnica. Un ejemplo de paciencia y tranquilidad, preparado siempre para **escuchar**, **ayudar** y **trabajar**. No hay duda que hay mucho que aprender de gente como él. Gracias a Sergi pude conocer a Vane, con su comprensión, su capacidad de análisis y su insaciable **afán de superación**. Sergi y Vane, una pareja que siempre me acompaña. Entre muchas otras personas magníficas, el baloncesto también me ha proporcionado conocer a una gran jugadora de baloncesto y a quien ha puesto la guinda final a este trabajo: mi asesora gráfica, Alba Daví. Aunque ella siempre me recomendó más mejoras, y que no lo hiciese con Word, yo hice hasta donde pude y con Word.

En la universidad (INEFC Lleida) mi vida encontró su rumbo. Profesores como el Dr. Alberto García-Fojeda me marcaron la pauta, él me enseñó las entrañas de un laboratorio y aprendí el **rigor en el trabajo**, con humildad y sencillez. Con él y con Robert Usach **formamos un equipo**. El Dr. Cristòfol Salas compartió su tesis doctoral conmigo y con él descubrí la importancia de ser **meticuloso** y **metódico**: el trabajo tedioso también debe hacerse. El Dr. Salvador Olaso me abrió su despacho de par en par y con él compartimos horas de charla cercana. Él fue quien me facilitó mis primeras clases ante alumnos. Salva me mostró lo **multidisciplinarias** que podían ser las ciencias del deporte: teoría del entrenamiento, sistemas complejos, fractales, matemática del caos, etc.

El Dr. Joan Palmi fue el último director de investigación que tuve en la universidad y me enseñó la importancia del **componente psicológico en el rendimiento** humano.

Jorge Serna merece un punto y aparte a pesar de haberle conocido en la universidad. En realidad nos conocimos jugando al baloncesto en el Club Sícoris (Lleida). Jorge es el motivo de que hoy esté donde estoy. Él fue quien me recomendó el día que Jaume Ponsarnau le llamó pidiendo consejo sobre un preparador físico para el RICOH Manresa, en aquel entonces en la liga LEB. En Jorge vi por primera vez a alguien obsesionado por **hacer todo lo posible por ser mejor** en lo que uno hace. El volumen de estudio y trabajo nunca es un problema, es una necesidad. Nunca podré agradecerse como se merece.

Ésta es mi sexta temporada en el Club Bàsquet Manresa (hoy en la liga ACB), aquí he aprendido *in situ* con los mejores. Aleix Duran, como licenciado en CCAFD, fue imprescindible en mis inicios para facilitarme la entrada en el mundo profesional. Siempre estuvo (y está) a mi lado para escucharme y ayudarme. Hemos pasado muchas horas junto y esperemos que sean muchas más. Jaume Ponsarnau, ya como primer entrenador, me ha mostrado siempre gran confianza y ha (re)valorado la figura del preparador físico (soy consciente de mi privilegio). Su manera de trabajar con sus ayudantes te obliga a crecer profesionalmente: te da responsabilidades, pero a su vez, te da libertad para llevarlas a cabo como mejor consideres, eso es muy estimulante. Siempre he intentado estar a la altura de sus expectativas. Espero seguir pudiendo aportar mi granito de arena a su método de trabajo durante muchos años. Jaume y Aleix me han enseñado con el día a día que se debe hacer todo lo que esté en tus manos para ayudar al equipo a ser mejor. **Ajustarse a los medios que tengas y optimizarlos**. Me quedo con nuestras palabras clave: **autoexigencia, rigor, esfuerzo, autocrítica** y **trabajo**. Por otro lado, en el club tenemos unos servicios médicos muy peculiares: el fisioterapeuta Maurici Algué, imprescindible en todo grupo humano, y el Dr. Ramón Serra, que rebosa encanto. Con ellos compartimos opiniones y de ellos intento aprender día a día. Pero le tengo que estar especialmente agradecido a Ramón por haberme permitido conocer a mis directores de tesis: Julio Calleja y Nicolás Terrados. Para acabar con el club, además de recordar a otros componentes imprescindibles para el buen funcionamiento del mismo (Carles, Pere, Ardèvol

-en su momento-, Josep, Nil, Alicia y Joan, entre otros...) no puedo dejar de mencionar a los que son el porqué de todo esto: los jugadores. De ellos aprendo, con ellos me divierto. Gracias: Javi Rodríguez, Álex Hernández, Román Montañez, Adam Hanga, Sergii Gladyr, Micah Downs, Haukur Pálsson, Justin Doellman, Josh Asselin, Kieron Achara, Pierre Oriola, Rodrigo San Miguel, Dani López, Jordi Grimau, Alex Llorca, Milan Majstorovic, Larry Lewis, Brian Cusworth, Alfons Alzamora, Uros Slokar, Marcus Vinicius, Kaloyan Ivanov, “Tuky” Bulfoni, Diego Sánchez, Guillem Rubio, Serge Ibaka, Jose M<sup>a</sup> Balmón, Berni Hernández, Rafa Martínez, Juan A. Espil, Craig Callahan, Xavi Rey, Oscar González, Sergi Llull, Rubén Quintana, Facundo Venturini, Miquel Feliu, Rubén Burgos, Peter Lorant, Richard Scott, Ahmad Nivins, Matt Walsh, Toby Bailey, Michael Ruffin, Carles Marco, Jesús Lázaro, Andre Owens, Marcus Landry, Nick Van der Lan, Fernando Cerqueira, Johan Kody, Sergi Solé, Marcus Eriksson, Jaume López, Sergi Clotet y Albert Del Hoyo.

Mis directores de tesis, el Dr. Julio Calleja y el Dr. Nicolás Terrados, me hicieron un hueco en sus desbordadas agendas para guiarme en mi periplo doctoral. Ellos me han enseñado los entresijos de la investigación y la necesidad de **compartir lo que apprehendes**. Me han abierto las puertas a su mundo y gracias a ello he aprendido un **método de trabajo conciso y constante**. Que dos eminencias como ellos me hayan tratado como uno más me ha enorgullecido y alentado desde el primer día. Julio y Nico, Nico y Julio, gracias por la dedicación desinteresada que me habéis prestado a lo largo de todo este proceso. Gracias por vuestro tiempo y paciencia. Espero que nuestra relación continúe tan productiva tanto a nivel investigador como personal y que, a lo largo de este viaje, haya sido capaz de transmitir lo agradecido que os estoy por vuestro apoyo incondicional.

Lorena, broche de oro. Qué suerte el conocerla en aquel doctorado de Lleida. Ella me sufre cada día y siempre tiene una sonrisa como respuesta. Creo que Lorena reúne todas de las palabras destacadas a lo largo de estos agradecimientos: autoexigencia, afán de superación, trabajo, meticulosidad, predisposición para escuchar, humildad, sencillez, discreción y cariño. En definitiva, una persona maravillosa. Con ella formamos un equipo, un gran equipo. Crecemos juntos. Es mi compañera de aventuras y espero que así sea por mucho tiempo. Lorena, gracias por ser como eres. Sigue ahí. Te quiero.

Soy consciente de que todos habéis sido un referente para mí en muchos aspectos (sino en todos). Seguramente no os lo haya expresado lo suficiente en el día a día. Aquí quedan estas líneas.

Moltes gràcies a tots/es. Eskerrik asko guztiei. Muchas gracias a todos/as.

Xavi.



## Resum ( *català* )

Als esports d'equip, hi ha una complexitat, encara no resolta, del control de l'estat dels jugadors: una pràctica habitual quan es quantifica l'entrenament és considerar només les càrregues prescrites pel cos tècnic i pressuposar l'estat en què "hauria" de trobar-se l'equip, sense tenir en compte l'efecte real sobre els jugadors. En aquest sentit, hi ha algunes publicacions que proposen diferents instruments per al seguiment de l'estat del jugador de bàsquet, però molt pocs es centren en l'estat metabòlic o intern. Considerem de capital importància optimitzar els mètodes de quantificació de l'entrenament en el bàsquet professional i disposar d'informació objectiva i fiable per ajustar les càrregues de treball individualment. En aquest sentit, el control de la resposta hormonal pot ser una eina vàlida per conèixer en quin estat es troba cada jugador. Aquesta tesi doctoral pretén aportar més informació sobre la resposta hormonal del jugador de bàsquet professional, abastant 4 temporades esportives consecutives (2007-2011), en un equip masculí que participa a la primera divisió espanyola (Lliga ACB) ( $n = 35$ ; Edat:  $27.0 \pm 2.4$  anys; Pes corporal:  $93.7 \pm 10.1$  kg; Alçada:  $195.7 \pm 4.7$  cm; IMC:  $24.4 \pm 1.2$ ; % Greix:  $14.0 \pm 3.3\%$ ). La investigació s'ha estructurat en tres estudis diferenciats. Les variables dependents estudiades (marcadors hormonals) han estat: la testosterona total, el cortisol, la ràtio testosterona total-cortisol i la ràtio cortisol-testosterona total, i s'han relacionat amb: la freqüència d'entrenament, l'estat emocional (*Profile of Mood State*), la contribució individual en els partits, el resultat del partit, el percentatge de greix i els minuts jugats, entre d'altres. Tot s'ha tractat de forma global i agrupada per posicions de joc. Com a síntesi dels 3 estudis, la concentració i el percentatge de variació dels marcadors hormonals analitzats han presentat diferències significatives en relació a la majoria de les variables independents controlades. Els factors que més influencien en la resposta de la testosterona total, el cortisol, la ràtio testosterona total-cortisol i la ràtio cortisol-testosterona total en jugadors professionals de bàsquet són: el percentatge de greix, la posició de joc, el promig de minuts de joc per temporada, el nombre de partits jugats la setmana anterior i el moment de la temporada. D'altra banda, s'ha d'atendre al compromès estat metabòlic observat en els alers i els ala-pivots. Finalment, durant la temporada esportiva d'un equip professional de bàsquet, els marcadors hormonals estudiats descriuen un perfil molt similar, mostrant 3 fases diferenciades: la pretemporada, els primers 2/3 de temporada i l'últim 1/3 de la mateixa. Els valors més baixos de concentració i % de variació de testosterona total i de ràtio testosterona total-cortisol i els més alts de cortisol i de ràtio cortisol-testosterona total, així com la major freqüència de jugadors amb decrements de la ràtio testosterona total-cortisol superiors al -30%, es troben a final de temporada.



## Resumen (*castellano*)

En los deportes de equipo, existe la complejidad, aún no resuelta, del control del estado de los jugadores: una práctica habitual cuando se cuantifica el entrenamiento, es considerar tan solo las cargas prescritas por el cuerpo técnico y presuponer el estado en que “debería” encontrarse el equipo, sin tener en cuenta el efecto real sobre los jugadores. En este sentido, existen algunas publicaciones que proponen diferentes instrumentos para el seguimiento del estado del jugador de baloncesto, pero muy pocos se centran en el estado metabólico o interno. Consideramos de capital importancia optimizar los métodos de cuantificación del entrenamiento en el baloncesto profesional y disponer de información objetiva y fiable para ajustar las cargas de trabajo individualmente. En este sentido, el control de la respuesta hormonal puede ser una herramienta válida para conocer en qué estado se encuentra cada jugador. Esta tesis doctoral pretende aportar más información sobre la respuesta hormonal del jugador de baloncesto profesional, abarcando 4 temporadas deportivas consecutivas (2007-2011), en un equipo masculino que participa en la primera división española (Liga ACB) ( $n=35$ ; Edad:  $27.0 \pm 4.2$  años; Peso corporal:  $93.7 \pm 10.1$  kg; Altura:  $195.7 \pm 7.4$  cm; IMC:  $24.4 \pm 1.2$ ; % Graso:  $14.0 \pm 3.3$  %). La investigación se ha estructurado en tres estudios diferenciados. Las variables dependientes estudiadas (marcadores hormonales) han sido: la testosterona total, el cortisol, la ratio testosterona total-cortisol y la ratio cortisol-testosterona total, y se han relacionado con: la frecuencia de entrenamiento, al estado emocional (*Profile of Mood State*), la contribución individual en los partidos, el resultado del partido, el porcentaje graso y los minutos jugados, entre otros. Todo ello, se ha tratado de forma global y agrupada por posiciones de juego. Como síntesis de los 3 estudios, la concentración y el porcentaje de variación de los marcadores hormonales analizados han presentado diferencias significativas en relación a la mayoría de las variables independientes controladas. Los factores que más influyen en la respuesta de la testosterona total, el cortisol, la ratio testosterona total-cortisol y la ratio cortisol-testosterona total en jugadores profesionales de baloncesto son: el porcentaje graso, la posición de juego, el promedio de minutos de juego por temporada, el número de partidos jugados la semana anterior y el momento de la temporada. Por otro lado, debe atenderse al comprometido estado metabólico observado en los aleros y los ala-pívots. Por último, a lo largo de la temporada deportiva de un equipo profesional de baloncesto, los marcadores hormonales estudiados describen un perfil muy similar, mostrando 3 fases diferenciadas: la pretemporada, los primeros 2/3 de temporada y el último 1/3 de la misma. Los valores más bajos de concentración y % de variación de testosterona total y de ratio testosterona total-cortisol y los más altos de cortisol y de ratio cortisol-testosterona total, así como la mayor frecuencia de jugadores con decrementos de la ratio testosterona total-cortisol superiores al -30%, se encuentran a final de temporada.



## **Abstract (*english*)**

In team sports, monitoring the state of each player is complex: a common practice to quantify training is to consider only the training loads dictated by the technical staff and then to assume the state in which the team should find itself, without taking into account their real effect on players. In this regard, there are some papers that propose different instruments to monitor the state of the basketball player, but few of them focus on the metabolic or internal state. We consider that being able to optimize training quantification methods in elite basketball, and having objective and reliable information, is critical to adjusting training loads individually. Hence, monitoring the hormonal response may prove to be a useful tool to assess each player's state. This doctoral thesis intends to contribute information on the hormonal response of the professional basketball player, over a period spanning four consecutive sport seasons (2007-2011), in a male team that participates in the Spanish first division (ACB League) ( $n=35$ ; Age:  $27.0 \pm 4.2$  years; Weight:  $93.7 \pm 10.1$  kg; Height:  $195.7 \pm 7.4$  cm; BMI:  $24.4 \pm 1.2$ ; % Fat:  $14.0 \pm 3.3$  %). The investigation has been structured into three different studies. The dependent variables (hormonal markers) studied: total testosterone, cortisol, total testosterone-cortisol ratio and cortisol-total testosterone ratio, and all have been related to training frequency, emotional state (Profile of Mood State), individual contribution in game, result of game, fat percentage and minutes played, among others. All this information has been treated globally and has been aggregated by player's role. To summarize, the concentration and percentage of variation of the hormonal markers analyzed have showed significant differences in relation to the large majority of the independent variables studied. The most influential factors in total testosterone, cortisol, total testosterone-cortisol ratio and cortisol-total testosterone ratio response in professional basketball players are: fat percentage, role, average minutes played, previous week's games played and phase of the season. On another note, attention should be paid to the compromised metabolic state observed in small forwards and power forwards. Finally, throughout a professional basketball team's season, the hormonal markers studied describe a similar profile, showing three distinct phases: preseason, the first two-thirds of the season and the last third of the season. The lowest values, in concentration and percentage of variation of total testosterone and total testosterone-cortisol ratio, as well as the highest values of cortisol and cortisol-total testosterone ratio, along with the greater frequency of players with decreases of over -30% in total testosterone-cortisol ratio, are to be found at the end of the season.



# Índice de contenidos

Agradecimientos, **I**.

Resum (català), **V**.

Resumen (castellano), **VII**.

Abstract (english), **IX**.

Índice de Contenidos, **XI**.

Índice de Tablas, **XV**.

Índice de Figuras, **XVII**.

Índice de Acrónimos, **XXI**.

Índice de Anexos, **XXVII**.

Publicaciones, Presentaciones y Méritos, **XXIX**.

## **1. Introducción, 1.**

**1.1. Planteamiento del problema y justificación, 3.**

**1.2. Objetivos, 7.**

1.2.1. Objetivos del marco teórico, **9.**

1.2.1.1. Generales, **9.**

1.2.1.2. Específicos, **9.**

1.2.2. Objetivos del marco experimental, **9.**

1.2.2.1. Generales, **9.**

1.2.2.2. Específicos, **9.**

**1.3. Breve aproximación al baloncesto, 13.**

## **2. Marco teórico, 19.**

**2.1. Descripción del juego, 21.**

2.1.1. Definición, **23.**

2.1.2. Terreno de juego, **23.**

2.1.3. Zonas de marca, **23.**

2.1.4. Balón, **23.**

2.1.5. Sistema de puntuación, **24.**

2.1.6. Sustituciones, **24.**

2.1.7. Posiciones de juego, **24**.

## **2.2. Exigencia del baloncesto, 27.**

2.2.1. Carga externa en competición, **29**.

2.2.1.1. Volumen (tiempo y distancia), **29**.

2.2.1.2. Intensidad de las acciones, **30**.

2.2.1.3. Duración y densidad de los esfuerzos y las pausas, **32**.

2.2.1.4. Frecuencia de las acciones, **33**.

2.2.1.5. Análisis de la acción de salto, **34**.

2.2.1.6. Volumen de musculatura implicada, **34**.

2.2.1.7. Variables que influyen en la carga externa, **34**.

2.2.1.8. Resumen, **35**.

2.2.2. Carga interna en competición, **35**.

2.2.2.1. Frecuencia cardíaca, **35**.

2.2.2.2. Consumo de oxígeno máximo, **36**.

2.2.2.3. Concentración de lactato, **38**.

2.2.2.4. Parámetros enzimáticos, **39**.

2.2.2.5. Modificación de minerales e iones, **40**.

2.2.2.6. Otras variaciones bioquímicas, **41**.

2.2.2.7. Variables psicofisiológicas. El estado emocional, **41**.

2.2.2.7.1. El cuestionario POMS, **42**.

2.2.2.8. Variables que influyen en la carga interna, **45**.

2.2.2.9. Resumen, **45**.

2.2.3. El ciclo anual en baloncesto, **46**.

2.2.3.1. Los macrociclos, **46**.

2.2.3.2. Los microciclos, **47**.

## **2.3. Respuesta hormonal, 49.**

2.3.1. Sistema endocrino y actividad hormonal, **51**.

2.3.1.1. Fisiología hormonal, **51**.

2.3.1.2. Adaptaciones hormonales al ejercicio, **52**.

2.3.2. Testosterona, **53**.

2.3.2.1. Fisiología, **53**.

2.3.2.2. Respuesta aguda al ejercicio, **54**.

2.3.2.3. Respuesta al ejercicio a largo plazo, **55**.

2.3.2.4. Diferencias entre sexos, **55**.

2.3.3. Cortisol, **56**.

2.3.3.1. Fisiología, **56**.

2.3.3.2. Respuesta aguda al ejercicio, **57**.

- 2.3.3.3. Respuesta al ejercicio a largo plazo, **57**.
- 2.3.3.4. Moduladores de la respuesta del Cortisol, **57**.
- 2.3.4. Ratio testosterona/cortisol, **58**.
- 2.3.5. Consideraciones a tener en cuenta en estudios endocrinos en relación al ejercicio, **58**.
- 2.3.6. Respuesta de la testosterona y el cortisol en baloncesto, **59**.
  - 2.3.6.1. Método de búsqueda bibliográfica, **59**.
  - 2.3.6.2. Características de los estudios, **60**.
  - 2.3.6.3. Testosterona, **62**.
    - 2.3.6.3.1. Estudios en hombres, **62**.
    - 2.3.6.3.2. Estudios en mujeres, **64**.
    - 2.3.6.3.3. Resumen, **65**.
  - 2.3.6.4. Cortisol, **66**.
    - 2.3.6.4.1. Resumen, **68**.
  - 2.3.6.5. Ratio testosterona/cortisol, **69**.
    - 2.3.6.5.1. Resumen, **70**.

### **3. Marco experimental, 73.**

#### **3.1. Diseño de la investigación, 75.**

#### **3.2. Estudio 1: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación a la frecuencia de entrenamiento y el tiempo de juego en jugadores de baloncesto de élite”, 81.**

- 3.2.1. Material y métodos, **83**.
  - 3.2.1.1. Muestra, **83**.
  - 3.2.1.2. Variables utilizadas, **83**.
  - 3.2.1.3. Instrumentos y medidas, **84**.
  - 3.2.1.4. Protocolos, **85**.
  - 3.2.1.5. Análisis estadístico, **86**.
- 3.2.2. Resultados, **87**.
- 3.2.3. Discusión, **92**.
- 3.2.4. Conclusiones, **95**.
- 3.2.5. Aplicaciones prácticas, **95**.

#### **3.3. Estudio 2: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación al estado de ánimo en jugadores de baloncesto de élite”, 97.**

- 3.3.1. Material y métodos, **99**.
  - 3.3.1.1. Muestra, **99**.
  - 3.3.1.2. Variables utilizadas, **99**.
  - 3.3.1.3. Instrumentos y medidas, **100**.
  - 3.3.1.4. Protocolos, **100**.

3.3.1.5. Análisis estadístico,	102.
3.3.2. Resultados,	102.
3.3.3. Discusión,	106.
3.3.4. Conclusiones,	112.
3.3.5. Aplicaciones prácticas,	112.
<b>3.4. Estudio 3: “Análisis del comportamiento de la testosterona y el cortisol durante 4 años en jugadores de baloncesto de élite”</b> ,	<b>115.</b>
3.4.1. Material y métodos,	117.
3.4.1.1. Muestra,	117.
3.4.1.2. Variables utilizadas,	117.
3.4.1.3. Instrumentos y medidas,	118.
3.4.1.4. Protocolos,	119.
3.4.1.5. Análisis estadístico,	121.
3.4.2. Resultados,	124.
3.4.3. Discusión,	135.
3.4.4. Conclusiones,	145.
3.4.5. Aplicaciones prácticas,	146.
<b>4. Conclusiones,</b>	<b>149.</b>
<b>5. Limitaciones y fortalezas del estudio,</b>	<b>153.</b>
<b>6. Futuras líneas de investigación,</b>	<b>157.</b>
<b>7. Aplicaciones prácticas,</b>	<b>161.</b>
<b>8. Anexos,</b>	<b>165.</b>
<b>9. Bibliografía,</b>	<b>195.</b>

# Índice de tablas

## **2.2 Exigencia del baloncesto.**

Tabla 2.2.1. Principales publicaciones que analizan los metros recorridos en baloncesto, **29**.

Tabla 2.2.2. Velocidades de desplazamiento, **30**.

Tabla 2.2.3. Investigaciones posteriores al año 2000 que analizan el tipo y el porcentaje del tiempo de juego y pausa de las acciones en baloncesto, **31**.

Tabla 2.2.4. Tipo y duración de las acciones en baloncesto, **33**.

Tabla 2.2.5. Diferencia entre la frecuencia de acciones antes y después del año 2000, **34**.

Tabla 2.2.6. Promedios de frecuencia cardíaca en competición, **36**.

Tabla 2.2.7. Consumos de oxígeno máximo en jugadores de baloncesto en competición, **37**.

## **2.3 Respuesta hormonal.**

Tabla 2.3.1. Revistas consultadas para la revisión y factor de impacto, **60**.

Tabla 2.3.2. Publicaciones por año y década, **60**.

Tabla 2.3.3. Campos de estudio en los que se ha analizado la respuesta hormonal, **61**.

Tabla 2.3.4. Hormonas estudiadas en jugadores de baloncesto, **61**.

Tabla 2.3.5. Tabla-resumen de las investigaciones que analizan la testosterona y/o el cortisol en jugadores de baloncesto, **71**.

## **3.1 Diseño de la investigación.**

Tabla 3.1.1. Relación entre las variables de estudio, **79**.

## **3.2 Estudio 1: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación a la frecuencia de entrenamiento y el tiempo de juego en jugadores de baloncesto de élite”.**

Tabla 3.2.1. Descriptores de la muestra, **83**.

Tablas 3.2.2, 3.2.3 y 3.2.4. Variables de estudio: dependientes, independientes y contaminantes, **83-84**.

Tabla 3.2.5. Microciclos, momentos de recogida de muestras de sangre y frecuencia de entrenamientos, **87**.

Tabla 3.2.6. Media, desviación estándar y significación del % de variación y de la concentración hormonal, **87**.

Tabla 3.2.7. Minutos de juego, **88**.

### **3.3 Estudio 2: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación al estado de ánimo en jugadores de baloncesto de élite”.**

Tabla 3.3.1. Descriptores de la muestra, **99**.

Tablas 3.3.2, 3.3.3. Variables de estudio, **99-100**.

Tabla 3.3.4. Media, desviación estándar y significación del % de variación y de la concentración hormonal, **102**.

Tabla 3.3.5. Media y desviación estándar de las sub-escalas del cuestionario POMS, **103**.

Tabla 3.3.6. Correlaciones significativas y Varianza común entre variables, **103**.

### **3.4 Estudio 3: “Análisis del comportamiento de la testosterona y el cortisol durante 4 años en jugadores de baloncesto de élite”.**

Tabla 3.4.1. Descriptores de la muestra, **117**.

Tablas 3.4.2, 3.4.3 y 3.4.4. Variables de estudio, **117-118**.

Tabla 3.4.5. Características del momento de recogida de muestras de sangre, **120**.

Tabla 3.4.6. Agrupación de variables y descripción de los niveles/rangos, **122**.

Tabla 3.4.7. Significación corregida para pruebas no paramétricas (Bonferroni), **123**.

Tabla 3.4.8. Promedios y medianas de concentración y % de variación mensuales de Testosterona Total, Cortisol, Ratio C/TT y Ratio TT/C, **133**.

Tabla 3.4.9. Correlaciones entre variables, **134**.

# Índice de figuras

## 1.1 Planteamiento del problema y justificación.

Figura 1.1.1. Árbol de objetivos. Justificación y estructura de la investigación, **6**.

## 2.2 Exigencia del baloncesto.

Figura 2.2.1. La carga de entrenamiento, **29**.

Figura 2.2.2. Agrupación de los resultados de Ben Abdelkrim y col. entre 2007 y 2010, **32**.

Figura 2.2.3. Relación entre consumo de oxígeno y acciones de alta intensidad, **37**.

Figura 2.2.4. Relación entre porcentaje de tiempo realizando acciones de alta intensidad y consumo de oxígeno, **37**.

Figura 2.2.5. Relación entre el tiempo realizando acciones de alta intensidad y la lactacidemia, **39**.

Figura 2.2.6. Comportamiento de la creatinquinasa pre- y post- ejercicio, **40**.

Figuras 2.2.7. El proceso de estrés, **42**.

Figuras 2.2.8 y 2.2.9. Comportamiento de la testosterona y el cortisol pre- y post- partido en función del resultado, **44**.

Figura 2.2.10. Relación entre la testosterona y la atribución externa, **44**.

Figuras 2.2.11. Ejemplo de calendario competitivo de un equipo que milita en la liga ACB, **47**.

Figuras 2.2.12. Estructura de microciclos en función del número de partidos semanales, **48**.

Figuras 2.2.13. Microestructura propuesta por F. Seirullo (1987), **48**.

Figuras 2.2.14. Ejemplo de microciclo estándar desarrollado por el equipo que sirvió de muestra en esta investigación, **48**.

## 2.3 Respuesta hormonal.

Figuras 2.3.1 y 2.3.2. Jerarquía del sistema endocrino y glándulas que lo componen, **51**.

Figura 2.3.3. Ritmo circadiano del cortisol, **56**.

### **3.1 Diseño de la investigación.**

Figura 3.1.1. Temporadas deportivas analizadas en cada estudio, **77**.

### **3.2 Estudio 1: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación a la frecuencia de entrenamiento y el tiempo de juego en jugadores de baloncesto de élite”.**

Figura 3.2.1 y 3.2.2. Valores de concentración y % de variación de Testosterona Total, **89**.

Figura 3.2.3 y 3.2.4. Valores de concentración y % de variación de Cortisol, **90**.

Figura 3.2.5 y 3.2.6. Valores del índice y del % de variación de la Ratio TT/C, **91**.

Figuras 3.2.7 y 3.2.8. Frecuencia de entrenamiento durante la temporada y Agrupación de la frecuencia de entrenamiento en 3 periodos concretos de la temporada, **92**.

### **3.3 Estudio 2: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación al estado de ánimo en jugadores de baloncesto de élite”.**

Figura 3.3.1. Microciclos y momentos de recogida de muestras de sangre, **101**.

Figuras 3.3.2 y 3.3.3. Valores de concentración y % de variación de Testosterona Total, **104**.

Figuras 3.3.4 y 3.3.5. Valores de concentración y % de variación de Cortisol, **105**.

Figuras 3.3.6 y 3.3.7. Valores de concentración y % de variación de la Ratio TT/C, **106**.

### **3.4 Estudio 3: “Análisis del comportamiento de la testosterona y el cortisol durante 4 años en jugadores de baloncesto de élite”.**

Figuras 3.4.1 y 3.4.2. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Edad-4, **124**.

Figuras 3.4.3, 3.4.4 y 3.4.5. Diferencias hormonales significativas en relación al factor %Graso-4, **125**.

Figuras 3.4.6, 3.4.7, 3.4.8, 3.4.9 y 3.4.10. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Posición, **126**.

Figuras 3.4.11, 3.4.12, 3.4.13, y 3.4.14. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Posición-3, **127**.

Figura 3.4.15. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Posición-2, **127**.

Figuras 3.4.16, 3.4.17, 3.4.18, 3.4.19, 3.4.20 y 3.4.21. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-6), **128**.

Figuras 3.4.22 y 3.4.23. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-6), **129**.

Figuras 3.4.24, 3.4.25, 3.4.26 y 3.4.27. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-3), **129**.

Figuras 3.4.28 y 3.4.29. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-3), **130**.

Figuras 3.4.30, 3.4.31, 3.4.32 y 3.4.33. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-2), **130**.

Figuras 3.4.34 y 3.4.35. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-2), **131**.

Figura 3.4.36. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Minutos de Juego Partido Anterior (MJpa-2), **131**.

Figuras 3.4.37 y 3.4.38. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Partidos Jugados Semana Anterior (Pjsa), **131**.

Figuras 3.4.39, 3.4.40, 3.4.41, 3.4.42, 3.4.43 y 3.4.44. Diferencias hormonales significativas en relación al factor Mes, **132**.



# Índice de acrónimos

**%G:** porcentaje graso.

**Abr:** abril.

**ACB:** asociación de clubes de baloncesto.

**ACTH:** hormona adrenocorticotropina.

**Ago:** agosto.

**Agr.:** agresividad.

**AIQ:** amplitud intercuartil.

**ALDO:** aldosterona.

**AVG:** media o promedio.

**AVP:** vasopresina.

**C:** cortisol.

**CBG:** cortisol binding globulin.

**CK:** creatinquinasa.

**Cl:** cloro.

**Con.:** confusión.

**CP:** fosfocreatina.

**CPK:** creatinfosfoquinasa.

**CRH:** hormona liberadora de corticotropina.

**Cu:** cobre.

**D:** dopa.

**DE:** desviación estándar.

**Dep.:** depresión.

**DHT:** dihidrotestosterona.

**Dic:** diciembre.

**DPM:** dopamina.

**E:** estrógenos.

**EBA:** liga española de baloncesto aficionado.

**Ene:** enero.

**EP:** entrenamientos en pista.

**EPI:** epinefrina.

**Fat.:** fatiga.

**FCmax:** frecuencia cardíaca máxima.

**Fe:** hierro.

**FEB:** federación española de baloncesto.

**Feb:** febrero.

**Fig.:** figura.

**FSH:** hormona folículoestimulante.

**FT:** testosterona libre.

**GH:** growth hormone (Hormona de crecimiento).

**GHBP:** proteína de unión a la hormona de crecimiento.

**GnRH:** hormona liberadora de gonadotropinas.

**HHG:** eje hipotálamo-hipofisario-gonadal.

**IgA:** inmunoglobulina A.

**IGFBP-3:** proteína de unión al factor de crecimiento insulínico tipo 3.

**IGF-I:** factor de crecimiento insulínico tipo I.

**IMC:** índice de masa corporal.

**INS:** insulina.

**Jul:** julio.

**Jun:** junio.

**K:** potasio.

**kg:** quilogramos.

**LCA:** ligamento cruzado anterior.

**LDH:** lactato deshidrogenasa.

**LH:** hormona luteinizante.

**lpm:** latidos por minuto.

**Mar:** marzo.

**Máx.:** máxima.

**May.:** mayo.

**MED:** mediana.

**Mic.:** microciclo.

**min./PJ:** promedio de minutos jugados por partido.

**Min.:** mínima.

**min.:** minutos.

**min.TOT:** minutos totales jugados durante la temporada de estudio.

**MJavg:** media de minutos jugados en los partidos que se disputaron entre cada analítica.

**MJpa:** minutos jugados en el partido que se disputó el fin de semana anterior a la analítica.

**MJtot:** total de minutos jugados por temporada.

**mMol/L:** milimol por litro.

**N:** muestra.

**n:** muestra.

**Na:** sodio.

**ng/dL:** nanogramo por decilitro.

**nMol/L:** nanomol por litro.

**Nov:** noviembre.

**NRE:** norepinefrina.

**NS:** no significativo.

**NSE:** enolasa.

**O<sub>2</sub>:** oxígeno.

**Oct:** octubre.

**P:** partido.

**P<sub>4</sub>:** progesterona.

**PC:** peso corporal.

**pg/mL:** picogramo por mililitro.

**PJ:** partidos jugados durante la temporada de estudio.

**PJsa:** partidos jugados semana anterior.

**pMol/mL:** picogramo por mililitro.

**POMS:** profile of mood state.

**PRL:** prolactina.

**PSE:** percepción subjetiva del esfuerzo.

**PTH:** paratohormona.

**PTT:** puntuación total del cuestionario POMS.

**RCTT:** ratio cortisol/testosterona total.

**RPE:** rating of perceived exertion.

**RTTC:** ratio testosterona total/cortisol.

**SE:** sobreentrenamiento.

**seg.:** segundos.

**Sep:** septiembre.

**SHBG:** globulina transportadora de hormonas sexuales.

**Sig.:** significación.

**ST:** sesiones totales.

**T:** testosterona.

**T':** tiempo.

**T<sub>3</sub>:** triyodotironina.

**T<sub>4</sub>:** tiroxina.

**TA:** unida a la globulina albúmina.

**Temp.:** temporada.

**Ten.:** tensión

**TSH:** hormona tirotrópica.

**TT:** testosterona total.

**U:** urea.

**VACB:** valoración ACB.

**VACBpa:** valoración ACB en el partido anterior a la analítica.

**varC:** porcentaje de variación de cortisol.

**varRCTT:** porcentaje de variación de la ratio cortisol/testosterona total.

**varRTTC:** porcentaje de variación de la ratio testosterona total/cortisol.

**varTT:** porcentaje de variación de testosterona total.

**Vig.:** vigor.

**VO<sub>2</sub>:** consumo de oxígeno.

**VO<sub>2</sub>max:** consumo de oxígeno máximo.

**xMJtot:** promedio de minutos de juego totales por temporada.

**Zn:** zinc.

**β-ENDO:** beta-endorfina.

**$\mu\text{Mol/L}$** : micromol por litro.

# Índice de anexos

**Anexo A.** Declaración de consentimiento informado, **167**.

**Anexo B.** Estudio 1: Estadísticos descriptivos, **168**.

**Anexo C.** Estudio 1: Frecuencia de entrenamientos. Estudio 1: Frecuencia de entrenamientos (Agrupado en 3 fases), **169**.

**Anexo D.** Estudio 1: Correlación de Pearson entre variables y significación, **170**.

**Anexo E.** Estudio 1: Gráficos de dispersión de puntos de las correlaciones significativas entre variables, **171**.

**Anexo F.** Estudio 2: Estadísticos descriptivos, **172**.

**Anexo G.** Estudio 2: Correlación de Pearson entre variables y significación, **173**.

**Anexo H.** Estudio 2: Gráficos de dispersión de puntos de las correlaciones significativas entre variables hormonales, **174**.

**Anexo I.** Estudio 2: Gráficos de dispersión de puntos de las correlaciones significativas entre variables y emocionales, **175-176**.

**Anexo J.** Estudio 3: Muestra, **177**.

**Anexo K.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, **178**.

**Anexo L.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “Edad-4” , **179**.

**Anexo M.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “%G-4”, **180**.

**Anexo N.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “Posición”, **181**.

**Anexo O.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “Pos-3”, **182.**

**Anexo P.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “Pos-2”, **183.**

**Anexo Q.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y Homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “xMJtot-6”, **184.**

**Anexo R.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “xMJtot-3”, **185.**

**Anexo S.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “xMJtot-2”, **186.**

**Anexo T.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “MJpa-2”, **187.**

**Anexo U.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “Pjsa”, **188.**

**Anexo V.** Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “Mes”, **189-191.**

**Anexo W.** Estudio 2: Cuestionario *Profile of Mood State* de 58 ítems (POMS-58) en castellano e inglés, **192-193.**

# Publicaciones, presentaciones y méritos

## Publicaciones

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** (2013). "Variación de la testosterona y el cortisol en relación al estado de ánimo en jugadores de baloncesto de élite". Rev Int Cienc Deporte. *Aceptado.*

**Schelling, X.** (2013). "Exigencia en baloncesto: carga externa e interna". Deporte, Salud y Entrenamiento;11:6-23.

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** (2012). "Testosterone And Cortisol With Relation To Mood State In Professional Spanish Basketballers". Med Sci Sport Exer;44(5 Suppl.).

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** (2011). "Hormonas y baloncesto. Revisión (II)". Arch Med Deporte;XXVIII(146):374-382.

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** (2011). "Hormonas y baloncesto. Revisión (I)". Arch Med Deporte;XXVIII(145):266-274.

**Terrados, N., Calleja-González, J., Schelling, X.** (2011). "Bases fisiológicas comunes para los deportes de equipo". Rev Andal Med Deporte.;4(2):84-88.

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** (2011). "Testosterone and cortisol with relation to training volume and playing time in professional spanish basketballers". Med Sci Sport Exer;43(5 Suppl.).

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** (2010). "Variación de la ratio testosterona-cortisol en jugadores de baloncesto". Arch Med Deporte;XXVII(135):435-442.

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** (2009). "Análisis hormonal en un equipo de baloncesto de élite durante una temporada". Cuad Psicol Deporte. 9 (Suppl.), 57.

## **Ponencias**

**Schelling, X.** "Interpretación de la Carga Interna en Baloncesto". Jornadas Internacionales de Actualizaciones en las áreas de la Medicina, Preparación Física y Deporte: Baloncesto de Elite. Donosti. Junio 2011.

**Calleja-González, J., Schelling, X., Terrados, N.** "Indicadores e interpretación analítica para evaluar el impacto de la carga en el deporte de élite y el baloncesto". Jornadas Internacionales de Actualizaciones en las áreas de la Medicina, Preparación Física y Deporte: Baloncesto de Elite. Donosti. Junio 2010.

**Schelling, X.** "Control del entrenamiento. Últimas tendencias". Master Oficial en Rendimiento Deportivo (RETAN). INEFC-Barcelona. Noviembre 2010.

## **Comunicaciones**

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** "Diferencias en la testosterona y el cortisol en función de la posición de juego. Un estudio de 4 años.". XXIII Jornadas de la Asociación Española de Médicos del Baloncesto. Bilbao. Julio, 2012.

**Schelling, X.** "Variaciones de la testosterona y el cortisol en jugadores de élite de baloncesto y su relación con el volumen de entrenamiento". Jornadas Internacionales de Actualizaciones en las áreas de la Medicina, Preparación Física y Deporte: Baloncesto de Elite. Donosti. Junio 2010.

**Schelling, X.** "Análisis hormonal en un equipo de baloncesto de élite durante una temporada". V Congreso Ibérico Internacional de Baloncesto. Cartagena. Noviembre, 2009.

## **Pósters**

**Schelling, X., Calleja-González, J., Torres, L., Terrados, N.** "Endocrine Responses During Different Microcycles In Professional Basketball Players: A 4-years Follow-up Study". 18th European Congress of Sports Sciences. Junio 2013. Barcelona.

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** "Testosterone And Cortisol With Relation To Mood State In Professional Spanish Basketballers". 59th ACSM Annual Meeting & 3rd World Congress on Exercise Is Medicine. Mayo-Junio 2012. San Francisco.

**Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N.** "Testosterone And Cortisol With Relation To Training Volume And Playing Time In Professional Spanish Basketballers". 58th ACSM Annual Meeting & 2nd World Congress on Exercise Is Medicine. Mayo-Junio 2011. Denver.

## **Premios**

**Mejor Comunicación:** Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N. "Diferencias en la testosterona y el cortisol en función de la posición de juego. Un estudio de 4 años.". XXIII Jornadas de la Asociación Española de Médicos del Baloncesto. Bilbao. Julio, 2012.

**XIV Premio Nacional de Medicina del Deporte (3r premio):** Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N. "Variaciones de la testosterona y el cortisol en jugadores de élite de baloncesto y su relación con el volumen de entrenamiento". Oviedo. Diciembre, 2011.

**Mejor Investigación:** Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N. "Variaciones de la testosterona y el cortisol en jugadores de élite de baloncesto y su relación con el volumen de entrenamiento". Jornadas Internacionales de Actualizaciones en las áreas de la Medicina, Preparación Física y Deporte: Baloncesto de Elite. Donosti. Junio 2010.

**Mejor Investigación:** Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N. "Análisis hormonal en un equipo de baloncesto de élite durante una temporada". V Congreso Ibérico de Baloncesto. Cartagena. Noviembre, 2009.

**Mejor Investigación para investigador principal menor de 30 años:** Schelling, X., Calleja-González, J., Terrados, N. "Análisis hormonal en un equipo de baloncesto de élite durante una temporada". V Congreso Ibérico de Baloncesto. Cartagena. Noviembre, 2009.



01

# Introducción



1.1

## **Planteamiento del problema y justificación**



La presente tesis doctoral se enmarca en el ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, en el área de fisiología aplicada al entrenamiento deportivo y, más concretamente, en el conocimiento del efecto del entrenamiento en jugadores de baloncesto. Este estudio surge de la necesidad real de un equipo profesional de baloncesto, de conseguir una evaluación objetiva de la asimilación del entrenamiento y la competición por parte de cada jugador. A pesar de ser imprescindible un correcto diagnóstico del estado del jugador para poder prescribir adecuadamente las cargas de entrenamiento, el control de la carga interna a lo largo de la temporada deportiva es un aspecto muy poco estudiado hasta la fecha.

El principio de individualización del entrenamiento se basa en que cada deportista responde de forma diferente a un mismo tipo de estímulo (entrenamiento)<sup>1</sup>. En los deportes de equipo, existe la complejidad, aún no resuelta, del control del estado de los jugadores: una práctica habitual cuando se cuantifica el entrenamiento, es considerar tan solo las cargas prescritas por el equipo técnico y presuponer el estado en que “debería” encontrarse el equipo, sin tener en cuenta el efecto real sobre los jugadores<sup>2</sup>. En este sentido, encontramos algunas publicaciones que proponen diferentes instrumentos para el control del estado del jugador de baloncesto<sup>3</sup>, pero muy pocos se centran en el estado metabólico o interno. En los últimos 25 años, el análisis del sistema endocrino y la respuesta hormonal en el deporte ha aumentado considerablemente<sup>4-6</sup>. Diferentes trabajos constatan que el perfil hormonal varía de forma específica en función del tipo de ejercicio y de su magnitud<sup>7-8</sup>, mostrando a su vez que cada hormona tiene su propio patrón de respuestas inducidas por el ejercicio<sup>9</sup>. Algunos autores, proponen el control del perfil hormonal de forma individualizada para optimizar la prescripción del entrenamiento e incluso para evaluar el potencial de entrenamiento de un deportista<sup>10</sup>. Cabe decir, que este tipo de estudios se han llevado a cabo principalmente en deportes individuales, siendo muy pocas las investigaciones en deportes de equipo, donde las hormonas se han utilizado para evaluaciones puntuales<sup>11</sup>. En el caso del baloncesto, las publicaciones son muy escasas<sup>5-6</sup>, y de equipos profesionales más aún.

Consideramos de capital importancia optimizar los métodos de cuantificación del entrenamiento en el baloncesto profesional y disponer de información objetiva y fiable para ajustar las cargas de trabajo individualmente. En este sentido, el control de la respuesta hormonal puede ser una herramienta útil para conocer en qué estado se encuentra cada jugador a lo largo de la temporada. Por todo ello, esta tesis doctoral pretende aportar más información sobre la respuesta hormonal del jugador de baloncesto profesional a lo largo de la temporada deportiva. Finalmente, y para mejor comprensión del proceso de investigación, facilitamos un diagrama donde se representa el desarrollo conceptual del mismo (Figura 1.1.1).

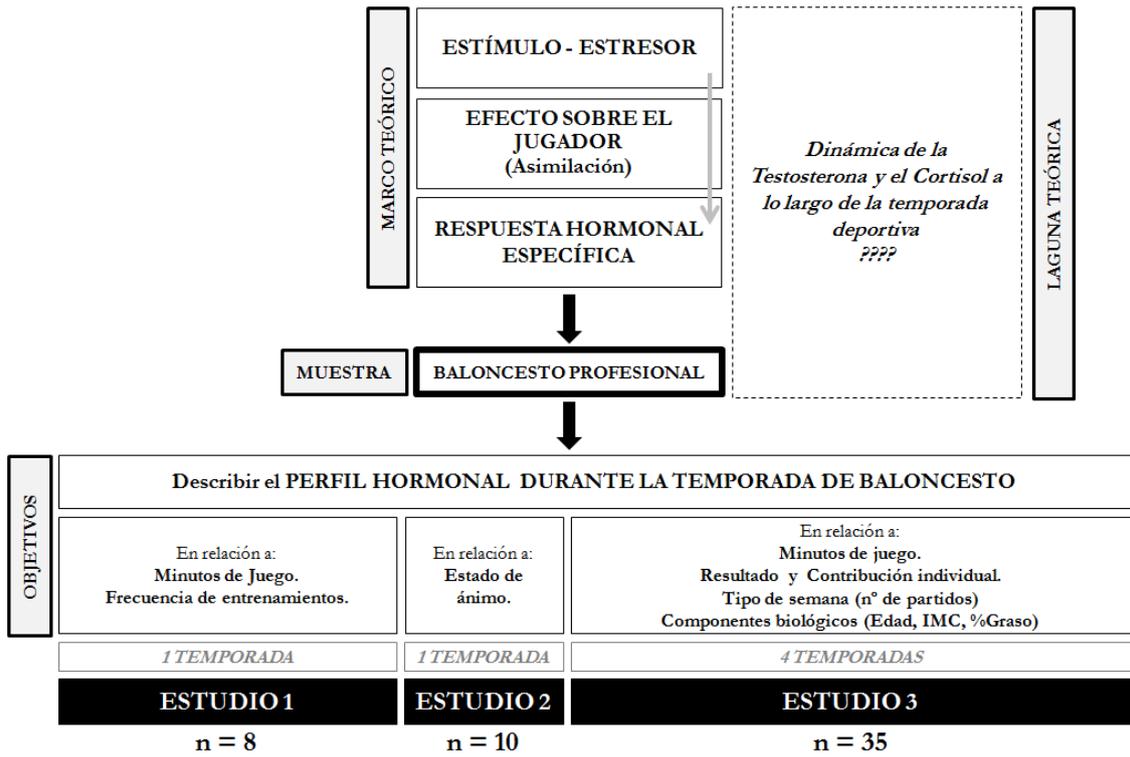


Figura 1.1.1. Árbol de objetivos. Justificación y estructura de la investigación.

1.2

## **Objetivos**



## **1.2.1 Objetivos del marco teórico.**

### **1.2.1.1 Generales.**

Los contenidos descritos en la parte teórica del presente trabajo se enmarcan en el ámbito de la medicina, la fisiología, la endocrinología y las ciencias del deporte. El objetivo principal es recopilar la información publicada hasta el momento en artículos, revistas científicas, libros, comunicaciones personales y actas de congresos, relacionados con baloncesto, fisiología y entrenamiento deportivo, para posteriormente desarrollar una síntesis de los trabajos y extraer las conclusiones más relevantes.

### **1.2.1.2 Específicos.**

Al final del marco teórico, como objetivo específico del apartado, se desarrolla un análisis crítico de los estudios que relacionan hormonas y baloncesto, analizando las fortalezas y debilidades de cada uno de ellos (Tabla 2.3.5). Dicho análisis, es el que da sentido a esta tesis, cuyo objetivo es el de proporcionar respuesta a algunas de las lagunas existentes en este área.

## **1.2.2 Objetivos del marco experimental.**

### **1.2.2.1 Generales.**

El propósito de esta investigación (estructurada en tres sub-estudios específicos), es el de conocer la dinámica de las hormonas: testosterona total (TT) y cortisol (C), así como de las ratios TT/C y C/TT, y buscar, si los hay, patrones de cada variable hormonal a lo largo de las temporadas en un equipo profesional de baloncesto. Paralelamente, estos marcadores se relacionarán con otras variables independientes o factores: de carga externa (frecuencia de entrenamiento y tiempo de juego), de estado emocional (sub-escalas del cuestionario POMS), contribución individual en el partido, porcentaje grasa y número de partidos jugados por semana, para comprobar si existe relación entre ellas.

### **1.2.2.2 Específicos.**

El objetivo general anteriormente descrito se estructura en una serie de objetivos específicos. El orden por el que se presentan los diferentes estudios, responde a la cronología que se ha seguido en la investigación. Cada uno de ellos corresponde a diferentes fases y se han tratado secuencialmente. Los estudios desarrollados, y sus objetivos específicos, se detallan a continuación:

**Estudio 1: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación a la frecuencia de entrenamiento y el tiempo de juego en jugadores de baloncesto de élite”.**

Describir la dinámica de cada hormona (TT y C) y de la ratio TT/C, y relacionarlas con los momentos de la temporada que pudieran asociarse a un perfil hormonal determinado.

Comprobar si algún jugador presenta descensos superiores al 30% de la ratio TT/C a lo largo de la temporada.

Analizar si existe relación entre la frecuencia de entrenamiento y el cortisol, la testosterona total y/o la ratio TT/C.

Comprobar si existe asociación entre el tiempo de juego y el cortisol, la testosterona total y/o la ratio TT/C.

**Estudio 2: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación al estado de ánimo en jugadores de baloncesto de élite”.**

Describir la dinámica de cada hormona (TT y C) y de la ratio TT/C, y relacionarlas con los momentos de la temporada que pudieran asociarse a un perfil hormonal determinado.

Comprobar si existe relación entre alguna sub-escala del cuestionario POMS (vigor, tensión, depresión, confusión, agresividad y fatiga) y el cortisol, la testosterona total y/o la ratio TT/C.

**Estudio 3: “Análisis del comportamiento de la testosterona y el cortisol durante 4 años en jugadores de baloncesto de élite”.**

Describir la dinámica de cada hormona (TT y C) y de las ratios TT/C y C/TT, buscando si algún momento de la temporada se asocia a un perfil hormonal determinado a lo largo de 4 temporadas.

Comprobar si algún jugador presenta descensos superiores al 30% de la ratio TT/C a lo largo de 4 temporadas.

Comprobar si el porcentaje de grasa es un factor condicionante de la respuesta de la TT, el C y las ratios TT/C y C/TT a lo largo de 4 temporadas.

Comprobar si el índice de masa corporal es un factor condicionante de la respuesta de la TT, el C y las ratios TT/C y C/TT a lo largo de 4 temporadas.

Comprobar si la edad es un factor condicionante de la respuesta de la TT, el C y las ratios TT/C y C/TT a lo largo de 4 temporadas.

Comprobar si la posición de juego es un factor condicionante de la respuesta de la TT, el C y las ratios TT/C y C/TT a lo largo de 4 temporadas.

Comprobar si el resultado del partido es un factor condicionante de la respuesta de la TT, el C y las ratios TT/C y C/TT a lo largo de 4 temporadas.

Comprobar si la contribución individual en el partido es un factor condicionante de la respuesta de la TT, el C y las ratios TT/C y C/TT a lo largo de 4 temporadas.

Comprobar si el tiempo de juego es un factor condicionante de la respuesta de la TT, el C y las ratios TT/C y C/TT a lo largo de 4 temporadas.

Comprobar si el número de partidos jugados la semana anterior a la extracción de sangre es un factor condicionante de la respuesta de la TT, el C y las ratios TT/C y C/TT a lo largo de 4 temporadas.



1.3

## **Breve aproximación al baloncesto**



El baloncesto, básquet o basquetbol (del inglés *basketball*: *basket*, ‘canasta o cesta’ y *ball*, ‘balón o pelota’) se considera un deporte colectivo de cooperación-oposición, donde los miembros de un mismo equipo cooperan para la consecución de un objetivo común y el equipo rival trata de evitarlo en beneficio del suyo propio. El juego transcurre en un espacio predefinido, con dos zonas de marca situadas a 3.05 metros del suelo (las canastas), un balón y 5 jugadores por equipo que se enfrentan simultáneamente. A partir de estas características básicas existen multitud de variables reglamentarias.

Históricamente, el baloncesto nació de la imaginación del profesor de educación física de la Universidad de Illinois (Massachusetts) James Naismith (Foto dcha.), a quien le fue encargado, en 1879, idear un deporte que se pudiera jugar a cubierto (los inviernos en esa zona dificultaban la realización de actividades al aire libre). A partir del juego tradicional ‘*duck on a rock*’, que consistía en alcanzar un objeto colocado sobre una roca lanzándole una piedra, Naismith pidió que fuesen colgadas dos cajas en las barandillas de la galería superior que rodeaba el gimnasio donde trabajaba, para emplearlas como zona de marca u objetivo. Las “cajas” que le proporcionaron fueron unas cestas de melocotones. Naismith estableció trece reglas para el desarrollo del juego:



1. El balón puede ser lanzado en cualquier dirección con una o ambas manos.
2. El balón puede ser golpeado en cualquier dirección con una o ambas manos, pero nunca con el puño.
3. Un jugador no puede correr con el balón. El jugador debe lanzarlo desde el lugar donde lo toma.
4. El balón debe ser sujetado con o entre las manos. Los brazos o el cuerpo no pueden usarse para sujetarlo.
5. No se permite cargar con el hombro, agarrar, empujar, golpear o zancadillear a un oponente. La primera infracción a esta norma por cualquier persona contará como una falta, la segunda lo descalificará hasta que se consiga una canasta, o, si hay una evidente intención de causar una lesión, durante el resto del partido. No se permitirá la sustitución del infractor.
6. Se considerará falta golpear el balón con el puño, las violaciones de las reglas 3, 4 y lo descrito en la regla 5.

7. Si un equipo hace tres faltas consecutivas (sin que el oponente haya hecho ninguna en ese intervalo), se contará un punto para sus contrarios.
8. Los puntos se conseguirán cuando el balón es lanzado o golpeado desde la pista, cae dentro de la canasta y se queda allí. Si el balón se queda en el borde y un contrario mueve la cesta, contará como un punto.
9. Cuando el balón sale fuera de banda, será lanzado dentro del campo y jugado por la primera persona en tocarlo. En caso de duda, el árbitro lanzará el balón en línea recta hacia el campo. El que saca dispone de cinco segundos, si tarda más el balón pasa al oponente.
10. El árbitro auxiliar, *'umpire'*, sancionará a los jugadores y anotará las faltas, avisará además al *'referee'* (árbitro principal, véase siguiente punto) cuando un equipo cometa tres faltas consecutivas. Tendrá poder para descalificar a los jugadores conforme a la regla 5.
11. El árbitro principal, *referee*, jugará el balón y decidirá cuando éste está en juego, dentro del campo o fuera y a quién pertenece. También será responsable de llevar el tiempo, de decidir cuándo se consigue un punto, controlando el marcador del partido.
12. El tiempo será de dos mitades de 15 minutos con un descanso de 5 minutos entre ambas.
13. El equipo que consiga más puntos será el vencedor.

Inicialmente, debido a que Naismith tenía 18 alumnos en clase, decidió que los equipos estuviesen formados por 9 jugadores cada uno. Con el paso del tiempo, este número se redujo primero a 7 y luego a 5 jugadores. El “tablero” surgió para evitar que los seguidores situados en la galería donde colgaban las cestas pudieran entorpecer la entrada del balón. Con el paso del tiempo, las cestas de melocotones se convirtieron en aros metálicos con una red sin agujeros hasta llegar a la red actual.

El baloncesto femenino comenzó en 1892, en el Smith College, cuando Sendra Berenson, una profesora de educación física, modificó las reglas de Naismith para adaptarlas a las características de las mujeres.

El baloncesto fue un deporte de exhibición en los Juegos Olímpicos de 1928 y 1932, alcanzando la categoría olímpica en 1936 (Berlín). Naismith tuvo la oportunidad de ver su creación convertida en olímpica acompañado por Adolf Hitler en el palco de honor. El baloncesto femenino debió esperar hasta 1976 para su admisión como disciplina olímpica.

El juego gustó y se estableció pronto en Estados Unidos. México, fue donde primero se propagó por motivos geográficos. A Europa, vía Francia, llegó de la mano de las sedes de la YMCA en París. Pero no fue hasta la primera guerra mundial cuando cogió mayor impulso, sobre todo gracias a los soldados estadounidenses que jugaban en sus ratos libres.

En la actualidad, el baloncesto cuenta con una gran difusión a nivel mundial, siendo uno de los deportes con más participantes y competiciones regulares. En Estados Unidos, se disputa la NBA (*National Basket Association*), considerada la mejor competición de clubes del mundo.

Parece ser que en España el baloncesto fue introducido en 1921, a través del padre escolapio Eusebio Millán, soriano de La Quiñonería y criado en Barcelona. Millán estuvo diez años como misionero en Cuba, donde descubrió el baloncesto, introducido en la isla por los soldados que la invadieron en 1906. El padre Millán implantó el nuevo deporte en las Escuelas Pías de San Antón (Barcelona). En 1922 nació el primer club español de baloncesto: el Laietà Basket Club, formado por ex-alumnos de las Escuelas Pías de San Antón.

Entre 1957 y 1983, se disputaba la "Primera División de la Liga Española de Baloncesto". Era una "liga" en el sentido estricto de la palabra, no había play-off. Todos los participantes (cuyo número fue aumentando con los años) se enfrentaban entre sí de acuerdo al calendario establecido por sorteo a principio de temporada. Cuando todos los equipos se habían enfrentado al resto se iniciaba la "segunda vuelta". Los equipos se volvían a enfrentar entre ellos, siguiendo el mismo orden del calendario, pero alterando el campo en el que jugaban. Todos los equipos se enfrentaban contra todos dos veces, una vez en cada campo. Esta liga la gestionó la Federación Española de Baloncesto (FEB) hasta 1983, momento en que los clubes, organizados en la recién creada Asociación de Clubs de Baloncesto (ACB), decidieron organizar la Liga ACB, una nueva competición independiente de la FEB. A pesar de ser, formalmente, dos competiciones distintas, con reglas y sistema de competición diferentes, la Liga ACB es considerada la continuación de la Primera División de la Liga Española de Baloncesto que organizaba la FEB. Por ello, muchos medios de comunicación hacen un solo palmarés con los campeones de las dos ligas, como si de la misma competición se tratase.





02

**Marco teórico**



2.1

## **Descripción del juego**



### **2.1.1 Definición.**

El juego del baloncesto lo juegan 2 equipos de 5 jugadores cada uno. El objetivo de cada equipo es encestar en la canasta del adversario e impedir que el equipo contrario enceste en la propia. La canasta en la que ataca un equipo es la de sus adversarios y la canasta que defiende es la suya. El vencedor será el equipo que haya logrado el mayor número de puntos al finalizar el tiempo de juego.

### **2.1.2 Terreno de juego.**

El terreno de juego será una superficie plana y dura, libre de obstáculos, con unas dimensiones de 28 metros de largo y 15 metros de ancho, medidos desde el borde interior de las líneas que lo delimitan. Se permiten unas dimensiones mínimas de 26x14 metros.

La pista trasera de un equipo se compone de su propia canasta, la parte del tablero que da al terreno de juego y la zona delimitada por la línea de fondo que se encuentra detrás de la canasta de ese equipo, las líneas laterales y la línea central. La pista delantera de un equipo se compone de la canasta de los adversarios, la parte del tablero que da al terreno de juego y la parte del terreno de juego delimitada por la línea de fondo que se encuentra detrás de la canasta de los adversarios, las líneas laterales y el borde más cercano a la canasta de los adversarios de la línea central.

### **2.1.3 Zonas de marca: las canastas.**

Las canastas se componen de los aros y las redes. Los aros, pintados de color naranja, están contruidos de acero macizo con un diámetro de 45 cm. La red se sujeta al aro por 12 lugares equidistantes a su alrededor. El dispositivo de sujeción de la red al aro no debe permitir la existencia de bordes afilados ni espacios que permitan la introducción de los dedos de los jugadores. El borde superior de cada aro se sitúa horizontalmente a 3.05 m del suelo y equidistante de los dos bordes verticales del tablero. El punto más cercano del borde interior del aro se halla a 15 cm de la superficie del tablero.

### **2.1.4 El balón.**

El balón es esférico, con una combinación de colores estandarizados. Presenta 8 sectores separados por juntas negras o blancas. La superficie exterior será de cuero, de caucho o de material sintético. La presión de aire con la que se infla el balón debe permitir que cuando se deje caer sobre la superficie del terreno de juego desde una altura aproximada de 1.80 m, rebote hasta una altura

aproximada de entre 1.20 m y 1.40 m. El balón presenta una circunferencia que oscila entre 74.9 cm y 78 cm y un peso no inferior a 567 g. ni mayor de 650 g.

### **2.1.5 Sistema de puntuación.**

Los tiros libres valen un punto (la línea de tiros libres se sitúa dentro del terreno de juego, paralela a 5.80 m del borde interior de la línea de fondo y su longitud es de 3.60 m). Los tiros dentro de la zona o dentro de la línea de triple valen dos puntos. Los tiros a partir de la línea de triple (a 6.75 m del centro del aro) valen tres puntos. Si el jugador está tirando un tiro libre y pisa la línea, el tiro quedará invalidado, en caso de que el jugador tire pisando la línea de 3 puntos el tiro será valorado como un tiro de 2 puntos.

### **2.1.6 Sustituciones.**

Una sustitución es una interrupción del partido solicitada por un jugador de banquillo para convertirse en jugador. Un equipo puede sustituir a uno o varios jugadores durante una oportunidad de sustitución. El número de sustituciones a lo largo de un partido es ilimitado, pudiendo producirse:

- En cualquiera de los dos equipos, cuando el balón queda muerto, el reloj de partido está parado y el árbitro ha finalizado su comunicación con la mesa de oficiales.
- En cualquiera de los dos equipos, cuando el balón queda muerto después de un último o único tiro libre convertido.
- En el equipo que recibe la canasta, cuando se convierte una canasta de campo durante los últimos dos minutos del cuarto período o los dos últimos minutos de cualquier período extra.

### **2.1.7 Posiciones de juego.**

El **base o 1**: normalmente es un jugador de menor talla que el resto (aunque en el baloncesto actual es cada vez menos característico). En ataque sube el balón hasta el campo contrario y dirige el juego de su equipo. Sus características habituales son: un buen control del balón, visión de juego y capacidad de dar buenos pases.

El **escolta o 2**: se caracteriza por su rapidez y agilidad. Suele aportar puntos al equipo con un buen tiro exterior (de dos y tres puntos). También puede ser un buen penetrador, generando así juego para su equipo.

El **alero o 3**: generalmente presenta una altura intermedia entre los jugadores interiores y los exteriores. Su juego presenta fuerza, agilidad y capacidad de tiro. Suele ser versátil, pudiendo jugar de cara o de espaldas a canasta.

El **ala-pívot o 4**: suele practicar un juego más físico que el del alero y en muchos casos su rol es muy similar al del pívot. Cabe decir que en el baloncesto actual esta posición ha evolucionado hacia un jugador con gran capacidad de tiro exterior, permitiendo con ello abrir el campo de ataque de su equipo (genera más espacios en la zona restringida por obligar a su defensor a salir de ella para defender el tiro exterior).

El **pívot o 5**: normalmente es uno de los jugadores de mayor altura del equipo y el más fuerte. El pívot usa su altura y su fuerza para obtener ventajas e intimidar cerca del aro. Un pívot que conjunte fuerza y agilidad es una pieza fundamental para su equipo.



2.2

## **Exigencia del baloncesto**



Según González-Badillo y Ribas (2002)<sup>12</sup>, la carga que soportan los jugadores, ya sea en un entrenamiento o durante una competición, es el “conjunto de exigencias psicológicas y biológicas (carga interna o real) provocadas por las actividades de entrenamiento [o competición] (carga externa o propuesta)” (Figura 2.2.1). En baloncesto encontramos estudios sobre la carga externa<sup>13-24</sup>, la carga interna<sup>25-27</sup> y sobre el efecto de la carga externa sobre las variables de carga interna<sup>28-31</sup>.

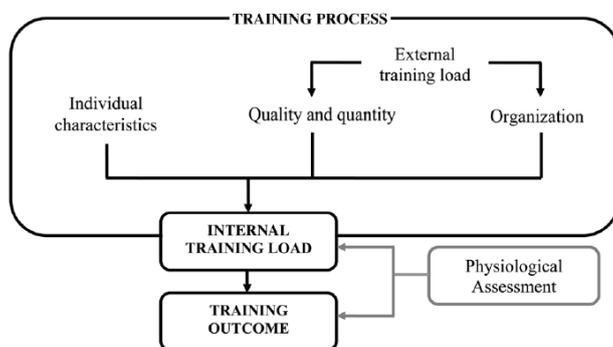


Figura 2.2.1. La carga de entrenamiento. (Impellizzeri y col., 2005).

## 2.2.1 Carga externa en competición.

### 2.2.1.1 Volumen (tiempo y distancia).

Un partido de baloncesto FIBA consta de 4 períodos de 10 minutos, con intervalos de descanso de 2 minutos entre 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> período (1<sup>a</sup> parte) y entre 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> (2<sup>a</sup> parte). Antes de cada período extra se descansan 2 minutos. Entre 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> parte, es decir, entre 2<sup>o</sup> y 3<sup>o</sup> período, se realiza un descanso de 15 minutos<sup>32</sup>. La posibilidad de hacer sustituciones indefinidas entre los 5 jugadores en pista y los de banquillo hace impredecible los minutos de juego de cada jugador. El tiempo total de partido, incluyendo los tiempos muertos, el descanso entre periodos y las interrupciones del juego, oscila entre 90 y 120 minutos.

Metros recorridos					
Año	Autor	Nivel	Min	Max	Avg
1941	Blake	Universitario	2000		2000
1972	Gradowska	Eq. Nacional	3809±465		3809
1973	Konzag & Frey	Eq. Nacional	4480		4480
1980	Cohen	1 <sup>a</sup> Div. Francesa	3890		3890
1985	Colli & Faina	1 <sup>a</sup> Div. Italiana	2775	3500	3137.5
1986	Riera	1 <sup>a</sup> Div. Española	5675		5675
1986	Karger	Femenino (10 min)	925		3700
1987	Galiano		5712		5712
1987	Grosgeorge		5170		5170
1988	Hernández Moreno	1 <sup>a</sup> Div. Española	5763		5763
1993	Cañizares & Sampedro	Nacional e Internacional	3755.22		3755.22
1995	McInnes y col.	1 <sup>a</sup> Div. Australiana	1340	2430	1885
1998	Janeira & Maia	1 <sup>a</sup> Div. Portuguesa	4955		4955
2002	Sousa (en FEB, 2007:15)				5800
2010	Ben Abdelkrim y col.	Juniors Túnez	6338	8397	7558

Tabla 2.2.1. Principales publicaciones que analizan los metros recorridos en baloncesto. Min: mínimo; Max: máximo; Avg: Promedio.

Los metros recorridos en un partido de baloncesto, según la bibliografía consultada, oscilan entre 925 m y 7558 m, con un valor medio de 4486 m. En caso de considerar solo las publicaciones posteriores al año 2000 la media de metros cubiertos en un partido asciende a 6679 m (Tabla 2.2.1).

### 2.2.1.2 Intensidad de las acciones.

A la espera de más investigaciones con nuevas tecnologías de registro (AMISCO, PROZONE, GPS *indoor*, etc.), la intensidad (velocidad) y tipos de movimientos que se dan en los deportes colectivos, se han estudiado, mayoritariamente, mediante el análisis de video (*time motion*) (Tabla 2.2.2). En estos estudios, se concluye que los deportes colectivos se caracterizan por la repetición de acciones de máxima intensidad y descansos de recuperación incompleta<sup>33-34</sup>. El baloncesto, a su vez, sigue dicho patrón, presentando muchas acciones de alta intensidad como aceleraciones, *sprints* y cambios de dirección, además de requerir la capacidad de repetir varias veces dichos patrones (resistencia a la velocidad o *Repeat Sprint Ability -RSA*)<sup>20, 35-37</sup>. Lorenzo (2000) introduce el concepto de eficacia en la velocidad, donde se matiza que la resolución de las diferentes acciones del juego debe producirse a la máxima intensidad pero con precisión, en función del móvil, la canasta, el espacio de juego, los compañeros y los adversarios<sup>38</sup>.

Velocidad de cada patrón de movimiento		
Patrón	Velocidad	
Parado	0 km/h	0 m/s
Caminar	<6 km/h	<1.69 m/s
Trotar	6.1-12 km/h	1.70-1.34 m/s
Carrera Moderada	12.1-18 km/h	1.35-5.00 m/s
Carrera Rápida	18.1-24 km/h	5.01-6.67 m/s
Sprint	>24 km/h	>6.67 m/s
Desplaz. Lateral Lento	<6 km/h	<1.69 m/s
Desplaz. Lateral Moderado	6.1-9 km/h	1.70-2.50 m/s
Desplaz. Lateral Rápido	>9 km/h	>2.50 m/s
Carreras Laterales	>12 km/h	>1.34 m/s

Tabla 2.2.2. Velocidades de desplazamiento. Modificado de la adaptación de McInnes y col. (1995) en Ben Abdelkrim y col. (2010)

En los primeros estudios, como el realizado por Fox y Mathews en 1976, se encontró que el 50% del tiempo de juego el jugador se desplazaba a una velocidad inferior a 3 m/s, el 15% entre 3 y 5 m/s y, tan solo un 1.25% el jugador realizaba acciones a 5 m/s o más. Por su parte, Riera (1986)<sup>18</sup> obtuvo que el 90% del tiempo total de juego las acciones se realizaban entre 0 y 3 m/s. Grosgeorge y Buteau (1988) no observaron nunca velocidades superiores a los 25 km/h (6.95 m/s). En función de la posición de juego, Colli y Faina (1985)<sup>17</sup> constataron que el base se desplaza a tres ritmos diferentes distribuidos de forma equitativa: ritmo medio (1-3 m/s), ritmo rápido (3-5 m/s), ritmo máximo (>5 m/s). Riera (1986) obtuvo que el ritmo que predominaba en esa misma posición era el medio (1-3 m/s), dándose durante el 50% del tiempo de juego.

A partir del estudio de McInnes y col. (1995)<sup>22</sup>, que propuso diez patrones de movimiento distintos en función de la velocidad de desplazamiento (Tabla 2.2.2), han surgido nuevas investigaciones (Tabla 2.2.3). Hoffman y Maresh (2000) determinaron que el 34.6% del tiempo total

de juego se realizan movimientos “arrastrando” los pies (desplazamientos laterales), el 31.2 % de carrera (de leve a intensa), el 4.6% de salto y el 29.6% andando. El grupo de Ben Abdelkrim y col.<sup>29, 39-40</sup>, obtuvo que un 11.5% del tiempo de juego se realizan acciones de alta intensidad, un 11% de intensidad moderada, un 14% de baja intensidad y un 63% se está recuperando (Figura 2.2.2). Este mismo grupo, reporta diferencias significativas de las distancias recorridas a cada velocidad en función del momento del partido, destacando el aumento de los metros recorridos trotando y caminando y la reducción de *sprints* y aceleraciones en la segunda mitad del mismo<sup>39</sup>. Por su parte, Mathew y Delextrat (2009) en su estudio del *time motion* en mujeres, concluyen que el cambio de reglas del año 2000 ha significado un aumento de la carga externa (e interna) y que sus resultados son significativamente inferiores a los obtenidos en hombres<sup>30</sup>. Los resultados aportados por el grupo de Ben Abdelkrim y col. (2007-2010) reflejan ese incremento de la carga externa en equipos masculinos (Figura 2.2.2).

Tipo y duración de las acciones				
Año	Autor	Nivel	Tipo o Intervalo de acción	T <sup>o</sup> juego (%)
2000	Hoffman & Maresh	NCAA	1 acción intensa c/ 21 seg. (2-3 seg)	15 %
2003	Apostolidis y col.	Equipo Nacional Júnior (Grecia)	Act. Muy int.	13 %
			Act. Intensas	65 %
			Act. Bajas-moderadas	22 %
2006	Tessitore y col.	Jugadores de baloncesto mayores	Salto	1.0 %
			Correr	17 %
			Caminar	48 %
			Parado	15 %
2007	Ben Abdelkrim y col.	Equipo Nacional Júnior (Túnez)	Sprint	5.3 %
			Movim. específico (Int. alta)	8.8 %
			Salto	2.1 %
			Total (intensidad alta)	16.1 %
			Correr	10.4 %
			Movim. específico (Int. media)	17.7 %
			Total (intensidad media)	28.1 %
			Trotar	11.6 %
			Movim. específico (Int. baja)	14.2 %
			Total (intensidad baja)	25.8 %
			Caminar	14.4 %
Parado	15.5 %			
Total (recuperación)	29.9 %			
2010a	Ben Abdelkrim y col.	Equipo Nacional Júnior (Túnez)	Acciones intensidad alta	11.5 %
			Acciones intensidad media	11.0 %
			Acciones intensidad baja	14.1 %
			Recuperación	63.3 %
2010b	Ben Abdelkrim y col.	Equipo Nacional Júnior (Túnez)	Sprint	6.0 %
			Movim. específico (Int. alta)	9.3 %
			Salto	2.0 %
			Posicionamiento	2.5 %
			Bloqueo	1.6 %
			Acciones estáticas intensas	4.1 %
			Total (intensidad alta)	20.3 %
			Correr	10.2 %
			Movim. específico (Int. media)	14.2 %
			Total (intensidad moderada)	24.4 %
			Trote	11.3 %
Movim. específico (Int. baja)	13.6 %			
Total (intensidad baja)	24.8 %			
Caminar	14.2 %			
Parado	13.9 %			
Total (recuperación)	28.1 %			

Tabla 2.2.3. Investigaciones posteriores al año 2000 que analizan el tipo y porcentaje del tiempo de juego y pausa de las acciones en baloncesto.

T<sup>o</sup> juego (%): Porcentaje del tiempo de juego.

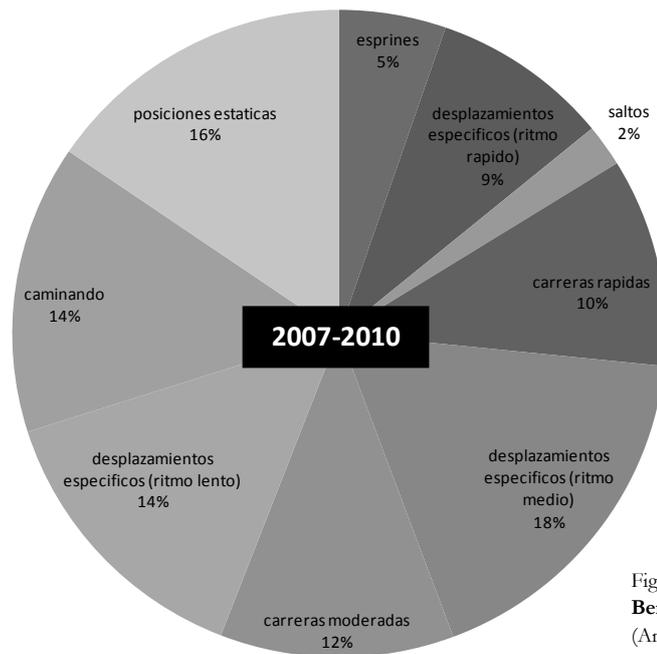


Figura 2.2.2. Agrupación de los resultados de Ben Abdelkrim y col. entre 2007 y 2010. (Anne Deletrat, 2011 -comunicación personal-).

### 2.2.1.3 Duración y densidad de los esfuerzos y las pausas.

Los trabajos realizados en los años 80 y 90, donde se estudiaron las acciones y densidades de trabajo en baloncesto<sup>17, 21, 24, 41</sup>, obtuvieron resultados muy similares. Los tiempos de trabajo eran superiores a los de descanso (densidad 2:1)<sup>17</sup>, y el 60-70% de las acciones de juego presentaban duraciones inferiores a 40 segundos. En estas publicaciones, ya se concluía que en situaciones de final de partido la densidad de juego se aumentaba a 1:1 (Tabla 2.2.4).

Los estudios posteriores al año 2000<sup>36, 40, 42-44</sup> (con la modificación de la regla de posesión<sup>45</sup>) presentan un aumento en la densidad media de juego (1:1) -con predominio de períodos de trabajo y descanso de 15 segundos cada uno<sup>43</sup>-, obtienen porcentajes más elevados de acciones de mayor intensidad<sup>40</sup> y establecen que el tiempo de duración de las acciones intensas<sup>36, 40, 43</sup> oscila entre 2 y 5 segundos<sup>36</sup> -predominando las de 2 segundos<sup>40</sup>-. En el estudio más reciente, Ben Abdelkrim y col. (2010) obtienen una densidad media de 1:3.6, siendo mayor en la 1ª mitad del partido respecto a la 2ª ( $1:3.2 \pm 1:0.6$  *Vs.*  $1:4.1 \pm 1:0.5$ ;  $p < 0.05$ )<sup>39</sup>. Si sólo consideramos las acciones muy intensas la densidad varía: acciones máximas de 2-3 segundos se dan cada 21 segundos (1:10)<sup>22, 36, 39</sup> (Tabla 2.2.4).

Duración de las acciones					
Año	Autor	Nivel	Intervalo	T° juego (%)	T° pausa (%)
1985	Colli & Faina	1ª División (Italiana)	0-20"	27.9 %	30.1 %
			21"-40"	29.3 %	27.3 %
			41"-60"	13.9 %	
			0-40"	57.2 %	57.4 %
			11"-40"	51.8 %	
1987	Dal Monte y col.	1ª División (Italiana)	< 20"	16 %	
			> 1'	"muy escasas"	
1988	Hernández Moreno	1ª División (España)	0-20"	41.4 %	50.8 %
			21"-40"	30.7 %	30.7 %
			41"-60"	14.8 %	-
			0-40"	72.1 %	81.5 %
1993	Cañizares & Sampietro	Nacional e Internacional	0-20"	26.56 %	44.82 %
			21"-40"	37.5 %	36.2 %
			41"-60"	21.87 %	-
			0-40"	64.06 %	81.02 %
1993	Buscató	NBA	0-30"	62.3 %	
		ACB	20"-40"	47 %	
		FIBA	10"-50"	67.9 %	
1995	McInnes y col.	Australian National Basketball League (ANBL)	Duración media (seg)		
			Salto	0.9	
			Sprint	1.7	
			Corriendo	2.3	
			Trotando	2.5	
			Desplaz. Lateral (rápido)	2	
			Desplaz. Lateral (moderado)	1.9	
			Desplaz. Lateral (lento)	1.8	
			Caminar / Parado	2.5	
2002	Papadopoulos y col.	1ª División (Alemania e Internacional)	< 1'	88 %	86 %
			16"		
2002	Barrios	ACB	T° medio de acción	30,7 seg.	
			Nº pausas	72	
			1"-10"	20.9 %	14.9 %
			11"-20"	24.5 %	31.5 %
			1"-20"	45.4 %	46.4 %
			21"-40"	27.9 %	26.3 %
			>120"	1.5 %	2 %
		1/partido			
2007	Ben Abdelkrim y col.	Equipo Nacional Júnior (Túnez)	Duración media (seg)		
			Sprint	2.1	
			Movim. específico (Int. alta)	2	
			Salto	1	
			Total (intensidad alta)	1.8	
			Correr	2.3	
			Movim. específico (Int. media)	1.9	
			Total (intensidad media)	2.1	
			Trotar	2.2	
			Movim. específico (Int. baja)	1.7	
			Total (intensidad baja)	1.9	
			Caminar	2.4	
Parado	2.3				
Total (recuperación)	2.3				

Tabla 2.2.4. Tipo y duración de las acciones en baloncesto. T° juego (%): Porcentaje del tiempo de juego; T° pausa (%): Porcentaje del tiempo de pausa.

#### 2.2.1.4 Frecuencia de acciones.

En el baloncesto actual se desarrollan alrededor de 1000 acciones por partido (Tabla 2.2.5)<sup>29, 40</sup>: 44 saltos, 55 *sprints*, 97 carreras rápidas, 113 carreras moderadas, 276 acciones de recuperación o descanso, 175 desplazamientos laterales (ritmo lento), 197 desplazamientos laterales (ritmo medio), 94 desplazamientos laterales (ritmo rápido); cambiando de patrón cada 2-3 segundos<sup>22, 40</sup>. Es importante destacar que no se encuentran patrones de movimiento periódicos ni estándar, lo que ha llevado a considerar el baloncesto como un deporte intermitente imprevisible (estocástico)<sup>44, 46</sup>.

Frecuencia de acciones				
	Antes del 2000		Después del 2000	
	McInnes (1995)		Ben Abdelkrim (2007)	Dif.
Salto	46	≈	44	-4 %
Sprints	105	>	55	-48 %
Carrera rápida	107	>	97	-9 %
Carrera moderada	99	<	113	14 %
Acciones de recuperación	295	>	276	-6 %
Desplaz. Lateral (lento)	168	<	175	4 %
Desplaz. Lateral (moderado)	114	<	197	73 %
Desplaz. Lateral (rápido)	63	<	94	49 %
Total	997	≈	1051	5 %

Tabla 2.2.5. Diferencia entre la frecuencia de acciones antes y después del año 2000.

### 2.2.1.5 Análisis de la acción del salto.

Según Rojas y col. (2000), la acción del salto es la que más participa en el resultado final de un partido de baloncesto (41% de los puntos totales)<sup>47</sup>. Entre diversas pruebas de laboratorio, el rendimiento en el salto vertical es la variable que presenta una mayor correlación con el tiempo de juego (NCAA) ( $r=-0.68$ ;  $p<0.05$ )<sup>48</sup>. Por otro lado, la fatiga acumulada a lo largo de un partido merma la capacidad de salto, observándose una disminución progresiva de los valores de la altura del salto obtenidos antes, durante y después de la competición<sup>29, 49</sup>. Los cuartos que más saltos presentan son el 1º y el 3º<sup>29</sup>. En cuanto al número de saltos que realiza un jugador a lo largo de un partido, las investigaciones presentan resultados dispares, pero a modo de referencia, los valores se sitúan entre 42 y 46 saltos por jugador<sup>22, 29, 40</sup>.

### 2.2.1.6 Volumen de musculatura implicada.

El baloncesto es un deporte que se caracteriza por una gran variedad de patrones de movimiento asociados a un proceso de toma de decisión, las tareas son muy abiertas y las acciones motrices muy dispares, representando gran complejidad para el jugador: gestos con o sin oposición, con o sin balón, en cadena cinética abierta, en cadena cinética cerrada, monopodales, bipodales, etc. Para ello se utiliza un gran número de músculos en la ejecución de cada uno de los gestos técnicos. En este sentido, y basándonos en la clasificación propuesta por Zintl (1991)<sup>33</sup>, en la práctica del baloncesto se utiliza, simultáneamente, entre 1/6 y 1/7 parte de la musculatura total del deportista (entre miembros superiores e inferiores). Si además atendemos a la taxonomía de deportes dispuesta por Mitchell y col. (1994)<sup>50</sup>, consideramos el baloncesto un deporte dinámico en el que se moviliza una gran cantidad de musculatura con poco desarrollo de fuerza (máxima).

### 2.2.1.7 Variables que influyen en la carga externa.

En las diferentes variables de carga externa analizadas hasta el momento se han referido los resultados de investigaciones llevadas a cabo con hombres (por ser la muestra de este estudio), pero cabe decir que dichos valores se ven influenciadas significativamente por el género<sup>30</sup>, el nivel del jugador<sup>29</sup>, la posición de juego<sup>40</sup> y el estilo de juego<sup>29</sup>. En este sentido, existe una modificación del

reglamento que ha alterado la exigencia del baloncesto: la reducción del tiempo de posesión de 30 a 24 segundos (año 2000) ha significado un aumento de la intensidad del juego (número de posesiones por partido, número de tiros, número de saltos, exigencia física, etc.)<sup>40, 45, 51</sup>.

### **2.2.1.8 Resumen.**

Los estudios posteriores al año 2000, por la modificación de la regla de 24 s y 8 s, presentan un perfil de juego más intenso y exigente<sup>30, 40, 42, 45</sup>. Este argumento debe hacernos reflexionar sobre la consideración que merecen los resultados obtenidos por investigaciones anteriores al año 2000. Los valores de carga externa pueden verse influenciados significativamente por el género<sup>30</sup>, el nivel del jugador<sup>29</sup>, la posición de juego<sup>40</sup>, el momento del partido (o período de juego)<sup>29</sup>, y el estilo de juego<sup>29</sup>. La posibilidad de hacer sustituciones indefinidas entre los 5 jugadores en pista y los de banquillo hace impredecible los minutos de juego de cada jugador. Se recorren entre 4500 y 6700 m por partido, desarrollándose alrededor de 1000 acciones, de las cuales aproximadamente 44 son saltos, cambiando de patrón cada 2-3 s<sup>22, 40</sup>. La densidad media de juego es 1:1 (15 segundos)<sup>43</sup> y se establece que el tiempo de duración de las acciones intensas oscila entre 2 y 5 s<sup>36</sup>, predominando las de 2 s<sup>40</sup>. La densidad de acciones máximas es 1:10 (2-3 segundos)<sup>36, 39</sup>. Es importante destacar que no se encuentran patrones de movimiento periódicos, lo que ha llevado a considerar el baloncesto como un deporte intermitente imprevisible<sup>44, 46</sup>. La fatiga acumulada a lo largo de un partido merma las acciones de alta intensidad<sup>29, 49</sup>.

Las nuevas tecnologías (GPS, acelerómetros, etc.) empleadas en recientes estudios como el de Montgomery y col (2010)<sup>31</sup> es el inicio de una nueva era en la evaluación de las variables de carga externa.

## **2.2.2 Carga Interna en competición.**

### **2.2.2.1 Frecuencia cardíaca.**

La relación entre la frecuencia cardíaca (FC) y la carga de trabajo es relativamente estable en esfuerzos continuos extensivos por debajo del umbral aeróbico, siempre que impliquen un volumen de masa muscular importante<sup>52-53</sup>. En los deportes colectivos, las constantes y breves paradas que les caracterizan, hacen difícil poder discriminar un valor de FC representativo del ejercicio o de la sesión<sup>54</sup>. Aún así, existen diversos autores que consideran la FC como un método válido y práctico para estimar la demanda fisiológica durante diversas actividades, incluidos deportes de equipo de carácter intermitente como el fútbol<sup>55-56</sup>. En baloncesto encontramos un gran número de

publicaciones donde se estudia la respuesta cardiaca a lo largo de un partido<sup>17, 22-23, 26-28, 30-31, 36, 41, 57-68</sup>, considerándose un método fiable para controlar el impacto fisiológico<sup>29</sup>.

En la tesis doctoral del Dr. Refoyo (2001) ya se reflexionaba sobre la influencia de las pausas en el baloncesto en la frecuencia cardiaca: “las pausas existentes, así como las fases de intensidad moderada dentro de las acciones de juego en las que no participa directamente dicho jugador, son insuficientes para hacer descender significativamente la FC. La exigencia energética del juego en dichos momentos no se corresponde con la FC, por lo que podemos deducir que la vía energética que estaría actuando en dichas fases sería la vía aeróbica y que tendría como principal función la recuperación de esfuerzos de carácter aeróbico y anaeróbico, tanto lácticos como alácticos”<sup>69</sup>.

La FC media del tiempo de juego, en una competición de categoría sénior masculino, oscila entre 165 y 170 latidos por minuto (lpm) (Tabla 2.2.6), presentando un rango de 140-208 lpm, según la bibliografía consultada. Los valores varían en función de las diferentes acciones del juego (defender, atacar, tener o no el balón, 1c1, 5c5, etc.)<sup>68, 70</sup>, del momento del partido (o período de juego)<sup>23, 29, 69</sup>, de la posición de juego (base, alero, pívot)<sup>26, 71</sup> y de la categoría (formación o sénior)<sup>62, 67</sup>. Janeira y Maia (1998) presentan valores medios de FC de  $168.1 \pm 9$  lpm, similares a los 169.8 obtenidos del promedio de FC media de los estudios consultados. Dichos valores se sitúan entre el 80% y el 90% de la FC máxima (FCmax) del jugador<sup>22, 28</sup>. Durante el 75% del tiempo total de juego los valores de FC superan el 85% de la FCmax y el 15% superan el 95% de FCmax<sup>22</sup>, resultados similares a los de otros estudios.

Frecuencia cardíaca promedio			
Año	Autor	Nivel	Avg
1970	Ramsey y col.	Universitario	170
1985	Colli & Faina	1ª Div. Italiana	170
1992	Sampedro	1ª Div. Española	165
1995	McInnes y col.	1ª Div. Australiana	168
1997	López-Calbet y col.	Cadetes	188
1998	Janeira & Maia	1ª Div. Portuguesa	167
2003	Blanco & De Brito	Pre-adolescentes y adolescentes	169
2007	Ben Abdelkrim y col.	Equipo Nacional Junior	171
2008	Vaquera y col.	2ª Div. Española (LEB)	156
2009	Ben Abdelkrim y col.	Equipo Nacional Junior	175
2010	Ben Abdelkrim y col.	Equipo Nacional Junior	175

Tabla 2.2.6. Promedios de frecuencia cardíaca en competición. Avg: promedio

### 2.2.2.2 Consumo de oxígeno máximo.

Del mismo modo que la FC, el consumo de oxígeno máximo ( $VO_2$ máx) presenta relación con la carga de trabajo y con la propia FC en esfuerzos continuos extensivos por debajo del umbral aeróbico, siempre que impliquen un volumen de masa muscular importante<sup>52-53, 64</sup>. El control del  $VO_2$  durante el ejercicio ha sido empleado habitualmente para evaluar el rendimiento aeróbico, considerándose un buen indicador de la capacidad cardiopulmonar y muscular<sup>72</sup>.

Existen cantidad de valores de referencia de  $\text{VO}_2\text{máx}$  en función de la actividad realizada. En deportes de resistencia (en inglés *endurance*), se establecen valores superiores a 70 ml/kg/min. y no inferiores a 60 ml/kg/min. de  $\text{VO}_2\text{máx}$  para competir a nivel internacional<sup>73</sup>. En baloncesto, el valor medio de  $\text{VO}_2\text{máx}$  (obtenido mediante pruebas de laboratorio) de los estudios consultados es de  $53.3 \pm 5.2$  ml/kg/min. (Tabla 2.2.7), pero se han llegado a obtener valores de hasta 74.4 ml/kg/min. en jugadores jóvenes<sup>44</sup>. El trabajo de Narazaki y col. (2008), probablemente sea la referencia sobre el  $\text{VO}_2$  obtenido durante un partido, presentando valores medios de  $36.9 \pm 2.6$  ml/kg/min. en hombres ( $n=6$ ;  $20.8 \pm 1.0$  años), representando el  $66.7 \pm 7.5$  % del  $\text{VO}_2\text{max}^{28}$ .

Consumos de oxígeno máximo ( $\text{VO}_2\text{max}$ )			
Año	Autor	Nivel	ml/kg/min
1956	Anstrand & Rodahl	?	60
1967	Cumming y col.		53
1974	Coleman y col.	Universitarios	51.1 - 50.3
1975	Parnat y col.	Nacionales	$55.3 \pm 1.8$
1977	Cabrera	Senior	$50.4 \pm 5.68$
1977	Withers y col.	Nacionales	$58.5 \pm 6.68$
1978	Parr y col.	NBA	41.9 - 50
1978	Verma y col.	Nacionales	53.4 - 54.2
1978	Bergh y col.	?	52.3
1979	Bruce & Maresh	Universitarios	43.1
1984	Ecclache		50
1987	DalMonte y col.	Nacionales	$54.8 \pm 5.2$
1987	Rosa y col.		59
1987	Rost		50
1988	Garl y col.	Universitarios	55.2
1989	Aragonés	Senior	55.9 - 57.2
1990	Jousellín y col.	Selección	57.5
1990	Layús y col.	Local	$57.6 \pm 5.41$
1990	González & Rubio	?	$49.3 \pm 5$
1995	McInnes y col.	NBL	$60.7 \pm 8.6$
1995	Tavino y col.	Universitarios	61.8 - 65.2
2001	Petrovic y col.	Selección Cadete YUG	$43.43 \pm 8.82$
2004	Calleja y col.	Selección Júnior S.XXI	$56.9 \pm 1.7$
2008	Narazaki y col.	Universitarios	$57.5 \pm 8.2$
2010	Ben Abdelkrim y col.	Internacionales	$54.4 \pm 1.9$
2010	Ben Abdelkrim y col.	Nacionales	$51.6 \pm 2.0$

Tabla 2.2.7. Consumos de oxígeno máximo en jugadores de baloncesto en competición.

Según investigaciones recientes, existe una relación positiva entre la capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad y los valores de  $\text{VO}_2\text{máx}$  obtenidos en laboratorio<sup>28-29</sup> (Figuras 2.2.3 y 2.2.4). Esto podría justificarse porque una mejora del perfil aeróbico permite que esfuerzos anaeróbicos se vuelvan aeróbicos (retrasando así la aparición de la fatiga), mejora la recuperación de los esfuerzos anaeróbicos y permite mantener una mejor eficiencia técnica durante más tiempo<sup>74</sup>.

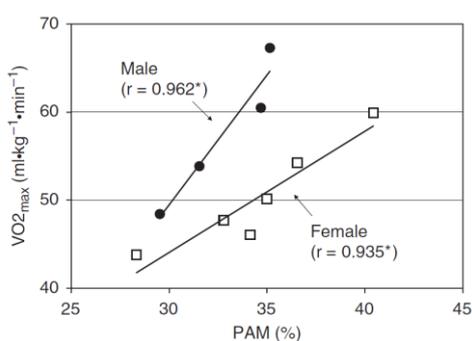


Figura 2.2.3. Relación entre consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2\text{max}$ ) y acciones de alta intensidad (PAM) (Narazaki y col., 2008).

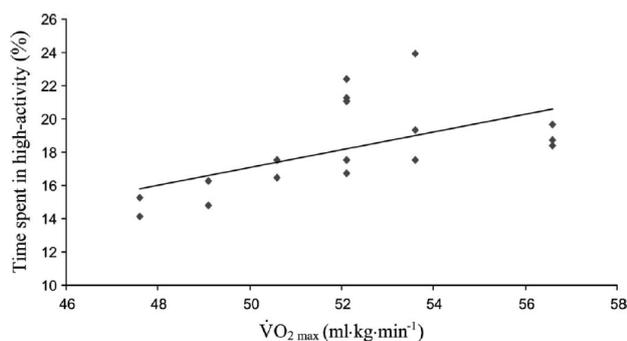


Figura 2.2.4. Relación entre el porcentaje de tiempo realizando acciones de alta intensidad y consumo de oxígeno ( $\text{VO}_2\text{max}$ ) (Ben Abdelkrim y col., 2010).

### 2.2.2.3 Concentración de lactato.

El pico de concentración de lactato en sangre (o lactacidemia) después de un ejercicio intenso ha sido utilizado como indicador de la liberación de energía anaeróbica durante dicho esfuerzo<sup>72, 75</sup>. Este indicador se ha empleado también en deportes colectivos por presentar esfuerzos intermitentes de alta intensidad<sup>22, 40</sup>. Calleja y col. (2008) explican las limitaciones de analizar este marcador con el fin de evaluar la energía generada por vía anaeróbica<sup>25</sup>:

- 1 La concentración de lactato en sangre (que es la que analizamos) y la de ácido láctico en músculo puede diferir significativamente;
- 2 La variabilidad del espacio de dilución del lactato en sangre (influenciado por factores como la hidratación);
- 3 La gran velocidad de reciclaje que presenta el lactato (antes de que se haya equilibrado la concentración de lactato en el músculo con la concentración en la sangre, una gran fracción de este habrá sido metabolizada en el propio músculo, en otros músculos, en el hígado o en el corazón);
- 4 El ácido láctico también se produce durante la glucólisis, por la acumulación de piruvato, que activa la enzima lactato deshidrogenasa (LDH) y lo convierte en lactato.

Los autores concluyen que si bien es cierto que la lactacidemia puede dar una orientación de la extensión de la glucólisis, no debe ser usada como una medida cuantitativa de la capacidad anaeróbica, puesto que la propia glucólisis genera lactato por la acumulación de piruvato.

La gran dispersión de resultados obtenidos en baloncesto podría deberse al momento de toma de la muestra de sangre<sup>64</sup>, que habitualmente suele hacerse cuando el jugador es sustituido o durante los tiempos muertos. Esta metodología puede proporcionar resultados que no representen el dispendio energético real, porque durante las interrupciones que se dan en el partido se metaboliza lactato mediante el metabolismo aeróbico, descendiendo así sus valores<sup>64</sup>.

McInnes y col. (1995) encuentran valores medios de lactacidemia de  $6.8 \pm 2.8$  mMol/L, que coincidirían con muchas de las referencias consultadas<sup>40, 76</sup>, pero Terrados y Tramullas (2003 en una comunicación personal) han llegado a encontrar valores máximos de concentración de lactato de entre 12 y 14 mMol/L. Por otro lado, la elevada FC media durante períodos relativamente largos durante la competición ( $>7$  min), podría reflejar la actividad cardiovascular para aportar el oxígeno correspondiente a la deuda de O<sub>2</sub> provocada por las acciones de alta intensidad. Es decir, el aporte de oxígeno durante momentos de baja o moderada actividad iría destinado a recuperar los depósitos de ATP y PC y, en su caso, a la oxidación de La<sup>+</sup>, producido en acciones intensas y duraderas. Esto podría explicar porque los valores medios de lactacidemia son moderados-bajos (Cohen<sup>16</sup>:  $1.4 \pm 0.7$ ; Colli y Faina<sup>17</sup>: 4.2; Buteau<sup>77</sup>:  $4.5 \pm 0.8$ ; Buteau<sup>77</sup>:  $2.9 \pm 0.9$ ; Rodríguez-Alonso<sup>26</sup>:  $4.5 \pm 2.2$ ; Janeira y Maia<sup>23</sup>:  $2.3 \pm 1.3$ ; Terrados<sup>66</sup>:  $5.1 \pm 2.4$ ; mMol/L) y los valores máximos son moderados-

altos (McInnes<sup>22</sup>:  $8.5 \pm 3.1$ ; Rodríguez-Alonso<sup>26</sup>:  $9.7 \pm 2.3$ ; Terrados y Tramullas: 12-14; mMol/L)<sup>69</sup>.

Del mismo modo que con el  $VO_2$ máx, según investigaciones recientes, existe una relación positiva entre el número de acciones de alta intensidad realizadas y los valores de concentración de lactato durante un partido de baloncesto<sup>29</sup> (Figura 2.2.5).

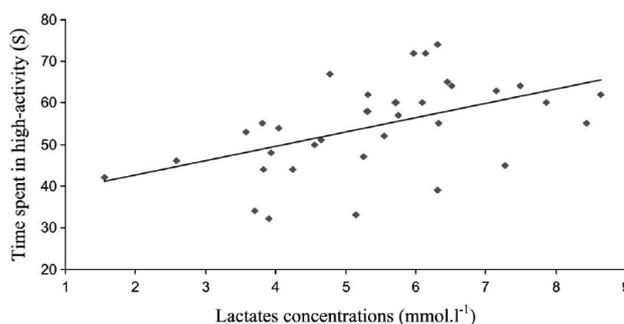


Figura 2.2.5. Relación entre el tiempo realizando acciones de alta intensidad y la lactacidemia (Ben Abdelkrim y col., 2010).

#### 2.2.2.4 Parámetros enzimáticos.

Las enzimas son catalizadores de los procesos bioquímicos que hacen posible la reacción o aseguran la liberación de energía para la misma, así como la resíntesis de los compuestos utilizados<sup>78</sup>. Desde el punto de vista de las respuestas inducidas por el ejercicio, el aumento de enzimas en sangre depende de la naturaleza de los ejercicios realizados (Saltin & Gollnick, 1983; Viru, 1995)<sup>79</sup>. En este sentido, las enzimas han sido utilizadas para analizar el impacto de la carga y el estado de recuperación de los deportistas; considerándose indicadoras del grado de adaptación metabólica a la actividad física<sup>78</sup>. En el deporte, probablemente las más estudiadas hayan sido las enzimas musculares creatinfosfoquinasa o creatinquinasa (CPK o CK, fracción esquelética)<sup>80-81</sup> y lactatodeshidrogenasa (LDH, isoformas F y M)<sup>82</sup>. Principalmente la CPK (así como la aspartatoaminotransferasa<sup>83</sup>) ha sido empleada para el control del daño muscular, pero su relación con los impactos recibidos por el jugador relativizan su valor como indicador cuantitativo de la carga física del ejercicio<sup>84</sup>. En baloncesto, al igual que en otros deportes, estas enzimas aumentan significativamente sus concentraciones después del entrenamiento o la competición, presentando valores cercanos a los basales después de 48hs: CPK<sup>85-88</sup>, LDH<sup>85, 87-90</sup> (Figura 2.2.6). Los estudios de los marcadores enzimáticos de daño muscular establecen que la recuperación metabólica a nivel muscular tras disputar un partido se sitúa entre 48 y 72hs<sup>85-86, 91</sup>. Por otro lado, en un estudio sobre la respuesta de la enolasa (NSE) después de un partido de baloncesto, Stalnacke y col. (2003) no encontraron cambios significativos pre- y post- partido pero hallaron una correlación positiva con el número de saltos<sup>92</sup>.

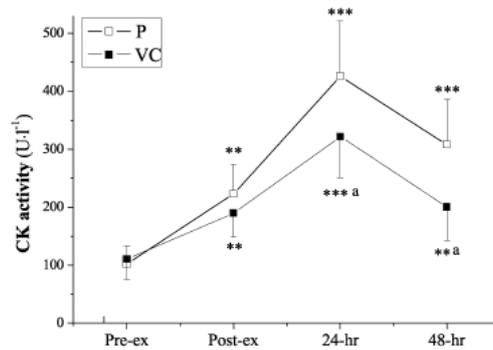


Figura 2.2.6. Comportamiento de la creatinquinasa (CK) pre- y post- ejercicio (Nie y col., 2008).

### 2.2.2.5 Modificación de minerales e iones.

Una concentración óptima de minerales en sangre es fundamental para un correcto funcionamiento de las reacciones químicas que se producen en el cuerpo humano. Por ejemplo, un aporte adecuado de sodio (Na) y potasio (K) es determinante para mantener un funcionamiento adecuado de la bomba Na–K<sup>93</sup>, pero otros minerales, como el calcio (Ca), también tienen importancia por ser componentes estructurales, en este caso del hueso, además de ser inductor en la contracción y relajación muscular. La capacidad de rendimiento de los deportistas se relaciona con la variación de estos elementos, especialmente importante cuando se eliminan grandes cantidades mediante el sudor<sup>94</sup>.

En baloncesto se han publicado pocos estudios que evalúen estos parámetros. El trabajo del grupo de Cuzzolin y col. (1992) no observaron ningún cambio aparente en la concentración de minerales (Na, K, Ca) ni durante, ni después de un partido<sup>95</sup>. Sin embargo, en un estudio reciente de Calleja y col. (2005), se valoraron los cambios de Cloro (Cl), Na y K antes, inmediatamente después y 48 horas después de dos partidos oficiales, en jugadores de la selección española junior. Los valores de K se modificaron significativamente al finalizar el partido respecto a los valores previos ( $p < 0.05$ ), pero no se observaron cambios significativos en las concentraciones de Cl y Na<sup>96</sup>. Dichos resultados no coinciden con los datos de Cuzzolin y col.<sup>95</sup>, lo que confirma la necesidad de seguir estudiando estos parámetros en situaciones reales de entrenamiento y competición. También durante el entrenamiento regular, hay algunas investigaciones que han analizado la respuesta de otros iones, observando incrementos significativos de cobre (Cu) y Zinc (Zn) después de una sesión de entrenamiento con un grupo de jugadores de baloncesto universitarios<sup>97</sup>.

El hierro (Fe), es un elemento muy estudiado en la literatura científica dado que su deficiencia tiene una relación directa sobre el rendimiento deportivo<sup>98</sup>, no sólo por su relación con la anemia ferropénica, sino porque puede afectar al rendimiento incluso en situaciones sin anemia establecida<sup>99</sup>. Una alteración en la dinámica de hierro afectará también a la recuperación del deportista<sup>100</sup>.

Algunos estudios han sugerido que los jugadores de baloncesto presentan valores significativamente más bajos de Fe que deportistas de otras especialidades de similar composición corporal.<sup>101</sup> En el año 2004 se estudió el metabolismo del Fe (ferritina y saturación de transferrina) en jugadores de baloncesto internacionales de diferentes categorías. Los resultados muestran que un 22% del grupo estudiado padecía una carencia de Fe y un 25 % presentaba anemia<sup>102</sup>. Para evitar dichos estados se recomienda un análisis periódico de esta variable<sup>103</sup>.

#### **2.2.2.6 Otras variaciones bioquímicas.**

La urea (U) como metabolito final del ciclo de las purinas, incrementa sus niveles después de un ejercicio a intensidad relativamente baja<sup>104</sup>, considerándose, por algunos autores, un indicador de la carga interna de entrenamiento con relación al volumen<sup>105</sup>. En el estudio de Calleja y col. (2008) la concentración de U se incrementó de forma muy significativa después de un partido de baloncesto<sup>85</sup>. Este marcador podría ser de utilidad para evaluar el efecto de la acumulación de entrenamientos y competiciones<sup>79</sup>.

#### **2.2.2.7 Variables psicofisiológicas. El estado emocional.**

Según el libro de Stefano Tamorri, “Neurociencia y deporte” (2004), hoy en día, las perspectivas de investigación y aplicación de la psicología deportiva se pueden dividir en múltiples áreas específicas: personalidad, motivación, emociones, competición y cooperación, interacción y dinámica de grupos, preparación mental, control y aprendizaje, actividad motora y salud, lesiones y ‘*Burn-out*’<sup>106</sup>. Dentro del estudio y la evaluación de los procesos emocionales en la conducta deportiva, la ansiedad y el estrés probablemente sean las variables que más interés han despertado en los investigadores. Este interés emana de la propia idiosincrasia del fenómeno deportivo, que gira habitualmente en torno a ganar o perder, lo que puede provocar situaciones ansiógenas y estresantes<sup>107</sup>.

El estrés es un proceso, una secuencia de eventos que conduce a un fin concreto. Se define como “un desequilibrio sustancial entre la capacidad de demanda [física y/o psicológica] y la capacidad de respuesta, en condiciones en las que el fracaso en la satisfacción de dicha demanda tiene consecuencias importantes” (McGrath, 1970 en Weinberg y Gould, 1996<sup>108</sup>). Según un sencillo modelo propuesto por McGrath, el estrés consiste en cuatro fases interrelacionadas, descritas en la Figura 2.2.7.

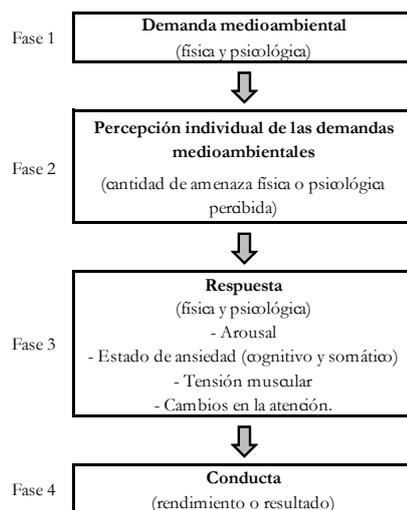


Figura 2.2.7. **El proceso de estrés.**  
(McGrath, 1970 en Weinberg y Gould, 1996)

Basándose en la propuesta de Martens (1987), en el manual de psicología del deporte de Weinberg y Gould (1996), se describen dos fuentes generales de estrés situacional: a) la importancia atribuida a un suceso o competición y b) la incertidumbre que rodea el resultado de dicho evento. Pero dos personas pueden considerar un mismo suceso de forma distinta. En este sentido, hay dos disposiciones de la personalidad que se relacionan de forma consistente con el aumento de las reacciones de la ansiedad estado: a) un alto nivel de ansiedad rasgo (factor de la personalidad que predispone a una persona a considerar la competición y la evaluación social como más o menos amenazadora) y b) una baja autoestima<sup>108</sup>.

Por otro lado, según la tesis doctoral del Dr. Bonete (2003)<sup>109</sup>, varios autores confirman la eficacia de la práctica regular de ejercicio aeróbico en la reducción de trastornos psicológicos como la ansiedad y la depresión (leve o moderada). Dichos efectos podrían explicarse por la combinación de tres factores, uno de base psicológica, como la distracción, y otros dos de tipo biológico, como la serotonina y las endorfinas<sup>110</sup>. Estos beneficios dependen de la capacidad de asimilación del ejercicio, pues existe una relación entre cargas excesivas y trastornos psicológicos<sup>111-112</sup>. El estado emocional en relación a la carga de entrenamiento ha sido un campo ampliamente estudiado mediante diferentes herramientas (cuestionarios), pero probablemente, la más empleada haya sido el cuestionario POMS (*Profile of mood states*)<sup>113</sup>.

#### 2.2.2.7.1 El cuestionario POMS.

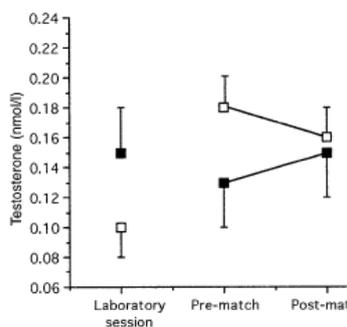
Aunque inicialmente el POMS fue diseñado para medir el efecto de la psicoterapia y la medicación psicotrópica en pacientes psiquiátricos extremos, posteriormente ha sido probado en gran variedad de muestras no-psiquiátricas y se ha convertido en un instrumento muy popular en la investigación de la psicología del deporte, ámbito en el que ha sido empleado con diferentes fines<sup>114</sup>: para predecir el éxito y el fracaso deportivos<sup>115</sup>, para estudiar los beneficios derivados de la práctica de ejercicio<sup>116</sup> y en el seguimiento psicológico del sobreentrenamiento y la fatiga<sup>111, 117</sup>. El

cuestionario permite una evaluación global del estado de ánimo del atleta basándose en 6 sub-escalas (tensión, depresión, agresividad, vigor, fatiga y confusión). El valor de cada sub-escala se obtiene mediante la puntuación (de 0 a 4) de distintos adjetivos (existen dos versiones del cuestionario POMS, con 65 y con 58 adjetivos, esta última la más empleada). También disponemos de la “puntuación total”, cuyo valor representa el conjunto de las 6 sub-escalas. Cuando se representan gráficamente las puntuaciones parciales de cada sub-escala se obtiene un perfil característico denominado “perfil iceberg”<sup>115</sup>, para un perfil óptimo o saludable la puntuación más alta corresponde a la sub-escala “vigor”, cuando no es así, y este valor es inferior al resto de sub-escalas, la gráfica se asemeja a un “iceberg invertido”, reflejando un perfil no deseado y denotando alteraciones del estado de ánimo<sup>109, 115</sup>.

Son muchas las investigaciones que consideran el POMS una herramienta útil para modular las cargas de entrenamiento y evitar así el sobreentrenamiento<sup>118</sup>, pero no existe aún un consenso y es necesaria más investigación. Del mismo modo que con la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (PSE), las alteraciones en el estado de ánimo se asocian a cambios cardiovasculares, enzimáticos y endocrino-hormonales<sup>109, 119-121</sup>. Por este motivo se recomienda su monitorización de forma conjunta con otros indicadores de carácter biológico<sup>122-123</sup>.

En baloncesto, el grupo de González-Bono y col. han realizado diversas investigaciones endocrino-psicológicas. En 1999 estudiaron dos equipos masculinos de baloncesto (Liga EBA; n=8+8) tras disputar un partido oficial entre ambos. Se analizó la respuesta hormonal en saliva, el POMS y la contribución de cada jugador al resultado del equipo (“puntos” y “puntos/tiempo de juego) entre otras variables. La competición incrementó el estado de ánimo “negativo” en ambos equipos y en el equipo perdedor disminuyó más la sub-escala “vigor” que en el equipo ganador. Concretamente, el efecto de la variable “puntos/tiempo de juego” se relacionó significativamente con las sub-escalas “agresividad”, “confusión”, “depresión”, “fatiga” y “vigor” así como con la “puntuación total” del cuestionario POMS. Además, “agresividad” y “tensión” fueron significativamente más altas en el equipo perdedor que en el ganador, antes y después del partido, mientras que “vigor” solo fue más alto en el equipo perdedor antes del partido. Por otro lado, la testosterona total (TT) aumentó en el equipo ganador y descendió en el perdedor después del partido (Figuras 2.2.8 y 2.2.9), no encontrándose relación entre la TT y los indicadores de estado de ánimo negativo, como cabría esperar, pero sí con el índice “puntos/tiempo de juego”, indicando la influencia positiva de la contribución individual sobre la TT. Los autores concluyen que el resultado del partido tiene efectos significativos en aspectos subjetivos como el estado de ánimo (POMS), la percepción del rendimiento y la contribución individual. Finalmente sugieren que, en situaciones competitivas, la contribución individual (objetiva y/o percibida) puede ser un factor muy importante en la respuesta de la TT<sup>119</sup>. En el año 2000, el mismo grupo estudió dos equipos de baloncesto (Liga EBA; n=9+8) después de que ambos equipos obtuviesen una victoria en un

partido oficial. El diseño del estudio y las variables estudiadas fueron similares al estudio de 1999, pero del POMS sólo analizaron la “puntuación total” y las sub-escalas “vigor” y “fatiga”. Después del partido la “puntuación total” no presentó diferencias significativas en ningún equipo, la “fatiga” aumentó significativamente en ambos equipos, pero el “vigor” no se comportó igual en los dos equipos. La TT no presentó diferencias significativas después de la victoria, pero se halló una relación negativa entre la TT post-partido y los factores externos que influyeron en el resultado (errores de los adversarios, suerte y decisiones arbitrales), influyendo un 23% en la variación de la TT post-partido (Figura 2.2.10). Los autores concluyen que la atribución causal del resultado contribuye a la variación de la TT en enfrentamientos reales en los que el resultado es altamente dependiente del mérito personal<sup>121</sup>. En otra publicación de González-Bono y col. (2002) se estudiaron 2 equipos masculinos de baloncesto (n=20) durante los 4 primeros meses de competición (Liga EBA). Los equipos se diferenciaron significativamente en el volumen de entrenamiento (14380.3 ± 243.5 y 8219.8 ± 193.9; minutos). Todos los jugadores obtuvieron un “perfil iceberg”. Después de los 4 meses se observa una mejora del estado de ánimo (disminución de la “puntuación total”) en ambos equipos, con la disminución de todas las sub-escalas, aunque proporcionalmente menor en la de “vigor”. Este grupo de investigación, considera que los jugadores estudiados presentaban una buena adaptación al entrenamiento por obtener todos ellos un “perfil iceberg”<sup>117, 124</sup> y concluye que el estado de ánimo no se ve afectado por el volumen de entrenamiento puesto que ambos equipos, con diferente volumen, presentaron similares adaptaciones psicológicas<sup>120, 125</sup>. Por último, Hoffman y col. (1999), en un estudio de seguimiento en 7 jugadores profesionales de Israel, obtienen un “perfil iceberg” durante un período de buen rendimiento del equipo y una disminución del “vigor” y un aumento de la “agresividad” en un período de malos resultados. Los autores concluyen que el “vigor” puede reflejar el rendimiento del equipo, pero matizan que el estado de ánimo parece estar más influenciado por el rendimiento o la experiencia, que el rendimiento influenciado por los estados de ánimo<sup>124</sup>. Es decir, que el estado de ánimo es un resultado o consecuencia, no una causa.



Figuras 2.2.8 y 2.2.9. **Comportamiento de la testosterona (izq.) y el cortisol (dcha.) pre- y post- partido en función del resultado** (González-Bono y col., 1999).

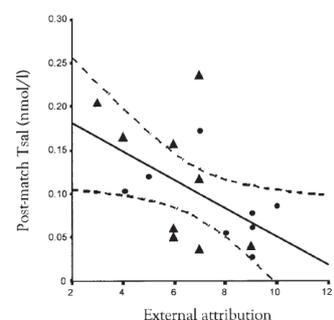


Figura 2.2.10. **Relación entre la testosterona y la atribución externa** (González-Bono y col., 2002).

### 2.2.2.8 Variables que influyen en la carga interna.

Del mismo modo que con la carga externa, los resultados de carga interna presentados en este documento se refieren a investigaciones llevadas a cabo con hombres (por ser la muestra de este estudio). Pero hay que considerar que estos valores varían en función del género<sup>30, 81</sup>, la edad<sup>25, 44, 126-127</sup>, el nivel del jugador<sup>29, 81</sup>, la posición de juego<sup>25-27, 40, 76, 119</sup>, el tipo de ejercicio<sup>31, 128</sup>, el estilo de juego<sup>17, 29</sup>, el estado emocional<sup>109, 119-121</sup> y el ritmo circadiano<sup>129-130</sup>, además de otros factores moduladores (raza, composición corporal, meteorología, nutrición, sueño y técnica de análisis)<sup>4</sup>. La reducción del tiempo de posesión de 30 a 24 segundos (año 2000) ha significado un aumento de la intensidad del juego (concentraciones de lactato, consumo de oxígeno, frecuencia cardíaca, etc.)<sup>30, 45</sup>.

### 2.2.2.9 Resumen.

La carga interna varía en función del género<sup>30, 81</sup>, la edad<sup>25, 44, 126-127</sup>, el nivel del jugador<sup>29, 81</sup>, la posición de juego<sup>25-27, 40, 76, 119</sup>, el momento del partido (o período de juego)<sup>23, 29, 69</sup>, el tipo de ejercicio<sup>31, 128</sup>, el estilo de juego<sup>17, 29</sup>, el estado emocional<sup>109, 119-121</sup> y el ritmo circadiano<sup>129-130</sup>, además de otros factores moduladores<sup>4</sup> como: raza, composición corporal, meteorología, nutrición, sueño y técnica de análisis<sup>4</sup>.

La reducción del tiempo de posesión de 30 a 24 segundos (año 2000) ha significado un aumento de la intensidad del juego (concentraciones de lactato, consumo de oxígeno máximo, frecuencia cardíaca, etc.)<sup>30, 45</sup>. La FC media del tiempo de juego en una competición de categoría sénior masculina oscila entre 165 y 170 lpm, presentando un rango de 140-208 lpm y representando el 80-90% de la FCmax del jugador<sup>22, 28</sup>. Durante el 75% del tiempo total de juego los valores de FC superan el 85% de la FCmax y el 15% superan el 95% de FCmax<sup>22</sup>. El valor medio de VO<sub>2</sub>máx (obtenido mediante pruebas de laboratorio) de los estudios consultados es de 53.3 ± 5.2 ml/kg/min, pero durante un partido el valor medio de VO<sub>2</sub> en hombres es de 36.9 ± 2.6 ml/kg/min, representando el 66.7 ± 7.5 % del VO<sub>2</sub>max<sup>28</sup>. Existe una relación positiva entre la capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad y los valores de VO<sub>2</sub>máx obtenidos en laboratorio<sup>28-29</sup>. Los valores de lactacidemia en baloncesto presentan mucha dispersión, probablemente debida al momento de toma de la muestra de sangre<sup>64</sup>, pero los valores medios se sitúan alrededor de 6.8 ± 2.8 mMol/L<sup>22, 40, 76</sup>, aunque Terrados y Tramullas (2003, comunicación personal) han llegado a encontrar valores máximos de hasta 12 y 14 mMol/L. Existe una relación positiva entre el número de acciones de alta intensidad realizadas y la concentración de lactato durante un partido de baloncesto<sup>29</sup>. En el deporte, desde el punto de vista enzimático, probablemente las enzimas más estudiadas hayan sido las musculares CPK<sup>80-81</sup> y LDH<sup>82</sup>. En baloncesto, ambas aumentan significativamente después del entrenamiento o la competición: CPK<sup>85-88</sup>, LDH<sup>85, 87-90</sup>. La recuperación metabólica a nivel muscular tras disputar un partido se sitúa entre 48 y 72hs<sup>85-86, 91</sup>. Aunque la respuesta mineral después de un partido de baloncesto no se ha

estudiado profundamente, algunas publicaciones presentan cambios significativos de Cl<sup>96</sup>, Cu y Zn<sup>97</sup>. Se recomienda controlar periódicamente dichos marcadores para evitar estados carenciales, sobretodo de Fe<sup>102</sup>. La concentración de urea (U) se incrementó de forma muy significativa después de un partido de baloncesto<sup>85</sup>. Este marcador podría ser de utilidad para evaluar el efecto de la acumulación de entrenamientos y competiciones<sup>79</sup>.

Además de controlar parámetros fisiológicos del deportista, debe atenderse a su estado psicológico y emocional: herramientas como la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (PSE o RPE)<sup>131-132</sup> o cuestionarios para conocer el estado de ánimo (p.ej. POMS<sup>119-121, 125</sup>), pueden ser de gran utilidad para controlar el efecto de la carga a la que se somete el jugador. Por otro lado, sería interesante establecer relaciones entre la carga interna y la carga externa, a la espera de que las nuevas tecnologías (como el GPS *indoor*) ofrezcan nuevos resultados.

## 2.2.3 El ciclo anual en baloncesto

### 2.2.3.1 Los macrociclos.

El ciclo anual de un equipo de baloncesto de élite presenta tres macrociclos<sup>133-134</sup>: la pretemporada (o período preparatorio), que oscila entre 4 y 8 semanas, la competición (liga regular y *play-off*), que puede durar entre 32 y 38 semanas y el período transitorio, que es muy particular y varía entre 3 y 12 semanas en función de cada jugador.

Además de la liga nacional (en nuestro caso la ACB), los equipos europeos pueden disputar una competición internacional (*Euroleague*, *Eurocup* o *Eurochallenge*), en función de la clasificación conseguida la temporada anterior. Dicha competición -paralela a la liga doméstica-, se disputa habitualmente de lunes a viernes, excepto la fase final (*Final four*) que se desarrolla en un fin de semana (Figura 2.2.11). Las competiciones europeas consisten en una fase regular, una segunda fase que solo disputan los 16 mejores equipos (*Top-16*), una tercera fase con los 8 mejores (*Top-8* o Cuartos de final) y una fase final o Final a cuatro (*Final four*).





2.3

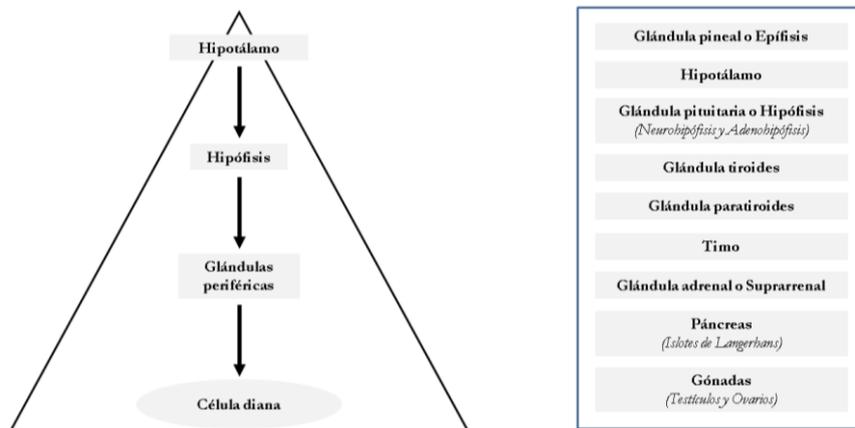
## **Respuesta hormonal**



## 2.3.1 Sistema endocrino y actividad hormonal.

### 2.3.1.1 Fisiología hormonal.

El sistema endocrino está formado por células con capacidad de sintetizar y segregar unos mediadores químicos, denominados hormonas. El conjunto de células con capacidad de segregar sustancias son las glándulas. Las hormonas tienen la capacidad de actuar sobre receptores específicos, en las distintas células de los tejidos diana (células diana), generando una respuesta fisiológica. La regulación de la secreción hormonal tiene un mecanismo de retroalimentación: cuando se segrega una hormona se inhibe la secreción de la hormona superior. La secreción hormonal tiene un esquema jerarquizado que involucra a distintas glándulas: hipotálamo, hipófisis, glándulas periféricas y células diana<sup>137</sup> (Figuras 2.3.1 y 2.3.2).



Figuras 2.3.1 y 2.3.2. Jerarquía del sistema endocrino (izq.) y glándulas que lo componen (dcha.).

Las hormonas, pueden ser secretadas por células especializadas (glándulas endocrinas) o por células epiteliales e intersticiales, cuyo fin es afectar la función de otras células. Son transportadas por vía sanguínea o por el espacio intersticial: solas (biodisponibles, fracción libre) o asociadas a ciertas proteínas. Actúan sobre determinados órganos o tejidos, en la misma célula que las sintetiza (acción autócrina) o en otras células (acción parácrina), participando así en la comunicación celular. Las hormonas pertenecen al grupo de los mensajeros químicos, que incluye también a los neurotransmisores (a veces de difícil distinción)<sup>79</sup>.

De este modo, las hormonas son imprescindibles para una óptima actividad celular. Un intenso funcionamiento de las estructuras celulares incrementa la síntesis de proteínas, especialmente relacionadas con la manifestación funcional. Estas proteínas sirven para: (1) “Material de construcción” para la renovación y el crecimiento de las estructuras proteicas que realizan la actividad funcional y (2) Proteínas enzimáticas que catalizan las vías metabólicas más importantes haciendo posible la actividad funcional. Como resultado, (1) Se desarrollan las estructuras celulares implicadas y (2) La actividad enzimática incrementa al aumentar el número de moléculas de enzima.

De esta manera, la síntesis proteica relacionada asegura el efecto adaptativo (Síntesis Adaptativa de Proteínas -SAP-). Las hormonas, así como los metabolitos, contribuyen al control de la Síntesis Proteica a tres niveles. (1) Control a escala de transcripción, (2) Control a escala de traslación, (3) Control a escala de postraslación<sup>79</sup>.

### **2.3.1.2 Adaptaciones hormonales al ejercicio.**

El principal objetivo de la regulación hormonal es la adaptación de los procesos metabólicos a las necesidades reales de las actividades propias de la vida diaria, a pesar de los efectos opuestos de la autorregulación celular (la relación sustrato/producto determina la actividad de las enzimas, que catalizan la conversión de un sustrato en un producto o viceversa). Este objetivo se consigue mediante la acción de las hormonas sobre la actividad enzimática. Asimismo la regulación hormonal es necesaria para realizar las tareas de regulación homeostática durante la actividad muscular, mantener constantes los niveles de iones y agua en los comportamientos intra- y extra- celulares y para mantener un nivel constante de glucosa en sangre. Es decir, adapta los recursos energéticos a las exigencias del ejercicio, estimulando una serie de cambios hormonales que capacitan al organismo para hacer frente al agente estresor<sup>138</sup>.

Los cambios necesarios de los niveles hormonales, y la velocidad a la que deben darse, son provocados por la regulación nerviosa de la función endocrina. Mediante la activación glandular directa, vía nervios funcionales, o bien por medio de dos fases: (1) las células neurosecretoras hipotalámicas producen neurohormonas (liberinas o estatinas) que estimulan o inhiben la liberación de hormonas tróficas hipofisarias, y (2) las hormonas tróficas hipofisarias estimulan la actividad de las glándulas endocrinas periféricas<sup>139</sup>.

El entrenamiento provoca unas adaptaciones agudas (durante o inmediatamente después de la actividad): respuesta de regulación homeostática, activación del transporte de oxígeno y uso de reservas de energía. En períodos de entrenamiento prolongado, los cambios estructurales y funcionales que se desarrollan en un deportista expresan una adaptación a largo plazo, basada en la "Síntesis Adaptativa de Proteínas"<sup>9</sup>. Para que estos cambios se produzcan de forma idónea, la carga de las sesiones de entrenamiento debe ser suficientemente alta como para activar el mecanismo general de adaptación, que incluye profundas modificaciones de las funciones endocrinas. El crecimiento de las estructuras activas de las células y la mejora de la capacidad funcional que de ello se deriva, ocurre como resultado de los procesos de síntesis posteriores al ejercicio, durante el período de recuperación<sup>9, 137</sup>.

## 2.3.2 Testosterona.

### 2.3.2.1 Fisiología.

La testosterona (T) es una hormona lipídica-esteroidea que se produce a partir del colesterol<sup>130, 140</sup>. Es el principal andrógeno natural y se caracteriza por tener un potente efecto anabólico en los tejidos musculares<sup>141</sup>. Su síntesis la controla el eje hipotálamo-hipofisario-gonadal (HHG): el hipotálamo segrega la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), que estimula la adenohipófisis, y ésta a su vez libera la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículoestimulante (FSH) al torrente sanguíneo<sup>141-142</sup>. En el hombre, la LH estimula las células de Leydig del testículo para segregar testosterona, mientras que en la mujer, la LH estimula el ovario (región hiliar) con el mismo resultado pero en menores cantidades<sup>142</sup>. También se forma testosterona en la corteza suprarrenal, pero en cantidades muy pequeñas. En los tejidos (células diana), la T se transforma principalmente en dihidrotestosterona (DHT) y, en menor cantidad, y solo en algunos tejidos, en 5- $\alpha$ -androstenediol, de funcionamiento semejante a la DHT pero menos potente. La T no fijada en los tejidos se degradará, principalmente en el hígado, transformándose en androsterona y dihidroepiandrosterona, que conjugadas como glucorónidos o sulfatos, son excretados mediante la bilis o la orina<sup>109</sup>. Hay que tener en cuenta que la concentración de T varía en función del ritmo circadiano (secreción pulsátil), en el que las concentraciones más altas se encuentran entre 6 AM y 8 AM<sup>143</sup>.

La T no es soluble en sangre, como todas las hormonas esteroideas, por lo que la mayor parte circula unida a proteínas. Según Södergård y col. (1982) en el plasma sanguíneo puede presentarse: unida a globulina transportadora de hormonas sexuales -SHBG- (43-45%), unida a la globulina albúmina -TA- (53-55%) o libre -FT- (2-3%). La vida media de la fracción libre es de 10 a 20 minutos<sup>144</sup>. La testosterona activa es la que no va unida a la SHBG, es decir, la suma entre la testosterona unida a la albúmina y la testosterona libre<sup>137, 145</sup>, por lo que varios autores proponen el control de la fracción libre como indicador de la actividad hormonal. Esto ha conllevado una gran dispersión en la elección de la fracción de T a analizar: total (TT) o libre (FT)<sup>6</sup>. En este sentido, a pesar de que algunos estudios hallan una relación directa entre la TT y FT<sup>146</sup>, otros observan una relación negativa después del ejercicio<sup>147-148</sup>. Por último, es interesante destacar la aportación de Viru y Viru (2003) en su tratado sobre control bioquímico del entrenamiento: “la actividad de las glándulas se manifiesta a nivel total de la hormona [...] y –éste– se eleva en correlación con el aumento de la fracción libre. Deduciendo que la cantidad total de hormona contiene suficiente información sobre la disponibilidad de hormonas para los tejidos”<sup>79</sup>. Además, Rosner y col. (2007), en el posicionamiento de la *Endocrine Society*, alertan que las técnicas actuales de medición directa de la testosterona libre en suero presentan limitaciones fundamentales<sup>149</sup>.

Los efectos anabólicos de la testosterona están mediatizados por un incremento en la síntesis proteica y una disminución del catabolismo proteico de la célula muscular<sup>150</sup>. Los niveles elevados de esta hormona, además de estimular la síntesis proteica (puesto que junto a la tiroxina y a la triyodotironina tiene un rol principal en la Síntesis Adaptativa de Proteínas<sup>79</sup>), aumentan la síntesis del glucógeno muscular (por actuar sobre la enzima glucógeno-sintetasa), incrementan los depósitos de fosfocreatina (CP) y estimulan la eritropoyesis<sup>144</sup>. Por otro lado, estudios recientes encuentran una relación entre la T y variables psicológicas como la percepción de la fatiga<sup>151</sup>, la motivación<sup>152</sup> o la agresividad<sup>153</sup>.

Durante el síndrome de sobreentrenamiento (SE, en inglés *overreaching* o *overtraining*) disminuye la liberación tanto en los pulsos como en la amplitud de la LH y de la FSH<sup>154-155</sup>. Esto tiene repercusión a nivel ovárico y testicular y, en este último caso, conlleva una menor producción de T. Algunos autores han obtenido la misma producción testicular de T en deportistas y en sujetos no entrenados, concluyendo que existe un fallo hipotalámico en la liberación de GnRH en los primeros, así como una disminución en la sensibilidad de esta hormona<sup>156-157</sup>. Estos autores convienen que la disminución de T por el entrenamiento se debe a una menor respuesta en la secreción de LH, por el estímulo de GnRH, lo que conlleva una menor producción de T en las células de Leydig. Otros autores lo atribuyen al consumo tisular y a una menor aclaración hepática y no tanto a la disminución de la producción testicular<sup>158</sup>.

Según MacConnie y col. (1986), la disminución de T podría estar influenciada por: alto nivel de C, aumento de la proteína transportadora SHBG (que disminuye la fracción libre de T), aumento de prolactina y/o aumento de opiáceos endógenos<sup>156</sup>.

### **2.3.2.2 Respuesta aguda al ejercicio.**

La T es uno de los marcadores endocrinos más estudiados en el deporte<sup>6</sup>. Al igual que otras hormonas, su concentración aumenta en respuesta al ejercicio a una intensidad-umbral determinada<sup>10, 140, 155, 159</sup>. Este aumento no siempre va acompañado de un incremento de la concentración de LH y será menor en personas sedentarias<sup>160</sup>. Por otro lado, el tipo de ejercicio determina la respuesta: se han encontrado disminuciones de T y LH después de un ejercicio continuo pero no de uno interválico<sup>161</sup>. Cuando el ejercicio se alarga hasta el agotamiento se observan descensos de T de hasta un 40%<sup>162</sup>. Durante la recuperación del ejercicio (en los 30 primeros minutos), el descenso de T puede llegar hasta un 59%<sup>160</sup>.

En diferentes investigaciones se ha relacionado esta hormona con la fuerza, concluyendo que es un factor importante en el desarrollo de la misma<sup>163</sup>. En levantadores de pesas juveniles, se obtuvieron aumentos de la T inicial de hasta un 30% después de una semana de carga, pero la T basal no cambió de un año para el otro<sup>164</sup>. No obstante, deportistas jóvenes de elite, presentan

mejores valores de fuerza que deportistas jóvenes de no-elite, independientemente de la concentración de T<sup>165</sup>.

Por otro lado, en corredores de larga distancia, niveles altos de testosterona, se asocian a menores porcentajes de grasa, pudiendo indicar la participación de esta hormona en la regulación de la composición corporal<sup>166</sup>.

### **2.3.2.3 Respuesta al ejercicio a largo plazo.**

Generalmente, el entrenamiento regular, tanto de fuerza como de resistencia, produce una disminución de los niveles basales de testosterona<sup>161, 167-169</sup>. Pero estos cambios dependen del tipo de entrenamiento puesto que los mismos autores han encontrado un aumento en la T basal después de 2 años de entrenamiento de fuerza<sup>170</sup>. Estas modificaciones son reversibles cuando disminuye la carga de entrenamiento (reducciones entre un 17% y un 48%, según diferentes autores)<sup>137</sup>.

La acumulación de entrenamientos y competiciones, con una mala relación trabajo-descanso, pueden llevar a un deportista a estados de fatiga excesivos (sobrentrenamiento)<sup>137</sup>. A pesar de que en algunos trabajos no se ha encontrado relación entre la T y el volumen de entrenamiento en períodos de SE<sup>171-172</sup>, la mayoría de estudios coinciden en sus resultados, donde la disminución de la T se asocia a un estado de SE<sup>173-176</sup>. Dicha respuesta podría deberse a que el SE provoca una disfunción gonadal y/o a alteraciones en la actividad secretora del eje hipotálamo-hipofisario<sup>177</sup>.

### **2.3.2.4 Diferencias entre sexos:**

La diferencia de hipertrofia muscular entre hombres y mujeres ha sido atribuida, principalmente, a la diferencia en los niveles plasmáticos de testosterona. En la mujer, se segrega en cantidades muy pequeñas, tanto por la corteza suprarrenal como por los ovarios. Sin embargo, en el hombre, el porcentaje de T segregado por la glándula suprarrenal es muy pequeño comparado con el de las células de Leydig (testículos). En cuanto al transporte, la mujer tiene mayor porcentaje unido a la SHBG que el hombre, es decir, más porcentaje inactivo.

En la mujer, cuando hay una estimulación de la ACTH, no solo se incrementa el cortisol, sino también la T. Esto se ha observado en ejercicios al 70% del VO<sub>2</sub>max, donde se estimula la ACTH, que actúa sobre las células productoras de cortisol, situadas en la zona fascicular de las glándulas suprarrenales, zona muy próxima a la zona reticular, donde se hallan las células productoras de testosterona. Por el contrario, en el hombre, una elevación del cortisol actúa sobre las células testiculares deteriorando la biosíntesis de testosterona<sup>178-179</sup>. (Para más información sobre moduladores hormonales leer sección 2.3.5).

## 2.3.3 Cortisol.

### 2.3.3.1 Fisiología.

El cortisol (C) o hidrocortisona es una hormona esteroidea o glucocorticoide segregada, de forma pulsátil<sup>130, 140</sup> (Figura 2.3.3), por la corteza de las glándulas suprarrenales. Se sintetiza principalmente a partir del colesterol plasmático<sup>109</sup> y lo regula la hormona adrenocorticotropina (ACTH), producida en la adenohipófisis y estimulada por la hormona liberadora de corticotropina (CRH) que se genera en el hipotálamo<sup>141</sup>.

El 70% del C que circula en la sangre lo hace unido a una glucoproteína, la cortisol binding globulin (CBG), el 20% lo hace ligado a la albúmina y el 10% restante circula de forma libre y es la fracción biológicamente activa. La vida media estimada del C es de 80-120 minutos, y su catabolismo tiene lugar en el hígado, mediante 2 vías: (1) el cortisol se reduce a hidrocortisol y después se transforma en glucuronato de tetrahidrocortisol, o (2) se reduce a cortisona y se transforma en glucuronato de tetrahidrocortisona. Ambos compuestos son excretados por la orina<sup>109</sup>.

El C tiene efecto catabólico y anti-anabólico en todas las células<sup>180</sup>, incluidas las musculares<sup>181</sup> y principalmente las de tipo II<sup>182</sup>. Incrementa la lipólisis hepática y la proteólisis para obtener sustrato energético para la gluconeogénesis hepática, regulando también los niveles de glucógeno y de glucosa en sangre (función hiperglucemiante)<sup>141, 182</sup>. Tiene efectos antiinflamatorios y actúa en procesos alérgicos o cuando se lesiona un tejido<sup>183</sup>. Por otro lado, es importante su relación con el sistema inmunitario, pues en estados de hipercortisolemia, se reduce el número de eosinófilos y linfocitos en sangre<sup>183</sup>. Parece ser que, al igual que la T, estimula la eritropoyesis<sup>109</sup>. Por último, mencionar que el C tiene un efecto sobre los receptores de LH a nivel testicular (efecto inhibitorio de los glucocorticoides). Esto podría explicarse porque con el C elevado se produce una supresión del eje hipotálamo-hipofisario-suprarrenal, debido al mecanismo de retroalimentación (*feedback*), y que ésta afectase a las hormonas reguladas por el hipotálamo<sup>178</sup>. En este sentido, algunos autores han observado aumentos de C con una disminución de los niveles de T sin cambios en la LH<sup>179</sup>.

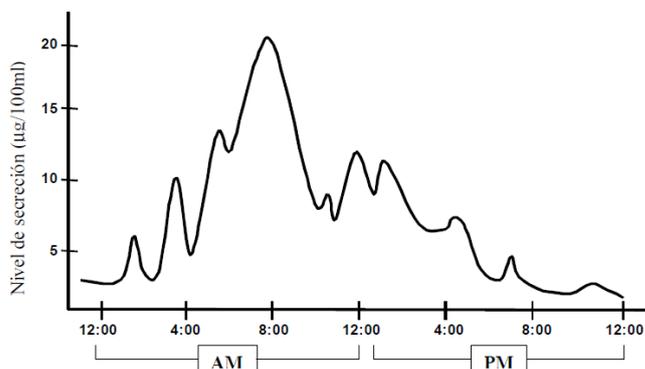


Figura 2.3.3. Ritmo circadiano del cortisol. (Bonete, 2003)

### **2.3.3.2 Respuesta aguda al ejercicio.**

Junto con la T, el C es la otra hormona más estudiada en el deporte<sup>6</sup>. Ésta hormona aumenta en todo tipo de ejercicio, tanto de resistencia como de fuerza<sup>184</sup>, incluso en el entrenamiento a largo plazo<sup>185</sup>. Cuando el ejercicio es máximo parece ser que la repuesta del C sería la opuesta, disminuyendo tras el esfuerzo. La competición real ocasiona una mayor producción de cortisol que la simulada del mismo ejercicio<sup>186</sup>.

La cantidad de ejercicio (volumen y frecuencia) es uno de los factores más determinantes en la aparición de la fatiga. En 2 sesiones de entrenamiento, se observa que la 2ª sesión ocasiona una mayor exigencia hormonal para la misma cantidad de ejercicio. Produce mayor aumento de la epinefrina, norepinefrina, ACTH, Cortisol y GH y una mayor disminución de testosterona comparado con la 1ª sesión. Esto podría explicarse por la dificultad de mantener la glucemia en la 2ª sesión (compromiso metabólico)<sup>187-188</sup>.

Ante un SE el C tarda en normalizarse, permanece elevado durante un tiempo. Si el estímulo de entrenamiento persiste, puede disminuir por debajo de valores basales. Así mismo, la disminución de la liberación de C persiste a pesar de darse una estimulación de la ACTH, produciéndose un cuadro de cierta insuficiencia suprarrenal, similar a la enfermedad de Addison.

### **2.3.3.3 Respuesta al ejercicio a largo plazo.**

El entrenamiento a largo plazo puede ocasionar diferentes respuestas en la producción de cortisol, en función del deporte y del grado de entrenamiento. Algunos autores han observado aumento del C basal<sup>184</sup>, otros disminución<sup>189</sup> y otros no han obtenidos cambios significativos<sup>169</sup>.

Durante períodos de entrenamiento con cargas altas (sobrecargas) algunos autores observan disminución del C, que intentaba compensarse por un aumento de la ACTH. No obstante, en un estado avanzado de SE la disminución de C no podrá ser compensada por la ACTH, puesto que también disminuye<sup>190</sup>. En ciclistas sometidos a 3 semanas de competición se da una disminución del cortisol plasmático, con una estabilización en la 2ª semana<sup>191</sup>.

### **2.3.3.4 Moduladores de la respuesta del cortisol.**

Se ha observado mayor concentración de C plasmático en deportistas adultos que en jóvenes<sup>192</sup>, señalando el factor edad como determinante. Por otro lado se ha observado un aumento del C ante lesiones deportivas. Por último, la respuesta del C ante el ejercicio también depende de la nutrición. La aportación de carbohidratos (HC) disminuye la respuesta en la producción de C después de una maratón<sup>193</sup>. Por el contrario, existe un mayor aumento del C cuanto más vacíos están los depósitos de glucógeno muscular. (Para más información sobre moduladores hormonales leer sección 2.3.5).

### **2.3.4 Ratio testosterona/cortisol.**

T y C son dos hormonas habitualmente empleadas como reflejo del metabolismo anabólico y catabólico respectivamente, así como marcadores potenciales del estrés fisiológico asociado al entrenamiento<sup>194</sup>. Pero la relación de estas hormonas y el rendimiento o el estado de fatiga es aun confusa y debe hacerse con cautela<sup>10, 83</sup>. La ratio T/C se ha utilizado como indicador del equilibrio anabólico-catabólico en períodos de estrés<sup>7, 195</sup>, este parámetro normalmente varía en relación a la fatiga<sup>118</sup> y ha sido propuesto para regular la intensidad del entrenamiento<sup>196</sup>. En 1986, Adlercreutz y col., propusieron que descensos de la ratio FT/C superiores a un 30% respecto a los valores basales, o valores inferiores a  $0.35 \times 10^{-3}$ , podrían señalar sobreentrenamiento<sup>197</sup>. Desde ese momento, se han realizado numerosos estudios de este parámetro en el deporte<sup>174, 195, 198-202</sup>. Hipotéticamente, su disminución indicaría un predominio de los procesos catabólicos, pudiendo conllevar reducción del rendimiento<sup>203</sup>; mientras que el aumento, un predominio de los procesos anabólicos<sup>118, 177, 197, 200, 204</sup>. En opinión de Fry y Kraemer (1997) esta interpretación parece ser excesivamente simplista y, en el mejor de los casos, este parámetro puede considerarse como una medida indirecta del estado anabólico-catabólico del músculo esquelético<sup>205</sup>. En esta misma línea, varios autores se muestran en desacuerdo en relacionar la ratio TT/C con el rendimiento<sup>11, 118, 122, 199, 206-207</sup>. Incluso, en un estudio de la hipertrofia muscular en ratas, se consideró que éste parámetro no indicaba el estado metabólico real<sup>181</sup>. Las divergencias de resultados y opinión pueden deberse a que algunas investigaciones han empleado la TT y otras la FT<sup>109, 208-209</sup>. En cualquier caso, el descenso de este cociente normalmente se atribuye a un incremento del C<sup>186</sup>, aunque también se han observado descensos de hasta un 35% de T junto a incrementos del 30% de C en corredores de fondo sobreentrenados<sup>210</sup>. El motivo del decremento de la ratio T/C, en relación al ejercicio, podría deberse tanto a aumentos de la intensidad, del volumen o de ambos<sup>205</sup>.

### **2.3.5 Consideraciones a tener en cuenta en estudios endocrinos en relación al ejercicio.**

Para realizar estudios endocrinos es imprescindible atender a los factores moduladores de la respuesta hormonal, ya sean biológicos o de procedimiento: sexo, edad, raza, ritmo circadiano, temperatura, nutrición, estrés, sueño, nivel de preparación física del sujeto<sup>211</sup>, procedimiento de análisis de las muestras y protocolo de recogida (para diferenciar qué efecto del ejercicio se está estudiando: agudo -inmediatamente después-, retardado -minutos u horas después- o acumulado -días o semanas después-<sup>135</sup>). La falta de uniformidad en los protocolos, y el tipo de fluido utilizado (saliva, orina o plasma), conlleva muchos problemas<sup>209</sup>. Como es bien conocido, la extracción de

muestras a deportistas en situaciones reales (en campo) entraña cierta dificultad, siendo necesario elegir el tipo de fluido más adecuado en cada momento. De esta forma, factores como el objetivo del estudio, las características de la muestra y la especialidad deportiva, entre otros, condicionan el tipo de fluido a obtener. Si tenemos en cuenta la disparidad de diseños existente, se comprende la dificultad de comparar los resultados entre varios estudios, y mucho más si el fluido y protocolo empleado para su análisis es distinto<sup>109</sup>.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que el conocimiento del efecto del entrenamiento sobre una hormona no garantiza el conocimiento de la verdadera función de esa hormona en el estado metabólico<sup>9</sup>. Además, no siempre un incremento de la concentración hormonal prueba un aumento en la secreción de la misma. El nivel de una hormona en sangre no refleja la secreción hormonal, si no la relación entre la entrada de hormonas en la sangre (segregadas por la glándula endocrina) y su salida hacia los tejidos (en función del equilibrio dinámico entre las fracciones unidas o libres y de la tasa de degradación hormonal en los tejidos)<sup>9</sup>. Por último, considerar que cada respuesta hormonal tiene su propia dinámica. Si se mide el nivel hormonal tan solo una vez durante o después del ejercicio probablemente no refleje la respuesta real<sup>9</sup>. Es decir, a mayor número de registros, tanto transversal como longitudinalmente a nivel temporal, mejor será la imagen que obtendremos de la respuesta hormonal. Éstas consideraciones requieren de un análisis crítico de los resultados obtenidos y de un gran volumen de estudios<sup>10</sup> para poder comparar y analizar conjuntamente todos los datos.

## **2.3.6 Respuesta de la testosterona y el cortisol en baloncesto.**

### **2.3.6.1 Método de búsqueda bibliográfica.**

La búsqueda de la bibliografía se realizó mediante las bases de datos PubMed (desde 1950), ISI Web of Knowledge (*Science Citation Index Expanded*, desde 1985; *Social Sciences Citation Index*, desde 1956; *Arts and Humanities Citation Index*, desde 1975) y SPORTDiscus (desde 1975). El período de revisión finalizó el 28 de Febrero de 2011. Las palabras empleadas para la búsqueda fueron, “*team sport\**”, “*basketball\**”, “*endocrin\**” y “*hormon\**”. Se buscaron en el título, en el *abstract* o entre las palabras clave. Los artículos, o por lo menos el *abstract*, debían estar escritos en inglés. Inicialmente, el número total de referencias encontradas fue de 277. Después de eliminar las duplicadas, quedaron 175, y tras leer los títulos y los *abstracts*, para descartar los estudios que no fuesen con una muestra de jugadores de baloncesto y tuviesen como variables de estudio algún indicador del sistema endocrino, 42. Por último se leyeron los artículos en su totalidad para descartar aquellos que no aportaban suficiente información en el *abstract* sobre el procedimiento. Finalmente resultaron 30

artículos, a los que añadimos la publicación de Schelling y col. (2011) por estar aceptada y pendiente de publicación, resultando un total de 31 referencias (Tabla 2.3.1).

Publicaciones consultadas y Factor de Impacto (JCR)				
Autor	Año	Journal	Journal's Impact Factor (JCR 2009)	Base de datos
Tsakiris y col.	2006	Pharmacol Res	3.929	ISI/Pub
Gonzalez-Bono y col.	1999	Horm Behav	3.770	ISI/Pub
Schelling y col.	2011	Med Sci Sports Exerc	3.707	In Press
Park y col.	2009	Am J Sports Med	3.605	ISI/Pub
Tsakiris y col.	2009	Eur J Clin Nutr	3.072	ISI/Pub
Schröder y col.	2001	Eur J Nutr	2.866	ISI/Pub
Pierce y col.	1994	Br J Sports Med	2.547	ISI/Pub
Gonzalez-Bono y col.	2002	J Psychophysiol	2.488	ISI
He y col.	2010	Eur J Appl Physiol	2.047	ISI/Pub
Schulpis y col.	2007	Clin Biochem	2.019	ISI/Pub
Parthimos y col.	2008	Clin Chem Lab Med	1.886	ISI/Pub
Tsakiris y col.	2006	Clin Chem Lab Med	1.886	ISI/Pub
Gonzalez-Bono y col.	2000	Agressive Behav	1.698	ISI
Szczęśniak y col.	1998	J Physiol Pharmacol	1.489	ISI/Pub
Martinez y col.	2010	J Strength Cond Res	1.457	ISI/Pub
Ben Abdelkrim y col.	2009	J Strength Cond Res	1.457	ISI/Pub
Hoffman y col.	1999	J Strength Cond Res	1.457	ISI
Büyükyazi y col.	2003	Acta Physiol Hung	0.750	Pub
Codner y col.	2000	J Paediatr Endocrinol Metab	0.738	ISI/Pub
Schelling y col.	2009	Rev Psicol Deporte	0.600	ISI
Kilinc	2010	Biol Sport	0.051	ISI
Tsolakis y col.	2003	Hormones (Athens)	SFI	Pub
Gonzalez-Bono y col.	2002	Int J Stress Management	SFI	ISI
Takada y col.	1998	Acta Paediatr Jpn	SFI	ISI/Pub
Krassas y col.	1997	Endocrinol Metab	SFI	ISI
Ortega y col.	1993	Eur J Appl Physiol Occup Physiol	SFI	ISI/Pub
Mesaki y col.	1987	Nippon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi	SFI	Pub
Mesaki y col.	1986	Nippon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi	SFI	Pub
Maresh y col.	1985	Eur J Appl Physiol Occup Physiol	SFI	ISI/Pub
Kassil' y col.	1980	Hum Physiol	SFI	Pub
Pierce y col.	1976	Eur J Appl Physiol Occup Physiol	SFI	ISI/Pub

Tabla 2.3.1. **Revistas consultadas para la revisión y factor de impacto.** SFI: Revista sin factor de impacto; ISI: ISI Web of Knowledge; Pub: PubMed

### 2.3.6.2 Características de los estudios.

Los 31 artículos encontrados abarcan cronológicamente des de 1976 hasta febrero de 2011. Agrupando los artículos en décadas, se observa un incremento progresivo cada diez años desde los años 70 hasta la actualidad, pasando de 0.1 artículos publicados por año en la década del 70, a 1.5 en la del 2000 y a 3 artículos publicados sólo en el año 2010. Si comparamos las publicaciones antes y después del año 2000, encontramos que las publicaciones por año se triplican: de 0.5 entre 1976 y 1999 a 1.7 entre 2000 y 2010 (Tabla 2.3.2). Este incremento progresivo pone de manifiesto el interés que ha despertado el sistema endocrino en el deporte (y más concretamente en el baloncesto) en los últimos años<sup>4</sup>.

Publicaciones por año			
n=31	nº	%	Public./ año
Hasta 28 Feb 2011	1	3.2 %	-
2010	3	9.7 %	3
2000-2009	15	48.4 %	1.5
1990-1999	7	22.6 %	0.7
1980-1989	4	12.9 %	0.4
2000-2010 (11 años)	19	61.3 %	1.7
1976-1999 (24 años)	11	35.5 %	0.5

Tabla 2.3.2. **Publicaciones por año y década.**

El perfil hormonal en respuesta al ejercicio ha sido lo más estudiado, observándose en 19 de las 31 investigaciones (61.3%). En 14 se analizó la respuesta aguda (45.2%) y en 5 la respuesta acumulada (16.1%) (Tabla 2.3.3). Otras relaciones que se han estudiado mediante el control hormonal son: la suplementación nutricional (7 estudios, 22.6%), la antropometría de los jugadores (3 estudios, 9.7%) y el riesgo de lesión o enfermedad (2 estudios, 6.5%).

Campos de estudio de la respuesta hormonal				
		n°	%	Autores
Ejercicio	Respuesta aguda o retardada	14	45.2 %	Ben Abdelkrim y col. (2009), Büyükiazi y col. (2003), González-Bono y col. (2002a, 2002b, 2000, 1999), Szcześniak y col. (1998), Takada y col. (1998), Pierce y col. (1994), Mesaki y col. (1987, 1986), Maresh y col. (1985), Kassil' y col. (1980), Pierce y col. (1976).
	Respuesta acumulada	5	16.1 %	Schelling y col. (2011), Martínez y col. (2010), He y col. (2010), Schelling y col. (2009), Hoffman y col. (1999)
	Suplementación nutricional	7	22.6 %	Kilinc (2010), Tsakiris y col. (2009, 2006a, 2006b), Parthimos y col. (2008), Schulpis y col. (2007), Schröder y col. (2001).
	Antropometría	3	9.7 %	Tsolakis y col. (2003), Codner y col. (2000), Krassas y col. (1997)
	Riesgo de lesión o enfermedad	2	6.5 %	Park y col. (2009), Ortega y col. (1998)

Tabla 2.3.3. Campos de estudio en los que se ha analizado la respuesta hormonal.

La extracción sanguínea ha sido la técnica más empleada para la determinación de las concentraciones hormonales, 26 de los 31 artículos publicados la emplearon (83.9%), 3 lo hicieron mediante la saliva (9.7%) y 2 mediante la orina (6.5%).

En cuanto a las hormonas controladas encontramos 26 distintas, pero las más estudiadas son el cortisol y la testosterona (total y libre), empleadas, respectivamente, en el 41.9% (13) y el 35.5% (11) de las publicaciones revisadas (Tabla 2.3.4).

Hormonas estudiadas						
n=31	n°	%		n°	%	
C	13	41.9 %		IGF-I	2	6.5 %
TT + FT	11	35.5 %		IGFBP-3	2	6.5 %
TT	7	22.6 %		FSH	2	6.5 %
FT	4	12.9 %		TSH	2	6.5 %
LH	4	12.9 %		D	1	3.2 %
E	3	9.7 %		SHBG	1	3.2 %
P <sub>4</sub>	3	9.7 %		GHBP	1	3.2 %
EPI	3	9.7 %		PTH	1	3.2 %
NRE	3	9.7 %		T <sub>3</sub>	1	3.2 %
GH	3	9.7 %		T <sub>4</sub>	1	3.2 %
ACTH	2	6.5 %		AVP	1	3.2 %
INS	2	6.5 %		PARA	1	3.2 %
DPM	2	6.5 %		ALDO	1	3.2 %
PRL	2	6.5 %		β-ENDO	1	3.2 %

Tabla 2.3.4. Hormonas estudiadas en jugadores de baloncesto.

### 2.3.6.3 Testosterona.

#### 2.3.6.3.1 Estudios en hombres.

En baloncesto, Hoffman y col. (1999) estudió el efecto de 4 semanas de concentración del equipo nacional masculino israelí ( $n=10$ ;  $26.4 \pm 4.3$  años) realizada un mes después de finalizar la liga regular. Se extrajeron 4 muestras de sangre a lo largo de los 28 días: antes de iniciar la concentración (T1), después del 9º día (T2), después del 17º día (T3) y después del 28º día (T4). A pesar de existir una diferencia significativa en el volumen de entrenamiento entre T1 y T2 ( $150 \pm 29$  min/día;  $p<0.05$ ) y entre T3 y T4 ( $92 \pm 28$  min/día;  $p<0.05$ ), descendiendo progresivamente a lo largo de la concentración, no se observó ninguna variación significativa ni en la T ni en la LH. Estos autores concluyen que 28 días de *training camp* no alteran los marcadores de estrés hormonales en jugadores de baloncesto de élite<sup>212</sup>. En un estudio con jugadores de la 1ª División Española (ACB) ( $n=8$ ;  $27.8 \pm 4.9$  años), de Schelling y col. (2009), la TT sí mostró variaciones significativas a lo largo de los 8 meses de seguimiento (8 analíticas), destacando sobretudo su descenso en la fase final de la temporada (abril) comparado con antes de empezar a entrenar (Abr *Vs.* Sep:  $-4.4$  nMol/L;  $p=0.010$ ) y a principio de temporada (Abr *Vs.* Oct:  $-4.9$  nMol/L;  $p=0.004$ )<sup>213</sup>. El mismo grupo de investigación (2011), en otro estudio con la misma muestra, no encontró correlación entre la TT y el tiempo de juego (minutos) ni con la frecuencia de entrenamiento (número de sesiones)<sup>214</sup>. En un estudio muy similar de Martínez y col. (2010), donde se realizaron 4 analíticas de sangre durante una temporada en un equipo de la ACB ( $n=12$ ;  $25.3 \pm 4.4$  años), también observaron modificaciones tanto de la TT como de la FT. La concentración de TT incrementó hasta la 3ª analítica (marzo), presentando diferencias significativas en marzo y abril respecto a octubre (Oct:  $5.61 \pm 0.61$ ; Dic:  $6.89 \pm 0.60$ ; Mar:  $7.71 \pm 0.65$ ; Abr:  $6.43 \pm 0.48$ ; ng/dL;  $p<0.05$ ). Sin embargo, el comportamiento de FT mostró un incremento sólo en la 2ª analítica (diciembre) y descendió significativamente al valor más bajo en la 3ª (Oct:  $0.27 \pm 0.02$ ; Dic:  $0.33 \pm 0.04$ ; Mar:  $0.21 \pm 0.02$ ; Abr:  $0.24 \pm 0.04$ ; ng/dL;  $p<0.05$ ). Estos resultados se oponen a lo obtenido con la TT. Por otro lado, este grupo también analizó la relación entre marcadores, obteniendo una correlación positiva entre TT y FT en octubre ( $r>0.65$ ;  $p=0.01$ ). El estudio concluye que un incremento de la TT puede ser interpretado como una mejora biológica durante el período de recuperación<sup>215</sup>. Schröder y col. (2001) estudiaron jugadores profesionales de la liga ACB ( $n=13$ ;  $23.8 \pm 3.8$  años) analizando el efecto de una suplementación con  $\alpha$ -tocopherol (150 mg), ácido ascórbico (500 mg) y  $\beta$ -caroteno (8 mg) 4 veces al día durante 35 días. Se tomaron 4 muestras de sangre: antes de la suplementación, antes de un entrenamiento de baloncesto, inmediatamente después del entrenamiento y 24 h después. 7 jugadores tomaron la suplementación y 6 un producto placebo. En ambos grupos, aunque no de forma significativa, la FT aumentó después del entrenamiento (suplementación:  $16.97 \pm 4.55 - 22.72 \pm 8.28$ , placebo:  $23.23 \pm 5.15 - 30.86 \pm 11.01$ ; pg/mL) y descendió 24 h después (suplementación:  $25.41 \pm 5.11$ , placebo:  $24.05 \pm 4.09$ ; pg/mL). El grupo de suplementación

presentó el valor máximo de FT 24 h después del entrenamiento y el placebo inmediatamente después<sup>89</sup>. En una investigación muy similar de Kilinc y col. (2010), con jugadores de élite de categoría júnior (n=14; 16.83 ± 1.06 años), donde se suplementó con DL- $\alpha$ -tocopherol (150 mg/24 horas) y ácido ascórbico (500 mg/24 horas) durante 35 días y se realizaron extracciones sanguíneas antes y después de un entrenamiento de baloncesto, la FT aumentó después del entrenamiento tanto antes de la suplementación (24.13 ± 4.41 - 31.24 ± 2.96; pMol/mL) como después (20.27 ± 2.51 - 24.32 ± 4.49; pMol/mL)<sup>87</sup>.

En el campo psicofisiológico, encontramos las investigaciones de González-Bono y col. En 1999 se estudiaron dos equipos masculinos de baloncesto de la 4ª División Española (EBA) (n=16; 23.63 ± 1.22 y 22.86 ± 1.82) tras disputar un partido oficial entre ambos. Se analizó la respuesta de la TT en saliva, el POMS, la contribución de cada jugador al resultado del equipo (“puntos” y “puntos/tiempo de juego”) y se evaluaron los factores internos y externos al equipo que más influyeron en el resultado (esfuerzo, habilidad física y técnica, errores de los adversarios, suerte y decisiones arbitrales). La TT en saliva se obtuvo 45 minutos antes del partido y 15 minutos después. Después del partido la TT aumentó en el equipo ganador (+0.013 ± 0.04 nMol/L) y descendió en el perdedor (-0.031 ± 0.03 nMol/L). La TT no se correlacionó con estados de ánimo negativos como cabría esperar, pero presentó una correlación positiva con la ratio “puntos/tiempo de juego” (r=0.56; p<0.03), indicando la relación entre la TT y la contribución individual al resultado. Los autores concluyen que el resultado del partido tiene efectos significativos en aspectos subjetivos como el estado de ánimo (POMS), la percepción del rendimiento y la contribución individual, pero no en la respuesta endocrina cuya variación está en función del puesto específico, presentando mayores valores de TT en los ala-pívots. Además destacan la complejidad de la relación entre estado de ánimo y hormonas. Finalmente sugieren que, en situaciones competitivas, la contribución individual (objetiva y/o percibida) puede ser un factor muy importante en la respuesta de la TT<sup>119</sup>. En otro estudio del mismo grupo se estudiaron dos equipos de baloncesto (EBA) (n=17; 21.6 y 22.0 años) después de que obtuviesen una victoria en un partido oficial. El diseño de estudio y las variables estudiadas fueron similares al realizado en 1999. La TT no presentó diferencias significativas después de la victoria, pero sí que se halló relación entre la TT post-partido y los factores externos que influyeron en el resultado (errores de los adversarios, suerte y decisiones arbitrales), influyendo en un 23% en la variación de la TT post-partido (p<0.03)<sup>121</sup>. En otra publicación de estos autores (2002) se estudiaron 2 equipos masculinos de baloncesto (n=10+10; 21.9 ± 1.07 y 21.78 ± 1.52 años) durante los 4 primeros meses de competición (EBA). A pesar de que los equipos se diferenciaron significativamente en el volumen de entrenamiento (14380.3 ± 243.5 y 8219.8 ± 193.9, minutos) la TT, la FT, la LH y la PRL no presentaron cambios significativos entre los dos equipos. Este grupo de investigación concluye que la duración del período de entrenamiento debe ser considerado como un factor importante en la respuesta de la TT al entrenamiento<sup>120, 125</sup>.

En otra línea de investigación, Tsolakis y col. (2003) realizaron un estudio transversal con 9 jugadores de baloncesto (dentro de una muestra de 80 sujetos de distintos deportes y un grupo control sedentario) de edad pre-puberal y puberal (11-13 años) para determinar la influencia de la especialidad deportiva en el perfil hormonal. Se analizó la TT y la Sex hormone-binding globulin (SHBG). Los jugadores de baloncesto presentaron el 4º promedio más alto en concentración de TT ( $9.22 \pm 7.33$  nMol/L), por detrás de remo ( $17.19 \pm 9.21$  nMol/L), balonmano ( $13.75 \pm 10.19$  nMol/L) y corredores ( $11.37 \pm 11.18$  nMol/L), pero sin presentar diferencias significativas con ningún otro deporte. En cuanto al nivel sérico de SHBG, el baloncesto presentó el 3º promedio más elevado ( $140.33 \pm 85.47$  nMol/L), por detrás de esgrima ( $151 \pm 74.37$  nMol/L) y corredores ( $143.27 \pm 35.16$  nMol/L), diferenciándose significativamente ( $p < 0.05$ ) con remo ( $35.2 \pm 17.97$  nMol/L), sedentarios ( $39.92 \pm 9.21$  nMol/L) y balonmano ( $62.84 \pm 30.14$  nMol/L). Tsolakis y col. concluyeron que las diferencias hormonales que se observan entre las diferentes modalidades podría indicarnos que cada deporte conlleva unas adaptaciones hormonales específicas en pre-púberes y púberes<sup>216</sup>.

### **2.3.6.3.2 Estudios en mujeres.**

En cuanto a las investigaciones dedicadas al estudio de las variaciones hormonales durante el ciclo menstrual, encontramos investigaciones relacionadas con la influencia que tiene el ejercicio en las disfunciones menstruales e investigaciones que estudian el efecto que pueda tener la menstruación con el riesgo de lesión de LCA. Mesaki y col. investigaron la respuesta endocrina sexual en 5 jugadoras de élite japonesas, durante las fases folicular y lútea, en respuesta a un ejercicio de intensidad progresiva en cicloergómetro. Los niveles séricos de FSH y LH descendieron significativamente en la fase folicular, pero no presentaron cambios en la fase lútea; el estradiol se incrementó en la fase lútea pero no en la folicular; la P<sub>4</sub> no presentó cambios significativos durante el ejercicio y, aunque la TSH no mostró ningún cambio durante el estudio, la PRL se incrementó significativamente en ambas fases<sup>217</sup>. Éste mismo grupo realizó otro estudio muy similar, con los mismos sujetos, pero con un ejercicio continuo de 60 minutos de duración al 60% del VO<sub>2</sub>max, también en cicloergómetro. Los niveles séricos de estradiol aumentaron significativamente en la fase lútea pero no en la folicular; la P<sub>4</sub> no mostró cambios durante el ejercicio; la FSH se incrementó discretamente en ambas fases y en la LH se observó un discreto aumento en la fase folicular y un descenso, también discreto, en la fase lútea. Por otro lado, la PRL, coincidiendo con el estudio anterior, presentó un aumento constante durante el ejercicio en ambas fases<sup>218</sup>. Los resultados de los dos estudios llevan a éste grupo a concluir que el entrenamiento diario comporta incrementos frecuentes de la PRL en mujeres atletas, pudiendo ser el factor más importante en las disfunciones menstruales<sup>217-218</sup>.

En el estudio de Park y col. (2009) con 26 mujeres deportistas ( $22.7 \pm 3.3$  años) de diferentes deportes (4 de baloncesto) se recogieron 3 muestras de sangre y se midió la laxitud del LCA mediante un artrómetro (KT-2000) coincidiendo con las 3 fases del ciclo menstrual (folicular, ovulatoria y lútea). Los valores más bajos de estradiol ( $44.49 \pm 23.77$  pg/mL) y P<sub>4</sub> ( $0.99 \pm 0.46$  ng/mL) se obtuvieron en la fase folicular y los más altos en la fase lútea ( $137.49 \pm 85.82$  pg/mL y  $11.43 \pm 7.01$  ng/mL respectivamente). La mayor laxitud de LCA (89 N) se dio en la fase ovulatoria, comparado con la folicular ( $p=0.18$ ), descendiendo un 11.3% ( $p=0.012$ ) en la fase lútea. Estos resultados revelan un aumento de la rigidez del LCA ( $p=0.042$ ) en el momento de máxima concentración de P<sub>4</sub> (fase lútea). Este grupo concluye que los niveles hormonales presentan relación con la laxitud de la rodilla durante la ovulación, identificando una influencia antagónica entre estradiol y P<sub>4</sub> en la laxitud y rigidez durante la fase lútea<sup>219</sup>. Estos resultados coincidirían con los de otras publicaciones<sup>220-221</sup>. Contrariamente, en un estudio muy similar de Karageanes y col. (2000) donde se analizó la laxitud del LCA en las 3 fases del ciclo menstrual, pero no la concentración hormonal, concluyen que no existe ninguna evidencia de que los cambios a nivel hormonal conlleven importantes variaciones en su laxitud, por lo que el ciclo menstrual no parece afectar significativamente en el LCA de mujeres atletas adolescentes<sup>222</sup>. Estos resultados coincidirían con los de otros autores que tampoco encuentran relación entre el ciclo menstrual y la laxitud del LCA<sup>223-225</sup>.

### 2.3.6.3.3 Resumen.

Encontramos un uso heterogéneo de la TT y la FT, pero teniendo en cuenta las aportaciones de Viru y Viru (2001)<sup>9</sup> y el posicionamiento de la *Endocrine Society* (2007)<sup>149</sup>, debemos ser cautelosos al interpretar los datos de FT, o bien, estudiar directamente la TT puesto que proporciona información más fiable<sup>149</sup> y suficiente<sup>9</sup>.

**Estudios en Hombres:** Cada modalidad deportiva parece provocar unas adaptaciones hormonales específicas, por lo que el jugador de baloncesto presentaría un perfil hormonal distinto al de otros deportes<sup>216</sup>. En baloncesto la respuesta endocrina varía en función del puesto de juego<sup>119</sup>. En estudios del efecto agudo del ejercicio, la TT incrementa su secreción después de un entrenamiento de baloncesto<sup>87, 89</sup>. Al finalizar un partido sólo se han obtenido incrementos en el equipo ganador<sup>119</sup>, pero hay estudios que no encuentran diferencias pre- y post- partido<sup>121</sup>. Se ha observado una relación positiva entre la TT y la contribución individual de los jugadores al resultado del equipo<sup>119</sup>. Pero no se encuentra relación entre la TT y la agresividad u otros estados de ánimo negativos<sup>119</sup>. En estudios del efecto acumulado del entrenamiento, algunos autores no han encontrado diferencias significativas en la TT, a pesar de existir variaciones significativas en el volumen de entrenamiento<sup>120, 125, 212</sup>, pero otros obtienen diferencias en la TT y la FT a lo largo de la

temporada<sup>213-215</sup>, destacando los bajos valores que se observan al finalizarse<sup>214</sup>. La TT no ha presentado relación con el volumen de entrenamiento ni con el tiempo de juego a lo largo de una temporada<sup>214</sup>. La testosterona (total) parece ser de gran utilidad para evaluar estados de recuperación y/o acumulación de fatiga, pero no tanto para evaluar intensidades agudas del ejercicio.

**Estudios en Mujeres:** Las disfunciones del ciclo menstrual en deportistas podrían deberse al incremento de PRL que conlleva el ejercicio<sup>217-218</sup>. La influencia de las variaciones hormonales en la lesión del LCA es aún confusa, algunos autores proponen que los niveles hormonales presentan relación con la laxitud de la rodilla durante la ovulación, sobre todo durante la fase lútea<sup>219</sup>, pero otros autores no encuentran dicha influencia<sup>222</sup>. Esta dispersión de conclusiones no permiten establecer aún, ningún tipo de relación causa-efecto entre las alteraciones hormonales producidas por el ciclo menstrual y el riesgo de lesión.

#### 2.3.6.4 Cortisol.

En el estudio de Hoffman y col. (1999) citado anteriormente también se analizó el C. A pesar de existir una diferencia significativa en el volumen de entrenamiento entre T1 y T2, ( $150 \pm 29$  min/día;  $p < 0.05$ ) y entre T3 y T4 ( $92 \pm 28$  min/día;  $p < 0.05$ ), la única hormona que sufrió una variación significativa fue el C, presentando un incremento al final de las 4 semanas de entrenamiento (T1:  $260 \pm 91$ , T4:  $457 \pm 99$  nMol/L)<sup>212</sup>. Este resultado coincide con los de Schelling y col. (2011, 2009) donde, a pesar de no llegar a ser significativo, el C presenta un aumento desde el inicio de los entrenamientos para mantenerse elevado a lo largo de los 8 meses de competición (Ago:  $0.399 \pm 0.155$ ; Sep:  $0.451 \pm 0.81$ ; Oct:  $0.439 \pm 0.095$ ; Nov:  $0.393 \pm 0.131$ ; Ene:  $0.438 \pm 0.130$ ; Feb:  $0.441 \pm 0.086$ ; Mar:  $0.441 \pm 0.088$ ; Abr:  $0.516 \pm 0.056$ ;  $\mu\text{Mol/L}$ )<sup>213-214</sup>. En otro estudio de seguimiento, Martínez y col. (2010) obtuvieron que el C descendió y aumentó alternativamente a lo largo de la competición, presentando un descenso significativo en la 2ª y en la última analítica respecto a la 1ª, y un incremento en la 3ª respecto a la 2ª (Oct:  $22.59 \pm 1.75$ , Dic:  $16.38 \pm 0.99$ , Mar:  $22.65 \pm 1.22$ , Abr:  $17.67 \pm 1.16$ ,  $\mu\text{g/dL}$ ;  $p < 0.05$ ). Por otro lado, la ACTH presentó un incremento significativo en la última muestra de sangre (abril) comparado con la 1ª, 2ª y 3ª (Oct:  $66.55 \pm 7.47$ ; Dic:  $53.15 \pm 6.05$ ; Mar:  $60.75 \pm 10.79$ ; Abr:  $96.21 \pm 18.12$ ;  $p < 0.05$ ). En el análisis de relación entre marcadores, se obtuvo una correlación positiva entre el C y la ACTH en octubre ( $r > 0.65$ ;  $p = 0.05$ )<sup>215</sup>. En otro estudio, Ben Abdelkrim y col. (2009) analizaron la respuesta hormonal aguda en un partido de baloncesto en 38 jugadores junior de élite ( $18.2 \pm 0.5$  años). Se realizaron 3 tomas: después del calentamiento (antes del inicio del partido), al finalizar el segundo cuarto y al terminar el partido. El C presentó un aumento del 76% ( $p < 0.001$ ) en la media parte respecto a los valores basales (antes:  $334 \pm 120$ , media parte:  $587 \pm 209$ , final:  $615 \pm 195$ ; nMol/L),

permaneciendo elevado durante la segunda parte del partido. Este grupo de investigación concluye que los resultados obtenidos coinciden con los de anteriores estudios donde, el C incrementa después de ejercicios de intensidades superiores al 80% del VO<sub>2</sub>max. Así pues, las exigencias de un partido de baloncesto comportan cambios hormonales en los jugadores estudiados<sup>226</sup>. González-Bono y col. (1999) también estudiaron el comportamiento del C en un partido de baloncesto. El C aumentó significativamente en ambos equipos después del partido (ganadores:  $+3.07 \pm 1.31$  nMol/L y perdedores:  $+1.59 \pm 1.15$  nMol/L;  $P < 0.02$ ). Este grupo encontró una correlación positiva en el equipo ganador entre el C y la subescala “vigor” del POMS ( $r = 0.79$ ;  $P < 0.02$ ). No se encontró relación entre el C y el tiempo de juego o la ratio “puntos/tiempo de juego”<sup>119</sup>. En los dos estudios de 2002 de este mismo grupo, donde se estudió el C en relación al entrenamiento y al estado emocional, se halló una relación negativa entre el C y el volumen ( $r = -0.635$ ) y positiva entre el C y la subescala “depresión” del POMS ( $r = 0.549$ ). Este grupo concluye que el volumen de entrenamiento del equipo que más carga presentaba (unas 3 horas al día) podría ser suficiente para provocar descensos en el C. Los autores concluyen que este perfil del cortisol, indicativo de un descenso en los procesos catabólicos, puede interpretarse como una respuesta adaptativa al entrenamiento<sup>120, 125</sup>. Büyükyazi y col. (2003) estudiaron la respuesta hormonal en 33 jugadores de baloncesto (15-16 años) después de 8 semanas de entrenamiento aeróbico con diferentes protocolos (continuo -4.8 km- o interválico extensivo -4x1.2 km-), realizando 3 sesiones por semana. Se tomaron muestras de sangre antes y después de la primera y de la última sesión de entrenamiento. El C sérico aumentó significativamente ( $p < 0.05$ ) después de ambos protocolos de entrenamiento tanto en la primera sesión (continuo:  $11.7 \pm 3.2 - 12.3 \pm 4.4$ ; interválico:  $9.6 \pm 3.3 - 15.5 \pm 5.9$ ;  $\mu\text{g/dL}$ ) como en la última (continuo:  $16.7 \pm 5.7 - 20.1 \pm 5.6$ ; interválico:  $14.5 \pm 4.3 - 19.2 \pm 4.7$ ;  $\mu\text{g/dL}$ )<sup>227</sup>. Resultados similares se encontraron en un estudio de Maresh y col. (1985) donde se estudió el efecto de una prueba de esfuerzo máximo en tapiz rodante en 9 jugadoras de baloncesto ( $19.8 \pm 0.4$  años). La sangre se extrajo antes de iniciar el test y 5 min. después de finalizarlo. Se realizaron 2 controles, al iniciar la temporada y 5 meses después. El C se incrementó significativamente después del ejercicio antes de empezar la temporada ( $12.6 \pm 1.5 - 19.6 \pm 1.0$ ;  $\mu\text{g/dL}$ ) y después de 5 meses ( $14.2 \pm 1.7 - 21.3 \pm 1.2$ ;  $\mu\text{g/dL}$ )<sup>228</sup>. En el estudio de Schröder y col. (2001) donde se analizó el efecto de la suplementación con  $\alpha$ -tocopherol, ácido ascórbico y  $\beta$ -caroteno, el C se comportó de forma similar en los dos grupos estudiados (suplementado y placebo), incrementándose después de un entrenamiento de baloncesto (suplementación:  $9.81 \pm 2.98 - 14.23 \pm 4.07$ ; placebo:  $8.28 \pm 1.57 - 14.83 \pm 6.32$ ;  $\mu\text{g/dL}$ ) y descendiendo 24 h después (suplementación:  $11.74 \pm 5.22$ ; placebo:  $10.8 \pm 2.63$ ;  $\mu\text{g/dL}$ )<sup>89</sup>. Contrariamente, en la publicación de Kilinc y col. (2010) donde se suplementó con DL- $\alpha$ -tocopherol y ácido ascórbico, el C descendió ( $p < 0.05$ ) después del entrenamiento de baloncesto antes de la suplementación ( $377.21 \pm 37.31 - 317.61 \pm 42.12$ ; nMol/mL) y después ( $389.34 \pm 44.54 - 326.15 \pm 44.87$ ; nMol/mL)<sup>87</sup>. Kassil’ y col. (1980) estudiaron la respuesta de distintos corticoesteroides (cortisol, cortisona y derivados) en jugadores de baloncesto: juveniles escolares ( $n = 12$ , 15-16 años), juveniles del equipo

nacional ruso (n=12, 17-18 años) y jugadores altamente entrenados (n=12, 19-30 años). Se estudió la respuesta hormonal en reposo, durante un entrenamiento y 2 horas antes y durante un partido de baloncesto. Los corticoesteroides aumentaron durante los entrenamientos y los partidos. En reposo, en entrenamiento, antes y durante el partido, los corticoesteroides se correlacionaron positivamente con las catecolaminas (epinefrina, norepinefrina, dopamina) y con la dopa. Este grupo concluye que existe una gran relación entre la actividad del córtex adrenal (glucocorticoides) y el sistema simpático-adrenal (catecolaminas)<sup>229</sup>.

En un estudio sobre la respuesta inmunológica en jugadoras de baloncesto (n=10, 16-18 años) y un grupo control de mujeres sedentarias (n=10, 20-24 años), donde se controlaron los valores de ACTH y C, junto con la capacidad microbicida y fagocítica, las jugadoras de baloncesto presentaron unos valores más altos de C que las sedentarias (baloncesto:  $279 \pm 58$ , sedentarias:  $198 \pm 60$ ;  $p < 0.05$ ; ng/mL), pero más bajos de ACTH (baloncesto:  $21 \pm 13$ , sedentarias:  $54 \pm 17$ ;  $p < 0.01$ ; pg/mL). En cuanto a la capacidad microbicida, las jugadoras de baloncesto presentaron un índice mayor que las sedentarias ( $p < 0.01$ ). También hallaron que la capacidad fagocítica se correlacionaba positivamente con la concentración de C ( $p < 0.05$ ) y negativamente con la concentración de ACTH ( $p < 0.001$ ), concluyendo que las jugadoras de élite de baloncesto presentan una mayor capacidad fagocítica que las mujeres sedentarias, posiblemente debido a la mayor concentración de cortisol sérico en el grupo de baloncesto<sup>230</sup>. En otro estudio con 8 jugadores universitarios de baloncesto de Taiwan ( $20.5 \pm 0.3$  años) se estudió el C y la inmunoglobulina A (IgA), entre otros marcadores. Mediante 7 muestras de saliva se estudió la variación de éstos indicadores comparando 4 microciclos post-competitivos (R1, R2, R3, R4) con 4 pre-competitivos (T4, T3, T2, T1) y 2 competitivos (C1 y C2). Respecto al último microciclo post-competitivo (R4:  $40.6 \pm 3.9$  ng/mL) el C presentó valores superiores en los microciclos pre-competitivos (T4:  $71.0 \pm 2.2$ ,  $p < 0.01$ ; T1:  $48.0 \pm 4.9$ ,  $p < 0.05$ ; ng/mL) y competitivos (C1:  $63.6 \pm 4.1$ ,  $p < 0.05$ ; C2:  $84.4 \pm 4.1$ ; ng/mL). Contrariamente, la IgA descendió significativamente durante la competición y la pre-competición, hallándose una relación inversa entre el C y la IgA ( $r = -0.028$ ;  $p = 0.037$ ). Este grupo concluye que sus resultados demuestran que una temporada de baloncesto (78 días) induce la secreción de C y suprime la inmunidad de la mucosa. La correlación inversa encontrada entre el C y la IgA podría indicar la posible función del cortisol en la inmunosupresión inducida por el ejercicio extenuante<sup>183</sup>.

#### **2.3.6.4.1 Resumen.**

Se observan valores más altos de C en deportistas que en personas sedentarias pero más bajos de ACTH<sup>230</sup>. En los estudios del efecto acumulado del entrenamiento, el C presentó un incremento después de un período de tiempo entrenando y/o compitiendo<sup>183, 212-214</sup>. El ACTH muestra un patrón muy similar al C, aumentando al inicio del ciclo y manteniéndose elevado a lo largo del

período de entrenamiento<sup>215</sup>. Incluso se ha observado una relación positiva entre ACTH y C<sup>215</sup>. No obstante, hay estudios que no presentan un patrón tan claro del C, obteniendo alternancias a lo largo del estudio y valores bajos al final del ciclo<sup>215</sup>. Incluso se ha encontrado una relación negativa entre C y volumen de entrenamiento<sup>120, 125</sup>. Cuando se ha estudiado el efecto agudo del ejercicio, se ha observado que después de un partido, el C aumenta en la 1ª mitad y se mantiene elevado hasta el final del partido<sup>119, 226, 229</sup>, observándose un patrón similar tras un entrenamiento<sup>89, 227, 229, 231</sup> y descendiendo 24 h después <sup>89</sup>. Curiosamente, algún estudio reporta un descenso del C después de un entrenamiento de baloncesto<sup>87</sup>. En respuesta al ejercicio, parece existir una gran relación entre el actividad del córtex adrenal y el sistema simpático-adrenal (catecolaminas)<sup>229</sup>. Por otro lado, se ha observado una relación positiva entre el C y el “vigor”<sup>119</sup> o la “depresión”<sup>120, 125</sup> medido con el POMS. Además, se ha observado una correlación positiva entre la capacidad fagocítica y el C y negativa con el ACTH<sup>230</sup>. Pero otros autores proponen que el C podría ser un inmunosupresivo inducido por el ejercicio extenuante<sup>183</sup>. Asumiendo la gran influencia del estado emocional sobre el C (“hormona del estrés”), debe considerarse esta hormona como un indicador más para el control del estado de estrés psico-físico del jugador de baloncesto.

### 2.3.6.5 Ratio T/C.

En baloncesto, en el estudio de Hoffman (1999) citado anteriormente, no se encontraron cambios significativos de la ratio T/C (T y C en nMol/L) durante 4 semanas de concentración del equipo nacional israelí, a pesar de existir diferencias significativas en el volumen de entrenamiento entre T1 y T2, ( $150 \pm 29$  min/día;  $p < 0.05$ ) y entre T3 y T4 ( $92 \pm 28$  min/día;  $p < 0.05$ )<sup>212</sup>. González-Bono y col. (2002) tampoco hallaron diferencias en la relación FT/C (FT en pMol/L y C en μMol/L) entre dos equipos que disputan la liga EBA y que presentan una diferencia significativa entre sus volúmenes de entrenamiento (57.2%). Éste grupo de investigación, al sólo obtener cambios significativos en el C y no en el resto de hormonas estudiadas ni en el estado de ánimo, consideran que es necesario interpretar las variables psicológicas y hormonales conjuntamente, desde una aproximación integradora<sup>120</sup>. En los estudios de seguimiento de un equipo de la liga ACB de Schelling y col. (2009, 2011) la ratio TT/C (TT en nMol/L y C en μMol/L) tampoco presentó diferencias significativas a lo largo de la investigación, pero destaca que al finalizar la temporada se encontraron los valores más altos de C ( $0.516 \pm 0.056$  μMol/L;  $57.4 \pm 0.9$  % de variación), los más bajos de TT ( $18.0 \pm 3.7$  nMol/L;  $-12.2 \pm 0.2$  % de variación) y por lo tanto los más bajos del índice TT/C ( $35.4 \pm 8.5$ ;  $-33.7 \pm 0.2$  % de variación). Los autores concluyen que estos resultados podrían deberse a la acumulación de estrés psico-fisiológico de la temporada (fatiga), pero que debería hacerse una interpretación multifactorial<sup>213-214</sup>. En el estudio de Martínez y col. (2010), se obtuvo un incremento significativo de la ratio TT/C (TT en ng/dL y C en μg/dL) en la 2ª (diciembre) y en la 4ª (abril), respecto a la 1ª analítica (octubre), con un descenso, por encima de los valores basales, en

la 3ª (marzo) (Oct:  $0.27 \pm 0.04$ , Dic:  $0.43 \pm 0.04$ , Mar:  $0.35 \pm 0.03$ , Abr:  $0.37 \pm 0.02$ ). La ratio FT/C (FT en ng/dL y C en  $\mu\text{g/dL}$ ), se comportó un poco diferente: aumentó significativamente en la 2ª toma, como la TT/C, pero descendió significativamente, por debajo de valores basales en marzo (Oct:  $0.012 \pm 0.001$ , Dic:  $0.021 \pm 0.003$ , Mar:  $0.009 \pm 0.001$ , Abr:  $0.014 \pm 0.002$ ). Éste grupo concluye que sería de gran utilidad el control de los parámetros estudiados (T y C) para prevenir el estrés que conlleva una temporada de baloncesto y controlar mejor los períodos de recuperación<sup>215</sup>. Éste grupo también estudió la relación entre marcadores, obteniendo una correlación positiva entre la ratio TT/C y la ACTH en octubre ( $r > 0.65$ ;  $p = 0.02$ ) y entre la ratio TT/C y la TT en diciembre y marzo ( $r > 0.65$ ;  $p = 0.05$  y  $p = 0.01$  respectivamente)<sup>215</sup>, pero cabe decir que ésta correlación carece de demasiada relevancia puesto que la ratio TT/C es el cociente entre ambas hormonas y su valor depende directamente de las concentraciones de TT y C<sup>214</sup>. En el estudio con suplementación nutricional de Schröder y col. (2001) se empleó la ratio FT/C (FT en pg/mL y C en  $\mu\text{g/dL}$ ) para evaluar el estado metabólico de los jugadores. Este marcador se incrementó, aunque no significativamente (+29.8%) en el grupo que se suplementó con  $\alpha$ -tocopherol (150 mg), ácido ascórbico (500 mg) y  $\beta$ -caroteno (8 mg) 4 veces al día durante 35 días<sup>89</sup>. En un estudio muy similar de Kilinc (2010) también se controló la ratio FT/C como indicador del balance anabólico-catabólico (FT en pMol/mL y C en nMol/mL). Este autor concluye que la suplementación con antioxidantes (vitamina C y E) protege las estructuras proteicas, deduciéndolo de la respuesta de la ratio FT/C en el grupo suplementado con DL- $\alpha$ -tocopherol (150 mg/24 horas) y ácido ascórbico (500 mg/24 horas) durante 35 días<sup>87</sup>.

#### **2.3.6.5.1 Resumen.**

En la ratio testosterona-cortisol es fundamental estandarizar la fracción de testosterona que debe emplearse, libre (FT) o total (TT). Consideramos que el uso de la TT es lo más adecuado, puesto que la información que proporciona es suficiente<sup>9</sup> y más fiable<sup>149</sup>. Aun así el uso de la ratio T/C como indicador del estado metabólico es controvertido. En baloncesto los estudios del efecto acumulado del entrenamiento son dispares. En algunos estudios se observan diferencias significativas de la ratio TT/C a lo largo del período de entrenamiento<sup>212-213</sup>, pero sin presentar relación con el volumen de entrenamiento<sup>125, 214</sup>; por otro lado en otros estudios, tanto la TT/C como la FT/C fluctúan significativamente<sup>215</sup>. Considerando la TT/C o la FT/C como indicador del balance anabólico-catabólico, parece ser que la suplementación con antioxidantes favorece el anabolismo o protege las estructuras proteicas<sup>87, 89</sup>. Existe mucha dispersión en las conclusiones extraídas con este indicador en baloncesto. Son necesarios más estudios, aumentando la muestra o bien homogeneizando protocolos para poder realizar un correcto metaanálisis.

Publicaciones que han analizado la testosterona y/o el cortisol en baloncesto masculino

Autor	Año	n	Edad (años)	Nivel	Marcadores endocrinos	Origen de la muestra	Hora de extracción	Tipo de respuesta estudiada	Duración del estudio	Resultados de T, C, RTTC y/o RFTC	Fortalezas	Debilidades
Martínez y col.	2010	12	25.3 ± 4.4	Júniors Élite (España)	TT (ng/dL), FT (ng/dL), C (µg/dL), ACTH (?)	Sangre	AM 8:30	Acumulada	7 meses	El C varía significativamente: bajo en Dic y Abr, TT incrementa hasta Mar, sin diferencias en Dic, Mar y Abr, FT aumenta en Oct y Dic y mínimo en Mar. RTTC se incrementa durante la temporada, máximo en Dic y disminución en Mar. RFTC disminuyó durante la temporada, mínimo en Mar.	Profesionales, élite, respuesta acumulada.	Muestra pequeña. No hay <i>baseline</i> . Sin grupo control. No se relaciona con nada. No se detalla año, tipo de semana o competiciones en las que se participa.
Kilinc	2010	14	16.8 ± 1.1	Júniors Élite (Turquía)	FT (nMol/mL), C (nMol/mL)	Sangre	AM 8:00-10:00	Aguda	35 días	Disminución del C y aumento de FT y RFTC tras entrenamiento forzado. El grupo de entrenamiento forzado + suplementación con Vit. C y E presenta más disminución de C que el grupo control.	Grupo control	Respuesta aguda. Muestra pequeña. No se estudian las variaciones relativas (%) o el tamaño del efecto para comparar grupos.
He y col.	2010	8	20.5 ± 0.3	Universitarios (Taiwan)	C (ng/mL)	Saliva	PM 17:30-18:30	Acumulada	78 días	Aumento significativo del C durante el período de entrenamiento: intenso y la competición comparado con la 1ª semana de recuperación. Correlación negativa entre IgA y C ( $r=-0.28$ )	Estudian la relación entre el C y el sistema inmune. Respuesta acumulada.	Muestra pequeña. Nivel competitivo bajo. Hora de recogida de muestra tardía.
Ben Abdelkrim y col.	2009	38	18.2 ± 0.5	Júniors Élite (Túnez)	C (nMol/L), INS (µMol/L)	Sangre	AM ≈ 11:00	Aguda	6 partidos	El C aumentó a la media parte comparado con los valores pre-partido y se mantuvo elevado hasta el final del partido. Se comportó del mismo modo en todas las posiciones de juego (bases, aleros y pivots).	Tamaño de la muestra medio. Posterior al año 2000, 2004 (reglas).	r pequeña. Año estudiado? (reglas). Respuesta aguda. Hora de recogida de muestra tardía.
Büyükyazı y col.	2003	33	15.8 ± 0.4	Júniors (?)	GH (ng/mL), C (µg/dL)	Sangre	AM 7:30-9:00	Aguda	8 semanas	El C aumentó significativamente después de un entrenamiento continuo y después de uno intermitente extensivo, tanto en la 1ª sesión como en la última, 8 semanas después.	Tamaño de la muestra medio.	La respuesta estudiada no es en baloncesto sino en pruebas de laboratorio (tapiz). Respuesta aguda. Nivel de la muestra?.
Tsolakis y col.	2003	80	13 ± 0.6	Adolescentes practicantes de deporte de ocio (Grecia)	TT (nMol/L), SHBG (nMol/L), GH (ng/mL)	Sangre	AM 8:30-9:00	<i>Baseline</i>	-	Los jugadores de baloncesto presentaron el 4º promedio más alto en concentración de TT ( $9.22 \pm 7.33$ nMol/L), por detrás de remo, balonmano y corredores, sin presentar diferencias significativas con ningún deporte.	Grupo control y otros deportes.	Muestra pequeña (baloncesto 9). Nivel competitivo bajo. No estudia ninguna respuesta. Descriptivo transversal.
Gonzalez-Bono y col. 2002a	2002a	20	21.9 ± 1.1	Júniors Élite (España)	FT (nMol/L), C (µmol/L), PRL (ng/mL), LH (mIU/L)	Sangre	AM 8:30-9:00	Aguda	16 semanas	El C correlaciona negativamente con el volumen de entrenamiento ( $r=-0.64$ ) y positivamente con la "depresión" ( $r=0.55$ ). A pesar de existir diferencias en el volumen de entrenamiento no las hay en la TT, la FT ni en la RFTC.	Relación entre estado emocional y volumen de entrenamiento con respuesta endocrina.	Muestra pequeña (11+9). Nivel de la muestra medio.
Gonzalez-Bono y col. 2002b	2002b	(11+9)	21.8 ± 1.5	Júniors Élite (España)	FT (ng/mL), C (µg/dL)	Sangre	PM 17:00-18:00	Aguda y retardada	35 días	El C se comportó de forma similar en los dos grupos (suplementado y placebo), incrementándose después de un entrenamiento de baloncesto y descendiendo 24 h después. La FT aumentó después del entrenamiento, no significativamente, y descendió 24 h después. En el grupo suplementado presenta un mayor incremento de la RFTC comparado con el placebo, no significativo.	Profesionales, élite. Grupo control.	Muestra pequeña (7+6). Hora de recogida de muestra tardía. Anterior al año 2000, 1996-1997 (reglas).
Schredery col.	2001	13	23.8 ± 3.8	Júniors Élite (España)	TT (nMol/L)	Saliva	PM 18:00-20:30	Aguda	-	La TT no presentó diferencias significativas después de la victoria, pero se halló relación entre la TT post-partido y los factores externos que influyeron en el resultado (errores de los adversarios, suerte y decisiones arbitrales).	Relación entre estado emocional y respuesta endocrina.	Muestra pequeña (9+8). Nivel de la muestra medio. Hora de recogida de muestra tardía. Año estudiado? (reglas).
Gonzalez-Bono y col.	2000	17	21.6	Júniors Élite (España)	TT (nMol/L), T <sub>3</sub> (nMol/L), T <sub>4</sub> (nMol/L)	Saliva	AM-PM 11:30-14:00	Aguda y acumulada	9 meses	Tras el partido el C aumentó en ambos equipos (ganador y perdedor). En el equipo ganador correlacionan C y "vigor" ( $r=0.79$ ; $p<0.02$ ). No se halla relación entre C y tiempo de juego o la ratio "puntos/tiempo de juego". La TT aumentó en el equipo ganador después del partido y descendió en el perdedor y no se relacionó con estados de ánimo negativos, pero sí con la contribución individual ("puntos/tiempo de juego").	Relación entre estado emocional y respuesta endocrina.	Muestra pequeña (8+8). Nivel de la muestra medio. Hora de recogida de muestra tardía. Anterior al año 2000 (reglas).
Hoffman y col.	1999	10	26.4 ± 4.3	Júniors Élite (Israel)	C (nMol/L), LH (IU/L), T <sub>3</sub> (nMol/L), T <sub>4</sub> (nMol/L)	Sangre	AM	Acumulada	4 semanas	A pesar del descenso progresivo del volumen de entrenamiento a lo largo de la concentración no se observó ninguna variación significativa ni en la TT ni en la RTTC, pero sí un aumento del C.	Profesionales, élite, respuesta acumulada.	Posibles alteraciones por efecto de acumulado de la liga regular. Anterior al año 2000 (reglas).
Kassal y col.	1980	36	A: 15-16 B: 17-18 C: 19-30	Júniors, Séniors Élite, Séniors Expertos (URSS)	C, Cortisona DPM (?), EPI (?), NRE (?)	Orina	? ?	Aguda	?	Los corticosteroides aumentaron durante los entrenamientos y los partidos. En reposo, en entrenamiento, antes y durante el partido se correlacionaron positivamente con las catecolaminas y con la dopa. Concluyendo que existe una gran relación entre la actividad del córtex adrenal (glucocorticoides) y el sistema simpático-adrenal (catecolaminas)	Diferentes edades de alto nivel competitivo. Analizan entrenamientos y partidos. Relación entre glucocorticoides y catecolaminas.	Respuesta aguda. Falta información sobre el protocolo (hora de recogida?), Anterior al año 2000 (reglas).

Tabla 2.3.5: **Tabla-resumen de las investigaciones que analizan la testosterona y/o el cortisol en jugadores de baloncesto.** TT: testosterona total; FT: testosterona libre; C: cortisol; RFTC: ratio testosterona libre / cortisol; RTTC: ratio testosterona total / cortisol; IgA: Inmunoglobulina-A; Vit: vitamina; INS: Insulina; GH: Hormona de crecimiento; DPM: dopamina; D: Dopa; EPI: epinefrina; NRE: Norepinefrina; LH: Hormona luteinizante; SHBG: Sex hormone binding globulin; PRL: prolactina; T<sub>3</sub>: Triyodotironina; T<sub>4</sub>: tiroxina.





03

**Marco experimental**



3.1

## **Diseño de la investigación**



La presente investigación se enmarca en el grupo de estudios observacionales, descriptivos, longitudinales de incidencia y de grupo único, pero al dividirse en 3 sub-estudios, los diseños difieren ligeramente en función de las variables y factores tratados.

**Estudio 1: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación a la frecuencia de entrenamiento y el tiempo de juego en jugadores de baloncesto de élite”.**

Estudio observacional, descriptivo, longitudinal de incidencia (8 analíticas), pre-experimental (o correlacional), de grupo único (n=8), multivariable (TT, C, TT/C), multifactorial (frecuencia de entrenamiento y tiempo de juego), intra-sujeto.

**Estudio 2: “Variación de la testosterona y el cortisol en relación al estado de ánimo en jugadores de baloncesto de élite”.**

Estudio observacional, descriptivo, longitudinal de incidencia (7 analíticas), pre-experimental (o correlacional), de grupo único (n=10), multivariable (TT, C, TT/C), multifactorial (vigor, fatiga, depresión, confusión, agresividad, tensión, puntuación total), intra-sujeto.

**Estudio 3: “Análisis de 4 años de evolución de la testosterona y el cortisol en jugadores de baloncesto de élite”.**

Estudio observacional, descriptivo, longitudinal de incidencia, de grupo único (n=35), multivariable (TT, C, TT/C, C/TT), multifactorial (posición de juego, porcentaje graso, resultado del partido, contribución individual en el partido, tiempo de juego, número de partidos jugados la semana anterior), intra-sujeto.

A continuación se presenta un cronograma donde se detallan los momentos en que se estudió el equipo en el total de los 4 años y medio que duró la recogida de datos. El calendario de investigación se ajustó a 4 temporadas deportivas. Cada estudio se llevó a cabo de forma aislada y secuencial, para posteriormente extraer una conclusiones generales.

Estudios desarrollados y temporadas deportivas																																		
2007					2008					2009					2010					2011														
Ag	Sp	Oc	Nv	Dc	En	Fb	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc	En	Fb	Mr	Ab	My	Jn	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc	En	Fb	Mr	Ab	My	
Estudio 1										Temporada 2007-2008																								
Estudio 2																				Temporada 2010-2011														
Estudio 3										Temporada 2007-2008										Temporada 2008-2009					Temporada 2009-2010					Temporada 2010-2011				

Figura 3.1.1. Temporadas deportivas analizadas en cada estudio.

A pesar de que las variables empleadas en cada estudio se detallan en sus capítulos correspondientes, presentamos una tabla en que se relacionan todas las variables de la investigación (dependiente, independiente y contaminante). En ella pretendemos reflejar la intención global de la tesis doctoral: describir el comportamiento hormonal longitudinalmente y mostrar la relación entre las variables hormonales estudiadas y diferentes variables que caracterizan o afectan al jugador (biología, especialidad, estado de ánimo o actividad física). Del mismo modo, presentamos las variables que no han sido controladas y que podrían alterar los resultados (variables contaminantes), siendo a su vez, potenciales líneas de investigación.

Variables Dependientes							Variables Independientes						
							Frecuencia de entrenamiento	Minutos de juego	Biología	Rol	Tipo de semana (Partidos semanales)	Resultado	Rendimiento y contribución (Valoración ACB)
TT (nMol/l)	varTT (%)	C (μMol/l)	varC (%)	RCTT (n°)	varRCTT (%)	RTTC (n°)	varRTTC (%)	- Promedio de Minutos de Juego entre analíticas (Mjpa). - Minutos de Juego partido anterior (Mjpa).	- Edad. - Índice de Masa Corporal. - % Graso.	- Interores / Exterores. - Bases / Aleros / Pivots. - Bases / Escoltas / Ala-Pivots / Pivots.	- 0 Partidos - 1 Partido - 2 Partidos	- Victoria - Derrota	- Valoración ACB absoluta - Valoración ACB relativa (%)
POMS							Vigor	Fatiga	Agresividad	Depresión	Tensión	Confusión	Puntuación Total
							Variables Contaminantes						
							Nutrición / Dieta						
							Sueño						
							Otras Variables de Actividad Física (Carga, Intensidad, Densidad y Especificidad)						

Tabla 3.1.1. Relación entre las variables de estudio.



## 3.2

### **Estudio 1**

*“Variación de la testosterona y el cortisol en relación a la frecuencia de entrenamiento y el tiempo de juego en jugadores de baloncesto de élite”*



## 3.2.1 Material y métodos.

### 3.2.1.1 Muestra.

Se estudió un equipo masculino de baloncesto profesional ( $28.8 \pm 4.9$  años;  $94.3 \pm 9.3$  kg;  $195.3 \pm 6.6$  cm;  $24.7 \pm 1.0$  IMC;  $16.4 \pm 4.0$  % Graso), que disputa la 1ª División Española de Baloncesto (Liga ACB, Asociación de Clubes de Baloncesto) (Tabla 3.2.1). Los jugadores que sufrieron *jet-lag* (por realizar vuelos transmeridianos) fueron excluidos del estudio por posibles alteraciones hormonales en la primera extracción de sangre al presentar un ritmo circadiano diferente al resto de sujetos<sup>150</sup>. La muestra final fue de 8 participantes (n=8).

Muestra								
2007 - 2008 (n=8)	EDAD (años)	PC (kg)	ALTURA (cm)	IMC (PC/altura <sup>2</sup> )	% Graso (%)	PJ	min. TOT.	min./PJ
BASE-1	28	81	188	22.9	11.5 %	34	833	0024:30
BASE-2	32	88	189	24.6	15.4 %	34	515	0015:09
ESCOLTA-1	25	92	190	25.5	18.7 %	34	943	0027:44
ESCOLTA-2	39	90	193	24.2	19.6 %	34	334	0009:49
ESCOLTA-3	24	92	197	23.7	14.8 %	33	397	0012:02
ALERO	29	96	196	25.0	10.6 %	34	411	0012:05
ALA-PIVOT	25	105	203	25.5	18.7 %	29	670	0023:06
PIVOT	28	110	206	25.9	21.8 %	34	627	0018:26
AVG	28.8	94.3	195.3	24.7	16.4 %	33.3	591.3	0017:52
DE	4.9	9.3	6.6	1.0	4.0	1.8	217.7	6.2

Tabla 3.2.1. **Descriptores de la muestra.** IMC (Índice de Masa Corporal); % Graso (Porcentaje graso indirecto según la fórmula de Yuhasz modificada por Faulkner); PC (Peso Corporal); PJ (Partidos Jugados durante la temporada de estudio); min. TOT. (Minutos totales jugados durante la temporada de estudio); min./PJ (Promedio de minutos jugados por partido); AVG: promedio; DE: desviación estándar.

### 3.2.1.2 Variables utilizadas.

Variables Dependientes				
Variable	Abreviatura	Tipo	Unidad de Medida	Procedimiento
Concentración de Testosterona Total	TT	Cuantitativa, Continua	nMol/l	Quimioluminiscencia
Variación de Testosterona	varTT	Cuantitativa, Continua	%	
Concentración de Cortisol	C	Cuantitativa, Continua	µMol/l	Quimioluminiscencia
Variación de Cortisol	varC	Cuantitativa, Continua	%	
Ratio TT/C	RTTC	Cuantitativa, Continua	nº	-
Variación de TT/C	varRTTC	Cuantitativa, Continua	%	-

Tabla 3.2.2

Variables Independientes				
Variable	Abreviatura	Tipo	Unidad de Medida	Procedimiento
Número de Entrenamientos Físicos	EF	Cuantitativa, Continua	nº	Registro
Número de Entrenamientos en Pista	EP	Cuantitativa, Continua	nº	Registro
Número de Partidos	P	Cuantitativa, Continua	nº	Registro
Número de Sesiones Totales [EF+EP+P]	ST	Cuantitativa, Continua	nº	Registro
Media de Minutos jugados por partido (entre analíticas)	MJavg	Cuantitativa, Continua	nº	Estadística oficial ACB
Minutos jugados en el partido anterior a la analítica	MJpa	Cuantitativa, Continua	nº	Estadística oficial ACB

Tabla 3.2.3

Variables contaminantes (Moduladores hormonales, -Hackney y Viru, 2008-)	
BIOLÓGICAS	DE PROCEDIMIENTO
Edad	Nutrición / Dieta
Raza	Sueño
Composición corporal	Actividad Física (otras variables)
Salud mental	Estrés
Sexo	Técnica de recogida de muestras
Ciclo menstrual	Método de análisis de la muestra
	Tratamiento estadístico de los datos
	Transformación de los datos (Valores Absolutos o Relativos)
	Posición del participante
	Condiciones ambientales

Tabla 3.2.4

Tablas 3.2.2, 3.2.3 y 3.2.4. **Variables de estudio:** dependientes, independientes y contaminantes -respectivamente- (Moduladores hormonales -contaminantes- descritos por Hackney y Viru -2008- pero que han sido controlados o bien no se consideran contaminantes).

### 3.2.1.3 Instrumentos y medidas.

#### Datos antropométricos:

La altura se midió en bipedestación, con un tallímetro modelo SECA®, con una precisión de 2 mm y un rango de medición de 130-210 cm. El peso se obtuvo mediante una báscula modelo SECA®, con una precisión de 0.2 kg y un rango de medición de 2-130 kg. El porcentaje graso fue estimado de forma indirecta según la fórmula de Yuhasz modificada por Faulkner (1968)<sup>232-233</sup>, [%Graso = (pliegue tríceps + pliegue subescapular + pliegue suprailíaco + pliegue abdominal) \* 0.153 + 5.783], la medición de los pliegues la realizó un doctor especializado en antropometría (siempre el mismo) empleando un compás de pliegues cutáneos (plicómetro) *Harpender* (British Indicators, LTD), con una precisión (0.2 mm). El índice de masa corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso por la altura al cuadrado (kg/m<sup>2</sup>)<sup>234</sup>.

**Material:** 1 tallímetro, 1 báscula y 1 plicómetro.

#### Análisis de sangre:

La concentración de ambas hormonas fue determinada mediante electroquimioluminiscencia (*electrochemiluminescence immunoassay -ECLIA-*) en un laboratorio especializado (Laboratorios Nogueras, Manresa). Para la TT se empleó el test inmunológico *in vitro Testosterone II* (05200067 190, Cobas®), con un rango de medida de 0.087-52.0 nMol/L, y un coeficiente de variación en repetibilidad de 1.2-4.7%. Para el C se empleó el test inmunológico *in vitro Cortisol* (11875116 122, Cobas®), con un rango de medida de 0.0005-1.750 µMol/L, y un coeficiente de variación en repetibilidad de 1.1-1.7%. Los inmunoensayos se analizaron con un *Modular Analytics E170* (Roche Diagnostics Ltd., Burgess Hill, UK).

**Material:** 40 cm de goma elástica, guantes de látex, butaca acolchada con reposa-brazo, 8\*8 (64) jeringuillas, 8\*8 (64) pruebas inmunológicas *Testosterone II* (Cobas®), 8\*8 (64) pruebas

inmunológicos *Cortisol* (Cobas®), 8\*2\*8 (128) tubos de ensayo secos, analizador *Modular Analytics E170* (Roche Diagnostics Ltd.).

#### **3.2.1.4 Protocolos.**

##### **Protocolo general:**

El estudio se llevó a cabo a lo largo de la temporada 2007-2008 (pretemporada y temporada competitiva). Durante el estudio, los participantes siguieron la planificación del equipo, sin intervención del grupo investigador. Jugadores y equipo técnico fueron debidamente informados de los procedimientos y objetivos del estudio, así como de sus posibles riesgos y beneficios. Dichos procedimientos, son acordes a la Declaración de Helsinki y a la Ley Orgánica de Protección de Datos 15/1999 del 13 de diciembre, y han sido aprobados por el Comité de Ética de Investigaciones Clínicas de la Administración Deportiva de Catalunya (00998/11722/2011). Por su parte, los jugadores firmaron voluntariamente una hoja de consentimiento informado (Anexo A).

En cuanto a las extracciones sanguíneas, se realizó una el primer día de entrenamiento, al regreso del periodo transitorio, siendo estos valores considerados como basales. Durante la temporada se recogieron muestras periódicas cada 4-6 semanas, siempre después de haber descansado entre 24 y 36 horas tras el último partido, en situación de descanso total (sin carga de entrenamiento). Se obtuvieron un total de 8 muestras (Tabla 3.2.5 y 3.2.7).

##### **Protocolo específico de recogida de muestras:**

Los sujetos acudieron a los laboratorios entre las 8:00 y las 9:00 de la mañana, en ayunas. Las muestras de sangre se obtuvieron mediante punción con jeringuilla de la vena ante-cubital, con torniquete proximal (goma elástica), con el sujeto sentado en una butaca acolchada con un soporte para sostener el brazo de extracción y se almacenaron en tubos de ensayo secos, sin anticoagulantes. A pesar de existir posibilidades de incremento del C debido a la técnica de extracción<sup>9</sup>, se desestimó el realizarlo mediante catéter por ser una técnica excesivamente invasiva que podría alterar la dinámica del equipo. Los horarios se mantuvieron invariables a lo largo de la temporada para evitar alteraciones hormonales por el ritmo circadiano<sup>130, 182</sup>.

Se estudia el valor absoluto de concentración de cada hormona (TT, C, RTTC) y su porcentaje de variación<sup>4, 202</sup> ( $\text{varTT}$ ,  $\text{varC}$  y  $\text{varRTTC}$ ), representando la 1ª analítica el 0%. La frecuencia de entrenamiento se valoró mediante el número de sesiones de cada tipo, su frecuencia (físico, pista,

partido y total). También se calculó la media de minutos jugados en los partidos que se disputaron entre cada analítica (MJavg) y los minutos jugados en el partido anterior a cada analítica (MJpa).

### **Determinación de la ratio TT/C:**

La ratio TT/C se determinó a partir de las concentraciones molares totales<sup>83, 119, 212, 235-237</sup> (TT en nMol/L y C en  $\mu$ Mol/L)<sup>200-201</sup>, no sus fracciones libres, puesto que “la actividad de las glándulas se manifiesta a nivel total de la hormona [...] y -éste- se eleva en correlación con el aumento de la fracción libre. Deduciendo que la cantidad total de hormona contiene suficiente información sobre la disponibilidad de hormonas para los tejidos”<sup>9</sup>. Además, Rosner y col. (2007), remarcan que las técnicas actuales de medición directa de la FT en suero presentan limitaciones fundamentales<sup>149, 238</sup>.

### **Tratamiento de la frecuencia de entrenamiento:**

Diariamente se registró el tipo de sesión que llevaba a cabo el equipo, realizando el sumatorio semanal y obteniendo la frecuencia de sesiones en los 38 microciclos de la temporada. Para analizar las diferencias en la frecuencia de entrenamiento, se dividió la temporada en 6 bloques de 6 microciclos (muestras balanceadas). Los dos microciclos posteriores a la última extracción sanguínea no se consideran en esta agrupación.

#### **3.2.1.5 Análisis estadístico:**

Los valores se expresan en media y desviación estándar. La normalidad de los datos se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. La homocedasticidad se analizó mediante la prueba de Levene y la esfericidad mediante la de Mauchly. En caso de no cumplirse el supuesto de esfericidad se empleó el índice corrector  $\epsilon$  de Greenhouse-Geisser. Se realizó un análisis ANOVA de medidas repetidas con el ajuste de Bonferroni para analizar las diferencias entre pares, se consideró el estadístico eta cuadrado parcial ( $\eta^2_{\text{parcial}}$ ) para describir la proporción de variabilidad y la  $d$  de Cohen para evaluar la diferencia entre medias (tamaño del efecto, ES, del inglés *Effect Size*), y se procedió con una correlación de Pearson para estudiar la relación entre variables, así como una prueba T para muestras relacionadas para comparar la frecuencia de entrenamiento entre los 6 bloques de 6 microciclos. La significación se establece en  $p < 0.05$ . Para la interpretación de la  $d$  de Cohen, se siguieron los umbrales propuestos por el mismo autor<sup>239-240</sup>, considerando  $d \leq 0.19$  trivial,  $d = 0.20-0.49$  pequeña,  $d = 0.50-0.79$  moderada y  $d \geq 0.80$  grande. El tratamiento de los

datos se hizo con SPSS v15.0 (Chicago, IL, USA), *Effect Calculator* ([www.effectsizefaq.com](http://www.effectsizefaq.com)) [Consulta: 20/2/2012] y Excel 2007 (Microsoft Office).

### 3.2.2 Resultados.

En la Tabla 3.2.5 y en el Anexo B se exponen los resultados de las variables hormonales estudiadas (64 muestras de sangre).

Testosterona Total, Cortisol y Ratio TT/C (Estadísticos descriptivo y Comparación por pares)											
Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA						p	$\eta^2_{par}$	Pot.
	Mes	Agosto	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar			
Análisis	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>			
Fecha	20/08/2007	18/09/2007	23/10/2007	27/11/2007	02/01/2008	11/02/2008	18/03/2008	22/04/2008			
Microciclo	1	5	10	15	20	26	31	36			
n	n=8										
<b>TT</b> (nMol/l)	21.0 ± 4.8	22.4 ± 4.2	22.9 ± 4.0	21.5 ± 4.5	21.4 ± 3.6	24.9 ± 2.9	20.6 ± 2.8	18.0 ± 3.7 <sup>a,b,c</sup>	p<0.01	0.98	1.00
<b>VarTT</b> (%)	0.0 ± 0.0	9.9 ± 22.9	11.8 ± 19.7	3.9 ± 15.2	4.8 ± 20.0	23.8 ± 30.3	1.1 ± 17.8	-12.2 ± 17.2 <sup>a,b</sup>	p>0.05	0.13	0.15
<b>C</b> (µMol/l)	0.399 ± 0.16	0.451 ± 0.08	0.439 ± 0.10	0.393 ± 0.13	0.438 ± 0.13	0.441 ± 0.09	0.441 ± 0.09	0.516 ± 0.06	p<0.01	0.98	1.00
<b>VarC</b> (%)	0.0 ± 0.0	33.3 ± 69.2	33.1 ± 83.0	18.7 ± 84.3	30.1 ± 80.5	35.6 ± 84.5	29.2 ± 64.8	57.4 ± 87.0	p>0.05 <sup>G</sup>	0.20 <sup>G</sup>	0.30 <sup>G</sup>
<b>Ratio TT/C</b>	58.0 ± 17.7	50.8 ± 11.3	54.8 ± 17.1	61.7 ± 26.8	54.8 ± 26.6	58.4 ± 12.1	48.6 ± 13.6	35.4 ± 8.5	p>0.05 <sup>G</sup>	0.26 <sup>G</sup>	0.49 <sup>G</sup>
<b>VarRTTC</b> (%)	0.0 ± 0.0	-6.6 ± 28.5	1.4 ± 39.3	15.6 ± 59.0	3.3 ± 61.1	8.1 ± 35.6	-10.9 ± 32.4	-33.7 ± 24.0	p>0.05 <sup>G</sup>	0.26 <sup>G</sup>	0.47 <sup>G</sup>
<i>Número de jugadores con VarRTTC inferior a 0% (n%)</i>											
<b>VarRTTC &lt; 0%</b>	0	5 (62.5%)	5 (62.5%)	3 (37.5%)	5 (62.5%)	3 (37.5%)	6 (75%)	8 (100%)			
<b>VarRTTC &lt; -30%</b>	0	1 (12.5%)	1 (12.5%)	1 (12.5%)	3 (37.5%)	2 (25%)	2 (25%)	4 (50%)			

Tabla 3.2.5. **Porcentaje de variación y concentración de testosterona total, cortisol y ratio TT/C.** AVG±DE. Cambios significativos: <sup>a</sup> (Vs. Septiembre); <sup>b</sup> (Vs. Octubre); <sup>c</sup> (Vs. Febrero); p (nivel de significación en el análisis de varianza);  $\eta^2_{par}$  (eta cuadrado parcial); Pot. (potencia); <sup>G</sup> (estadísticos tras corrección con Greenhouse-Geisser).

En la Tabla 3.2.6 se presentan los minutos de juego de los partidos oficiales de octubre a abril y en la Tabla 3.2.7 y el Anexo C la frecuencia de entrenamiento.

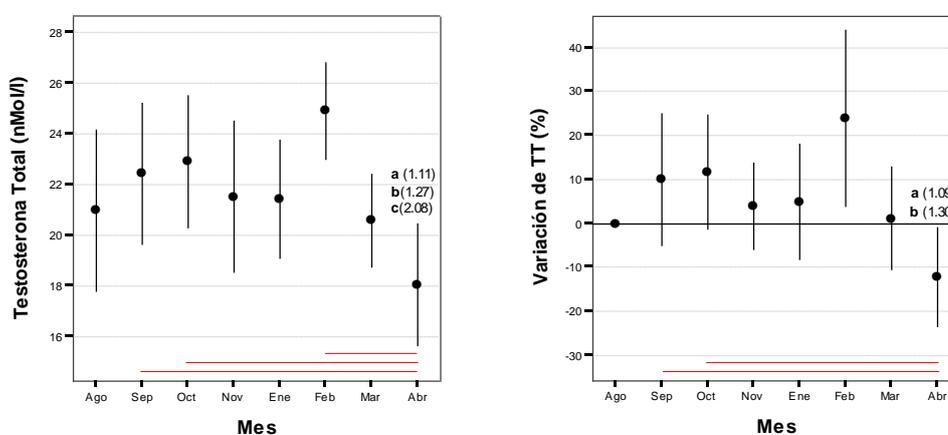
Minutos de Juego (MJ)						
Fase	TEMPORADA					
	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr
Mes	10	15	20	26	31	36
Microciclo	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
Análisis	4	9	15	Desc. CR	25	31
Nº Jornada del fin de semana anterior	4	5	6	5	5	6
Nº partidos entre analíticas	2	1	2	0	1	1
Nº partidos semana anterior						
<i>Promedio de MJ entre analíticas (MJavg)</i>						
BASE-1	23.3	22.0	21.8	26.9	24.9	26.6
BASE-2	16.7	16.7	18.5	14.3	14.2	12.8
ESCOLTA-1	25.2	27.6	25.5	29.9	26.6	30.3
ESCOLTA-2	13.5	13.4	11.9	6.7	7.4	7.5
ESCOLTA-3	8.9	8.7	14.7	9.7	16.8	10.7
ALERO	6.6	10.2	15.5	17.6	11.6	9.1
ALA-PIVOT	21.6	22.1	20.4	25.0	23.1	27.6
PIVOT	16.1	17.2	23.4	16.7	19.0	16.6
<i>MJ en partido anterior (MJpa)</i>						
BASE-1	19.6	12.0	22.3	-	26.0	21.3
BASE-2	20.4	25.9	17.7	-	12.0	15.6
ESCOLTA-1	24.1	25.0	17.4	-	28.8	31.7
ESCOLTA-2	8.9	13.9	9.3	-	5.5	12.8
ESCOLTA-3	12.5	5.1	14.2	-	15.0	13.3
ALERO	10.8	14.6	16.2	-	14.7	7.5
ALA-PIVOT	16.4	25.1	22.1	-	17.8	-
PIVOT	17.2	16.8	17.5	-	18.5	19.9

Tabla 3.2.6. **Minutos de juego:** MJavg (promedio de minutos jugados en los partidos que se disputaron entre analíticas); MJpa (minutos jugados en el partido que se disputó el fin de semana anterior a la analítica)



## Valores medios de concentración y porcentaje de variación de Testosterona, Cortisol y Ratio TT/C.

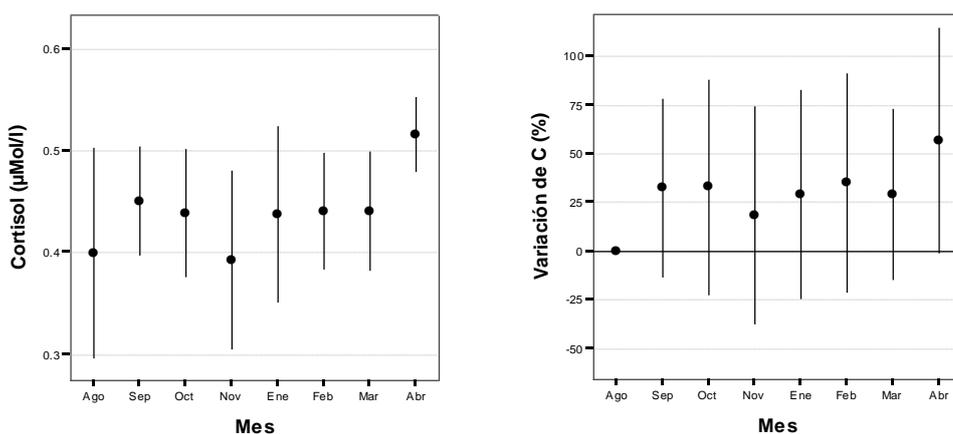
La concentración de TT presentó un valor medio de  $21.6 \pm 2$  nMol/L, con un valor mínimo de 11.4 nMol/L y uno máximo de 29.5 nMol/L, mostrando diferencias significativas entre las analíticas: Abr *Vs.* Sep (-4.4 nMol/L,  $p=0.010$ ), Abr *Vs.* Oct (-4.9 nMol/L,  $p=0.004$ ) y Abr *Vs.* Feb (-6.8 nMol/L,  $p=0.013$ ) (Figura 3.2.1). Respecto a otras variables hormonales, la TT se correlacionó negativamente con la varC ( $r=-0.388$ ,  $p=0.002$ ) y positivamente con la RTTC ( $r=0.354$ ,  $p=0.004$ ), la varTT ( $r=0.302$ ,  $p=0.015$ ) y la varRTTC ( $r=0.473$ ,  $P=0.000$ ) (Anexos D y E). La concentración de TT no se correlacionó significativamente ni con los minutos de juego (MJavg, MJpa) ni con el C. Por otro lado, el porcentaje de variación de TT (varTT) presentó un valor medio de  $5.4 \pm 10.4\%$ , un mínimo de -33.7% y un máximo de 82.6%. Se encontraron diferencias significativas entre las analíticas: Abr *Vs.* Sep (-22.1%,  $p=0.034$ ), Abr *Vs.* Oct (-23.9%,  $p=0.010$ ) (Figura 3.2.2). En relación a otras variables hormonales, la varTT presentó una correlación negativa próxima a la significatividad con el C ( $r=-0.239$ ,  $p=0.057$ ) y positiva con la TT ( $r=0.302$ ,  $p=0.015$ ), la RTTC ( $r=0.340$ ,  $p=0.006$ ) y la varC ( $r=0.462$ ,  $p=0.000$ ) (Anexos D y E). La varTT no se correlacionó significativamente ni con los minutos de juego (MJavg, MJpa) ni con la varRTTC.



Figuras 3.2.1 y 3.2.2. Valores de concentración (izq.) y % de variación (dcha.) de Testosterona Total. Diferencias significativas: <sup>a</sup> (*Vs.* Septiembre); <sup>b</sup> (*Vs.* Octubre); <sup>c</sup> (*Vs.* Febrero). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto  $d$  de Cohen. (—) Indica los niveles que presentan un ES grande ( $d \geq 0.80$ ).

Se obtuvo un valor medio de concentración de C de  $0.440 \pm 0.0$   $\mu$ Mol/L con un valor mínimo de 0.156  $\mu$ Mol/L y uno máximo de 0.617  $\mu$ Mol/L. El C no presentó diferencias significativas a lo largo de la temporada (Figura 3.2.3). Respecto a otras variables hormonales, el C se correlacionó negativamente con la RTTC ( $r=-0.839$ ,  $p=0.000$ ), la varRTTC ( $r=-0.529$ ,  $p=0.000$ ) y de forma casi significativa con la varTT ( $r=-0.239$ ,  $p=0.057$ ) y positivamente, también casi significativamente, con la varC ( $r=0.242$ ,  $p=0.054$ ) (Anexos D y E). La concentración de C no se correlacionó significativamente ni con los minutos de juego (MJavg, MJpa) ni con la TT. Por otro lado, el

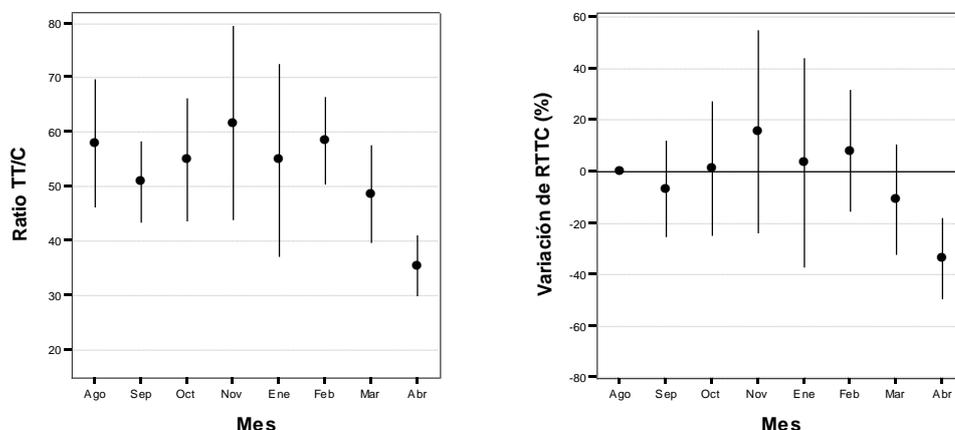
porcentaje de variación de C (varC), presentó un valor medio de  $29.7 \pm 6.2\%$ , un mínimo de  $-52.1\%$  y un máximo de  $234.6\%$ , no presentando variaciones significativas a lo largo de la temporada (Figura 3.2.4). En relación a otras variables hormonales, la varC mostró una correlación negativa con la TT ( $r=-0.388$ ,  $p=0.002$ ), la RTTC ( $r=-0.434$ ,  $p=0.000$ ) y la varRTTC ( $r=-0.717$ ,  $p=0.000$ ) y positiva con la varTT ( $r=0.462$ ,  $p=0.000$ ) y de forma casi significativa con la varTT ( $r=-0.242$ ,  $p=0.054$ ) (Anexos D y E). La varC no se correlacionó significativamente ni con los minutos de juego (MJavg, MJpa) ni con la TT.



Figuras 3.2.3 y 3.2.4. Valores de concentración (izq.) y % de variación (dcha.) de Cortisol.

Por último, se obtuvo una ratio TT/C (RTTC) media de  $52.8 \pm 8.2$ , con un valor mínimo de 21.8 y uno máximo de 118.2. La RTTC no presentó diferencias significativas a lo largo de la temporada (Figura 3.2.5). Respecto a otras variables hormonales, la RTTC se correlacionó positivamente con la TT ( $r=0.354$ ,  $p=0.004$ ), la varTT ( $r=0.340$ ,  $p=0.006$ ) y la varRTTC ( $r=0.802$ ,  $p=0.000$ ) y negativamente con el C ( $r=-0.839$ ,  $p=0.000$ ) y la varC ( $r=-0.434$ ,  $p=0.000$ ) (Anexos D y E). La RTTC no se correlacionó significativamente con los minutos de juego (MJavg, MJpa). Por otro lado, se obtuvo un valor medio en el porcentaje de variación de la ratio TT/C (varRTTC) de  $-2.9 \pm 14.9\%$ , un valor mínimo de  $-74.4\%$  y un máximo de  $140.3\%$ . La varRTTC no presentó variaciones significativas a lo largo de la temporada (Figura 3.2.6). Respecto a otras variables hormonales, la varRTTC se correlacionó de forma negativa con el C ( $r=-0.529$ ,  $p=0.000$ ) y la varC ( $r=-0.717$ ,  $p=0.000$ ) y positiva con la TT ( $r=0.473$ ,  $p=0.000$ ) y la RTTC ( $r=-0.802$ ,  $p=0.000$ ) (Anexos D y E). La varRTTC no se correlacionó de forma significativa con los minutos de juego (MJavg, MJpa) ni con la varTT. En el recuento de jugadores que presentaban varTT/C inferiores al 0%, en septiembre (final de fase de carga de la pretemporada) se obtuvieron 5 de los 8 jugadores por debajo del 0% y 1 de éstos 5, por debajo del  $-30\%$ ; en marzo, 6 jugadores se encontraban por

debajo del 0% y 2 de éstos con valores inferiores al -30%; en abril, los 8 jugadores se hallaban por debajo de 0% y 3 de ellos con valores inferiores al -30%.



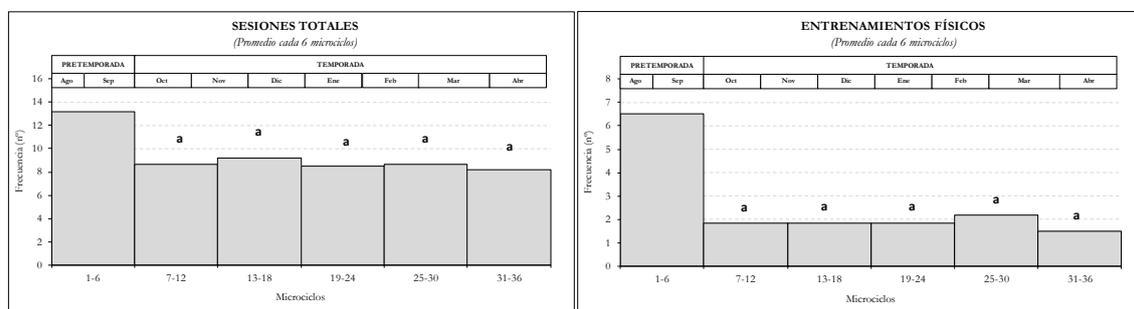
Figuras 3.2.5 y 3.2.6. Valores del índice (izq.) y del % de variación (dcha.) de la Ratio TT/C.

### Frecuencia de entrenamiento y Minutos de juego.

La acumulación total de sesiones (ST) al finalizar el estudio (Mic. 36) fue de 331, de las cuales: 93 eran entrenamientos físicos (EF), 199 entrenamientos en pista (EP) y 39 partidos (P), 6 amistosos y 33 oficiales (Anexo C).

La frecuencia total de sesiones por semana se situó en 14 sesiones durante la pretemporada y entre 8.8 y 9 a lo largo de la temporada. Los EF presentaron su mayor frecuencia en pretemporada (Mic. del 1 al 6), 7.5 sesiones por semana, y entre 2 y 2.1 a lo largo de la temporada (Mic. del 7 al 36). Las EP se mantuvieron entre 5.6 y 5.8 sesiones por semana tanto en pretemporada como en temporada. Los P, en función de haber 0, 1 o 2 por semana, presentaron una media de 0.8 por semana en pretemporada y entre 1.1 y 1.2 a lo largo de la temporada. Los microciclos con 2 P previos a analíticas (Mic. 9 y 19, Tabla 3.2.7), donde se pretendía bajar la carga y aumentar la intensidad, a modo de afinamiento, presentaron: 2 P, 1 EF, 4 EP, con un total de 7 sesiones. El microciclo de descanso por Copa del Rey (Mic. 25, Tabla 3.2.7), que pretendía una carga alta seguida de 2.5 días de descanso, presenta 0 P, 3 EF, 5 EP, con un total de 8 sesiones (Anexo C). En la pretemporada (microciclos del 1 al 6) se encontró una mayor frecuencia de EF comparado con cualquier momento de la temporada: EF<sub>1-6</sub>  $\checkmark$ s. EF<sub>7-12</sub> (+4.7 EF; p=0.010), EF<sub>1-6</sub>  $\checkmark$ s. EF<sub>13-18</sub> (+4.7 EF; p=0.007), EF<sub>1-6</sub>  $\checkmark$ s. EF<sub>19-24</sub> (+4.7 EF; p=0.014), EF<sub>1-6</sub>  $\checkmark$ s. EF<sub>25-30</sub> (+4.3 EF; p=0.007), EF<sub>1-6</sub>  $\checkmark$ s. EF<sub>31-36</sub> (+5.0 EF; p=0.008) y una mayor frecuencia de ST: ST<sub>1-6</sub>  $\checkmark$ s. ST<sub>7-12</sub> (+4.5 ST; p=0.007), ST<sub>1-6</sub>  $\checkmark$ s. ST<sub>13-18</sub> (+4.0 ST; p=0.004), ST<sub>1-6</sub>  $\checkmark$ s. ST<sub>19-24</sub> (+4.7 ST; p=0.002), ST<sub>1-6</sub>  $\checkmark$ s. ST<sub>25-30</sub>

(+4.5 ST;  $p=0.004$ ),  $ST_{1-6}$  *V.s.*  $ST_{31-36}$  (+5.0 ST;  $p=0.010$ ), no siendo significativa la diferencia respecto a la frecuencia de EP y de P.



Figuras 3.2.7 y 3.2.8. Frecuencia de entrenamiento durante la temporada y Agrupación de la frecuencia de entrenamiento en 3 periodos concretos de la temporada. Diferencias significativas: <sup>a</sup> (*V.s.* 1-6)

### 3.2.3 Discusión.

En los últimos años el interés sobre la respuesta endocrina al ejercicio se ha incrementado significativamente<sup>4-5</sup>. La testosterona y el cortisol son las dos hormonas más estudiadas en el deporte en general y también en el baloncesto<sup>5</sup>. Según nuestro conocimiento, este artículo es uno de los pocos trabajos, junto al de Martínez y col.(2010)<sup>215</sup>, que estudia el efecto de una temporada deportiva en la TT y el C en jugadores de baloncesto de elite. Añadiendo en nuestro estudio, la frecuencia de entrenamiento del equipo. En los resultados obtenidos en la presente investigación, los valores de TT y C se encuentran en todo momento dentro de los parámetros normales de referencia (TT: 10.5 – 42.0 nMol/L y C<sub>(por la mañana)</sub>: 0.166–0.635  $\mu$ Mol/L, según la *US National Library of Medicine*).

En el análisis del comportamiento hormonal a lo largo de la temporada deportiva, encontramos algunas publicaciones que han estudiado la variación hormonal en relación al período estacional (ritmo circanual). En el caso de la testosterona, Svartberg y col. (2003) y Meriggola y col. (1996), y en el caso del cortisol, Duclos y col. (2007) y Gouarné y col. (2005), encuentran diferencias estacionales significativas de estas hormonas. No obstante, el ritmo circanual hormonal está aún en proceso de estudio y presenta cierta controversia<sup>241</sup>.

En cuanto a la T, algunas publicaciones indican que sus valores más altos se encuentran en verano<sup>242</sup>, pero los resultados obtenidos en la presente investigación sitúan dichos valores en febrero (invierno) y los más bajos en marzo y abril (primavera). A nivel estadístico, la TT (concentración y variación) presenta cambios significativos durante la temporada, haciéndonos reflexionar sobre las posibles relaciones entre estos resultados y las cargas de trabajo a las que se somete a los jugadores<sup>173-175, 185</sup>. La T ha sido propuesta por algunos autores como un indicador de

la fatiga dada su relación con los procesos anabólicos<sup>243</sup>. En este sentido, niveles bajos de esta hormona podrían interpretarse como el resultado de la acumulación de fatiga a lo largo de la temporada deportiva<sup>212, 244</sup>. Coincidiendo con estudios en otros deportes<sup>167, 235</sup>, encontramos los valores más bajos al finalizar la temporada, tanto en los valores de concentración (TT): Abr *V.s.* Sep (-4.4 nMol/L,  $p=0.010$ ,  $d=1.11$ ), Abr *V.s.* Oct (-4.9 nMol/L,  $p=0.004$ ,  $d=1.27$ ) y Abr *V.s.* Feb (-6.8 nMol/L,  $p=0.013$ ,  $d=2.08$ ); como en los % de variación (varTT): Abr *V.s.* Sep (-22.1%,  $p=0.034$ ,  $d=1.09$ ), Abr *V.s.* Oct (-23.9%,  $p=0.010$ ,  $d=1.30$ ). Dichos resultados no coinciden con los de Martínez y col. (2010), quienes estudiaron un equipo de baloncesto que disputaba la Liga ACB, y donde la TT presentó valores significativamente superiores en marzo y abril comparado con octubre<sup>215</sup>. Las discrepancias entre el estudio de Martínez y col. y la presente investigación, podrían explicarse por las diferencias entre las planificaciones de los equipos estudiados: el grupo de Martínez y col. , participó en los *play-offs* en mayo y junio (fase de afinamiento<sup>245</sup>), mientras que nuestra muestra finalizó la temporada el 15 de Mayo, con el objetivo deportivo conseguido y sin entrar en los *play-off*. Además, en cuanto a los procedimientos, es importante destacar que en el estudio de Martínez y col., la primera muestra de sangre se llevó a cabo en octubre cuando los entrenamientos ya habían empezado (desde agosto), pudiendo presentar los cambios hormonales correspondientes a esos dos meses (agosto y septiembre). De este modo, y atendiendo a la bibliografía anteriormente citada, los resultados de TT que se presentan podrían reflejar la acumulación de fatiga a lo largo de la temporada<sup>235</sup> y, junto con otros indicadores (de rendimiento, emocionales, fisiológicos, etc.)<sup>246</sup>, podrían ser útiles para valorar el estado del jugador<sup>243</sup>. Por último, nos gustaría destacar la hipótesis de que niveles bajos de testosterona podrían relacionarse con un estado de salud carencial<sup>168, 247-253</sup>. Algunos estudios sugieren que la disminución del nivel de testosterona observado en hombres entrenados podría interferir en alguno de los procesos anabólico/androgénico-dependientes<sup>142</sup>. Adlercreutz y col. (1986) sugiere que la reducción de la concentración de testosterona se debe a una reducción de la producción de testosterona en los testículos causada por la disfunción del mecanismo de retroalimentación (*feedback*) testosterona-LH<sup>197</sup>.

La cronobiología, nos indica que el C debería presentar sus valores más altos en otoño e invierno y los más bajos en primavera y verano<sup>254</sup>. En nuestro estudio, el C presenta los valores más bajos en noviembre (otoño) y los más altos en abril (primavera), incrementándose progresivamente a lo largo de la temporada, aunque no de forma estadísticamente significativa. Estos resultados coincidirían con la hipótesis de que el C aumenta con el incremento del volumen de entrenamiento y el estrés<sup>9, 147, 174, 183, 255</sup>; y apoyarían los resultados aportados por He y col. (2010), que estudiaron la evolución del C a lo largo de 7 semanas de competición de baloncesto, obteniendo incrementos de dicha hormona en relación al volumen y a la intensidad del entrenamiento<sup>183</sup>. En este sentido, González-Bono y col. (2002) también obtuvieron un incremento del C que relacionaron con el aumento del volumen de trabajo en jugadores de baloncesto<sup>120, 125</sup>. Finalmente, Argus y col. (2009)

presentan resultados muy similares durante 13 semanas de competición de rugby, donde el C también se incrementó de forma significativa<sup>256</sup>. No obstante, nuestra investigación contradice lo publicado por Hoffman y col. (1999), que estudió una concentración del equipo nacional de Israel en verano (*training camp*), obteniendo un aumento de C a pesar de reducir el volumen de entrenamiento. Los resultados de Hoffman y col. podrían deberse a un estado de sobreentrenamiento o de recuperación incompleta por parte de los sujetos, quienes venían de sus respectivos equipos, con posibles alteraciones del eje hipotálamo-hipofiso-adrenal<sup>177</sup>, conclusión a la que llega el propio autor. Nuestros resultados, tampoco coincidirían con los reportados por Martínez y col. (2010), donde se obtuvieron valores significativamente más bajos de C en abril respecto a octubre, a pesar de que la ACTH presentó las concentraciones más altas en abril. Como ya se ha comentado en la discusión sobre las diferencias obtenidas en el estudio de Martínez y col. respecto a la TT, las discrepancias en el C podrían deberse a los mismos motivos: la planificación y/o al procedimiento del estudio.

La ratio TT/C, ha sido propuesta por diversos autores como indicador potencial de la carga de entrenamiento<sup>174, 197</sup>, pudiendo ser una herramienta útil para intervenir en su planificación, antes de que se produzcan alteraciones fisiopatológicas en los deportistas<sup>177, 195, 215</sup>. Los resultados obtenidos no confirman estas afirmaciones, puesto que no presentan cambios significativos a lo largo del estudio. Kraemer y col. (2009), en un estudio con jugadores de fútbol americano, justifica la inexistencia de cambios significativos en este parámetro porque un alto nivel de condición física puede mantener más estables los indicadores hormonales anabólicos y catabólicos<sup>257</sup>. No obstante, del presente estudio querríamos destacar el decremento de la varRTTC al finalizar la temporada ( $-33.7\% \pm 0.2\%$ ). Este descenso coincidiría con los valores presentados por Handziski y col. (2006)<sup>235</sup> en jugadores de fútbol, o con los publicados por Argus y col. (2009)<sup>256</sup>, con jugadores de rugby, pudiendo reflejar la fatiga acumulada a lo largo de toda de la temporada. A pesar de obtener decrementos individuales superiores al -30% (especialmente en enero y abril), no podemos afirmar que reflejen necesariamente un estado de sobreentrenamiento, como propuso en su día Adlercreutz y col. (1986)<sup>197</sup>, ni que conlleven reducción del rendimiento<sup>11, 122, 199, 202</sup>, considerando dicho criterio demasiado amplio<sup>202</sup>. Para confirmar dicha afirmación deberíamos disponer de más indicadores<sup>122, 212, 258</sup>. No obstante, y como propone Vervoorn y col. (1991), podríamos interpretar este decremento como una recuperación incompleta temporal<sup>201-202</sup>, cuyos efectos podrían conllevar una alteración del eje hipotálamo-hipofiso-adrenal<sup>177</sup>. Consideramos que la interpretación de estos parámetros (TT, C y RTTC) debe hacerse de forma individual y no para estimar el estado general del equipo mediante el promedio de los valores individuales<sup>122, 202, 259</sup>.

Los resultados obtenidos respecto a la relación entre TT y C, coinciden con los reportados por Brownlee y col.<sup>147</sup> (2005), quienes tampoco obtuvieron ninguna relación cuando analizaron las muestras de sujetos en reposo (pre-ejercicio). No obstante, los mismos autores observaron una

relación negativa entre ambas hormonas post-ejercicio: a mayor concentración de C menor concentración de TT. Esta diferencia podría deberse al efecto negativo que tiene el cortisol circulante, aumentado por el ejercicio<sup>184</sup>, sobre la testosterona<sup>178-179</sup>. Como era lógico esperar, la ratio TT/C se correlaciona positivamente con la TT y negativamente con el C, puesto que dicho índice es el cociente de ambas hormonas y su valor depende directamente de sus valores. Estos resultados coinciden con los aportados por Martínez y col. (2010)<sup>215</sup>. En este sentido, nos parece interesante destacar la mayor correlación negativa que presenta la RTTC con el C, pudiendo indicar que el resultado de la ratio TT/C depende en mayor medida de los valores de C<sup>186</sup>. A diferencia del estudio de Hoffman y col. (2005) con jugadores de fútbol americano, no encontramos relación entre los minutos de juego (MJavg, MJpa) y las variables hormonales estudiadas. Cabe decir, que la recogida de sangre en el estudio de Hoffman y col. se realizó a mitad de semana, 15 hs después del último entrenamiento, pudiendo alterar sus resultados por la influencia de los entrenamientos previos. En nuestro estudio las recogidas se hicieron a principio de semana, entre 24 y 36 hs después del partido, sin entrenamientos previos.

### 3.2.4 Conclusiones.

Los valores más bajos de testosterona total y los más altos de cortisol se encuentran al final de la temporada. La ratio TT/C depende en mayor proporción de los valores de C que de TT. No se encuentra relación significativa entre la TT y el C, con el tiempo de juego o la frecuencia de entrenamiento. La frecuencia de entrenamiento es una variable limitada y no es suficiente para evaluar la carga de entrenamiento.

### 3.2.5 Aplicaciones prácticas.

**Testosterona, indicador del estado del jugador.** La testosterona total podría ser un indicador del estado del jugador e incluso podría justificar, junto con otros indicadores, intervenciones necesarias para optimizar las cargas de entrenamiento de forma individual y prevenir así estados de sobrecarga o sobreentrenamiento.

**Interpretación multifactorial individualizada.** La interpretación de los parámetros estudiados debe hacerse de forma individual y no para estimar el estado general del equipo. Las fluctuaciones de la testosterona total y el cortisol, junto con otros indicadores (de rendimiento y

emocionales), podrían justificar intervenciones para optimizar las cargas de entrenamiento individualmente, previniendo así estados de sobrecarga o sobreentrenamiento.

**División de la temporada deportiva en 3 fases.** Es interesante diferenciar 3 fases a lo largo de la temporada: la pretemporada, los primeros 2/3 de temporada y el último 1/3 de la misma. En la 1ª fase, la pretemporada (agosto y septiembre), predomina el estado catabólico por el elevado volumen y frecuencia de entrenamiento. Éste es un momento de alta carga y con predominio de entrenamientos físicos. La acumulación de fatiga, de forma controlada, forma parte de los objetivos de este momento de la temporada. La 2ª fase, que comprende los primeros 2/3 de temporada (de octubre a febrero), se inicia con una sobrecompensación de las cargas de la pretemporada, predominando un estado anabólico, y continúa con un mantenimiento hasta febrero.

**Atención a la parte final de la temporada.** En la 3ª fase, que comprende el último 1/3 de la temporada (marzo y abril), la acumulación de la fatiga a nivel metabólico se hace evidente y ésta podría comprometer el rendimiento<sup>177, 201</sup> y/o la salud del jugador<sup>168, 247-252</sup>. Es importante tener en cuenta esta última fase para prescribir individualmente intervenciones de recuperación, ya sea mediante sesiones específicas, ayudas ergogénicas y/o psicológicas.

**Jugadores internacionales y acumulación de fatiga.** El estado metabólico con el que acaban los jugadores una temporada regular, nos hace reflexionar sobre la situación de los jugadores internacionales que, después de la temporada, disponen de 2 o 3 semanas para incorporarse con sus respectivas selecciones (los equipos que disputan *play-off* menos), pudiendo acudir a estas concentraciones en un estado de recuperación incompleta<sup>212</sup>. Este hecho justifica la importancia de la recuperación post-temporada<sup>260</sup>, a nivel físico y psicológico, y remarca la importancia del tiempo de descanso necesario entre la finalización de la temporada y el inicio de las concentraciones con equipos nacionales<sup>212, 260</sup>. Además, después de las concentraciones nacionales, los jugadores enlazan con la pretemporada de sus respectivos equipos, pudiéndonos encontrar, nuevamente, con recuperaciones incompletas, que comprometan seriamente el estado metabólico del jugador y, quizás, su salud<sup>168, 247-252, 260</sup>.

**La frecuencia de entrenamiento no aporta suficiente información.** Consideramos la frecuencia de entrenamiento una variable muy limitada. Futuras investigaciones deberán analizar otros moduladores hormonales (estado emocional, intensidad de entrenamiento, dieta, etc.) en relación a marcadores endocrinos.

## 3.3

### **Estudio 2**

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



### 3.3.1 Material y métodos.

#### 3.3.1.1 Muestra.

Se estudió un equipo masculino de baloncesto profesional ( $26.0 \pm 4.6$  años;  $90.9 \pm 9.7$  kg;  $195.7 \pm 8.4$  cm;  $23.7 \pm 1.2$  IMC;  $13.1 \pm 2.2$  % grasa), que disputa la 1ª División Española de Baloncesto (Liga ACB) (Tabla 3.3.1). Los jugadores que sufrieron *jet-lag* (por realizar vuelos transmeridianos) fueron excluidos del estudio por posibles alteraciones hormonales en la primera extracción de sangre al presentar un ritmo circadiano diferente al resto de sujetos<sup>130</sup>. La muestra final fue de 10 participantes (n=10).

Muestra								
2010 - 2011 (n=10)	EDAD (años)	PC (kg)	ALTURA (cm)	IMC (PC/altura <sup>2</sup> )	% Graso (%)	PJ	min. TOT.	min./PJ
BASE-1	26	82	186	23.7	12.7 %	34	975	0025:00
BASE-2	29	83	187	23.7	10.7 %	29	380	0013:06
BASE-3	21	75	188	21.2	12.4 %	27	181	0006:42
ESCOLTA-1	32	89	191.3	24.3	16.2 %	30	657	0021:54
ESCOLTA-2	23	92	197	23.6	10.8 %	31	643	0020:45
ESCOLTA-3	22	90	191.5	24.5	11.7 %	26	331	0012:44
ALERO	28	92	196	24.1	11.6 %	33	823	0021:15
ALA-PIVOT	28	102	207	23.8	14.4 %	33	701	0021:15
PIVOT-1	32	108	205	25.7	16.9 %	24	327	0013:38
PIVOT-2	19	96	208	22.1	13.7 %	19	106	0005:35
<b>AVG</b>	<b>26.0</b>	<b>90.9</b>	<b>195.7</b>	<b>23.7</b>	<b>13.1 %</b>	<b>28.6</b>	<b>512.4</b>	<b>0016:55</b>
<b>DE</b>	<b>4.6</b>	<b>9.7</b>	<b>8.4</b>	<b>1.2</b>	<b>2.2</b>	<b>4.7</b>	<b>287.5</b>	<b>7.7</b>

Tabla 3.3.1. **Descriptores de la muestra.** IMC (Índice de Masa Corporal); % Graso (Porcentaje grasa indirecto según la fórmula de Yuhasz modificada por Faulkner); PC (Peso Corporal); PJ (Partidos Jugados durante la temporada de estudio); min. TOT. (Minutos totales jugados durante la temporada de estudio); min./PJ (Promedio de minutos jugados por partido); AVG: promedio; DE: desviación estándar.

#### 3.3.1.2 Variables utilizadas.

Variables Dependientes				
Variable	Abreviatura	Tipo	Unidad de Medida	Procedimiento
Concentración de Testosterona Total	TT	Cuantitativa, Continua	nMol/L.	Quimioluminiscencia
Variación de Testosterona	varTT	Cuantitativa, Continua	%	% en relación a 1ª analítica
Concentración de Cortisol	C	Cuantitativa, Continua	µMol/L.	Quimioluminiscencia
Variación de Cortisol	varC	Cuantitativa, Continua	%	% en relación a 1ª analítica
Ratio TT/C	RTTC	Cuantitativa, Continua	-	Cociente entre TT y C
Variación de TT/C	varRTTC	Cuantitativa, Continua	%	% en relación a 1ª analítica
Vigor	Vig	Cuantitativa, Continua	-	Cuestionario POMS
Fatiga	Fat	Cuantitativa, Continua	-	Cuestionario POMS
Agresividad	Agr	Cuantitativa, Continua	-	Cuestionario POMS
Tensión	Ten	Cuantitativa, Continua	-	Cuestionario POMS
Depresión	Dep	Cuantitativa, Continua	-	Cuestionario POMS
Confusión	Con	Cuantitativa, Continua	-	Cuestionario POMS
Puntuación Total	PTT	Cuantitativa, Continua	-	Cuestionario POMS

Tabla 3.3.2.

Variables contaminantes (Moduladores hormonales, -Hackney y Viru, 2008-)	
Biológicas	DE PROCEDIMIENTO
Edad	Nutrición / Dieta
Raza	Sueño
Composición corporal	Actividad Física (otras variables)
Salud mental	Estrés
Sexo	Técnica de recogida de muestras
Ciclo menstrual	Método de análisis de la muestra
	Tratamiento estadístico de los datos
	Transformación de los datos (Valores Absolutos o Relativos)
	Posición del participante
	Condiciones ambientales

Tabla 3.3.3

Tablas 3.3.2, 3.3.3. **Variables de estudio:** Dependientes y Contaminantes -respectivamente-  
 xxxxxx (Moduladores hormonales -contaminantes- descritos por Hackney y Viru -2008- pero que han sido controlados o bien no se consideran contaminantes).

### 3.3.1.3 Instrumentos y medidas.

#### Datos antropométricos:

Ídem Estudio 1 (ver p. 84).

**Material:** 1 Tallímetro, 1 báscula y 1 plicómetro.

#### Análisis de sangre:

Ídem Estudio 1 (ver p. 84-85).

**Material:** 40 cm de goma elástica, guantes de látex, butaca acolchada con reposa-brazo, 10\*7 (70) jeringuillas, 10\*7 (70) tests inmunológicos *Testosterone II* (Cobas®), 10\*7 (70) tests inmunológicos *Cortisol* (Cobas®), 10\*2\*7 (140) tubos de ensayo secos, analizador *Modular Analytcs E170* (Roche Diagnostics Ltd.).

### 3.3.1.4 Protocolos.

#### Protocolo general:

El estudio se llevó a cabo durante la temporada 2010-2011 (pretemporada y temporada competitiva). Durante el estudio, los participantes siguieron la planificación del equipo, sin intervención del grupo investigador. Jugadores y equipo técnico fueron debidamente informados de los procedimientos y objetivos de estudio, así como de sus posibles riesgos y beneficios. Dichos procedimientos, son acordes a la Declaración de Helsinki y a la Ley Orgánica de Protección de Datos 15/1999 del 13 de diciembre, y han sido aprobados por el Comité de Ética de Investigaciones Clínicas de la Administración Deportiva de Catalunya (00998/11722/2011). Por su parte, los jugadores firmaron voluntariamente una hoja de consentimiento informado (Anexo A).



### 3.3.1.5 Análisis estadístico:

Los valores se expresan en media y desviación estándar. La normalidad de los datos se comprobó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. La homocedasticidad se analizó mediante la prueba de Levene y la esfericidad mediante la de Mauchly. En caso de no cumplirse el supuesto de esfericidad se empleó el índice corrector épsilon ( $\epsilon$ ) de Greenhouse-Geisser. Se realizó un análisis ANOVA de medidas repetidas con el ajuste de Bonferroni para analizar las diferencias entre pares, se consideró el estadístico eta cuadrado parcial ( $\eta^2_{\text{parcial}}$ ) para describir la proporción de variabilidad y la  $d$  de Cohen para evaluar la diferencia entre medias (tamaño del efecto), y se procedió con una correlación de Pearson para estudiar la relación entre variables. La significación se establece en  $p < 0.05$ . Para la interpretación de la  $d$  de Cohen, se siguieron los umbrales propuestos por el mismo autor<sup>239-240</sup>, considerando  $d \leq 0.19$  trivial,  $d = 0.20-0.49$  pequeña,  $d = 0.50-0.79$  moderada y  $d \geq 0.80$  grande. El tratamiento de los datos se hizo con SPSS v15.0 (Chicago, IL, USA), *Effect Calculator* ([www.effectsizefaq.com](http://www.effectsizefaq.com) [Consulta: 20/2/2012]) y Excel 2007 (Microsoft Office).

### 3.3.2 Resultados.

En la Tabla 3.3.4 y en el Anexo F se exponen los resultados de las variables hormonales estudiadas (70 muestras de sangre).

Testosterona Total, Cortisol y Ratio TT/C (Estadísticos descriptivo y Comparación por pares)										
Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA							
Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Feb	Abr			
Análisis	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>			
Fecha	12/08/2010	13/09/2010	05/10/2010	16/11/2010	14/12/2010	14/02/2011	05/04/2011			
Microciclo	1	5	8	14	19	27	34			
n	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	p	$\eta^2_{\text{par}}$	Pot.
TT (nMol/l)	20.7 ± 4	23.5 ± 4 <sup>a</sup>	21.2 ± 4.3	22.1 ± 4.5	22.3 ± 5.2	22.4 ± 4.7	21.2 ± 5.6	p<0.01	0.97	1.00
VarTT (%)	0	14.1 ± 11.1	3.7 ± 18.2	8.5 ± 18.4	9.1 ± 21.5	10.1 ± 22.8	2.9 ± 17.5	p>0.05	0.23	0.32
C (µMol/l)	0.541 ± 0.114	0.507 ± 0.108	0.468 ± 0.085	0.562 ± 0.085 <sup>b</sup>	0.514 ± 0.120	0.540 ± 0.121	0.576 ± 0.088	p<0.01	0.98	1.00
VarC (%)	0	-4.5 ± 19.7	-12.3 ± 11.7	6.0 ± 16.7	-4.5 ± 19.5	1.0 ± 17.5	9.8 ± 25.1	p>0.05	0.01	0.05
Ratio TT/C	40.6 ± 14.3	49.0 ± 16.5	46.6 ± 12.2	40.8.7 ± 12.9	47.3 ± 19.3	43.3 ± 12.0	38.2 ± 14.2	p<0.01	0.93	1.00
VarRTTC (%)	0	23.9 ± 31.2	18.9 ± 19.9	4.9 ± 24.8	18.0 ± 30.7	12.0 ± 29.5	-2.0 ± 26.2	p>0.05	0.31	0.43
Número de jugadores con VarRTTC inferior a 0% [n(%)]										
VarRTTC < 0%	0	1 (10%)	2 (20%)	4 (40%)	2 (20%)	3 (30%)	4 (40%)			
VarRTTC < -30%	0	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	1 (10%)	2 (20%)			

Tabla 3.3.4. Media, desviación estándar y significación del % de variación y de la concentración hormonal: Testosterona Total, Cortisol y Ratio TT/C.

Cambios significativos: <sup>a</sup> (Vs. Agosto); <sup>c</sup> (Vs. Octubre).

En la Tabla 3.3.5 se presentan los valores promedio de las sub-escala del cuestionario POMS.

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

Tabla 3.3.5. Media y desviación estándar de las sub-escalas del cuestionario POMS.

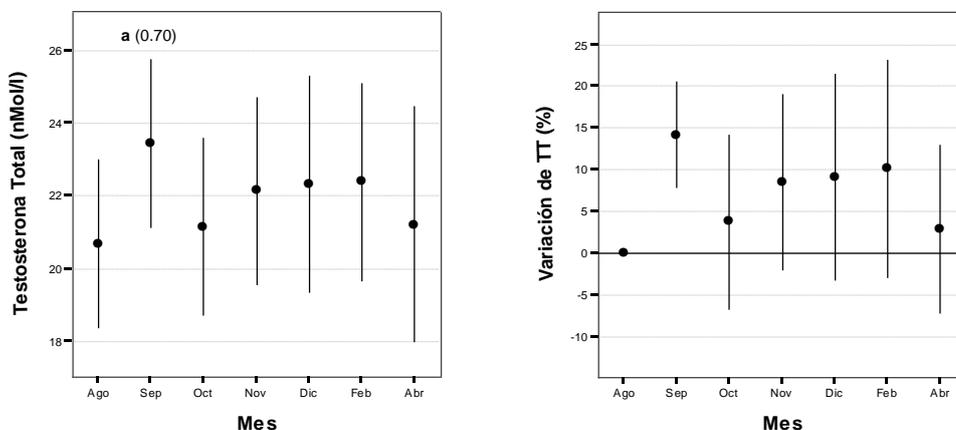
Coeficientes de correlación y Varianza común					
Correlaciones Hormonales			Correlaciones Hormonales-Emocionales		
		Coeficiente de correlación (Pearson)		Coeficiente de correlación (Pearson)	
		r	r <sup>2</sup> %	r	r <sup>2</sup> %
TT	C	-0.306	0.094 9.4 %	Con	-0.303 0.092 9.2 %
	RTTC	0.771*	0.595 59.5 %	PTT	-0.260 0.068 6.8 %
	varTT	0.459	0.211 21.1 %	Ten	-0.320 0.103 10.3 %
	varRTTC	0.385	0.149 14.9 %	Con	-0.311 0.097 9.7 %
C	RTTC	-0.793*	0.629 62.9 %	PTT	0.317 0.100 10.0 %
	varC	0.404	0.163 16.3 %	Ten	0.318 0.101 10.1 %
	varRTTC	-0.245	0.060 6.0 %	Dep	0.295 0.087 8.7 %
RTTC	varC	-0.353	0.125 12.5 %	Agr	0.399 0.159 15.9 %
	varRTTC	0.383	0.147 14.7 %	Con	0.303 0.092 9.2 %
varTT	varRTTC	0.712*	0.507 50.7 %	PTT	-0.368 0.136 13.6 %
varC	varRTTC	-0.733*	0.537 53.7 %	Ten	-0.423 0.179 17.9 %
				Dep	-0.313 0.098 9.8 %
				Agr	-0.364 0.133 13.3 %
				Con	-0.397 0.157 15.7 %

Tabla 3.3.6. Correlaciones significativas y Varianza común entre variables. TT: Testosterona Total; C: Cortisol; RTTC: Ratio TT/C; varTT: Variación de TT; varC: Variación de C; varRTTC: Variación de TT/C; PTT: Puntuación Total POMS; Ten: Tensión; Dep: Depresión; Agr: Agresividad; Con: Confusión. (\*): r>0.7

### Valores medios de concentración y porcentaje de variación de Testosterona, Cortisol y Ratio TT/C.

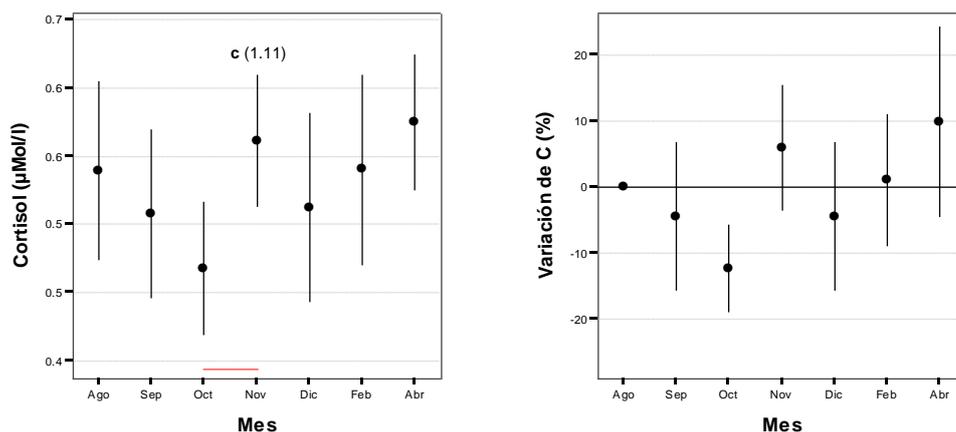
La concentración de TT presenta un valor medio de  $21.9 \pm 4.5$  nMol/L con un valor mínimo de 15.2 nMol/L y uno máximo de 34.5 nMol/L. Se obtiene una variación significativa en la 2ª extracción: Sep *V.s.* Ago (+2.8 nMol/L,  $p=0.030$ ) (Figura 3.3.2). Respecto a otras variables hormonales, la TT se correlaciona negativamente con el C ( $r=-0.306$ ,  $p=0.010$ ) y positivamente con la RTTC ( $r=0.771$ ,  $p=0.000$ ), la varTT ( $r=0.459$ ,  $p=0.000$ ) y la varRTTC ( $r=0.385$ ,  $P=0.001$ ) (Anexos G y H). La concentración de TT no presenta correlación con ninguna sub-escala del cuestionario POMS. Por otro lado, la variación de TT (varTT) presenta un valor medio de  $6.9 \pm 17.1$  %, uno mínimo de -30.2 % y uno máximo de 54.2 %. La varTT no presenta diferencias significativas a lo largo del estudio, pero el incremento en la 2ª analítica se acerca mucho a la significación: Sep *V.s.* Ago (+14.14 %,  $p=0.064$ ) (Figura 3.3.3). Respecto a las otras variables hormonales, la varTT se correlaciona positivamente con la TT ( $r=0.459$ ,  $p=0.000$ ) y la varRTTC ( $r=0.712$ ,  $p=0.000$ ). En cuanto a las variables emocionales, la varTT presenta correlación negativa

con las sub-escalas “puntuación total” ( $r=-0.260$ ,  $p=0.034$ ), “tensión” ( $r=-0.320$ ,  $p=0.008$ ) y “confusión” ( $r=-0.311$ ,  $p=0.010$ ) (Anexo G e I).



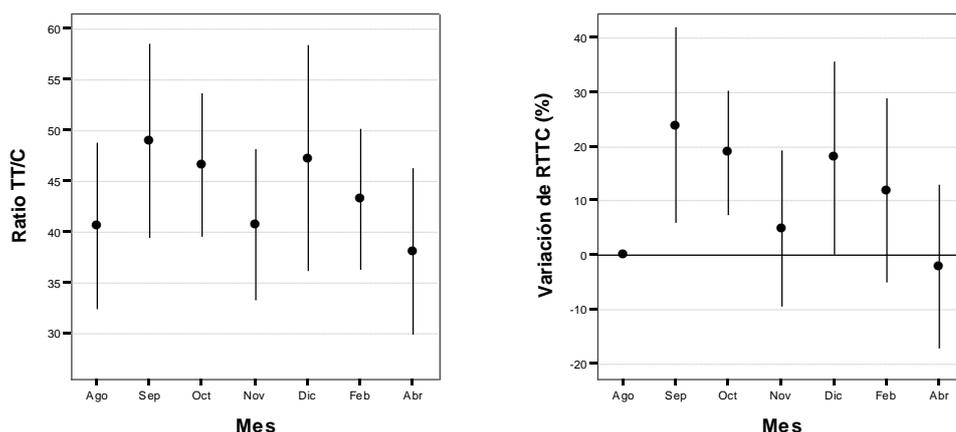
Figuras 3.3.2 y 3.3.3. Valores de concentración (izq.) y % de variación (dcha.) de Testosterona Total. Diferencia significativa: <sup>a</sup> (*V.s.* Agosto). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto *d* de Cohen.

El valor medio de concentración de C es de  $0.530 \pm 0.105$   $\mu\text{Mol/L}$  con un valor mínimo de  $0.250$   $\mu\text{Mol/L}$  y uno máximo de  $0.840$   $\mu\text{Mol/L}$ . El C presenta un incremento significativo en la 4<sup>a</sup> extracción: Nov *V.s.* Oct ( $+0.093$   $\mu\text{Mol/L}$ ,  $p=0.040$ ) (Figura 3.3.4). Respecto a las otras variables hormonales, el C se correlaciona negativamente con la TT ( $r=-0.306$ ,  $p=0.010$ ), la RTT ( $r=-0.793$ ,  $p=0.000$ ) y con la varTT ( $r=-0.245$ ,  $p=0.041$ ) y positivamente con la varC ( $r=0.404$ ,  $p=0.001$ ). En cuanto a las variables emocionales, el C solo presenta una correlación negativa con la sub-escala “confusión” ( $r=-0.303$ ,  $p=0.013$ ) (Anexos G y H). Por otro lado, el porcentaje de variación de C (varC) presenta un valor medio de  $-0.6 \pm 18.0$  %, uno mínimo de  $-40.3$  % y uno máximo de  $52.4$  %. La varC no presenta diferencias significativas a lo largo del estudio, pero el incremento en la 4<sup>a</sup> analítica se acerca mucho a la significación: Nov *V.s.* Oct ( $+18.3$  %,  $p=0.055$ ) (Figura 3.3.5). Respecto a las otras variables hormonales, la varC se correlaciona positivamente con el C ( $r=0.404$ ,  $p=0.001$ ) y negativamente con la RTTC ( $r=-0.353$ ,  $p=0.003$ ) y la varRTTC ( $r=-0.733$ ,  $p=0.000$ ). En cuanto a las variables emocionales, la varC se correlaciona positivamente con las sub-escalas “puntuación total” ( $r=0.317$ ,  $p=0.009$ ), “tensión” ( $r=0.318$ ,  $p=0.009$ ), “depresión” ( $r=0.295$ ,  $p=0.016$ ), “agresividad” ( $r=0.399$ ,  $p=0.001$ ) y “confusión” ( $r=0.303$ ,  $p=0.013$ ) (Anexos G e I).



Figuras 3.3.4 y 3.3.5. Valores de concentración (izq.) y % de variación (dcha.) de Cortisol. Diferencia significativa: ° (Vs. Octubre). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto *d* de Cohen. (—) Indica los niveles que presentan un ES grande ( $d \geq 0.80$ ).

Por último, obtenemos una ratio TT/C (RTTC) media de  $43.7 \pm 14.5$ , con un valor mínimo de 19.7 y uno máximo de 82.3. La RTTC no presenta variaciones significativas a lo largo de la temporada (Figura 3.3.6). Respecto a las otras variables hormonales, la RTTC se correlaciona positivamente con la TT ( $r=0.771$ ,  $p=0.000$ ) y la varTT ( $r=0.383$ ,  $p=0.001$ ) y negativamente con el C ( $r=-0.793$ ,  $p=0.000$ ) y la varC ( $r=-0.353$ ,  $p=0.003$ ) (Anexos G y H). La RTTC no presenta correlación con ninguna sub-escala del cuestionario POMS. Por otro lado, obtenemos un valor medio en la variación de la RTTC (varRTTC) de  $10.8 \pm 25.9$  %, un valor mínimo de -48.9 % y uno máximo de 84.4 %. La varRTTC no presenta variaciones significativas a lo largo de la temporada (Figura 3.3.7). Respecto a las otras variables hormonales, la varRTTC se correlaciona positivamente con la TT ( $r=0.385$ ,  $p=0.001$ ), la RTTC ( $r=0.383$ ,  $p=0.001$ ) y la varTT ( $r=0.712$ ,  $p=0.000$ ) y negativamente con el C ( $r=-0.245$ ,  $p=0.041$ ) y la varC ( $r=0.733$ ,  $p=0.000$ ). En cuanto a las variables emocionales, la varRTTC se correlaciona negativamente con las sub-escalas “puntuación total” ( $r=-0.368$ ,  $p=0.002$ ), “tensión” ( $r=-0.423$ ,  $p=0.000$ ), “depresión” ( $r=-0.313$ ,  $p=0.010$ ), “agresividad” ( $r=-0.364$ ,  $p=0.002$ ) y “confusión” ( $r=-0.397$ ,  $p=0.001$ ) (Anexos G e I). En el recuento de jugadores que presentaban varRTTC inferiores al 0 %, se observa al menos un jugador en cada extracción (excepto en la 1ª, basal), siendo la 4ª (noviembre) y la 7ª (abril) las que más jugadores presentan, 4 (40 %). A partir de la 4ª extracción (noviembre) siempre hay algún jugador con valores inferiores a -30 %, siendo la 7ª (abril) la que más presenta, 2 (20 %) (Tabla 3.3.5 y Figura 3.3.7).



Figuras 3.3.6 y 3.3.7. Valores de concentración (izq.) y % de variación (dcha.) de la Ratio TT/C.

### Estado emocional. Sub-escalas del cuestionario POMS.

No se observan cambios significativos en ninguna de las sub-escalas del cuestionario POMS (“tensión”, “agresividad”, “depresión”, “confusión”, “vigor”, “fatiga” y “puntuación total”).

La “puntuación total” se correlaciona positivamente con la varC ( $r=0.317$ ,  $p=0.009$ ) y negativamente con la varTT ( $r=-0.260$ ,  $p=0.034$ ) y la varRTTC ( $r=-0.368$ ,  $p=0.002$ ).

La sub-escala “tensión” se correlaciona positivamente con la varC ( $r=0.318$ ,  $p=0.009$ ) y negativamente con la varTT ( $r=-0.320$ ,  $p=0.008$ ) y la varRTTC ( $r=-0.423$ ,  $p=0.000$ ).

La sub-escala “confusión” se correlaciona positivamente con la varC ( $r=0.303$ ,  $p=0.013$ ) y negativamente con la varTT ( $r=-0.311$ ,  $p=0.010$ ) y la varRTTC ( $r=-0.397$ ,  $p=0.001$ ).

La sub-escala “depresión” se correlaciona positivamente con la varC ( $r=0.295$ ,  $p=0.016$ ) y negativamente con la varRTTC ( $r=-0.313$ ,  $p=0.010$ ).

La sub-escala “agresividad” se correlaciona positivamente con la varC ( $r=0.399$ ,  $p=0.001$ ) y negativamente con la varRTTC ( $r=-0.364$ ,  $p=0.002$ ).

Las sub-escalas “vigor” y “fatiga” no se correlacionan con ninguna variable hormonal.

### 3.3.3 Discusión.

Distintas investigaciones concluyen que las alteraciones en el estado de ánimo se asocian a cambios cardiovasculares, enzimáticos y endocrino-hormonales<sup>109, 119-121</sup>. El control de los parámetros psicológicos del deportista pueden ser indicadores sensibles al estrés provocado por el

aumento de las cargas de entrenamiento<sup>261</sup>. El cuestionario *Profile of Mood States* (POMS) ha sido empleado en el seguimiento psicológico del sobreentrenamiento y la fatiga<sup>111-112, 117, 122</sup>. Dentro de las 7 sub-escalas que proporciona este cuestionario (“vigor”, “fatiga”, “depresión”, “agresividad”, “tensión”, “confusión” y “puntuación total”), algunos estudios consideran la sub-escala “fatiga” como un buen predictor de sobreentrenamiento<sup>262</sup> e incluso consideran que presenta mejor relación con el volumen de entrenamiento que la sub-escala “puntuación total”<sup>263</sup>. Otros estudios han hallado relación entre la sub-escala “confusión” y el rendimiento en nadadores<sup>264</sup>. También en nadadores, se ha hallado una relación negativa entre las sub-escalas “agresividad” y “vigor” y el volumen de entrenamiento<sup>263</sup>. Por otro lado, en el seguimiento de una temporada completa en jugadores de balonmano, sólo se observan cambios significativos en las sub-escalas “agresividad” y “vigor”<sup>265</sup>.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio no muestran diferencias significativas en ninguna sub-escala a lo largo de la temporada. Estos datos no coincidirían con los de Hoffman y col. (1999), que desarrolló un estudio en jugadores de baloncesto israelíes a lo largo de una temporada y consideró que la sub-escala “vigor” podría relacionarse con el rendimiento del equipo<sup>124</sup>. De los estudios del grupo de González-Bono y col., con jugadores de baloncesto que compiten en la liga EBA, extraemos que el resultado del partido tiene efectos significativos, entre otros aspectos, en el estado de ánimo (POMS)<sup>119</sup>. En otro estudio del mismo grupo, se concluye que el estado de ánimo no se ve afectado por el volumen de entrenamiento, pues en dos equipos con diferentes volúmenes se obtuvieron adaptaciones psicológicas similares<sup>120, 125</sup>. Nuestra discrepancia de resultados con los estudios anteriormente citados, podría explicarse por el protocolo seguido en el presente estudio. El cuestionario se respondió en el momento de extracción de sangre, siempre tras haber descansado entre 24 y 36 horas después del último partido. Si consideramos la conclusión de Purge y col. (2006), que afirma que el POMS refleja principalmente el estado actual del deportista y no el efecto acumulado del entrenamiento, podría explicarse la poca variabilidad en todas las sub-escalas obtenidas en nuestro estudio. En esta misma línea, Mäestu y col. (2005) emplearon el POMS para controlar el estado de ánimo en remeros, concluyendo que el cuestionario reflejaba el estrés relacionado con el comportamiento, pero que podría no ser adecuado para evaluar el estado de recuperación del deportista<sup>266</sup>. Estos resultados, nos hacen considerar el cuestionario POMS inapropiado para conocer el estado de fatiga o recuperación del equipo, pero podría ser de gran utilidad para conocer el estrés emocional a nivel individual, permitiéndonos con ello una interpretación multifactorial del estado del jugador<sup>246, 261, 264, 267</sup>.

En el análisis de la relación entre las variables de estado de ánimo y las variables hormonales (Tabla 3.3.4), en primer lugar destacar que todas las relaciones significativas obtenidas presentan coeficientes de correlación y varianzas comunes bajas, indicándonos relaciones eficaces pero débiles<sup>268</sup>. Dicho esto, en cuanto a la concentración hormonal y el estado de ánimo (21 posibles

relaciones) sólo el C presenta alguna correlación estadísticamente significativa (1 de 21 posibles, 4.8 %), en este caso negativa, con la sub-escala “confusión”. Por otro lado, en la variación hormonal encontramos 13 relaciones (13 de 21 posibles, 61.9 %). La variación de TT se correlaciona negativamente con la “puntuación total”, la “tensión” y la “confusión”. Estos datos se opondrían a la hipótesis de que la testosterona se relaciona positivamente con la agresividad y el estado de ánimo negativo<sup>153, 269</sup>, coincidiendo con los resultados de González-Bono y col. (1999). La variación de C se correlaciona positivamente con la “puntuación total”, la “tensión”, la “confusión”, la “depresión” y la “agresividad”, coincidiendo con la hipótesis de que el C presenta una relación positiva con el estrés psicológico<sup>270</sup>. En síntesis, la TT y la RTTC se relacionan negativamente con estados de ánimo negativos y el C lo hace positivamente.

Del mismo modo, es interesante destacar que las dos sub-escalas más estudiadas “vigor” y “fatiga”<sup>109</sup>, que hipotéticamente deberían relacionarse de algún modo con la TT<sup>151</sup>, el C<sup>109, 119</sup> o la RTTC<sup>118</sup>, no presentan ninguna relación con dichas variables. Esta discrepancia podría deberse o al tamaño de la muestra<sup>268</sup> o a la inexistencia de relación. Como nota Cohen (1988), en la investigación sobre personalidad, psicología clínica, estado emocional etc., es normal encontrar diferencias (o correlaciones) pequeñas, en parte, por los problemas de validez en los instrumentos utilizados y en buena parte también por la complejidad de las situaciones, interacción entre variables, etc. Nuestros resultados confirman una parte de la tesis del Dr. Bonete (2003), donde se concluye que la sub-escala “vigor” no se muestra sensible a la variación de las cargas de entrenamiento en corredores de larga distancia. No obstante, el mismo autor propone la sub-escala “fatiga” como indicador del impacto de entrenamiento, hecho que no se confirma en la presente investigación. Consideramos que dicha divergencia podría deberse al tipo de actividad física, no siendo comparable un deporte de prestación como la carrera de larga distancia con un deporte colectivo como el baloncesto. Nuestra conclusión respecto al cuestionario POMS coincidiría con la afirmación de Mäestu y col. (2005), que lo considera una herramienta poco adecuada para evaluar el estado de recuperación del deportista, pero válida para orientarnos sobre el nivel de estrés del jugador.

Por último, la variación de C y la variación de RTTC son las variables hormonales que mejor se relacionan con las variables de estado de ánimo (5 de 7 posibilidades, 71.4 %, cada una). Mientras que la variación de TT presenta 3 de 7 relaciones posibles (42.9 %). Estos datos nos hacen considerar el porcentaje de variación, como mejor indicador del estrés emocional. Hecho reafirmado por la hipótesis de que el porcentaje de variación es más representativo de la respuesta fisiológica que el valor absoluto de la concentración hormonal<sup>4, 202</sup>.

Por otro lado, en el análisis del comportamiento hormonal a lo largo de la temporada deportiva, en la bibliografía consultada encontramos algunas publicaciones que han estudiado la variación hormonal en relación al período estacional (ritmo circanual). En el caso de la testosterona, Svartberg y col. (2003) y Meriggiola y col. (1996), y en el caso del cortisol, Duclos y col. (2007) y

Gouarné y col. (2005), encuentran diferencias estacionales significativas de estas hormonas. No obstante, el ritmo circanual hormonal está aún en proceso de estudio y presenta cierta controversia<sup>241</sup>. En la presente investigación, los valores obtenidos de TT y C no siguen el ritmo circanual descrito por dichos estudios, a pesar de mantenerse dentro del rango normal durante todo el estudio (TT, 10.5–42.0 nMol/L y C<sub>(por la mañana)</sub>, 0.166–0.635 μMol/L, según la *US National Library of Medicine*). Siguiendo el razonamiento de publicaciones anteriores<sup>214, 271</sup>, dicha alteración nos hace pensar que el efecto de la temporada deportiva (entrenamientos, competición, estrés, fatiga, etc.) podría ser el factor perturbador<sup>9</sup>.

En cuanto a la testosterona, estudios previos señalan que debería presentar sus valores más altos en verano<sup>242</sup>, no obstante, nuestros resultados muestran dichos valores en septiembre (otoño) y los más bajos en agosto (verano). A nivel estadístico, la concentración de TT presenta cambios significativos durante la temporada, haciéndonos reflexionar sobre las posibles relaciones entre estos resultados y las cargas de trabajo a las que se someten los jugadores<sup>173-175, 185</sup>. La testosterona ha sido propuesta por algunos autores como un indicador de fatiga, o del proceso de recuperación, dada su relación con los procesos anabólicos<sup>243</sup>. Niveles bajos de esta hormona podrían interpretarse como el resultado de la acumulación de fatiga<sup>212, 244</sup> y altos o normales como el resultado de una recuperación óptima<sup>272</sup>. A diferencia del estudio que llevamos a cabo durante la temporada 2007-2008, también con un equipo profesional de baloncesto de la Liga ACB<sup>214, 271</sup>, la variación de TT no presenta cambios significativos a lo largo de la investigación. No obstante, el aumento de la concentración de TT obtenido en la segunda analítica (septiembre), que representa el final de la fase de carga de la pretemporada y que se realizó tras dos días de descanso, estaría de acuerdo con las respuestas de la TT tras una fase de afinamiento o puesta a punto. En la revisión de Mújika y col. (2004), sobre las respuestas hormonales en la puesta a punto de deportes individuales, se concluye que dicho incremento se relaciona con una mejora en la respuesta pituitaria en la fase previa (entrenamiento intenso), provocando un efecto positivo en la actividad anabólico-androgénica durante la puesta a punto subsiguiente, caracterizada por la reducción de los niveles de estrés fisiológico<sup>245, 273-274</sup>. En el presente estudio, se realizó un descanso de 2 días después de 4 semanas de entrenamiento intenso, obteniendo la respuesta hormonal descrita por estos autores. Además, a pesar de no ser estadísticamente significativo, los valores medios de concentración de TT tienden a mantenerse superiores a los iniciales a lo largo de toda la temporada. Dichos resultados no coinciden con los de Martínez y col. (2010), quienes estudiaron un equipo de baloncesto que también disputaba la Liga ACB, y donde la TT presentó valores significativamente superiores en marzo y abril comparados con octubre. Estas discrepancias podrían explicarse por las diferencias entre las planificaciones de los equipos estudiados: el grupo de Martínez y col., además de participar en una competición internacional inter-semanalmente, participó en los play-offs en mayo y junio, pudiendo presentar entonces las respuestas a una fase de afinamiento, mientras que nuestra muestra finalizó la temporada el 15 de mayo, con el objetivo deportivo conseguido y sin

conseguir la clasificación para los play-off. Por otro lado, en cuanto a los procedimientos, es importante destacar que en el estudio de Martínez y colaboradores, la primera muestra de sangre se llevó a cabo en octubre, cuando los entrenamientos habían empezado en agosto, y por lo que podrían presentar los cambios hormonales correspondientes a los meses de agosto y septiembre. De este modo, y atendiendo a la bibliografía anteriormente citada, los resultados de TT obtenidos podrían reflejar la buena recuperación tras un descanso adecuado y la óptima asimilación del entrenamiento a nivel metabólico<sup>245, 273-274</sup>. Junto con otros indicadores (de rendimiento, emocionales, fisiológicos, etc.)<sup>246</sup>, el control de la TT, podría ser útil para valorar el estado del jugador<sup>243</sup>.

En cuanto al cortisol, algunos estudios indican que debería presentar sus valores más altos en otoño e invierno y los más bajos en primavera y verano<sup>254, 275</sup>. Contrariamente, en el presente estudio, el C presenta los valores más bajos en octubre (otoño) y los más altos en abril (primavera). Por otro lado, y coincidiendo con los resultados obtenidos por nuestro grupo durante la temporada 2007-2008<sup>214, 271</sup>, la variación de C no presenta cambios estadísticamente significativos. No obstante, la concentración de C muestra un incremento significativo en noviembre comparado con octubre ( $+0.930 \mu\text{Mol/L}$ ,  $p=0.040$ ) y permanece elevado hasta final de temporada. Consideramos interesante destacar la situación competitiva del equipo el día de la extracción de octubre: tras 7 jornadas, presentaba un balance victorias-derrotas de 1-6 y era el último clasificado de la competición. Los resultados obtenidos coincidirían con la hipótesis de que el C aumenta con el incremento del volumen de entrenamiento y el estrés<sup>9, 147, 174, 183, 255</sup>; y apoyarían los datos aportados por He y col. (2010), quienes estudiaron la evolución del C a lo largo de 7 semanas de competición de baloncesto, obteniendo incrementos de dicha hormona en relación al volumen y a la intensidad del entrenamiento. En este sentido, González-Bono y col. (2002 a y b) también obtuvieron un incremento del C relacionándolo con el aumento del volumen de trabajo en jugadores de baloncesto. Finalmente, Argus y col. (2009) presentan resultados muy similares durante 13 semanas de competición de rugby, donde el C también incrementó de forma significativa<sup>256</sup>. No obstante, nuestra investigación contradice lo publicado por Hoffman y col. (1999), que estudiaron una concentración del equipo nacional de Israel en verano, obteniendo un aumento de C a pesar de reducir el volumen de entrenamiento. Las conclusiones de Hoffman y col. podrían deberse a un estado de sobreentrenamiento o de recuperación incompleta por parte de los sujetos, quienes venían de sus respectivos equipos, con posibles alteraciones del eje hipotálamo-hipofiso-adrenal<sup>177</sup>, conclusión a la que llega el propio autor<sup>212</sup>. Nuestros resultados, tampoco coincidirían con los reportados por Martínez y col. (2010), donde se obtuvo valores significativamente más bajos de C en abril respecto a octubre. Como ya se ha comentado en la discusión sobre las diferencias obtenidas en el estudio de Martínez y col. respecto a la TT, las discrepancias en el C podrían deberse a los mismos motivos: la planificación o el procedimiento del estudio.

En cuanto a la ratio TT-C (RTTC), ha sido propuesta por diversos autores como indicador potencial de la carga de entrenamiento<sup>174, 197</sup>, pudiendo ser una herramienta útil para intervenir en su planificación antes de que se produzcan alteraciones fisio-patológicas en los deportistas<sup>177, 195, 215</sup>. Los resultados obtenidos en nuestro estudio no confirman estas afirmaciones, puesto que no presentan cambios significativos a lo largo del mismo. Kraemer y col. (2009), en un estudio con jugadores de fútbol americano, justifica la inexistencia de cambios significativos en el balance anabólico-catabólico porque un alto nivel de condición física puede mantener más estables los indicadores hormonales anabólicos y catabólicos<sup>257</sup>. Estos datos aún deben ser contrastados en baloncesto. No obstante, querríamos destacar el decremento de la RTTC que obtenemos al finalizar la temporada ( $-2 \% \pm 26.2 \%$ ). Este descenso, aunque no estadísticamente significativo, coincidiría con los resultados presentados por Handziski y col. (2006) en jugadores de fútbol o con los publicados por Argus y col. (2009), con jugadores de rugby, pudiendo reflejar la fatiga acumulada a lo largo de toda de la temporada. A pesar de obtener decrementos individuales superiores al  $-30 \%$  (especialmente en abril), no podemos afirmar que reflejen necesariamente un estado de sobreentrenamiento, como propuso en su día Adlercreutz y col. (1986), ni que conlleven reducción del rendimiento<sup>11, 122, 199, 202</sup>; consideramos este criterio demasiado amplio<sup>202</sup>, pues se han observado jugadores con dichos valores de RTTC compitiendo a gran nivel. Esto podría explicarse porque el rendimiento es multifactorial<sup>1</sup> y el estado metabólico no siempre es el factor limitante en esta disciplina deportiva<sup>134, 276</sup>, a diferencia de la mayoría de deportes individuales. Para confirmar un estado de sobreentrenamiento deberíamos disponer de varios indicadores: de rendimiento, emocionales, fisiológicos, etc.<sup>122, 212, 258</sup>. No obstante, y como sugieren algunos autores, podríamos interpretar este decremento de la RTTC como una recuperación incompleta temporal<sup>201-202</sup>, cuyos efectos podrían conllevar una alteración del eje hipotálamo-hipofiso-adrenal<sup>177</sup>. Por otro lado, consideramos que la interpretación de estos parámetros (TT, C y RTTC) debe hacerse de forma individual y no para estimar el estado general del equipo mediante el promedio de los valores individuales<sup>122, 202, 259</sup>, pues, como se observa en los resultados de este estudio, el grado de dispersión es importante y se obtienen cambios intraindividuales muy grandes entre jugadores<sup>122</sup>.

En el análisis correlacional, como era lógico esperar y coincidiendo con los resultados de Martínez y col. (2010)<sup>215</sup>, la RTTC se relaciona positivamente con la TT ( $r=0.771$ ) y negativamente con el C ( $r=-0.793$ ): este índice es el cociente de ambas hormonas y su valor depende directamente de sus valores. Lo que es interesante en este punto es que el C explica mejor la variación de RTTC que la TT, mostrando en este caso una varianza común del  $62.9 \%$ , superior al  $59.5 \%$  obtenido en la TT. Este punto podría indicarnos que la índice RTTC depende en mayor medida del marcador catabólico o de estrés (el cortisol) que del anabólico (la testosterona).

A la vista de los resultados obtenidos en el presente estudio, en futuras investigaciones deben considerarse otras herramientas para la evaluación del estado emocional, como el *State-*

*Trait Anxiety Inventory* (STAI), y del nivel de fatiga, como el *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes* (REST-Q), y estudiar su relación con marcadores endocrinos, con el objetivo de encontrar relaciones que permitan anticiparse a estados de fatiga o psicológicos perjudiciales para el deportista.

### 3.3.4 Conclusiones.

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

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

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

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

### 3.3.5 Aplicaciones prácticas.

**Mejor el porcentaje de variación que el valor absoluto.** El porcentaje de variación hormonal es más representativo de la respuesta fisiológica que el valor absoluto de concentración.

**Indicador de fatiga.** La testosterona total podría ser un buen indicador del estado de recuperación o fatiga del jugador.

**Indicador de estrés emocional.** El cortisol es un buen indicador del estrés emocional.

**Interpretación multifactorial individualizada.** La interpretación de los parámetros estudiados debe hacerse de forma individual y no para estimar el estado general del equipo. La fluctuación de la testosterona total y el cortisol podrían justificar, junto con otros indicadores de rendimiento y emocionales, intervenciones para optimizar las cargas de entrenamiento individualmente, previniendo así estados de sobrecarga o sobreentrenamiento.

**El POMS, no para evaluar la fatiga, sí el estrés emocional.** El cuestionario POMS refleja principalmente el estado actual del deportista y no el efecto acumulado del entrenamiento, por lo que lo consideramos una herramienta poco adecuada para evaluar el estado de recuperación del deportista, pero muy válida para controlar el nivel de estrés emocional del jugador, que es otro modulador hormonal.



3.4

## **Estudio 3**

*“Análisis del comportamiento de la testosterona y el cortisol durante 4 años en jugadores de baloncesto de élite”*



### 3.4.1 Material y métodos.

#### 3.4.1.1 Muestra.

Se estudió un equipo masculino de baloncesto profesional (Edad:  $27.0 \pm 4.2$  años; Peso corporal:  $93.7 \pm 10.1$  kg; Altura:  $195.7 \pm 7.4$  cm; IMC:  $24.4 \pm 1.2$ ; % Graso:  $14.0 \pm 3.3$  %) (Tabla 3.4.1) a lo largo de 4 temporadas deportivas consecutivas (2007-2011). Durante todo el proceso de investigación, el equipo compitió en la Liga ACB (Asociación de Clubes de Baloncesto, 1ª división española). El único criterio de exclusión de la muestra fue para los jugadores procedentes del continente americano que llegaron a España uno o dos días antes del inicio de la pretemporada. Estos sujetos realizaron vuelos transcontinentales y atravesaron varios husos horarios, conllevando consigo el llamado síndrome de los husos horarios, disritmia circadiana o *jet-lag*. Los síntomas de esta afectación, más acentuados en viajes de oeste a este<sup>277</sup>, son consecuencia de la alteración del ritmo circadiano y conllevan diversas alteraciones fisiológicas, entre ellas hormonales<sup>130</sup>. La muestra final fue de 35 participantes (n=35) (Tabla 3.4.1 y Anexo J).

Muestra								
2007 - 2011 (n=35)	EDAD (años)	PC (kg)	ALTURA (cm)	IMC (PC/altura <sup>2</sup> )	% Graso (%)	PJ	min. TOT.	min./PJ
AVG	27.0	93.7	195.7	24.4	14.0	31.1	555.4	0017:26
DE	4.2	10.1	7.4	1.2	3.3	3.8	252.9	7.3

Tabla 3.4.1. **Descriptores de la muestra.** IMC (Índice de Masa Corporal); PC (Peso corporal); PJ (Partidos Jugados durante la temporada); min. TOT. (Minutos totales jugados por temporada); min./PJ (Promedio de minutos jugados por partido); AVG: promedio; DE: desviación estándar.

#### 3.4.1.2 Variables utilizadas.

Variables Dependientes				
Variable	Abreviatura	Tipo	Unidad de Medida	Procedimiento
Concentración de Testosterona Total	TT	Cuantitativa, Continua	nMol/L	Quimioluminiscencia
Variación de Testosterona	varTT	Cuantitativa, Continua	%	% en relación a 1ª analítica
Concentración de Cortisol	C	Cuantitativa, Continua	μMol/L	Quimioluminiscencia
Variación de Cortisol	varC	Cuantitativa, Continua	%	% en relación a 1ª analítica
Ratio C/TT	RCTT	Cuantitativa, Continua	-	Cociente entre C y TT
Variación de C/TT	varRCTT	Cuantitativa, Continua	%	% en relación a 1ª analítica
Ratio TT/C	RTTC	Cuantitativa, Continua	-	Cociente entre TT y C
Variación de TT/C	varRTTC	Cuantitativa, Continua	%	% en relación a 1ª analítica

Tabla 3.4.2. **Variables dependientes.**

Variables Independientes				
Variable	Abreviatura	Tipo	Unidad de Medida	Procedimiento
Edad	Edad	Cuantitativa, Continua	Años	Edad cronológica
Edad (4)	Edad-4	Cualitativa, Ordinal	Años	Agrupación 'Edad' en 4 grupos
Mes	Mes	Cualitativa, Nominal	-	-
% Graso	%G	Cuantitativa, Continua	%	Plicometría (Yuhasz-Faulkner)
% Graso (4)	%G-4	Cualitativa, Ordinal	%	Agrupación '%G' en 3 grupos
Índice de Masa Coporal	IMC	Cuantitativa, Continua	-	Peso Coporal / Altura <sup>2</sup>
Índice de Masa Coporal (3)	IMC-3	Cualitativa, Ordinal	-	Agrupación 'IMC' en 3 grupos
Posición	Pos	Cualitativa, Nominal	-	-
Posición (3)	Pos-3	Cualitativa, Nominal	-	Agrupación 'Pos' en 3 grupos
Posición (2)	Pos-2	Cualitativa, Nominal	-	Agrupación 'Pos' en 2 grupos
Minutos de Juego Totales	MJtot	Cuantitativa, Continua	Minutos	Estadística oficial ACB
Promedio de Minutos de Juego Totales	xMJtot	Cuantitativa, Continua	Minutos	Estadística oficial ACB
Promedio de Minutos de Juego Totales (6)	xMJtot-6	Cualitativa, Ordinal	Minutos	Agrupación 'xMJtot' en 6 grupos
Promedio de Minutos de Juego Totales (3)	xMJtot-3	Cualitativa, Ordinal	Minutos	Agrupación 'xMJtot' en 3 grupos
Promedio de Minutos de Juego Totales (2)	xMJtot-2	Cualitativa, Ordinal	Minutos	Agrupación 'xMJtot' en 2 grupos
Resultado Partido Anterior	Resultado	Cuantitativa, Ordinal	-	Estadística oficial ACB
Partidos Jugados Semana Anterior	Pjsa	Cuantitativa, Discreta	-	Registro manual
Minutos de Juego Partido Anterior	MJpa	Cuantitativa, Continua	Minutos	Estadística oficial ACB
Minutos de Juego Partido Anterior (7)	MJpa-7	Cualitativa, Ordinal	Minutos	Agrupación 'MJpa' en 7 grupos
Minutos de Juego Partido Anterior (3)	MJpa-3	Cualitativa, Ordinal	Minutos	Agrupación 'MJpa' en 3 grupos
Minutos de Juego Partido Anterior (2)	MJpa-2	Cualitativa, Ordinal	Minutos	Agrupación 'MJpa' en 2 grupos
Valoración ACB Partido Anterior	VACBpa	Cuantitativa, Continua	-	Estadística oficial ACB
Valoración ACB Partido Anterior (4)	VACBpa-4	Cualitativa, Ordinal	-	Agrupación 'VACBpa' en 4 grupos
% Valoración ACB Partido Anterior	%VACBpa	Cuantitativa, Continua	%	(VACBpa individual / VACBpa equipo)*100
% Valoración ACB Partido Anterior (4)	%VACBpa-4	Cualitativa, Ordinal	%	Agrupación '%VACBpa' en 4 grupos

Tabla 3.4.3. Variables independientes.

Variables Contaminantes	
BIOLÓGICAS	DE PROCEDIMIENTO
Raza	Nutrición / Dieta
Edad	Sueño
Composición corporal	Actividad Física (otras variables)
Salud mental	Estrés
Sexo	Técnica de recogida de muestras
Ciclo menstrual	Método de análisis de la muestra
	Tratamiento estadístico de los datos
	Transformación de los datos (Valores Absolutos o Relativos)
	Posición del participante
	Condiciones ambientales

Tabla 3.4.4. Variables contaminantes, moduladores hormonales -contaminantes- descritos por Hackney y Viru (2008).  
~~Tachado:~~ moduladores que han sido controlados o bien no se consideran contaminantes.

### 3.4.1.3 Instrumentos y medidas.

#### Datos antropométricos:

Ídem Estudio 1 (ver p. 84).

**Material:** 1 Tallímetro, 1 báscula y 1 plicómetro.

#### Analíticas de de sangre:

Ídem Estudio 1 (ver p. 84-85).

**Material:** 40 cm de goma elástica, guantes de látex, butaca acolchada con reposa-brazo, 277 jeringuillas, 277 tests inmunológicos *Testosterone II* (Cobas®), 277 tests inmunológicos *Cortisol*

(Cobas®), 277\*2 (554) tubos de ensayo secos, analizador *Modular Analytics E170* (Roche Diagnostics Ltd.).

#### **Datos meteorológicos:**

Se emplearon los datos publicados por la estación meteorológica de Manresa "La Culla" (Latitud: 41° 44' N. Altitud: 291 m), indicador hidrológico: 149 d. Los datos son de libre disposición y se consultaron en <http://www.xtec.cat/serveis/cda/a8902035/paginesdeserveis/dadesmeteocalendaris.htm> [Consulta: 01/09/2011].

#### **Estadísticas y resultado de partidos:**

Las estadísticas oficiales de cada jugador, acumuladas (MJtot) y puntuales (MJpa, VACBpa), así como la frecuencia y resultado de los partidos analizados (Pjsa, Resultado), son de libre disposición y se consultaron en el sitio web oficial de la Liga ACB: [www.acb.com](http://www.acb.com) [Consulta: 01/09/2011]. La fórmula empleada para determinar la valoración ACB de cada jugador (VACB) es la siguiente: [Puntos + Asistencias + Rebotes + Tapones a favor + Balones robados + Faltas recibidas + Tiros libres conseguidos + Tiros de 2 puntos conseguidos + Tiros de 3 puntos conseguidos – Balones perdidos – Tapones en contra – Faltas cometidas – Tiros Libres intentados – Tiros de 2 puntos intentados – Tiros de 3 puntos intentados]. El % de VACB (%VACB) es el tanto por ciento individual respecto al total del equipo ( $[VACB_{jugador}/VACB_{equipo}] * 100$ ).

#### **3.4.1.4 Protocolos.**

##### **Protocolo general:**

El estudio se llevó a cabo durante 4 temporadas deportivas consecutivas (pretemporada y temporada competitiva): 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010 y 2010-2011. Durante el mismo, los participantes siguieron la planificación del equipo, sin intervención del grupo investigador. Jugadores y equipo técnico fueron debidamente informados de los procedimientos y objetivos de estudio, así como de sus posibles riesgos y beneficios. Dichos procedimientos, son acordes a la Declaración de Helsinki (Seúl, 2008) y a la Ley Orgánica de Protección de Datos 15/1999 del 13 de diciembre, y han sido aprobados por el Comité de Ética de Investigaciones Clínicas de la Administración Deportiva de Catalunya (00998/11722/2011). Por su parte, todos los jugadores firmaron voluntariamente una hoja de consentimiento informado antes de empezar el estudio (Anexo A).

En cada temporada deportiva, se realizó una extracción sanguínea el primer día de entrenamiento, al regresar del periodo transitorio, siendo sus valores considerados como basales. Durante la temporada se recogieron muestras periódicamente cada 4-6 semanas, siempre después de haber descansado entre 24 y 36 horas tras el último partido y/o entrenamiento, en situación de descanso total. Se obtuvieron entre 7 y 9 muestras por temporada y jugador, resultando un total de 277 muestras de sangre (Tabla 3.4.5).

Características del momento de extracción									
Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA						
Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Temp. Máx. exterior. Promedio (DE)	30.1° (4.6)	27.4° (2.5)	22.4° (1.8)	16.8° (2.9)	6.6° (4.7)	7.3° (4)	11.5° (2.6)	15.8° (1.6)	22.6° (2.1)
Temp. Min. exterior. Promedio (DE)	17.3° (2.1)	13.3° (1.9)	11.9° (1.1)	2.6° (2.3)	0.1° (6.2)	-1.2° (6.4)	3.8° (2.0)	4.5° (3.0)	9.9° (3.8)
Temp. Media exterior. Promedio (DE)	<b>23.7° (2.6)</b>	<b>20.3° (2.0)</b>	<b>17.2° (1.0)</b>	<b>9.7° (2.5)</b>	<b>3.3° (5.5)</b>	<b>3.1° (5.1)</b>	<b>7.7° (0.5)</b>	<b>10.2° (1.3)</b>	<b>16.3° (2.7)</b>
<b>Temporada 2007-2008</b>									
N° analítica	1*	2*	3*	4*	-	5*	6*	7*	8*
Fecha	20/08/2007	18/09/2007	23/10/2007	27/11/2007	-	02/01/2008	11/02/2008	18/03/2008	22/04/2008
Temperatura exterior (máx./mín/avg)	26.2° / 14.6° / 20.4°	27.0° / 14.0° / 20.5°	20.4° / 10.8° / 15.6°	12.8° / -0.6° / 6.1°	-	6.2° / -5.5° / 0.4°	12.6° / 2.8° / 7.7°	15.6° / 17° / 8.7°	20.5° / 5.7° / 13.1°
Microciclo	1	5	10	15	-	20	26	31	36
N° Jornada del fin de semana anterior	-	-	4	9	-	15	Descanso C. Rey	25	31
Rival del fin de semana anterior	-	Jov. Badalona	Victoria	Estudiantes	-	Real Madrid	-	Granca	Murcia
Resultado del fin de semana anterior	-	Derrota	Victoria	Victoria	-	Derrota	-	Derrota	Victoria
N° partidos semana anterior	-	2	2	1	-	2	0	1	1
n	n=8	n=8	n=8	n=8	-	n=8	n=8	n=8	n=8
<b>Temporada 2008-2009</b>									
N° analítica	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	-
Fecha	14/08/2008	08/09/2008	30/09/2008	04/11/2008	02/12/2008	08/01/2009	23/02/2009	30/03/2009	-
Temperatura exterior (máx./mín/avg)	27.4° / 19.2° / 23.3°	29.6° / 12.6° / 21.1°	23.2° / 12.0° / 17.6°	19.6° / 3.0° / 11.3°	8.6° / 1.0° / 4.8°	4.0° / -4.2° / -0.1°	14.6° / 19° / 8.3°	14.4° / 7.6° / 11.0°	-
Microciclo	1	4	7	12	16	21	28	33	-
N° Jornada del fin de semana anterior	-	-	-	6	11	16	Descanso C. Rey	28	-
Rival del fin de semana anterior	-	Lleidá	Menorca	Valencia	Menorca	San Sebastian	-	Estudiantes	-
Resultado del fin de semana anterior	-	Victoria	Derrota	Victoria	Derrota	Victoria	-	Derrota	-
N° partidos semana anterior	-	2	2	1	1	1	0	1	-
n	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	-
<b>Temporada 2009-2010</b>									
N° analítica	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*
Fecha	20/08/2009	20/09/2009	27/10/2009	23/11/2009	21/12/2009	25/01/2010	02/03/2010	29/03/2010	27/04/2010
Temperatura exterior (máx./mín/avg)	36.4° / 16.7° / 26.6°	24.0° / 11.0° / 17.5°	21.6° / 13.4° / 17.5°	17.6° / 5.0° / 11.3°	12° / -6.5° / -2.7°	11.8° / 6.2° / 9.0°	8.7° / 6.5° / 7.6°	17.5° / 4.2° / 10.9°	24.7° / 10.8° / 17.8°
Microciclo	1	5	10	14	18	23	28	32	36
N° Jornada del fin de semana anterior	-	-	4	9	13	19	23	27	31
Rival del fin de semana anterior	-	St. Josep Girona	Bilbao	Granada	Fuenlabrada	Málaga	Xacobeo	Estudiantes	Victoria
Resultado del fin de semana anterior	-	Victoria	Victoria	Derrota	Victoria	Derrota	Victoria	Derrota	Derrota
N° partidos semana anterior	-	1	1	2	1	1	1	1	1
n	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7
<b>Temporada 2010-2011</b>									
N° analítica	1*	2*	3*	4*	5*	-	6*	-	7*
Fecha	12/08/2010	13/09/2010	05/10/2010	16/11/2010	14/12/2010	-	14/02/2011	-	05/04/2011
Temperatura exterior (máx./mín/avg)	30.2° / 18.5° / 24.4°	28.9° / 15.5° / 22.2°	24.5° / 11.2° / 17.9°	17.0° / 2.9° / 10.0°	10.0° / 5.8° / 7.9°	-	10.2° / 4.0° / 7.1°	-	22.6° / 13.1° / 17.9°
Microciclo	1	5	8	14	18	-	27	-	34
N° Jornada del fin de semana anterior	-	-	1	7	11	-	Descanso C. Rey	-	28
Rival del fin de semana anterior	-	-	Bilbao	Alicante	Fuenlabrada	-	-	-	Zaragoza
Resultado del fin de semana anterior	-	-	Derrota	Victoria	Victoria	-	-	-	Derrota
N° partidos semana anterior	-	0	2	1	1	-	0	-	1
n	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	-	n=10	-	n=10
n	n=35	n=35	n=35	n=35	n=27	n=25	n=35	n=25	n=25

Tabla 3.4.5. Características del momento de recogida de muestras de sangre. máx: máxima; mín: mínima, avg: promedio; (DE): desviación estándar. Debido a las particularidades del calendario competitivo, las muestras de sangre no se pudieron recoger exactamente en las mismas fechas, observándose meses que no tienen datos según la temporada.

### Protocolo específico:

A lo largo de las 4 temporadas, los sujetos acudieron al laboratorio entre las 8:00 y las 9:00 de la mañana, en estado de ayuno. Las muestras de sangre para la determinación de TT y C se obtuvieron mediante punción con jeringuilla de la vena ante-cubital, con torniquete proximal (goma elástica), con el sujeto sentado en una butaca acolchada con un soporte para sostener el brazo de extracción y se almacenaron en tubos de ensayo secos, sin anticoagulantes. A pesar de existir posibilidades de incremento del C debido a la técnica de extracción<sup>9</sup>, se desestimó el realizarlo mediante catéter por

ser una técnica excesivamente invasiva que podría alterar la dinámica del equipo. Los horarios se mantuvieron invariables a lo largo de la temporada para evitar alteraciones hormonales por el ritmo circadiano<sup>130, 182</sup>. Se estudió el valor absoluto de concentración de cada hormona (TT, C, RTTC, RCTT) y su porcentaje de variación<sup>4, 202</sup> (varTT, varC, varRTTC, varRCTT), representando la 1ª analítica el 0 % o *baseline*.

#### **Determinación de los ratios TT/C y C/TT:**

Ídem Estudio 1 (ver p. 86).

Para obtener la Ratio C/TT (RCTT), se emplearon las mismas unidades que en la RTTC pero se invirtieron el numerador y el denominador del cociente.

#### **3.4.1.5 Análisis estadístico:**

Los valores se expresan en media y desviación estándar (AVG ± DE) o en mediana y amplitud intercuartil (MED / AIQ), en función de si representan datos con distribución normal o no respectivamente. Los datos continuos de algunas variables independientes se agruparon en rangos o niveles para proceder a su análisis<sup>278</sup> (Tabla 3.4.6). La comprobación de la normalidad de los datos fue verificada mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov ( $n > 50$ ) o la de Shapiro-Wilk ( $n < 50$ ). Los grupos que no presentaron normalidad (y que contenían valores numéricos mayores que 0) fueron transformados logarítmicamente ( $\text{Log}_{10}$ ) y comprobados nuevamente. En caso de seguir presentando una distribución no-normal se procedió a un análisis no paramétrico con dichas variables. Si tras la transformación logarítmica las variables siguieron el supuesto de normalidad, se comprobó su homocedasticidad mediante la prueba de Levene y su esfericidad mediante la de Mauchly (en el análisis de medidas repetidas). En caso de no cumplirse el supuesto de esfericidad se empleó el índice corrector epsilon ( $\epsilon$ ) de Greenhouse-Geisser. Las variables que cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad fueron analizadas mediante pruebas paramétricas y las que incumplieron alguno de los dos supuestos se sometieron a pruebas no paramétricas.

La magnitud del efecto de las diferencias entre grupos, se evaluó mediante el tamaño del efecto (ES) que resulta de la diferencia entre las medias de los grupos analizados dividida por una desviación típica<sup>240</sup>. En el estudio correlacional dicha magnitud se evaluó mediante la varianza común (o coeficiente de determinación), cuyo valor se obtiene de elevar al cuadrado el estadístico  $r$  de la correlación de Pearson o el  $r_s$  de la Rho de Spearman. En caso de querer presentar los resultados como porcentaje se multiplica el valor de  $r^2$  y  $r_s^2$  por 100.

Variables Independientes y Agrupaciones			
Variable cuantitativa	Variable cualitativa	Variable Agrupada	Rangos / Niveles
	Mes		Ago / Sep / Oct / Nov / Dic / Ene / Feb / Mar / Abr
Edad		Edad (4)	20 o menos / 21-24 / 25-29 / 30 o más
% Graso		% Graso (4)	<12 / 12-13 / 14-16 / >16
Índice de Masa Corporal		Índice de Masa Corporal (3)	<23 / 23-25 / >25
	Posición	Posición (3)	Bases / Aleros / Pivots
		Posición (2)	Exteriores / Interiores
Minutos de Juego Totales		Promedio de Minutos de Juego Totales (6)	0-5 / 6-10 / 11-15 / 16-20 / 21-25 / 26-30
Promedio de Minutos de Juego Totales		Promedio de Minutos de Juego Totales (3)	0-12 / 13-25 / 26-40
		Promedio de Minutos de Juego Totales (2)	0-19 / 20-40
Partidos Jugados Semana Anterior			0 / 1 / 2
	Resultado Partido Anterior		Victoria / Derrota
		Minutos de Juego Partido Anterior (7)	0-5 / 6-10 / 11-15 / 16-20 / 21-25 / 26-30 / 31-35
Minutos de Juego Partido Anterior		Minutos de Juego Partido Anterior (3)	0-12 / 13-25 / 26-40
		Minutos de Juego Partido Anterior (2)	0-19 / 20-40
Valoración ACB Partido Anterior		Valoración ACB Partido Anterior (4)	>0 / 0-10 / 11-19 / <19
% Valoración ACB Partido Anterior		% Valoración ACB Partido Anterior (4)	>0 / 0-10 / 11-19 / <19

Tabla 3.4.6. Agrupación de variables y descripción de los niveles/rangos.

### Pruebas paramétricas:

Las únicas variables que, tras la transformación logarítmica, respetaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad fueron la Testosterona Total (TT), la Ratio TT/C (RTTC) y la ratio C/TT (RCTT) cuando se analizaron en función de la variable independiente “Mes”. Dicho factor requirió de un ANOVA de medidas repetidas, con la prueba *post-hoc* de Tukey para concretar qué pares presentaban diferencias significativas.

El ES entre muestras paramétricas se cuantificó mediante el estadístico  $d$  de Cohen ( $d$ ), calculado con el software *Effect Calculator* de la Hong Kong Polytechnic University ([www.effectsizefaq.com](http://www.effectsizefaq.com) [Consulta: 20/2/2012]). Para la interpretación de la  $d$  de Cohen, se siguieron los umbrales propuestos por el mismo autor<sup>239-240</sup>, considerando  $d \leq 0.19$  trivial,  $d = 0.20-0.49$  pequeña,  $d = 0.50-0.79$  moderada y  $d \geq 0.80$  grande.

### Pruebas no paramétricas:

Para comparar diferencias entre grupos independientes se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para  $k$  muestras independientes y para concretar qué pares se diferenciaban entre sí se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para 2 muestras independientes, acompañada de la corrección de Bonferroni para controlar la tasa de error (probabilidad de cometer errores de tipo I: rechazar la hipótesis nula  $H_0$  siendo esta verdadera en la población). Para estudiar las diferencias entre grupos relacionados (factor “Mes”) se recurrió a la prueba de Friedman para  $k$  muestras relacionadas y para concretar qué pares se diferenciaron entre sí se utilizó la prueba Wilcoxon para 2 muestras relacionadas, acompañada de la corrección de Bonferroni.

Para estudiar la relación entre variables se empleó la prueba no paramétrica de correlación Rho de Spearman ( $r_s$ ). La magnitud de las correlaciones, se interpretó siguiendo la propuesta de Hopkins y col. (2009)<sup>279</sup>, adaptada de Cohen (1988)<sup>240</sup>, donde, con un intervalo de confianza del 90 %,  $r_s \leq 0.09$  es trivial;  $r_s = 0.10-0.29$  es pequeña,  $r_s = 0.30-0.49$  es moderada,  $r_s = 0.50-0.69$  es grande;  $r_s = 0.70-0.89$  es muy grande y  $r_s = 0.90-1.00$  es casi perfecta. Por otro lado, se consideraron apropiados los coeficientes de correlación  $r_s \geq 0.71$ <sup>280</sup>, pues dicho grado de asociación representa un mínimo del 50 % de varianza común<sup>281</sup>.

El ES entre muestras no paramétricas se cuantificó mediante el estadístico Delta de Cliff ( $\Delta$ ) y para ello se empleó el software libre *Cliff's Delta Calculator* ([www.iijps.com](http://www.iijps.com) [Consulta: 20/2/2012])<sup>282</sup>. Para la interpretación de la  $\Delta$  de Cliff, seguimos los umbrales propuestos por el Dr. Macbeth y col. (Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad del Salvador, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina) (datos no publicados), considerando  $\Delta \leq 0.09$  trivial,  $\Delta = 0.10-0.29$  pequeña,  $\Delta = 0.30-0.44$  mediana y  $\Delta \geq 0.45$  grande. Dichos umbrales se aplican tanto para valores positivos como negativos. En el estudio de las correlaciones, se consideró como indicador del ES el coeficiente de determinación (o varianza común) de la Rho de Spearman ( $r_s^2$ )<sup>283</sup>.

La significación se establece en  $p < 0.05$ , considerándose muy significativa en  $p < 0.01$ . La aplicación de la corrección de Bonferroni en las pruebas de Mann-Whitney y Wilcoxon requiere basar la significatividad en el resultado de dividir 0.05 entre el número de pares posibles (p.ej. en caso de que la variable contenga 5 niveles, existen 10 pares posibles, por lo tanto,  $0.05/10=0.005$ , considerándose una diferencia significativa cuando el nivel crítico obtenido sea menor de 0.005) (Tabla 3.4.7).

Significación corregida para pruebas no paramétricas (Bonferroni)						
Variable de agrupación	Niveles	Pares	Pruebas No-paramétricas			
			Prueba 1	Nivel Crítico	Prueba 2	Nivel Crítico Corregido
Mes	7	21	Friedman	$p < 0.05$	Wilcoxon	$p < 0.002$
Edad (4)	4	6	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.008$
% Graso (4)	4	6	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.008$
Índice de Masa Corporal (3)	3	3	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.017$
Posición	5	10	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.005$
Posición (3)	3	3	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.017$
Posición (2)	2	1	Mann-Whitney	$p < 0.05$		
Promedio de Minutos de Juego Totales (6)	6	15	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.003$
Promedio de Minutos de Juego Totales (3)	3	3	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.017$
Promedio de Minutos de Juego Totales (2)	2	1	Mann-Whitney	$p < 0.05$		
Minutos de Juego Partido Anterior (7)	7	21	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.002$
Minutos de Juego Partido Anterior (3)	3	3	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.017$
Minutos de Juego Partido Anterior (2)	2	1	Mann-Whitney	$p < 0.05$		
Partidos Jugados Semana Anterior	3	3	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.017$
Resultado Partido Anterior	2	1	Mann-Whitney	$p < 0.05$		
Valoración ACB Partido Anterior (4)	4	6	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.008$
% Valoración ACB Partido Anterior (4)	4	6	Kruskal-Wallis	$p < 0.05$	Mann-Whitney	$p < 0.008$

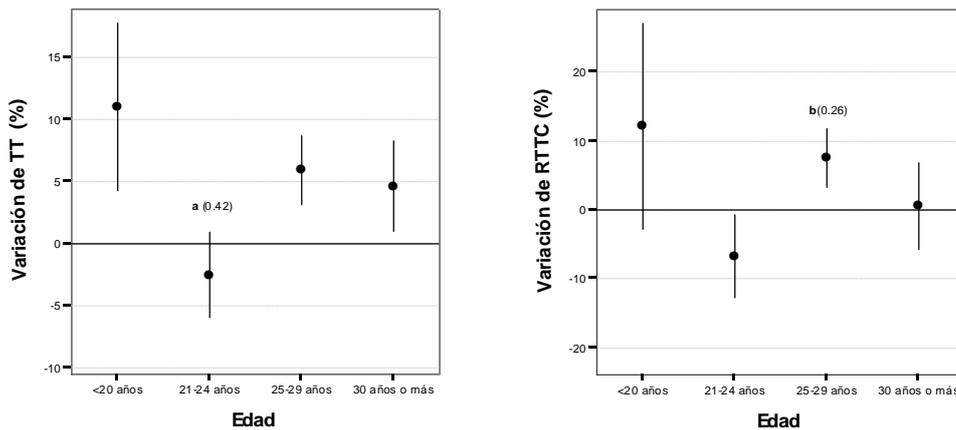
Tabla 3.4.7. Significación corregida para pruebas no paramétricas (Bonferroni).

El tratamiento de los datos se hizo con SPSS v15.0 (Chicago, IL, USA), *Cliff's Delta Calculator* (Instituto de Investigaciones Psicológicas, Universidad del Salvador, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina), *Effect Calculator* (Hong Kong Polytechnic University, China) y Excel 2007 (Microsoft Office).

### 3.4.2 Resultados.

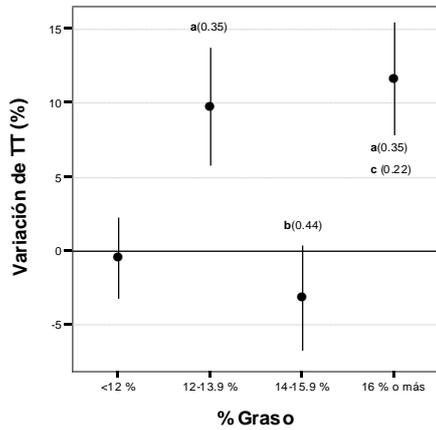
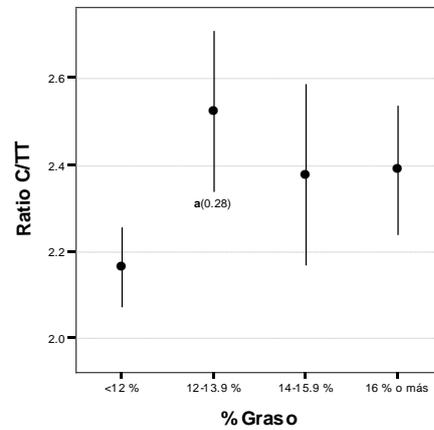
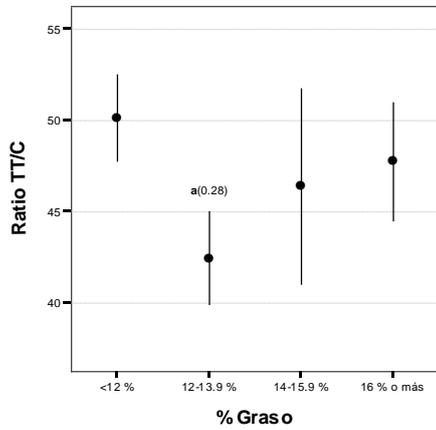
Se analizaron un total de 277 muestras de sangre periférica venosa (Temp. 07-08: 8\*8=64; Temp. 08-09: 10\*8=80; Temp. 09-10: 7\*9=63; Temp. 10-11: 10\*7=70) (Tabla 3.4.5, Anexo K).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por edad (Edad-4) (Figuras 3.4.1 y 3.4.2, Anexo L).



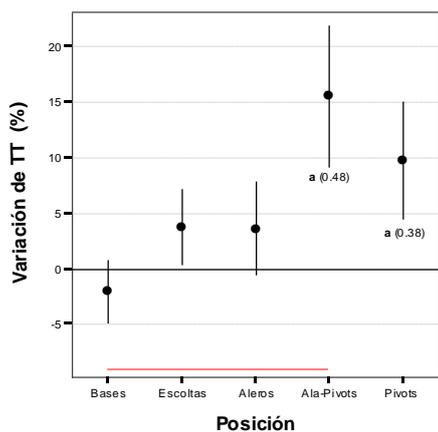
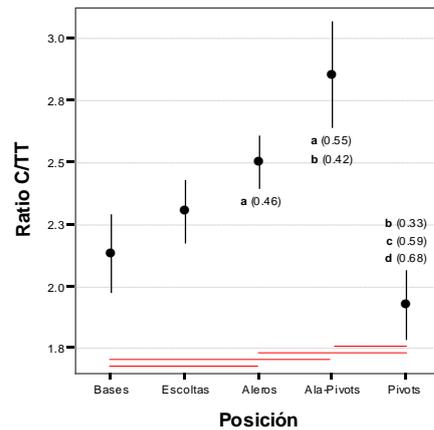
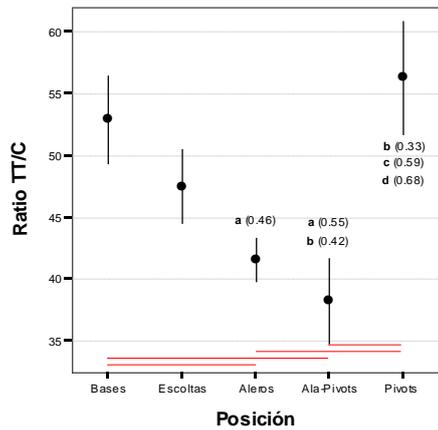
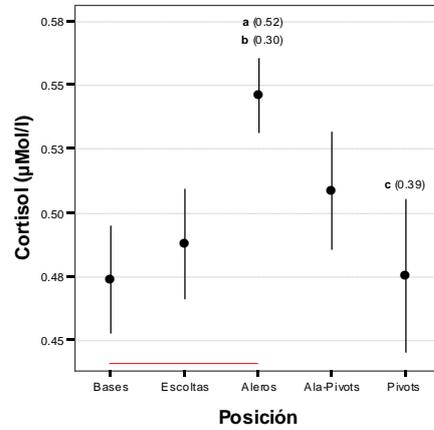
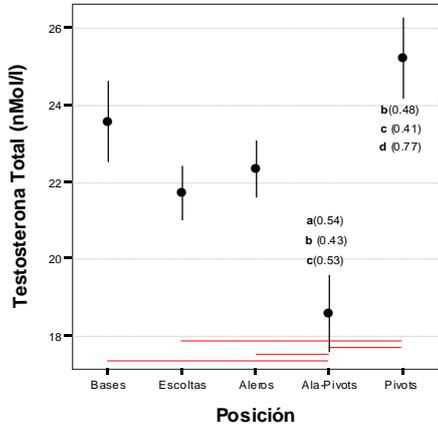
Figuras 3.4.1 y 3.4.2. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Edad (Edad-4).** Variación de TT (Fig. 3.4.1, izq) y Variación de RTTC (Fig. 3.4.2, dcha). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (*V.s.* <20 años), <sup>b</sup> (*V.s.* 21-24 años). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por % Graso (%G-4) (Figuras 3.4.3, 3.4.4 y 3.4.5, Anexo M).



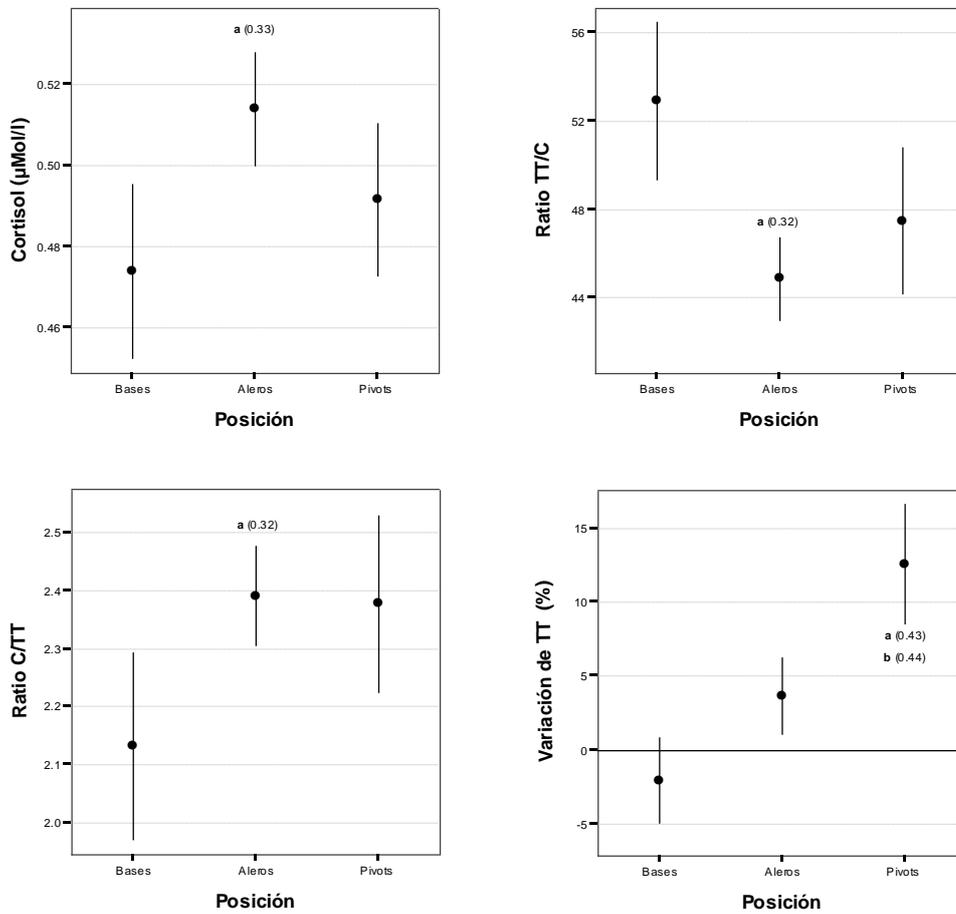
Figuras 3.4.3, 3.4.4 y 3.4.5. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor %Graso (%G-4).** Ratio TT/C (Fig. 3.4.3, arriba-izq.), Ratio C/TT (Fig. 3.4.4, arriba-dcha.) y Variación de TT (Fig. 3.4.5, abajo). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (Vs. <12%), <sup>b</sup> (Vs. 12-13.9%), <sup>c</sup> (Vs. 14-15.9%). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por Posición (Figuras 3.4.6, 3.4.7, 3.4.8, 3.4.9 y 3.4.10, Anexo N).



Figuras 3.4.6, 3.4.7, 3.4.8, 3.4.9 y 3.4.10. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Posición.** Testosterona Total (Fig. 3.4.6, arriba-izq.), Cortisol (Fig. 3.4.7, arriba-dcha.), Ratio TT/C (Fig. 3.4.8, medio-izq.), Ratio C/TT (Fig. 3.4.9, medio-dcha.) y Variación de TT (Fig. 3.4.10, abajo). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (Vs. Bases), <sup>b</sup> (Vs. Escoltas), <sup>c</sup> (Vs. Aleros), <sup>d</sup> (Vs. Ala-Pivots). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff). (—) Indica los niveles que presentan un ES grande ( $\Delta \geq 0.45$ ).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por Posición (Pos-3) (Figuras 3.4.11, 3.4.12, 3.4.13 y 3.4.14, Anexo O).



Figuras 3.4.11, 3.4.12, 3.4.13, y 3.4.14. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Posición (Pos-3).** Cortisol (Fig. 3.4.11, arriba-izq.), Ratio TT/C (Fig. 3.4.12, arriba-dcha.), Ratio C/TT (Fig. 3.4.13, abajo-izq.) y Variación de TT (Fig. 3.4.14, abajo-dcha.). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (V.s. Bases), <sup>b</sup> (V.s. Aleros). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por Posición (Pos-2) (Figura 3.4.15, Anexo P).

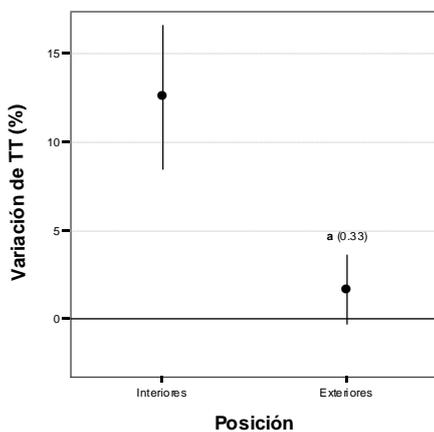
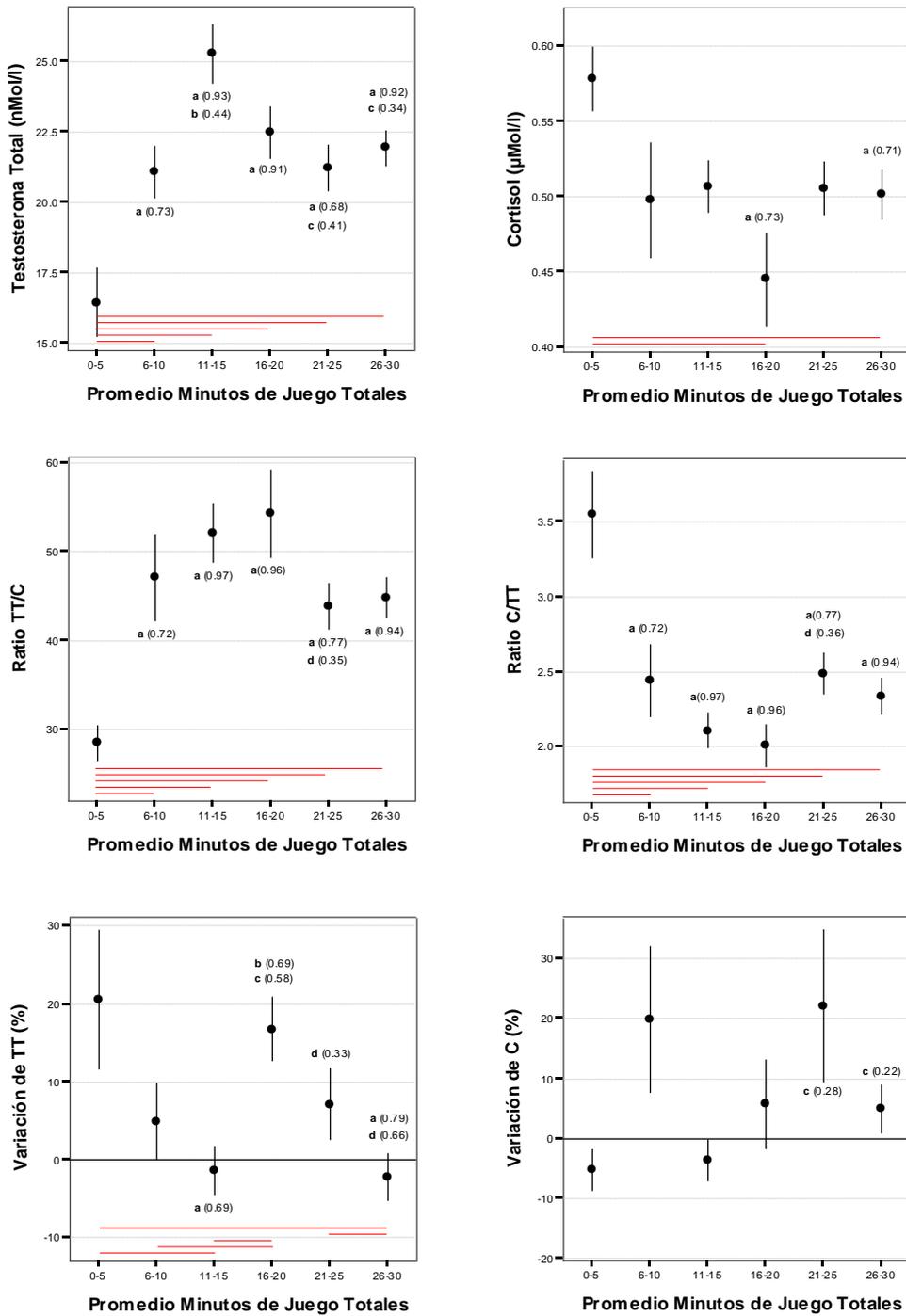
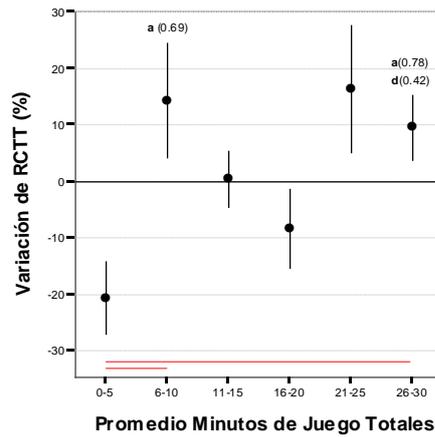
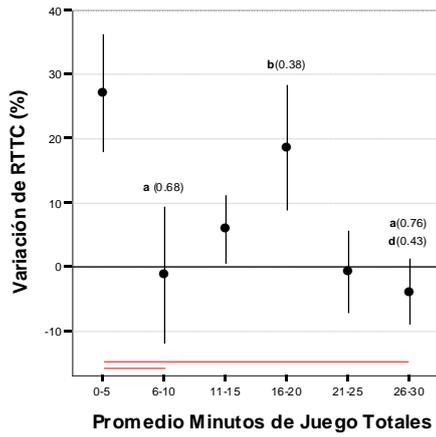


Figura 3.4.15. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Posición (Pos-2).** Variación de TT. Diferencias significativas: <sup>a</sup> (V.s. Interiores). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por Promedio Minutos de Juego Totales ( $\bar{x}M_{\text{tot-6}}$ ) (Figuras 3.4.16, 3.4.17, 3.4.18, 3.4.19, 3.4.20, 3.4.21, 3.4.22 y 3.4.23, Anexo Q).

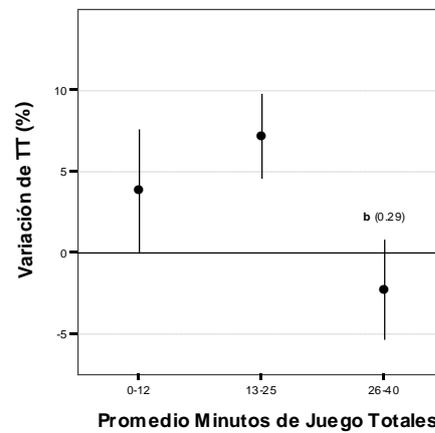
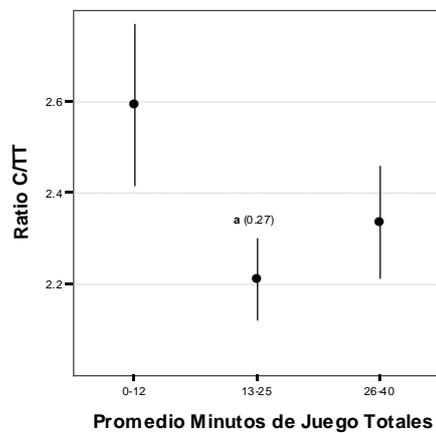
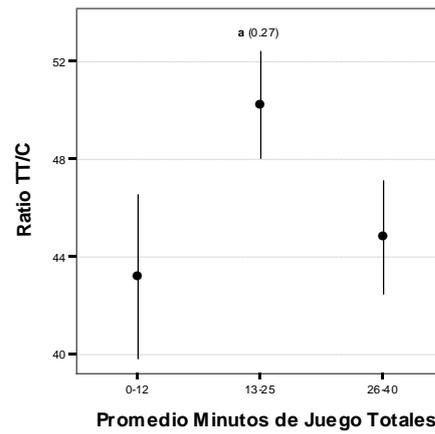
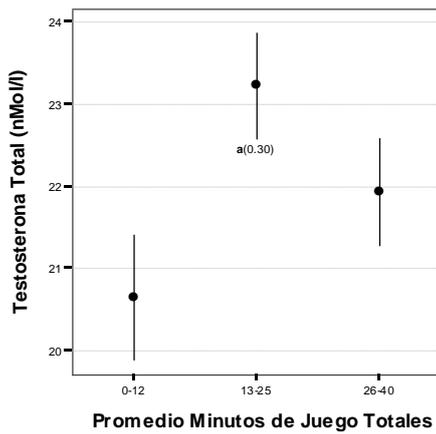


Figuras 3.4.16, 3.4.17, 3.4.18, 3.4.19, 3.4.20 y 3.4.21. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales ( $\bar{x}M_{\text{tot-6}}$ ).** Testosterona Total (Fig. 3.4.16, arriba-izq.), Cortisol (Fig. 3.4.17, arriba-dcha.), Ratio TT/C (Fig. 3.4.18, medio-izq.), Ratio C/TT (Fig. 3.4.19, medio-dcha.), Variación de TT (Fig. 3.4.20, abajo-izq.), Variación de C (Fig. 3.4.21, abajo-dcha.). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (Vs. 0-5), <sup>b</sup> (Vs. 6-10), <sup>c</sup> (Vs. 11-15), <sup>d</sup> (Vs. 16-20). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff). (—) Indica los niveles que presentan un ES grande ( $\Delta \geq 0.45$ ).

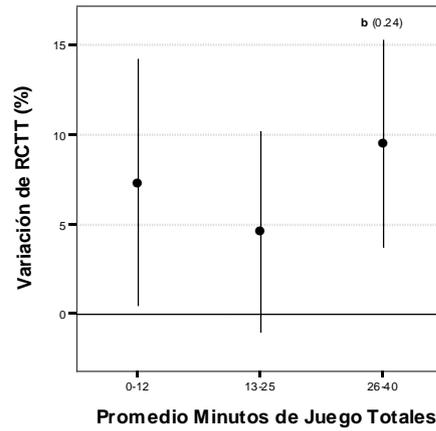
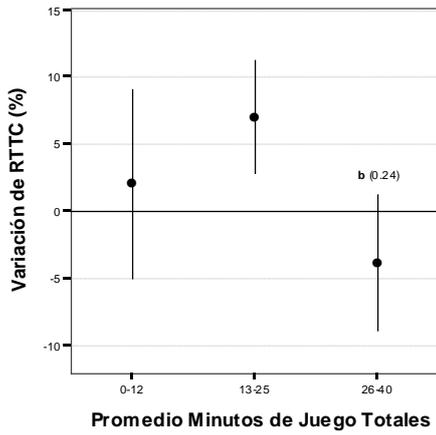


Figuras 3.4.22 y 3.4.23. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-6).** Variación de RTTC (Fig. 3.4.22, izq.) y Variación de RCTT (Fig. 3.4.23, dcha.). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (*V.s.* 0-5), <sup>b</sup> (*V.s.* 6-10), <sup>d</sup> (*V.s.* 16-20). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff). (—) Indica los niveles que presentan un ES grande ( $\Delta \geq 0.45$ ).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-3) (Figuras 3.4.24, 3.4.25, 3.4.26, 3.4.27, 3.4.28 y 3.4.29, Anexo R).

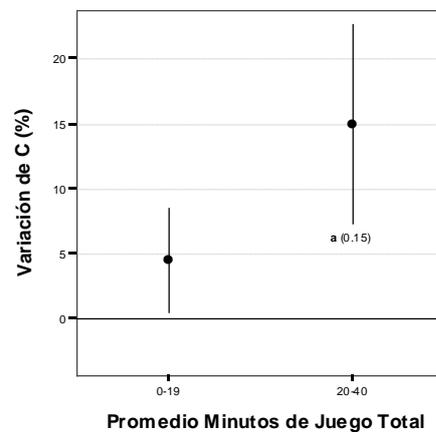
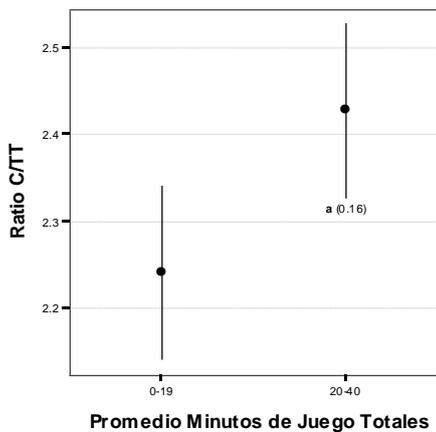
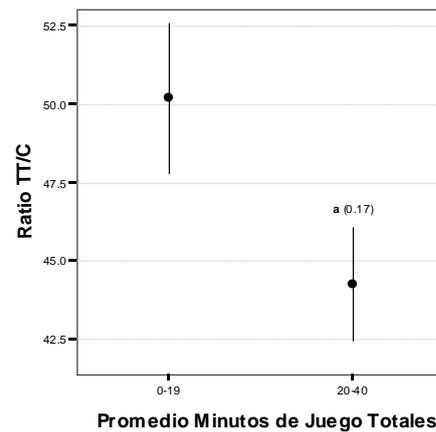
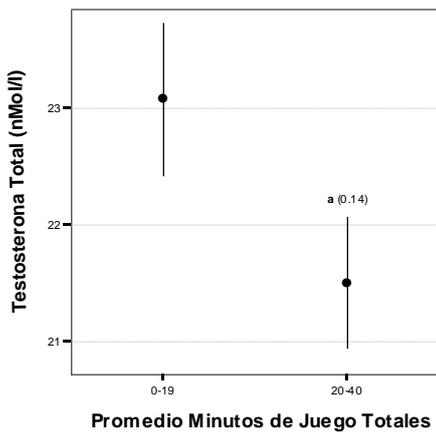


Figuras 3.4.24, 3.4.25, 3.4.26 y 3.4.27. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-3).** Testosterona Total (Fig. 3.4.24, arriba-izq.) Ratio TT/C (Fig. 3.4.25, arriba-dcha.), Ratio C/TT (Fig. 3.4.26, abajo-izq.) y Variación de TT (Fig. 3.4.27, abajo-dcha.). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (*V.s.* 0-12), <sup>b</sup> (*V.s.* 13-25). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).

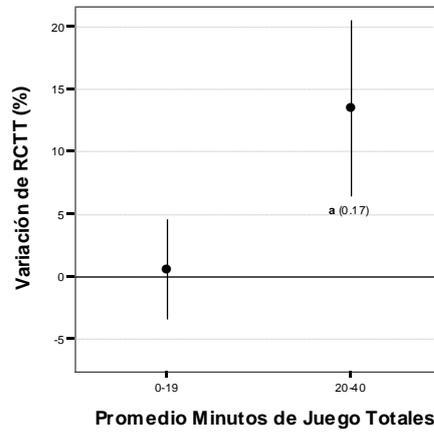
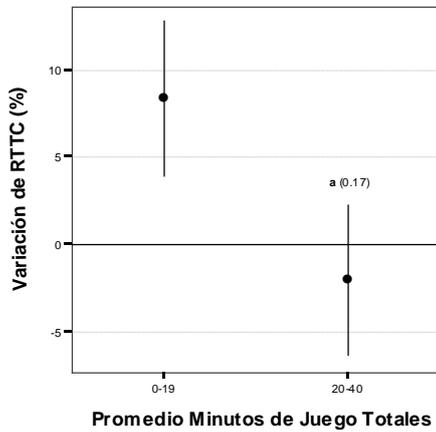


Figuras 3.4.28 y 3.4.29. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-3).** Variación de RTTC (Fig. 3.4.28, izq), Variación de RCTT (Fig. 3.4.29, dcha.). Diferencias significativas: <sup>b</sup> (*V*<sub>s</sub> 13-25). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-2) (Figura 3.4.30, 3.4.31, 3.4.32, 3.4.33, 3.4.34 y 3.4.35, Anexo S).



Figuras 3.4.30, 3.4.31, 3.4.32 y 3.4.33. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-2).** Testosterona Total (Fig. 3.4.30, arriba-izq), Ratio TT/C (Fig. 3.4.31, arriba-dcha.), Ratio C/TT (Fig. 3.4.32, abajo-izq) y Variación de C (Fig. 3.4.33, abajo-dcha.). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (*V*<sub>s</sub> 0-19). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).



Figuras 3.4.34 y 3.4.35. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot-2).** Variación de RTTC (Fig. 3.4.34, izq.) y Variación de RCTT (Fig. 3.4.35, dcha.). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (*V.s.* 0-19). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por Minutos de Juego Partido Anterior (MJpa-2) (Figura 3.4.36, Anexo T).

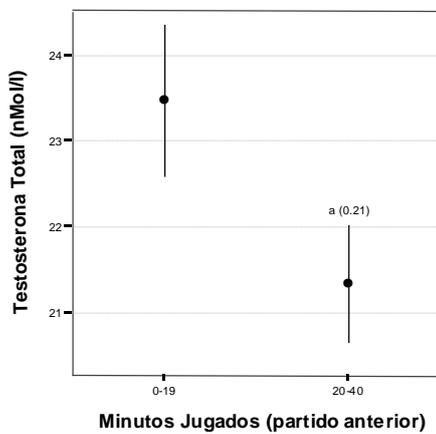
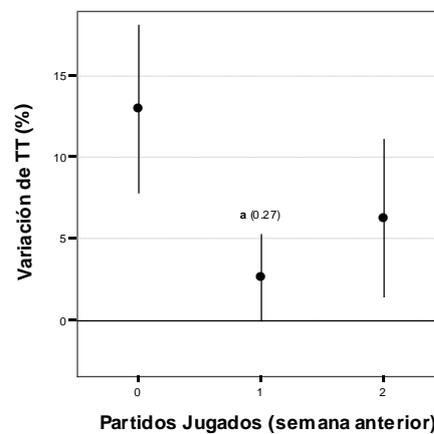
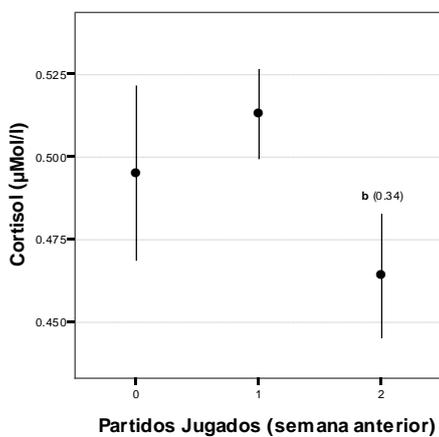


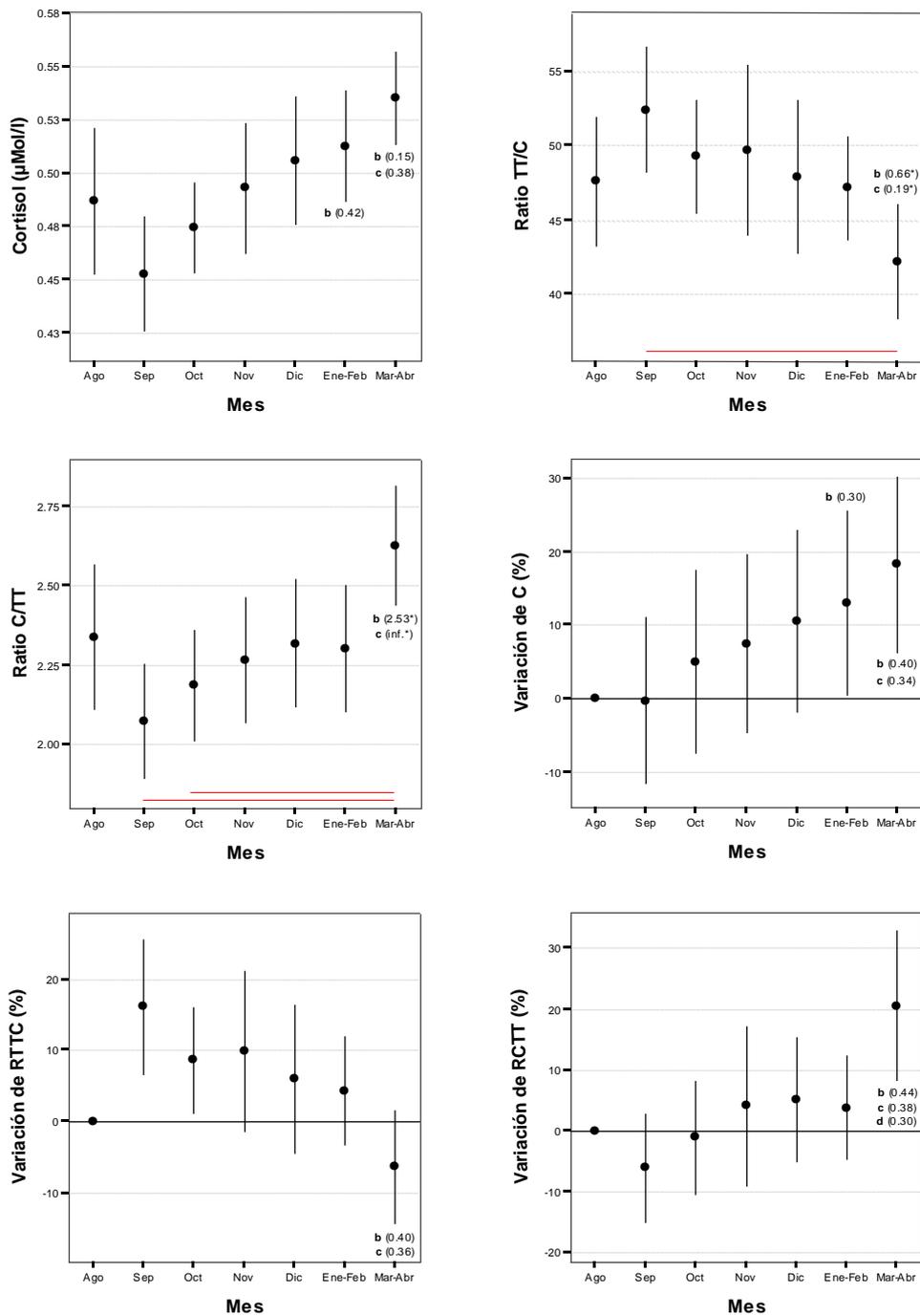
Figura 3.4.36. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Minutos de Juego Partido Anterior (MJpa-2).** Variación de TT. Diferencias significativas: <sup>a</sup> (*V.s.* Interiores). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por Partidos Jugados Semana Anterior (Pjsa) (Figura 3.4.37 y 3.4.38, Anexo U).



Figuras 3.4.37 y 3.4.38. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Partidos Jugados Semana Anterior (Pjsa).** Cortisol (Fig. 3.4.37, izq.) y Variación de TT (Fig. 3.4.38, dcha.). Diferencias significativas: <sup>a</sup> (*V.s.* 0-19). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff).

Diferencias hormonales significativas entre sujetos agrupados por Mes (Figura 3.4.39, 3.4.40, 3.4.41, 3.4.42, 3.4.43 y 3.4.44, Anexo V).



Figuras 3.4.39, 3.4.40, 3.4.41, 3.4.42, 3.4.43 y 3.4.44. **Diferencias hormonales significativas en relación al factor Mes.** Cortisol (Fig. 3.4.39, arriba-izq.), Ratio TT/C (Fig. 3.4.40, arriba-dcha.), Ratio C/TT (Fig. 3.4.41, medio-izq.), Variación de C (Fig. 3.4.42, medio-dcha.), Variación de RTTC (Fig. 3.4.43, abajo-izq.), Variación de RCTT (Fig. 3.4.44, abajo-dcha.). Diferencias significativas: <sup>b</sup> (Vs. Ago), <sup>c</sup> (Vs. Sep), <sup>d</sup> (Vs. Oct). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto (Δ de Cliff), con (\*) *d* de Cohen. (—) Indica los niveles que presentan un ES grande ( $d \geq 0.80$ ).

Los siguientes factores no presentaron diferencias hormonales significativas: Índice de Masa Corporal agrupado en 3 niveles (IMC-3), Resultado Partido Anterior, Minutos de Juego Partido Anterior agrupado en 7 niveles (MJpa-7), Minutos de Juego Partido Anterior agrupado en 3 niveles (MJpa-3), Valoración ACB Partido Anterior agrupado en 4 niveles (VACBpa-4) y % de Valoración ACB Partido Anterior agrupado en 4 niveles (%VACBpa-4).

Debajo de estas líneas se adjunta la tabla de promedios y medianas de todos los indicadores hormonales analizados agrupados mensualmente así como el número de jugadores con porcentaje de variación de RTTC por debajo del 0 % (Tabla 3.4.8).

Concentración y % de Variación de Testosterona Total, Cortisol, Ratio C/TT, Ratio TT/C (4 Temp. 2007-2011)										
	Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA						
		Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
	n	n=35	n=35	n=35	n=35	n=27	n=25	n=35	n=25	n=25
TT (nMol/l)	AVG ± DE	21.7 ± 5	22.7 ± 3.9	22.7 ± 4.4	22.7 ± 4.5	22.7 ± 4.6	24.1 ± 6.1	22.8 ± 3.9	21.3 ± 3.7	21.2 ± 5.4
	MED / AIQ	21.3 / 6.1	22.5 / 6.1	23.1 / 6.6	22.0 / 4.9	22.3 / 6.7	23.3 / 5.9	22.6 / 5.0	20.0 / 4.6	20.2 / 4.8
VarTT (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	7.4 ± 20.8	6.7 ± 18.7	7.0 ± 19.4	7.1 ± 20.5	7.3 ± 18.2	9.0 ± 25.0	-0.3 ± 20.5	-4.3 ± 16.6
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	3.0 / 25.0	7.0 / 25.3	8.5 / 28.0	5.5 / 30.4	5.2 / 28.5	7.6 / 29.5	-2.4 / 33.4	-6.5 / 21.6
C (µMol/l)	AVG ± DE	0.487 ± 0.121	0.453 ± 0.095	0.475 ± 0.076	0.493 ± 0.108	0.506 ± 0.107	0.521 ± 0.076	0.518 ± 0.093	0.492 ± 0.128	0.560 ± 0.073
	MED / AIQ	0.500 / 0.130	0.450 / 0.095	0.480 / 0.080	0.510 / 0.110	0.510 / 0.100	0.528 / 0.080	0.520 / 0.095	0.510 / 0.160	0.560 / 0.112
VarC (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-0.2 ± 40.2	5.0 ± 43.8	7.5 ± 42.8	10.6 ± 43.6	7.7 ± 23.7	14.1 ± 44.3	14.3 ± 45.6	28.1 ± 55.2
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-6.0 / 23.7	-6.1 / 16.5	3.7 / 25.5	2.0 / 28.5	7.0 / 26.0	0.0 / 19.9	4.3 / 29.4	11.5 / 41.6
Ratio C/TT	AVG ± DE	2.3 ± 0.8	2.1 ± 0.6	2.2 ± 0.6	2.3 ± 0.7	2.3 ± 0.7	2.3 ± 0.7	2.4 ± 0.7	2.4 ± 0.8	2.8 ± 0.7
	MED / AIQ	2.2 / 0.8	2.0 / 0.8	2.1 / 0.8	2.3 / 0.8	2.2 / 0.7	2.2 / 0.9	2.3 / 0.6	2.2 / 1.1	2.8 / 0.6
VarRCTT (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-6.0 ± 31.7	-1.0 ± 33.1	4.1 ± 46.3	5.2 ± 36.2	2.8 ± 28.7	6.7 ± 32.5	16.2 ± 43.2	37.0 ± 62.5
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-12.4 / 25.7	-9.0 / 30.9	-5.3 / 40.6	-5.7 / 35.6	-2.6 / 33.7	-5.0 / 47.8	10.7 / 31.1	16.6 / 45.1
Ratio TT/C	AVG ± DE	47.6 ± 15.5	52.4 ± 14.9	49.3 ± 13.5	49.7 ± 20.0	47.9 ± 18.9	46.8 ± 13.4	45.8 ± 12.4	48.0 ± 22.0	38.5 ± 11.3
	MED / AIQ	44.5 / 17.2	50.6 / 22.1	48.7 / 17.2	44.5 / 14.8	44.7 / 13.5	45.9 / 17.3	43.9 / 11.4	46.0 / 18.8	35.9 / 8.9
VarRTTC (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	16.1 ± 33.5	8.6 ± 26.6	9.9 ± 40.0	5.9 ± 36.9	3.0 ± 23.5	1.8 ± 28.8	-0.2 ± 46.8	-17.3 ± 25.6
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	14.1 / 34.3	10.5 / 33.7	5.5 / 43.2	6.4 / 37.6	3.4 / 34.9	5.3 / 44.8	-9.9 / 26.2	-14.1 / 29.3
<i>Número de jugadores con VarRTTC inferior a 0%</i>										
VarRTTC < 0% [n(%)]		0	10 (28.6%)	15 (42.9%)	15 (42.9%)	16 (59.3%)	7 (28%)	16 (45.7%)	15 (60%)	19 (76%)
VarRTTC < -30% [n(%)]		0	1 (2.9%)	1 (2.9%)	3 (8.6%)	7 (25.9%)	1 (4%)	6 (17.1%)	5 (20%)	8 (32%)

Tabla 3.4.8. Promedios y medianas de concentración y % de variación mensuales de Testosterona Total, Cortisol, Ratio C/TT y Ratio TT/C. AVG: promedio, DE: Desviación Estándar, MED: Mediana, AIQ: Amplitud Intercuartil.

En la página siguiente se presenta la tabla de relaciones entre variables (Tabla 3.4.9).

Correlaciones

		Variables Hormonales										Semana				Minutos de Juego		Contribución	
		RTTC	RCIT	varTT	varC	varRTTC	varRCIT	Edad	% Graso	IMC	P/lsa	MJtot	MJpa	VACBpa	%VACBpa				
TT	C	0,683 0,000 46,6 %	-0,680 0,000 46,2 %	0,327 0,000 10,7 %	NS	0,304 0,000 9,2 %	-0,304 0,000 9,2 %	NS	-0,165 0,006 2,7 %	NS	NS	NS	NS	NS	NS	Rho de Spearman (r) Sig. (bilateral) r <sup>2</sup> * 100 (%) N			
	C	277	277	242	242	242	242	242	242	242	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
C	C	-0,733 0,000 53,7 %	0,735 0,000 54,0 %	NS	0,432 0,000 18,7 %	-0,294 0,000 8,8 %	-0,296 0,000 8,8 %	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-0,196 0,013 3,8 %	-0,186 0,018 3,5 %	160	Rho de Spearman (r) Sig. (bilateral) r <sup>2</sup> * 100 (%) N		
	C	277	277	242	242	242	242	242	242	242	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
C	C	NS	-1,000 0,000 100,0 %	0,201 0,001 4,0 %	-0,363 0,000 13,2 %	0,418 0,000 17,5 %	-0,417 0,000 17,4 %	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	Rho de Spearman (r) Sig. (bilateral) r <sup>2</sup> * 100 (%) N		
	C	277	277	242	242	242	242	242	242	242	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
C	C	NS	NS	-0,200 0,002 4,0 %	0,365 0,000 13,3 %	-0,418 0,000 17,5 %	0,418 0,000 17,5 %	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	Rho de Spearman (r) Sig. (bilateral) r <sup>2</sup> * 100 (%) N		
	C	277	277	242	242	242	242	242	242	242	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
C	C	NS	NS	NS	NS	0,474 0,000 22,5 %	-0,476 0,000 22,7 %	NS	0,284 0,000 8,1 %	0,180 0,005 3,2 %	NS	NS	NS	NS	NS	NS	Rho de Spearman (r) Sig. (bilateral) r <sup>2</sup> * 100 (%) N		
	C	277	277	242	242	242	242	242	242	242	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
C	C	NS	NS	NS	varC	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	Rho de Spearman (r) Sig. (bilateral) r <sup>2</sup> * 100 (%) N		
	C	277	277	242	242	242	242	242	242	242	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
C	C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,141 0,028 2,0 %	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	Rho de Spearman (r) Sig. (bilateral) r <sup>2</sup> * 100 (%) N		
	C	277	277	242	242	242	242	242	242	242	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
C	C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,139 0,031 1,9 %	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	Rho de Spearman (r) Sig. (bilateral) r <sup>2</sup> * 100 (%) N		
	C	277	277	242	242	242	242	242	242	242	NS	NS	NS	NS	NS	NS			
		Edad		varRCIT		varRTTC		NS		NS		NS		NS					
		NS		0,505 0,002 25,5 %		NS		NS		NS		NS		NS					
		NS		35		NS		NS		NS		NS		NS					

Tabla 3.4.9. Correlaciones entre variables. TT: Testosterona Total; C: Cortisol; RTTC: Ratio TT/C; varTT: Variación de TT; varC: Variación de C; varRTTC: Variación de RTTC/C; NS: No significativo; N: Muestra; Sig.: Significación; r<sup>2</sup>\* 100: Varianza común.

### 3.4.3 Discusión.

La presente investigación, responde a la necesidad de llenar el vacío de datos existente sobre la respuesta hormonal del jugador de baloncesto profesional en relación a diversos factores (biológicos y deportivos). Presenta dos objetivos principales, primero el de aportar datos con sujetos de alto nivel, debido a que las investigaciones publicadas hasta la fecha se llevaron a cabo, en su mayoría, con sujetos jóvenes, amateurs y/o de bajo nivel competitivo, y como segundo objetivo, el de hacerlo con una muestra más representativa que las empleadas en las publicaciones consultadas, realizándose un estudio longitudinal con 35 sujetos y 277 muestras de sangre durante 4 años consecutivos, en un equipo profesional de la que es considerada la segunda mejor liga del mundo. Según la revisión bibliográfica previa a esta investigación y actualizada hasta el día 13 de junio de 2012, no encontramos investigaciones con estas características, por lo que consideramos los datos aportados como novedosos y prácticos. A continuación, se discuten los resultados obtenidos estructurados por el procedimiento estadístico aplicado o por el factor analizado.

#### **Relación entre variables hormonales.**

En un análisis de las relaciones existentes entre las variables hormonales (TT, C, RTTC, RCTT, varTT, varC, varRTTC y varRCTT), destacamos la correlación negativa perfecta que se ha obtenido entre la RTTC y la RCTT<sup>284</sup> ( $r_s: -1.0$ ,  $r_s^2: 100 \%$ ), hecho que nos anima a seguir proponiendo el uso de uno de los dos índices y no ambos, puesto que emplear indiscriminadamente uno u otro limita la comparación de resultados y futuras revisiones sistemáticas. Por lo tanto, y puesto que una de las primeras publicaciones internacionales que relacionó la testosterona y el cortisol en ciencias del deporte fue la de Adlercreutz y col. (1986)<sup>197</sup> y lo hizo mediante el cociente FT/C, proponemos mantener la testosterona como numerador y el cortisol como denominador para indicar la relación entre dichas hormonas (testosterona/cortisol). Por otro lado, y como ya se ha comentado en los estudios 1 y 2, recomendamos el uso de la fracción total de testosterona (TT) puesto que proporciona información suficiente<sup>9</sup> y más fiable<sup>149</sup> que la fracción libre (FT), y el uso del mol como unidad de medida (TT en nMol/L y C en  $\mu$ Mol/L), como ya se propuso en los años '90<sup>200-201</sup>, o como lo hacen publicaciones más recientes como la de Kraemer y col. (2009)<sup>211</sup>.

Coincidiendo con lo obtenido en los dos estudios anteriores y con parte de los resultados de Martínez y col. (2010)<sup>215</sup>, el C y la TT se relacionan significativamente con la RTTC, siendo el C el que explica mejor la variación de RTTC con una varianza común del 53.7 % ( $r_s: -0.73$ ), superior al 46.6 % de la TT ( $r_s: 0.68$ ). Esto podría significar que si el C se viese muy influenciado por factores emocionales, el resultado de la ratio TT/C dependa principalmente de dichos factores y no refleje fehacientemente el balance anabólico-catabólico, idea esta última que defienden algunos autores<sup>181</sup>.

Es interesante destacar las bajas correlaciones obtenidas entre la concentración y el % de variación de una misma hormona o ratio: TT y varTT ( $r_s$ : 0.33,  $r_s^2$ : 10.7 %), C y varC ( $r_s$ : 0.43,  $r_s^2$ : 18.7 %), RTTC y varRTTC ( $r_s$ : 0.42,  $r_s^2$ : 17.5 %) y RCTT y varRCTT ( $r_s$ : 0.42,  $r_s^2$ : 17.5 %). En este sentido, algunos autores postulan que el porcentaje de variación es más representativo de la respuesta fisiológica que el valor absoluto de la concentración hormonal<sup>4, 202</sup>. Por lo tanto, y en base a los resultados obtenidos, concluimos que la información que proporciona cada variable (concentración y % de variación) es nueva y diferente y así deben ser consideradas, sin presupuestos.

Por su parte, la testosterona total y el cortisol no presentan relación de ningún tipo, coincidiendo con los resultados del Estudio 2 pero no con los del Estudio 1. Esta divergencia de resultados podría deberse al tamaño de la muestra<sup>159</sup>. Por su parte, Brownlee y col. (2006), también obtuvieron independencia entre estas dos hormonas en un muestra de 120 sujetos en reposo (pre-ejercicio), pero observaron una relación negativa entre ambas post-ejercicio<sup>159</sup>. A nivel procedimental es lógico comparar nuestros resultados con los que Brownlee y col. obtuvieron en los sujetos en reposo, pues nuestras extracciones sanguíneas se hacen tras un descanso de 24-36 horas.

Por último, en el análisis de los estadísticos descriptivos de las variables hormonales, observamos que existe una gran dispersión de los datos, tanto a nivel inter-sujeto como intra-sujeto (desviaciones estándar y coeficientes de variación elevados, Anexo K). Estos resultados coincidirían con los aportados por Sebastian-Gambaro y col. (1997), quienes reportan una alta variabilidad de estas hormonas: 21 % para el cortisol y 9.6 % para la testosterona<sup>285</sup>. Esta variabilidad justifica el uso e interpretación de estos indicadores a nivel individual y no para estimar el estado general del equipo.

### **Variables hormonales en relación a indicadores biológicos: Edad, IMC y %Graso.**

Según diferentes estudios, los niveles de testosterona en los hombres empiezan a disminuir en los primeros años de la edad adulta, con una reducción del 1-2 % por año, y persiste durante toda la vida<sup>286-287</sup>. En el caso del cortisol, se ha observado una mayor concentración en deportistas adultos que en jóvenes<sup>192</sup>. Estas diferencias podrían deberse a cambios en la composición corporal, concentración de hormonas precursoras, flujo sanguíneo hepático, o a una serie de factores que aún no se han identificado<sup>288</sup>. En los resultados de la presente investigación no podemos confirmar dichas hipótesis. De hecho, sólo se hallan diferencias significativas en las variaciones de TT (<20 V.s. 21-24 años,  $\Delta$ : 0.42) y de RTTC (21-24 V.s. 25-29 años,  $\Delta$ : 0.26). Que la edad no haya presentado relación con ninguna otra variable podría deberse a que la muestra es homogénea

( $27.0 \pm 4.1$  años, CV: 15.4 %, Rango: 19-39), y que todos los sujetos se encuentran en la edad adulta, siendo el factor edad insuficiente para influir en las concentraciones hormonales.

A pesar de que las variables hormonales no presentan ninguna diferencia en relación al índice de masa corporal, como uno de los indicadores de la composición corporal<sup>289-290</sup>, sí que encontramos diferencias en relación al %Graso, sobre todo si comparamos el %G < 12 % con el resto de niveles (12-13.9 %, 14-15.9 % y 16 % o más): los jugadores con un %G menor del 12 % presentan una RTTC mayor y una RCTT menor que los jugadores con %G mayores. Por otro lado, los jugadores con un %G mayor al 16 % tienen los valores más altos de varTT. Estos resultados confirmarían la influencia de la composición corporal en algunos indicadores hormonales<sup>288</sup>, pero no de forma concreta en la concentración de testosterona o el cortisol. Por último, en base a los resultados obtenidos, podemos establecer que sujetos con %G fuera del rango 12-16 % presentarán diferencias significativas en sus ratios TT/C y C/TT, así como en la variación de la TT.

### **Variables hormonales en relación a la posición de juego.**

Estudios como el de Ortega y col. (1993) con jugadoras de baloncesto, ya señalaban que el perfil endocrino de un deportista presenta diferencias significativas respecto al de una persona sedentaria (por ejemplo, valores más altos de C pero más bajos de ACTH en el deportista)<sup>230</sup>. La publicación de Tsolakis y col. (2003) concretó un poco más, diferenciando adaptaciones hormonales en función del tipo de actividad física. Los jugadores de baloncesto presentaron el 4º promedio más alto en concentración de TT ( $9.2 \pm 7.3$  nMol/L), por detrás de remo, balonmano y corredores de fondo<sup>216</sup>.

Dentro del propio deporte parecen observarse adaptaciones específicas en función del puesto de juego que ocupa cada jugador. En baloncesto, González-Bono y col. (1999) corroboran dicha hipótesis observando mayores valores de TT en los ala-pívots<sup>119</sup>. Los resultados del presente estudio también muestran dicha especificidad. Si analizamos el factor Posición en 5 niveles (Bases, Escoltas, Aleros, Ala-Pívots y Pívots) la TT, el C, la RTTC, la RCTT, y la varTT presentan diferencias significativas entre roles, pero los mayores tamaños del efecto ( $\Delta \geq 0.45$ ) los encontramos en la TT entre Escoltas Vs. Pívots ( $\Delta: 0.48$ ), Ala-Pívots Vs. Pívots ( $\Delta: 0.77$ ), Bases Vs. Ala-Pívots ( $\Delta: 0.54$ ) y Aleros Vs. Ala-Pívots ( $\Delta: 0.53$ ); en el C entre Bases Vs. Aleros ( $\Delta: 0.52$ ); en la RTTC y la RCTT entre Bases Vs. Aleros ( $\Delta: 0.46$ ), Bases Vs. Ala-Pívots ( $\Delta: 0.55$ ), Aleros Vs. Pívots ( $\Delta: 0.59$ ) y Ala-Pívots Vs. Pívots ( $\Delta: 0.68$ ); en la varTT entre Ala-Pívots Vs. Bases ( $\Delta: 0.48$ ). Nos parece destacable la particularidad que presenta la posición de Ala-Pívot pues es la que más diferencias y mayores tamaños del efecto presenta en relación a las otras posiciones, pudiendo indicar con ello que las adaptaciones específicas del Ala-Pívot son muy diferentes, incluso respecto a la posición de Pívot, mostrando los valores de RTTC más bajos (y los más altos de RCTT). Por su parte, los Pívots presentan los valores más altos de RTTC (y los más bajos de RCTT).

Si agrupamos los jugadores en 3 posiciones (Bases, Aleros y Pívots), el tamaño del efecto se ve mermado (ya no se obtienen  $\Delta \geq 0.45$ ), pero siguen existiendo diferencias significativas en TT, C, RTTC, RCTT y varTT, destacando los tamaños del efecto al comparar la varTT entre Bases *Vs.* Pívots ( $\Delta$ : 0.43) y Aleros *Vs.* Pívots ( $\Delta$ : 0.44). En este análisis encontramos las diferencias más grandes entre Pívots (Ala-Pívots + Pívots) y el resto de posiciones.

Separando la muestra en Exteriores e Interiores, sólo obtenemos una diferencia significativa en la varTT ( $\Delta$ : 0.33), donde los Interiores presentan una mediana de +14.1 % y los Exteriores de un 0 %.

Estas diferencias señalan, una vez más, que el efecto de los entrenamientos y la competición difieren en función de la posición que desempeñe el jugador debiéndose actuar en consecuencia. No sólo diferenciando entre jugadores interiores y exteriores, sino entre las 5 posiciones. Por otro lado, si el índice RTTC representase realmente el estado metabólico del jugador, el hecho de que los Ala-Pívots y los Aleros presenten los valores más bajos de dicho marcador podría indicar la exigencia a la que se someten en el baloncesto actual, donde la posición de Ala-Pívot probablemente sea la que más se ha visto afectada, siendo más dinámicos y físicos que antaño. Por el contrario, los altos valores de RTTC observados en los Pívots podrían ser el resultado del énfasis en el trabajo estructural, donde la hipertrofia muscular es un objetivo primordial.

### **Variabales hormonales en relación a los minutos de juego.**

Los minutos de juegos se han estudiado desde dos puntos de vista: su efecto retardado y su efecto acumulado<sup>135</sup>. El factor Promedio Minutos de Juego Totales (xMJtot) representa el efecto acumulado y determina los jugadores que más juegan y los que menos, desestimando los conceptos titular y suplente, o en las publicaciones inglesas *starters* y *non-starters*<sup>83</sup>, pues nos parecen inapropiados en el baloncesto actual: un jugador que sale de titular (o en el 5 inicial) no tiene porqué ser el que más juegue. El factor Minutos de Juego Partido Anterior (MJpa) representa el efecto retardado, pues se analiza 24-36 horas después de finalizado el partido (distinto al efecto agudo, que se analiza inmediatamente después del partido y del que hay más bibliografía<sup>6</sup>).

Es interesante notar que en el estudio del efecto retardado, el factor MJpa se agrupó en 7, 3 y 2 niveles y sólo presentó diferencias significativas la concentración de TT en relación al factor MJpa-2 (0-19 min. *Vs.* 20-40 min.), presentando menos TT los jugadores que jugaron más de 20 min., pero con un tamaño del efecto pequeño ( $\Delta$ : 0.21). En estudios “test-retest” del efecto agudo del ejercicio (no el retardado), como el de Kilinc y col. (2010) o el de Schröder y col. (2001), la TT incrementa su secreción inmediatamente después de un entrenamiento de baloncesto<sup>87, 89</sup>. En otros, el C aumenta en la 1ª mitad y se mantiene elevado hasta el final del partido<sup>119, 226, 229</sup>, observándose un patrón similar tras un entrenamiento<sup>89, 227, 229, 231</sup> y descendiendo 24 h después<sup>89</sup>. Este último estudio de

Schröder y col. (2001) ya nos indica que la respuesta endocrina aguda (inmediatamente después) y la retardada (24-48 horas después) difieren significativamente. Al no haber hallado más datos que se ajusten a nuestro protocolo de recogida (24-36 h post-partido), no podemos comparar nuestros resultados, que parecen indicar que tras 24-36 horas de descanso el factor Minutos de Juego Partido Anterior no afecta significativamente al comportamiento del C, la RTTC, la RCTT y a sus % de variación, pero lo hace discretamente en la concentración de TT, presentando menos los jugadores que jugaron más de 20 min.

En el estudio del efecto acumulado, el factor xMJtot se agrupó en 6, 3 y 2 niveles observándose diferencias significativas en las 3 agrupaciones. En el factor xMJtot-6, donde los intervalos son de 5 minutos, los tamaños del efecto de las diferencias observadas son, en su mayoría, grandes ( $\Delta \geq 0.45$ ). En este factor destaca el nivel 0-5 min. que es el que más diferencias presenta con el resto. Los jugadores que juegan menos de 5 minutos presentan la menor concentración de TT, la mayor de C y consecuentemente la menor de RTTC. No obstante, son los que mayor % de variación de TT muestran. Los bajos valores de TT podrían explicarse por la falta del estímulo de la sesión más intensa de la semana (el partido oficial) y los altos de C por el estrés que podría generar el hecho de jugar poco. Además, los jugadores que juegan menos suelen ser los jóvenes y la forma en que afrontan la presión podría ser otro agente estresante. Por otro lado, los dos niveles que mayor concentración de TT y mejor RTTC presentan son los de 11-15 min. y 16-20 min. (MED. TT: 25.1 y 22.7 nMol/L; MED. RTTC: 48.1 y 49.0 respectivamente). Los valores más bajos de C son los que presentan los jugadores que juegan 16-20 min. (0.465  $\mu$ Mol/L). Por último, destacamos la diferencia significativa de TT entre los niveles 11-15 min. *Vs.* 26-30 min., donde los jugadores que juegan más de 26 minutos presentan menor concentración de TT ( $\Delta$ : 0.34). El comportamiento endocrino que encontramos en el factor xMJtot-6 describe una U en el caso del C y un U invertida en el caso de la TT y la RTTC, siendo el rango 11-20 min. (2 niveles) el punto de inflexión. (Figuras 3.4.16, 3.4.17 y 3.4.18). Estos datos reflejan que los jugadores que juegan entre 11 y 20 minutos son los que presentan un estado metabólico más óptimo (bajos valores de C y altos de TT y RTTC), y que los jugadores que juegan más de 26 min. presentan valores más bajos de TT que aquellos.

Cuando agrupamos xMJtot en 3 niveles (0-12 min., 13-25 min. y 26-40 min.) obtenemos menos diferencias significativas y menores tamaños del efecto, pero los resultados conseguidos coinciden con lo aportado por el factor xMJtot-6, obteniendo los valores más altos de TT y RTTC en los jugadores que juegan 13-25 min. y significativamente diferente si lo comparamos con los que juegan menos de 12 min. ( $\Delta$ : 0.30 y 0.27 para TT y RTTC respectivamente). Respecto a los jugadores que juegan más de 26 min. los resultados vuelven a coincidir con lo observado en xMJtot-6 obteniendo una diferencia significativa en el % de variación de TT (-2.4 %) y RTTC (-7.6 %) comparado con los que juegan 13-25 min. (varTT: +3.8 % y varRTTC: +3.8 %). Los jugadores que promedian 13-25 minutos presentan mejor perfil metabólico que los que promedian menos de 12 o los que

promedian más de 26. Estos resultados justificarían que los jugadores que juegan menos de 12 minutos necesitarían compensar el estímulo que no han recibido el fin de semana para asemejar su perfil metabólico a los jugadores de 13-25 minutos y los jugadores que promedian más de 26 minutos requieren de una intervención específica para recuperarse de la sobrecarga que les ha significado el partido.

En la última agrupación del factor xMJtot, en 2 niveles (jugadores que promedian más o menos de 20 minutos), los resultados apoyan lo anteriormente comentado pero los tamaños del efecto son mucho menores y las conclusiones son menos precisas, por lo que consideramos más acertado atender a los resultados y a las conclusiones proporcionadas por los factores xMJtot-6 y xMJtot-3.

Por último, querríamos hacer notar que en el caso de la testosterona encontramos una relación inversa entre la TT y la varTT, presentando los jugadores con valores más bajos de concentración, más % de variación y viceversa.

#### **VARIABLES HORMONALES EN RELACIÓN AL RESULTADO Y A LA CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL.**

En el campo psicofisiológico, las investigaciones de González-Bono y col. (1999, 2000 y 2002) han estudiado el efecto que tiene el resultado y la contribución individual a la respuesta hormonal en jugadores de baloncesto. Este grupo de investigación concluye en dichos estudios que la TT presenta una correlación positiva con la contribución individual (valorada mediante el índice “puntos/tiempo de juego”)<sup>119, 121, 125</sup>. En esta misma línea, la revisión de Salvador y col. (2005), basada en diferentes deportes, señala que más importante que ganar o perder, lo que determina los cambios hormonales que experimenta un jugador cuando se enfrenta a la competición y a sus resultados es el modo en que afronta cada situación<sup>152</sup>. No obstante, y de la misma manera que con el efecto de los Minutos de Juego en el Partido Anterior (MJpa), estos estudios se hacen con un procedimiento “test-retest”, siendo el retest inmediatamente después de la competición (respuesta aguda), mientras que el protocolo seguido en la presente investigación analiza la respuesta retardada o acumulada, por lo que los resultados y conclusiones extraídos de la bibliografía comentada no se pueden relacionar con los nuestros. Por otro lado, a nivel procedimental, hemos considerado como mejor indicador de la contribución individual la valoración ACB (VACB y %VACB) que la propuesta por González Bono y col. (“puntos/tiempo de juego”), pues la VACB contempla más indicadores de rendimiento (ver fórmula en Instrumentos y medidas).

Ni el factor Resultado ni los factores Valoración ACB Partido Anterior (VACBpa) y % de VACBpa, presentan ninguna diferencia significativa en ninguna de las variables hormonales estudiadas tras 24-36 horas de descanso. Esto podría deberse o a que el resultado y la contribución individual no afectan a la respuesta endocrina, en cuyo caso contradiría lo reportado por González-Bono y col.<sup>119, 121, 125</sup> y Salvador y col.<sup>152</sup>, o a que tras 24-36 horas, el efecto psicológico-emocional

que pudieron producir inmediatamente después de la competición estos dos factores ya no altera la respuesta hormonal. En cualquier caso, podemos afirmar que los resultados hormonales recogidos 24-36 horas después de la competición no se ven influenciados por el resultado o la contribución individual.

### **Variables hormonales en relación al tipo de semana.**

En los últimos años, han empezado a publicarse estudios que analizan las dinámicas de trabajo de deportes colectivos y el efecto que tienen en los jugadores diferentes estructuras de semana<sup>131, 291-293</sup>. Atender a estas implicaciones es de capital importancia en deportes que compiten semanalmente e incluso cada 2-3 días. Habitualmente, y a diferencia de las semanas con 1 partido (o 2 partidos en 8 días), los equipos que tienen 2 partidos semanales (o 3 partidos en 8 días) suelen realizar semanas menos densas, con menos frecuencia y volumen de entrenamiento (para recuperarse y por los viajes), pero realizan 2 sesiones de máxima intensidad y especificidad, los partidos. En esta línea, Manzi y col. (2010) muestran las diferencias de carga de entrenamiento (mediante RPE<sup>293</sup>) entre distintos tipos de semana en un equipo profesional de baloncesto: 0 partidos (Esfuerzo/*Strain*: 5678), 1 partido (Esfuerzo/*Strain*: 4666), 2 partidos (Esfuerzo/*Strain*: 4534). Aunque aún no disponemos de datos basados en la evidencia científica sobre el efecto de una estrategia de planificación semanal en el resultado del partido<sup>294</sup>, podemos afirmar que diferentes estructuras semanales conllevan diferentes cargas de entrenamiento, por lo que es nuestra intención constatar si estas diferencias se reflejan en el comportamiento de la testosterona total y el cortisol. Los resultados obtenidos en relación al factor Partidos Jugados Semana Anterior (PJs<sub>a</sub>) presentan diferencias significativas en la concentración de Cortisol y en el % de variación de la TT, mostrando los valores más bajos de C tras una semana con 2 partidos (0.470  $\mu\text{Mol/L}$ ), significativamente menos ( $p=0.000$ ,  $\Delta$ : 0.34) que después de una con 1 partido (0.527  $\mu\text{Mol/L}$ ). Si como se ha comentado anteriormente, consideramos que las semanas con 2 partidos suelen presentar menos volumen, frecuencia y carga de entrenamiento, este resultado coincidiría con los estudios que hallan una relación positiva entre el volumen de entrenamiento y el C, pudiendo ser un indicador del estrés psicofísico<sup>180</sup>. En baloncesto, González-Bono y col. (2002) obtuvieron diferencias significativas en el C, y no en el resto de hormonas estudiadas, entre dos equipos que presentaban distintos volúmenes de entrenamiento<sup>120</sup>. En cuanto a la varTT, obtenemos los mayores % de variación de TT después de una semana con 0 partidos (+12.2 %), significativamente superior ( $p=0.006$ ,  $\Delta$ : 0.27) que después de una semana con 1 partido (+0.3 %). Las semanas sin partido suelen emplearse con dos objetivos, o bien para recuperar a los jugadores, disminuyendo el volumen y frecuencia de entrenamiento, o bien para sobrecargarlos con un volumen mayor y una orientación menos específica que en un microciclo estándar<sup>131</sup>. En el segundo caso es habitual aumentar la frecuencia de sesiones destinadas al desarrollo de la fuerza (microciclo general o dirigido)<sup>133</sup>. Si consideramos que tanto después de un período de entrenamiento reducido<sup>294</sup> como

de uno de entrenamiento de alta intensidad<sup>163-164</sup> se pueden observar respuestas anabólicas, los datos obtenidos en el presente estudio constatarían dicha respuesta en el incremento del % de variación de TT tras una semana sin partidos.

### **Variables hormonales en relación al momento de la temporada deportiva.**

Como también se observó en los estudios 1 y 2, los valores de TT y C obtenidos en esta investigación tampoco siguen el ritmo circanual normal<sup>130, 214, 271</sup>, a pesar de mantenerse dentro de rangos normales (según la *US National Library of Medicine*, ver p. 92). Siguiendo el razonamiento presentado en los estudios anteriores, dicha alteración nos hace pensar que el efecto de la temporada deportiva (entrenamientos, estrés, fatiga, etc.) podría ser el factor perturbador<sup>9</sup>.

A diferencia del estudio 1 y coincidiendo con lo descrito en el estudio 2, ni la concentración de TT ni su % de variación (varTT) presentan diferencias significativas a lo largo de la temporada deportiva, analizando los datos de los 4 años. Estos resultados coinciden con los de Hoffman y col. (1999) y los de González-Bono y col. (2002), donde tampoco se encontraron diferencias de esta hormona a pesar de existir diferencias en el volumen de entrenamiento<sup>120, 125, 212</sup>. Contrariamente, Martínez y col. (2010) obtuvieron valores significativamente superiores en marzo y abril comparados con octubre en un equipo de baloncesto que también disputaba la Liga ACB<sup>215</sup>. Estas discrepancias podrían explicarse por las diferencias entre las planificaciones de los equipos estudiados: el grupo de Martínez y col., además de participar en una competición internacional inter-semanalmente, participó en los *play-offs* en mayo y junio, pudiendo presentar entonces las respuestas a una fase de afinamiento<sup>245</sup>, mientras que nuestra muestra finalizó la temporada el 15 de mayo, con el objetivo deportivo superado a pesar de no conseguir la clasificación para los *play-off*. Por otro lado, en cuanto a los procedimientos, es importante destacar que en el estudio de Martínez y col., la primera muestra de sangre se llevó a cabo en octubre, cuando los entrenamientos ya habían empezado (desde agosto), pudiendo presentar los cambios hormonales correspondientes a esos dos meses (agosto y septiembre). En la presente investigación, la TT y el varTT son las dos únicas variables que no presentan diferencias significativas. No obstante, y a modo descriptivo, mencionar que los valores más bajos de TT los encontramos al principio y al final de la temporada (Agosto:  $21.7 \pm 5.0$  y Marzo-Abril:  $21.4 \pm 4.5$ ; nMol/L), manteniéndose por encima de dichos valores durante la competición. En el caso de la varTT, observamos el mismo comportamiento (Agosto: 0.0/0.0 y Marzo-Abril: -1.6/32.4; %). La testosterona ha sido propuesta por algunos autores como un indicador de fatiga, o del proceso de recuperación, dada su relación con los procesos anabólicos<sup>243</sup>. Los valores más bajos de TT al iniciar y al finalizarla la temporada podrían interpretarse como la buena asimilación del entrenamiento<sup>83, 272</sup> por parte de los jugadores a lo largo de la competición (mejorando su estado respecto a cómo llegan de vacaciones), hasta llegar al final de la misma, donde la fatiga acumulada podría ser el motivo del descenso<sup>167, 212, 244, 247, 258</sup>, tanto de la

concentración como del % de variación de testosterona total. Hoffman y col. (2005) hacen una interpretación muy similar de los resultados obtenidos con jugadores de fútbol americano, concluyendo que el hecho de que los valores de concentración de TT del equipo se sitúen cercanos a los valores basales es un resultado deseado, puesto que indicarían que los sujetos fueron capaces de mantener sus valores anabólicos en reposo a pesar de la exigencia del entrenamiento y la competición<sup>83</sup>.

En el resto de marcadores analizados se constata lo que ya concluimos en el estudio 1, la existencia de 3 fases claramente diferenciadas a nivel metabólico: la pretemporada (septiembre y octubre), los primeros 2/3 de temporada (de noviembre a febrero) y el último 1/3 de la misma (marzo y abril).

El efecto de la pretemporada lo vemos reflejado en los resultados obtenidos en septiembre y octubre. En septiembre, tras 4 semanas de carga (microciclos generales y dirigidos), el cortisol presenta los valores más bajos de concentración (0.450  $\mu\text{Mol/L}$ ) y de % de variación (-6.0 %), diferenciándose significativamente de su concentración en enero-febrero (0.510  $\mu\text{Mol/L}$ ,  $\Delta$ : 0.42) y de su concentración y % de variación en marzo-abril (0.530  $\mu\text{Mol/L}$ ,  $\Delta$ : 0.15; +6.7 %,  $\Delta$ : 0.40). Estos resultados coincidirían con los aportados por Fernández-García y col. (2002) con ciclistas<sup>191</sup>, a pesar de las diferencias fisiológicas entre uno y otro deporte, y con los de Hoffman y col. (2005) con jugadores de fútbol americano. Que los valores de septiembre sean más bajos que los de agosto (aunque no significativamente) no deberían asociarse a una reducción del estrés<sup>180</sup>, sino a que en agosto, se produjese una respuesta anticipatoria a la pretemporada, descrita en distintos deportes de combate<sup>151, 295-297</sup>, y considerada como un mecanismo psicofisiológico para aumentar la activación precompetitiva (*arousal*) y como parte de un sistema de defensa contra el estrés de la inminente competición<sup>298</sup>. Tras esas 4 semanas de carga de la pretemporada, también obtenemos los valores más altos de RTTC (52.4) y varRTTC (+14.1 %), significativamente distintos a marzo-abril (42.2,  $\Delta$ : 0.66; -9.9 %,  $\Delta$ : 0.40). El aumento de RTTC y varRTTC, como indicadores del estado metabólico<sup>87, 89, 202</sup>, podría indicar una buena recuperación del jugador<sup>272</sup> y la predominancia de procesos anabólicos en el organismo<sup>87, 89, 177</sup>, probablemente inducidos porque en esta fase se prioriza el trabajo de fuerza máxima y el de resistencia de alta intensidad.

En los primeros 2/3 de temporada (desde noviembre hasta enero-febrero), a pesar de no ser estadísticamente significativo, excepto el cortisol en enero-febrero, los promedios o medianas de TT y varTT se mantienen por encima de los valores de agosto y septiembre, los de C y varC aumentan progresivamente respecto a septiembre, y los de RTTC y varRTTC tienden a disminuir comparado con septiembre, pero se mantienen por encima de los valores de agosto. Que en esta fase la testosterona total y la ratio TT/C presenten mejores valores que los basales (agosto), o se sitúen cercanos a ellos, podría considerarse como un buen resultado, indicando que los sujetos

fueron capaces de mejorar sus valores anabólicos en reposo o mantenerlos a pesar de la exigencia del entrenamiento y la competición, como señala Hoffman y col. (2005)<sup>83</sup>.

En el último 1/3 de la temporada (marzo-abril) es donde encontramos más diferencias respecto al resto de meses, presentando un perfil metabólico bastante comprometido. En esta fase obtenemos los valores más altos de cortisol, tanto de concentración (0.530  $\mu\text{Mol/L}$ ) como de % de variación (+6.7 %), diferenciándose significativamente del mes de septiembre -pretemporada- (0.450  $\mu\text{Mol/L}$ ,  $\Delta$ : 0.15; -6.0 %,  $\Delta$ : 0.40) y octubre -inicio de temporada- (0.480  $\mu\text{Mol/L}$ ,  $\Delta$ : 0.38, -6.1 %,  $\Delta$ : 0.34). El incremento del cortisol después de un período de tiempo entrenando y/o compitiendo ha sido reportado por distintos autores<sup>184-185</sup>. En baloncesto, Hoffman y col. (1999) y He y col. (2010) atribuyen este incremento al efecto acumulado del entrenamiento y/o la competición<sup>183, 212</sup> y es independiente del volumen del mismo, como reflejan los estudios de González-Bono y col. (2002a, 2002b)<sup>120, 125</sup>, o como lo hacen los resultados del propio Hoffman y col. (1999), donde el C presentó dicho aumento durante 4 semanas a pesar de la reducción progresiva del entrenamiento<sup>212</sup>. No obstante, encontramos estudios que no presentan un patrón tan claro de este marcador, como por ejemplo el de Martínez y col. (2010) comentado anteriormente, donde se obtuvieron alternancias del C a lo largo de la investigación y valores bajos al final del ciclo<sup>215</sup>. Como ya se señaló, estas discrepancias podrían deberse al protocolo de la investigación o a la planificación de los equipos estudiados. Nosotros coincidimos con las conclusiones de Hoffman y col. (1999) y He y col. (2010) considerando acertado atribuir el incremento de C en el último 1/3 de la temporada al efecto acumulado del entrenamiento y la competición. Además, si consideramos que el C puede ser un inmunosupresivo inducido por el ejercicio extenuante<sup>183</sup>, debemos tener en cuenta que el gran aumento de C en este momento de la temporada podría poner en riesgo la salud del jugador. En cuanto a la ratio TT/C, el comportamiento es el opuesto al del cortisol, obteniendo en esta fase los valores más bajos de la temporada, tanto de RTTC (42.2) como de varRTTC (-9.9 %), y significativamente inferiores a los obtenidos en septiembre (52.4,  $d$ : 0.66; 14,1 %,  $\Delta$ : 0.40) y octubre (49.3,  $d$ : 0.19; 10.5 %,  $\Delta$ : 0.36). Hoffman y col. (1999), no encontró cambios significativos de RTTC (T y C en nMol/L) durante 4 semanas de concentración del equipo nacional israelí<sup>212</sup>. Estos resultados podrían deberse a una respuesta endocrina alterada por padecer un estado de sobreentrenamiento o de recuperación incompleta por parte de los sujetos, quienes venían de sus respectivos equipos, interpretación propuesta por el propio autor. Martínez y col. (2010), por su parte, obtuvieron resultados opuestos a los nuestros en esta fase de la temporada, incrementando significativamente la RTTC (TT en ng/dL y C en  $\mu\text{g/dL}$ ) en abril respecto a octubre, pudiendo explicarse por el protocolo de la investigación o a la planificación de los equipos estudiados. Nuestros resultados coinciden con los presentados por Handziski y col. (2006) a lo largo de una competición de fútbol<sup>235</sup>, o con los publicados por Argus y col. (2009) durante una de rugby<sup>256</sup>. Ambos autores concluyen que dichos resultados podrían reflejar la fatiga acumulada a lo largo de la temporada, o una recuperación

incompleta<sup>201-202, 272</sup>, cuyos efectos podrían conllevar una alteración del eje hipotálamo-hipofiso-adrenal<sup>177</sup>, hipótesis a la que nos añadimos y, como otros autores<sup>215, 299</sup>, consideramos de gran utilidad el seguimiento de la testosterona y el cortisol para controlar mejor los períodos de recuperación y prevenir estados de estrés excesivo provocados por la exigencia de la temporada deportiva.

Coincidiendo con los estudios 1 y 2, en este momento de la temporada es donde encontramos más jugadores con valores de varRTTC inferior al 0 % (19, 76%) y al -30 % (8, 32%) (Tabla 3.4.8), siendo septiembre y enero los momentos de la temporada en que menos hay. Como ya se comentó en los estudios 1 y 2, el hecho de obtener decrementos individuales superiores al -30 % no nos permite afirmar que reflejen necesariamente un estado de sobreentrenamiento, como propuso en su día Adlercreutz y col.<sup>197</sup>, ni que conlleven reducción del rendimiento<sup>11, 122, 199, 202</sup>, considerando dicho criterio demasiado amplio<sup>202</sup>, pues el rendimiento es multifactorial (lo determinan factores psicológicos, condicionales, socio-afectivos, cognitivos, etc.) y prever el rendimiento en baloncesto (o en cualquier deporte de equipo) solo por la respuesta endocrina parece inadecuado<sup>11, 118, 122, 199, 206-207</sup>.

### 3.4.4 Conclusiones.

Los factores que más influyen en la respuesta de indicadores endocrinos son: el porcentaje graso, la posición de juego, el promedio de minutos de juego por temporada, el número de partidos jugados la semana anterior (tipo de semana) y el momento de la temporada.

Existen diferencias significativas en los indicadores hormonales estudiados entre sujetos con porcentajes grasos del 12 al 16% y sujetos con porcentajes grasos fuera de este rango.

Los aleros y los ala-pívots son los jugadores que presenta el estado metabólico más comprometido, siendo el pívot el que muestra un balance metabólico predominantemente anabólico.

El tiempo de juego en el partido anterior (24-36 hs antes) no influye tanto en la respuesta endocrina basal como el promedio de minutos totales jugados por temporada (minutos acumulados).

Los jugadores que juegan entre 13 y 25 minutos presentan un balance metabólico óptimo, mientras que los que están fuera de este rango muestran perfiles más catabólicos.

A lo largo de la temporada deportiva, los marcadores hormonales estudiados describen un perfil muy similar, mostrando 3 fases diferenciadas: la pretemporada, los primeros 2/3 de temporada y el último 1/3 de la misma. Los valores más bajos de concentración y % de variación de testosterona total y de ratio TT/C y los más altos de cortisol y de ratio C/TT se encuentran a final de temporada.

La frecuencia de sujetos con valores superiores a -30% en el porcentaje de variación de RTTC aumenta a medida que avanza la temporada, siendo en el último 1/3 de la misma donde más encontramos. Jugadores con estos decrementos han mostrado un gran rendimiento, tanto en el partido anterior como en el posterior a la analítica. No consideramos el valor -30% de  $\text{varRTTC}$  como el valor crítico para determinar un estado de sobreentrenamiento en jugadores de baloncesto.

En el análisis de las relaciones entre variables hormonales, hay correlación negativa perfecta entre la RTTC y la RCTT ( $r_s$ : -1.0,  $r_s^2$ : 100 %).

Se ha obtenido una gran dispersión de los datos, tanto a nivel inter-sujeto como intra-sujeto en todos los indicadores hormonales estudiados.

### 3.4.5 Aplicaciones prácticas.

**Usemos el índice RTTC.** Proponemos el uso del índice RTTC y no el de RCTT, puesto que emplear indiscriminadamente uno u otro limita la comparación de resultados y futuras revisiones sistemáticas.

**Concentración y variación es diferente.** La información que proporciona el valor de la concentración hormonal y el % de variación de la misma es diferente y así deben ser consideradas.

**Interpretación individual de los datos.** La gran variabilidad de la respuesta hormonal justifica el uso e interpretación de estos indicadores a nivel individual y no para estimar el estado general del equipo.

**Atender a porcentajes grasos fuera del rango 12-16%.** Tener en consideración que sujetos con un %G fuera del rango 12-16 % pueden presentar una respuesta hormonal diferenciada del resto de jugadores.

**Atención a los Aleros y Ala-pívots.** El efecto de los entrenamientos y la competición difieren en función de la posición que desempeñe el jugador debiéndose actuar en consecuencia. No sólo diferenciando entre jugadores interiores y exteriores, sino entre las 5 posiciones. Los Ala-Pívots presentan el mayor desgaste metabólico, pudiendo indicar la exigencia a la que se someten en el

baloncesto actual. Contrariamente, los Pívots presentan un entorno metabólico predominantemente anabólico, pudiendo reflejar una mayor incidencia en el trabajo estructural.

**El rango 13-25 minutos de juego es el óptimo.** El efecto del partido jugado 24-36 h antes no parece influir demasiado en la respuesta hormonal basal, lo que más influye en dicha respuesta es el efecto acumulado de minutos. Los jugadores que promedian menos de 12 minutos de juego necesitan compensar el estímulo que no han recibido el fin de semana para asemejar su perfil metabólico a los jugadores de 13-25 minutos y los jugadores que promedian más de 26 minutos jugados requieren de una intervención específica para recuperarse de la sobrecarga que les ha significado el partido. Por lo tanto, ajustar la compensación de cargas en función de haber jugado más o menos de 20 min. no es apropiado.

**El estrés emocional provocado por el partido no se refleja 24-36 h después.** Los resultados hormonales recogidos 24-36 horas después de la competición no se ven influenciados por el resultado (ganar o perder) o la contribución individual (valoración ACB).

**Una semana sin partidos pero con entrenamientos estimula el anabolismo.** Si consideramos que tanto después de un período de entrenamiento reducido como de uno de entrenamiento de alta intensidad se pueden observar respuestas anabólicas, los datos obtenidos en el presente estudio constatarían dicha respuesta en el incremento del % de variación de TT tras una semana sin partidos.

**División de la temporada deportiva en 3 fases y atención a la parte final.** Pretemporada, primeros 2/3 de temporada y último 1/3 de la misma. En la 3ª fase (marzo y abril), la acumulación de la fatiga a nivel metabólico se hace evidente y ésta podría comprometer el rendimiento y/o la salud del jugador. Es importante tener en cuenta esta última fase para prescribir individualmente intervenciones de recuperación, ya sea mediante sesiones específicas, ayudas ergogénicas y/o psicológicas.



A close-up, black and white photograph of a textured surface, likely a ball or a piece of fabric. The texture consists of many small, rounded, raised bumps arranged in a regular pattern. A dark, diagonal line or crease runs across the center of the image, separating the texture into two halves. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows, emphasizing the three-dimensional quality of the texture.

04

**Conclusiones**



La concentración y el porcentaje de variación de la testosterona total, el cortisol, la ratio testosterona total/cortisol y la ratio cortisol/testosterona total, presentan diferencias significativas en relación a la mayoría de las variables independientes analizadas en jugadores profesionales de baloncesto.

Los factores que más influyen en la respuesta de la testosterona total, el cortisol, la ratio testosterona total/cortisol y la ratio cortisol/testosterona total en jugadores profesionales de baloncesto son: el porcentaje graso, la posición de juego, el promedio de minutos de juego por temporada, el número de partidos jugados la semana anterior (tipo de semana) y el momento de la temporada.

Existen diferencias significativas en los indicadores hormonales estudiados entre jugadores de baloncesto con porcentajes grasos del 12 al 16% y jugadores con porcentajes grasos fuera de este rango. Los jugadores con valores dentro del mismo presentan un perfil metabólico más catabólico (menor ratio testosterona total/cortisol y mayor ratio cortisol/testosterona total), pero con mayores incrementos en el porcentaje de variación de testosterona total.

Los ala-pívots y los aleros son los jugadores que presentan el estado metabólico más comprometido (bajos índices testosterona total/cortisol y testosterona total y altas concentraciones de cortisol), siendo los pívots los que muestran un balance metabólico predominantemente anabólico (altos índices testosterona total/cortisol y testosterona total y bajas concentraciones de cortisol).

El tiempo de juego en el partido oficial de baloncesto anterior (24-36 hs antes), no influye tanto en la respuesta endocrina basal de la testosterona total, el cortisol, la ratio testosterona total/cortisol y la ratio cortisol/testosterona total como el promedio de minutos totales jugados por temporada (minutos acumulados). Los jugadores que juegan entre 13 y 25 minutos presentan un balance metabólico óptimo, mientras que los que están fuera de este rango muestran perfiles más catabólicos.

A lo largo de la temporada deportiva de un equipo profesional de baloncesto, los marcadores hormonales estudiados describen un perfil muy similar, mostrando 3 fases diferenciadas: la pretemporada, los primeros 2/3 de temporada y el último 1/3 de la misma. Los valores más bajos de concentración y % de variación de testosterona total y de ratio testosterona total/cortisol y los más altos de cortisol y de ratio cortisol/testosterona total se encuentran a final de temporada.

La frecuencia de jugadores de baloncesto con valores superiores a -30% en el porcentaje de variación de ratio testosterona total/cortisol aumenta a medida que avanza la temporada en un equipo profesional, siendo en el último 1/3 de la misma donde más encontramos. Jugadores con estos decrementos han mostrado un gran rendimiento, tanto en el partido anterior como en el

posterior a la analítica. El valor -30% de variación en la ratio testosterona total/cortisol no determina un estado de sobreentrenamiento en jugadores de baloncesto de élite.

En el análisis de las relaciones entre variables hormonales, se encuentra una correlación negativa perfecta entre la RTTC y la RCTT (rs: -1.0, rs2: 100 %).

Se ha obtenido una gran dispersión de los datos, tanto a nivel inter-sujeto como intra-sujeto en la testosterona total y el cortisol.

La frecuencia de entrenamiento, es una variable limitada para evaluar la carga interna en baloncesto profesional al no presentar ninguna relación con los marcadores endocrinos estudiados (testosterona total, cortisol y ratio testosterona total/cortisol).

Los factores emocionales, evaluados mediante el cuestionario POMS (*Profile of Mood State*) y el resultado y la contribución individual en un partido oficial de baloncesto profesional, no han influenciado significativamente en la testosterona total, el cortisol, la ratio testosterona total/cortisol y la ratio cortisol/testosterona total, 24-36 hs después de la competición.



05

**Limitaciones y  
fortalezas**



## **Fortalezas:**

- El hecho de contar con una muestra de élite. Deportistas profesionales que compiten en la primera división española de baloncesto (Liga ACB).
- Poder realizar un estudio longitudinal de 4 años. Seguimiento del mismo equipo a lo largo de 4 temporadas deportivas consecutivas.
- Conseguir un gran volumen de muestras de sangre. En cada jugador, se han realizado entre 7 y 8 extracciones sanguíneas por temporada a lo largo de 4 años, obteniendo un total 277 muestras.
- El análisis de los resultados agrupado por posiciones de juego, proporcionando una información más concreta y específica.
- En el tratamiento estadístico, el uso del ‘tamaño del efecto’ (*ES*) facilita el análisis crítico de los resultados obtenidos y da solidez a la discusión y a las conclusiones.

## **Limitaciones:**

- La dificultad de realizar estudios con jugadores profesionales durante el período competitivo hace que el número de sujetos en estos estudios sea bajo o moderado.
- La selección no-aleatoria de la muestra debe considerarse al interpretar las conclusiones del presente estudio, pues los resultados serán sesgados, comprometiendo así la validez externa de la investigación.
- Al ser un estudio (preexperimental) observacional, asumimos que las correlaciones estadísticas que se hayan podido encontrar no deben considerarse en ningún caso como relación causal.
- Asumimos que, con este diseño de investigación, controlar todas las variables contaminantes que podrían alterar el organismo es imposible y esto puede comprometer la validez interna de cualquier estudio endocrinológico.





06

**Futuras líneas de  
investigación**



- Relacionar la carga de trabajo (entrenamiento y competición) con los marcadores hormonales estudiados: testosterona total, cortisol, ratio testosterona total-cortisol. Se propone el uso de la escala de Borg como herramienta para dicha cuantificación.
- Relacionar el estrés y la recuperación con los marcadores hormonales estudiados: testosterona total, cortisol, ratio testosterona total-cortisol. Se propone el cuestionario *Recovery-Stress Questionnaire for Athletes (RESTQ-Sport)* como herramienta para dicha evaluación.
- Comparar la respuesta de los marcadores hormonales estudiados: testosterona total, cortisol, ratio testosterona total-cortisol, a lo largo de una temporada deportiva en dos equipos con objetivos y planificaciones anuales diferentes (equipo que participa en competiciones europeas y equipo que no lo hace).
- Analizar de forma específica el efecto del período transitorio en los marcadores hormonales estudiados: testosterona total, cortisol, ratio testosterona total-cortisol.





07

**Aplicaciones  
prácticas**



**Proponemos el uso del índice RTTC en lugar de RCTT**, puesto que emplear indiscriminadamente uno u otro limita la comparación de resultados y presentan una relación perfecta.

**Mejor el emplear el porcentaje de variación que el valor absoluto**, pues el primero es más representativo de la respuesta fisiológica.

**Interpretación individual de los datos.** La gran variabilidad de la respuesta hormonal justifica el uso e interpretación de estos indicadores a nivel individual y no para estimar el estado general del equipo.

**División de la temporada deportiva en 3 fases:** la pretemporada, los primeros 2/3 de temporada y el último 1/3 de la misma. En la 3ª fase (marzo y abril), el perfil metabólico se ve comprometido, y es importante tenerlo en cuenta para prescribir individualmente intervenciones de recuperación.

**La frecuencia de entrenamiento no aporta suficiente información.** Consideramos la frecuencia de entrenamiento una variable muy limitada. Futuras investigaciones deberán analizar otros moduladores hormonales (estado emocional, intensidad de entrenamiento, dieta, etc.) en relación a marcadores endocrinos.

**El POMS, no para evaluar fatiga, sí estrés emocional.** Lo consideramos una herramienta poco adecuada para evaluar el estado de recuperación del deportista, pero muy válida para controlar el nivel de estrés emocional del jugador.

**Atender a jugadores con un porcentaje graso fuera del rango 12-16%.** Dichos jugadores pueden presentar una respuesta hormonal diferenciada al resto del equipo.

**Especial atención a los aleros y a los ala-pívots.** Son los jugadores que presentan un estado metabólico más comprometido.

**El rango 13-25 minutos de juego es el óptimo.** Los jugadores que promedian menos de 12 minutos de juego necesitan compensar el estímulo que no han recibido el fin de semana para asemejar su perfil metabólico a los jugadores de 13-25 minutos y los jugadores que promedian más de 25 minutos jugados requieren de una intervención específica para recuperarse de la sobrecarga que les ha significado el partido.

**Una semana sin partidos, pero con entrenamientos, estimula el anabolismo.** Si consideramos que tanto después de un período de entrenamiento reducido como de uno de entrenamiento de alta intensidad se pueden observar respuestas anabólicas.



08

**Anexos**



# Anexo A

## Declaración de consentimiento informado.

D. ...., de .... años de edad y con DNI nº ....., manifiesta que ha sido informado sobre el procedimiento a seguir en el Proyecto de Investigación “**Variaciones de la testosterona y el cortisol en jugadores de élite de baloncesto**” y que entiende sus derechos.

### Procedimiento:

- Las muestras de sangre para la determinación de  $T_{total}$  y  $C_{total}$  se obtendrán de la vena antecubital en tubos de ensayo secos, sin anticoagulantes.
- El estudio comprenderá una temporada entera, 10 meses (de Agosto a Mayo). Durante la investigación, los jugadores seguirán la planificación del equipo sin ninguna intervención por parte del equipo investigador. Se realizará una recogida de sangre el primer día de entrenamiento, al regreso del periodo transitorio, siendo estos valores considerados como basales. Durante la temporada se recogerán muestras periódicamente cada 4-6 semanas, siempre después de haber descansado entre 24 y 36 horas después del último partido, en situación de descanso total. Se realizarán un total de 8 extracciones.
- Los sujetos acudirán al laboratorio (Laboratori d'Anàlisi Clíniques Antoni Nogueras) entre las 8:00 y las 9:00 de la mañana, en ayunas. Los horarios se mantendrán invariables.

### Derechos:

- El sujeto puede abandonar el estudio en cualquier momento.
- Para esclarecer cualquier duda podrá dirigirse en cualquier momento al Investigador Principal (Xavi Schelling i del Alcázar).
- El Investigador Principal estará presente en todas las extracciones de sangre.

### Equipo Investigador:

- Xavi Schelling (Investigador Principal. Preparador Físico de Bàsquet Manresa SAD).
- Dr. Julio Calleja-González (Investigador Supervisor).
- Dr. Nicolás Terrados (Investigador Supervisor).
- Dr. Ramón Serra (Investigador Colaborador. Jefe de los Servicios Médicos de Bàsquet Manresa SAD).

He sido también informado de que mis datos personales serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a las garantías de la ley 15/1999 del 13 de diciembre (Ley Orgánica de Protección de Datos).

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO a que se realicen las extracciones necesarias para cubrir los objetivos especificados en el proyecto.

*Firma Jugador*

*Firma Investigador Principal*

Manresa, a 15 de Agosto de 20--.

## Anexo B

### Estudio 1: Estadísticos descriptivos.

Estadísticos descriptivos						
	Abrev.	N	MIN	MÁX	AVG	DE
Testosterona Total (nMol/l)	<i>TT</i>	64	11.4	29.5	21.6	4.1
Cortisol (µMol/l)	<i>C</i>	64	0.156	0.617	0.440	0.107
Ratio TT/C	<i>RTTC</i>	64	21.8	118.2	52.8	18.5
Variación de TT (%)	<i>varTT</i>	64	-33.7	82.6	5.4	20.9
Variación de C (%)	<i>varC</i>	64	-52.8	225	29.2	71.8
Variación de RTTC (%)	<i>varRTTC</i>	64	-74.4	140.3	-2.9	39.8
Partidos Jugados	<i>Pj</i>	64	29	34	33.3	1.7
Minutos de Juego (Totales)	<i>Mjtot</i>	64	334	943	591.3	205.3
Minutos de Juego (Promedio por partido)	<i>Mjx</i>	64	9.8	27.7	17.9	6.3
Minutos Jugados (Promedio entre analíticas)	<i>Mjavg</i>	48	5.2	30.3	17.8	6.7
Minutos Jugados (Partido anterior)	<i>Mjpa</i>	47	0	31.9	17.5	7.6
Partidos / Semana	<i>P</i>	38	0	2	1.1	0.5
Entrenamientos Físicos / Semana	<i>EF</i>	38	0	11	2.5	2.1
Entrenamientos en Pista / Semana	<i>EP</i>	38	0	8	5.6	1.5
Sesiones Totales / Semana	<i>ST</i>	38	5	16	9.2	2.3

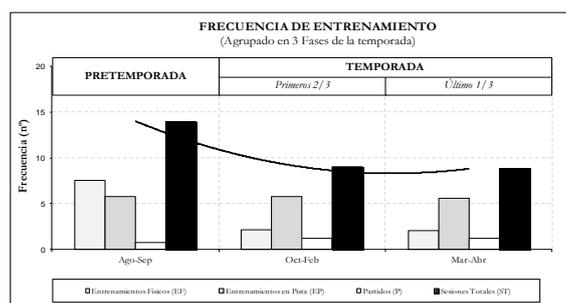
# Anexo C

## Estudio 1: Frecuencia de entrenamientos.

Frecuencia de entrenamiento								
Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA					
Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr
Fecha	20-8-07	18-9-07	23-10-07	27-11-07	2-1-08	11-2-08	18-3-08	22-4-08
Microciclo	1	5	10	15	20	26	31	36
Análítica	1	2	3	4	5	6	7	8
Nº Jornada del fin de semana anterior	0	0	4	9	15	Descanso C. Rey		31
Nº partidos entre analíticas	0	3	4	5	6	5	5	6
Nº partidos semana anterior	0	2	2	1	2	0	1	1
Días entre analíticas	0	28	35	34	35	39	37	34
Semanas entre analíticas	0	4	5	5	5	6	5	5
<b>Número de sesiones ACUMULADAS</b>								
Entrenamiento Físico -EF-	0	30	44	54	62	75	85	93
Entrenamiento en Pista -EP-	0	23	51	81	110	143	171	199
Partidos -P-	0	3	10	15	21	27	33	39
Sesiones Totales -EF+EP+P-	0	56	105	150	193	245	289	331
<b>Número de sesiones ACUMULADAS ENTRE ANALÍTICAS</b>								
Entrenamiento Físico -EF-	0	30	14	10	8	13	10	8
Entrenamiento en Pista -EP-	0	23	28	30	29	33	28	28
Partidos -P-	0	3	7	5	6	6	6	6
Sesiones Totales -EF+EP+P-	0	56	49	45	43	52	44	42
<b>Promedio de sesiones POR SEMANA ENTRE ANALÍTICAS</b>								
Entrenamiento Físico -EF-	0	7.5	2.8	2.1	1.6	2.3	1.9	1.6
Entrenamiento en Pista -EP-	0	5.8	5.6	6.2	5.8	5.9	5.3	5.8
Partidos -P-	0	0.8	1.4	1.0	1.2	1.1	1.1	1.2
Sesiones Totales -EF+EP+P-	0	14.0	9.8	9.3	8.6	9.3	8.3	8.6
<b>Promedio de sesiones DIARIAS ENTRE ANALÍTICAS</b>								
Entrenamiento Físico -EF-	0	1.071	0.400	0.294	0.229	0.333	0.270	0.235
Entrenamiento en Pista -EP-	0	0.821	0.800	0.882	0.829	0.846	0.757	0.824
Partidos -P-	0	0.107	0.200	0.147	0.171	0.154	0.162	0.176
Sesiones Totales -EF+EP+P-	0	2.000	1.400	1.324	1.229	1.333	1.189	1.235
<b>Número de sesiones LA SEMANA ANTERIOR A LA ANALÍTICA</b>								
Entrenamiento Físico -EF-	0	4	1	2	1	3	2	2
Entrenamiento en Pista -EP-	0	8	4	7	4	5	6	7
Partidos -P-	0	2	2	1	2	0	1	1
Sesiones Totales -EF+EP+P-	0	14	7	10	7	8	9	10

## Estudio 1: Frecuencia de entrenamientos (Agrupado en 3 fases).

Promedio de frecuencia de entrenamiento en 3 fases de la temporada			
Fase	PRETEMPORADA	TEMPORADA	
Mes	Ago-Sep	Primeros 2/3	Último 1/3
Microciclos	1-6	Oct-Feb	Mar-Abr
Microciclos con Analítica	1-5	10-15-20-26	31-36
Número de Entrenamientos Físicos (EF)	7.5	2.1	2.0
Número de Entrenamientos en Pista (EP)	5.8	5.7	5.6
Número de Partidos (P)	0.8	1.1	1.2
Número de Sesiones Totales [EF+EP+P]	14.0	9.0	8.8



# Anexo D

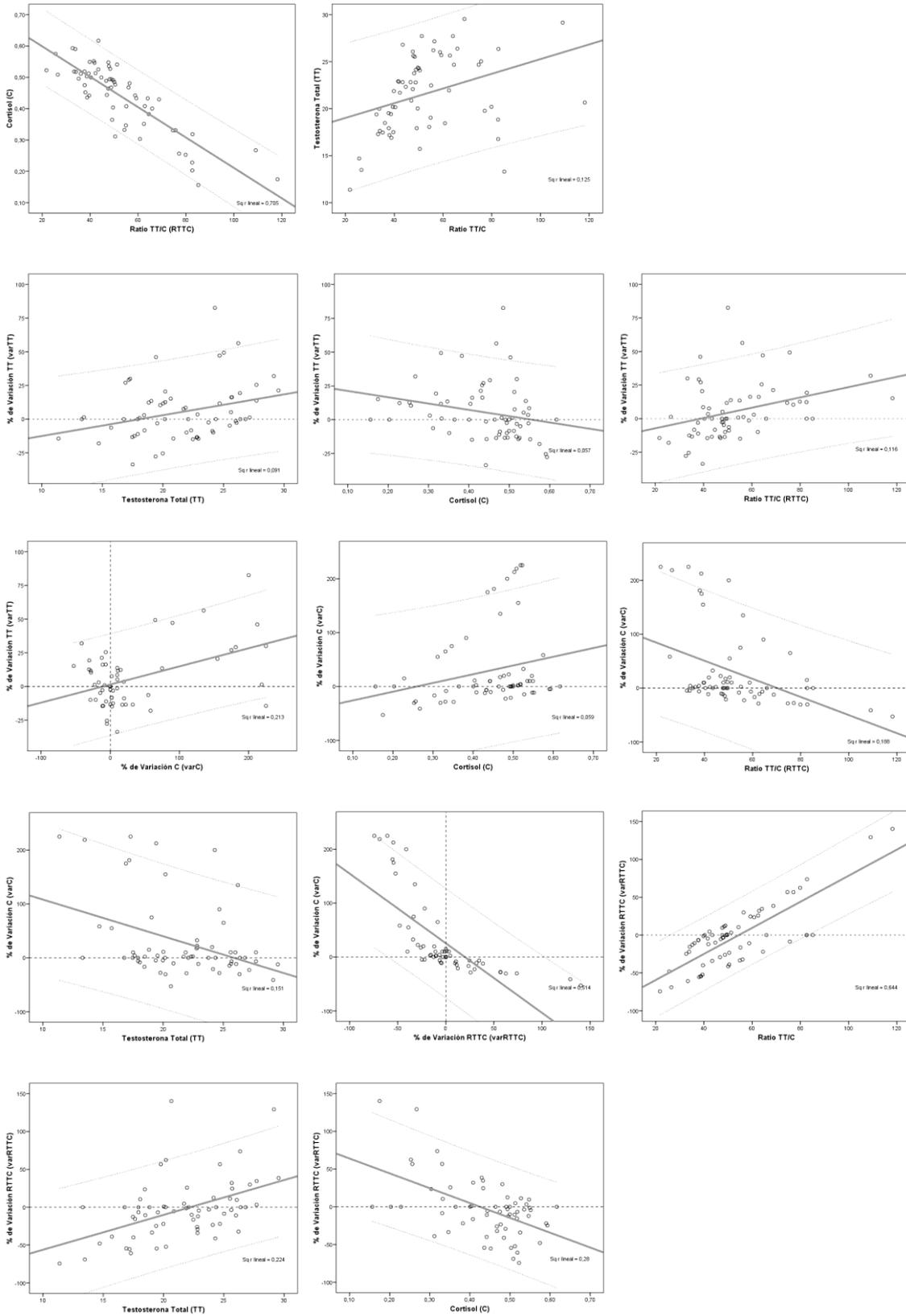
## Estudio 1: Correlación de Pearson entre variables y significación.

Correlaciones													
	Variables Hormonales						Frecuencia de Entrenamientos				Minutos de Juego		
	C	RTTC	varTT	varC	varRTTC		Entrenamiento Físico (EF)	Entrenamiento en Pista (EP)	Partidos	Sesiones Totales (ST)	Promedio (M)avg	Anterior (M)pa	
TT		0.354 0.004 64	0.302 0.015 64	-0.388 0.002 64	0.473 0.000 64		N5	N5	N5	N5	N5	N5	Pearson Sig. (bilateral) N
Concentración	C	-0.839 0.000 64	-0.239 0.057* 64	0.242 0.054* 64	-0.529 0.000 64		N5	N5	N5	N5	N5	N5	Pearson Sig. (bilateral) N
		RTTC	0.340 0.006 64	-0.434 0.000 64	0.802 0.000 64		N5	N5	N5	N5	N5	N5	Pearson Sig. (bilateral) N
Variación			varTT	0.462 0.000 64	N5		N5	N5	N5	N5	N5	N5	Pearson Sig. (bilateral) N
				varC	-0.717 0.000 64		N5	N5	N5	N5	N5	N5	Pearson Sig. (bilateral) N
				varRTTC			N5	N5	N5	N5	N5	N5	Pearson Sig. (bilateral) N

**Correlación entre variables.** TT (Testosterona total); C (Cortisol); RTTC (Ratio TT / C); varTT (% de Variación de TT); varC (% de Variación de C); varRTTC (% de Variación de RTTC); Promedio (Promedio de minutos jugados por partido entre analíticas); Anterior (Minutos jugados en el partido anterior a la analítica); \* (Próximo a la significación).

# Anexo E

## Estudio 1: Gráficos de dispersión de puntos de las correlaciones significativas entre variables.



# Anexo F

## Estudio 2: Estadísticos descriptivos.

Estadísticos descriptivos						
	Abrev.	N	MIN	MÁX	AVG	DE
Testosterona Total (nMol/l)	<i>TT</i>	70	15.2	34.5	21.9	4.5
Cortisol (µMol/l)	<i>C</i>	70	0.250	0.840	0.530	0.105
Ratio TT/C	<i>RTTC</i>	70	19.7	82.3	43.7	14.5
Variación de TT (%)	<i>varTT</i>	70	-30.2	54.2	6.9	17.1
Variación de C (%)	<i>varC</i>	70	-40.3	52.4	-0.6	18.0
Variación de RTTC (%)	<i>varRTTC</i>	70	-48.9	84.4	10.8	25.9
Puntuación Total	<i>PTT</i>	67	80	166	102.8	18.8
Tensión	<i>Ten</i>	67	-2	18	3.2	4.1
Depresión	<i>Dep</i>	67	0	29	4.7	6.4
Agresividad	<i>Agr</i>	67	1	28	6.1	5.3
Vigor	<i>Vig</i>	67	2	24	15.6	5.6
Fatiga	<i>Fat</i>	67	0	13	3.8	3.0
Confusión	<i>Con</i>	67	-3	8	0.7	2.9

# Anexo G

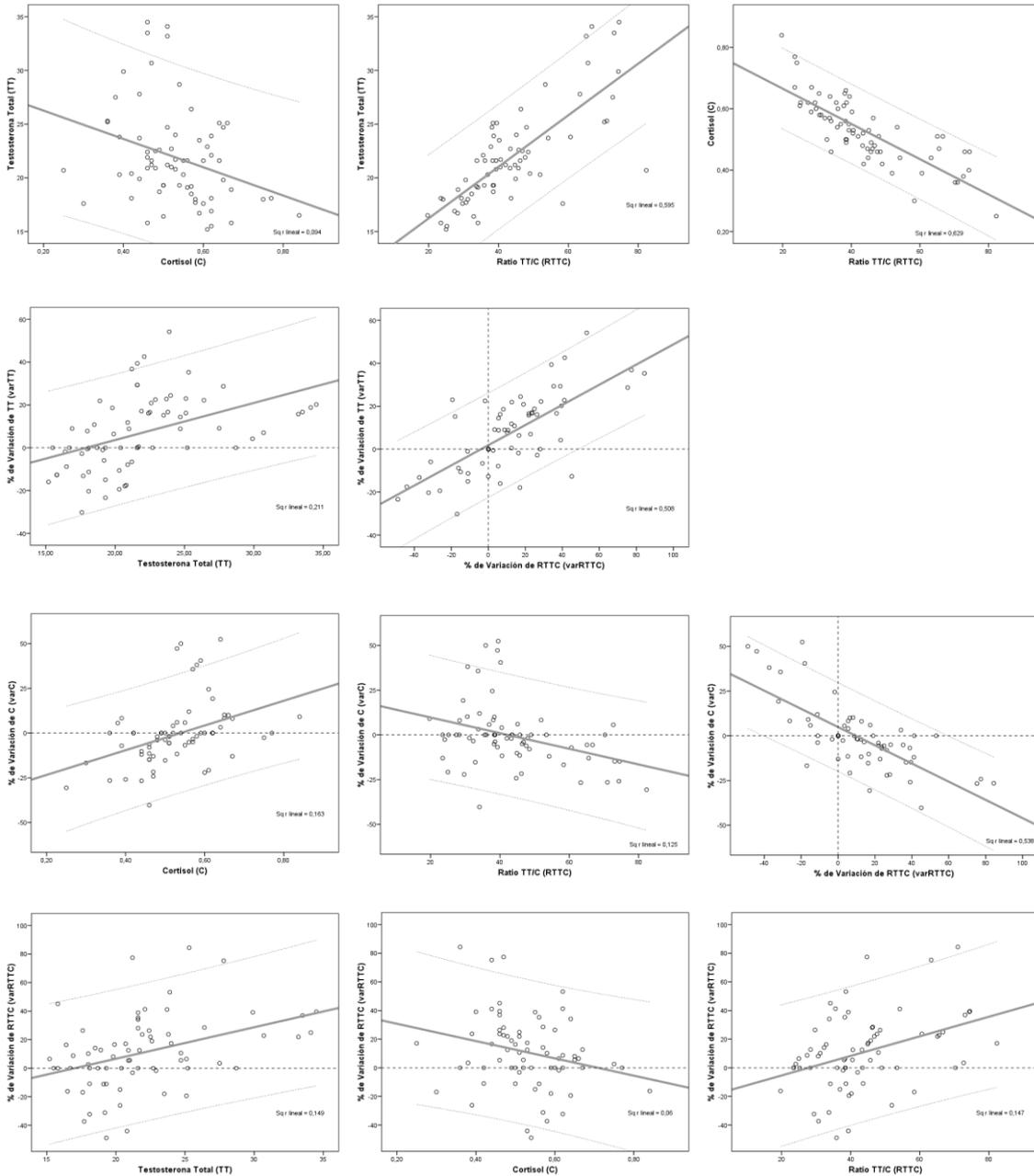
## Estudio 2: Correlación de Pearson entre variables y significación.

Correlaciones												
Variables Hormonales						Variables emocionales (sub-escalas POMS)						
	C	RTTC	varTT	varC	varRTTC	PTT	Ten	Dep	Agr	Vig	Fat	Con
TT	-0,306 0,010 70	0,771 0,000 70	0,459 0,000 70	NS	0,385 0,001 70	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	C	-0,793 0,000 70	NS	0,404 0,001 70	-0,245 0,041 70	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-0,303 0,013 67
Concentración		RTTC	NS	-0,353 0,003 70	0,383 0,001 70	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
			varTT	NS	0,712 0,000 70	-0,260 0,034 67	-0,320 0,008 67	NS	NS	NS	NS	NS
Variación				varC	-0,733 0,000 70	0,317 0,009 67	0,318 0,009 67	0,295 0,016 67	0,399 0,001 67	NS	NS	0,303 0,013 67
					varRTTC	-0,368 0,002 67	-0,423 0,000 67	-0,315 0,010 67	-0,364 0,002 67	NS	NS	-0,397 0,001 67

Correlaciones entre variables. TT: Testosterona Total; C: Cortisol; RTTC: Ratio TT/C; varTT: Variación de TT; varC: Variación de C; varRTTC: Variación de TT/C; PTT: Puntuación Total (POMS); Ten: Tensión; Dep: Depresión; Agr: Agresividad; Vig: Vigor; Fat: Fatiga; Con: Confusión; NS: No significativo; N: Muestra; Sig.: Significación; Pearson: Coeficiente de Pearson (r).

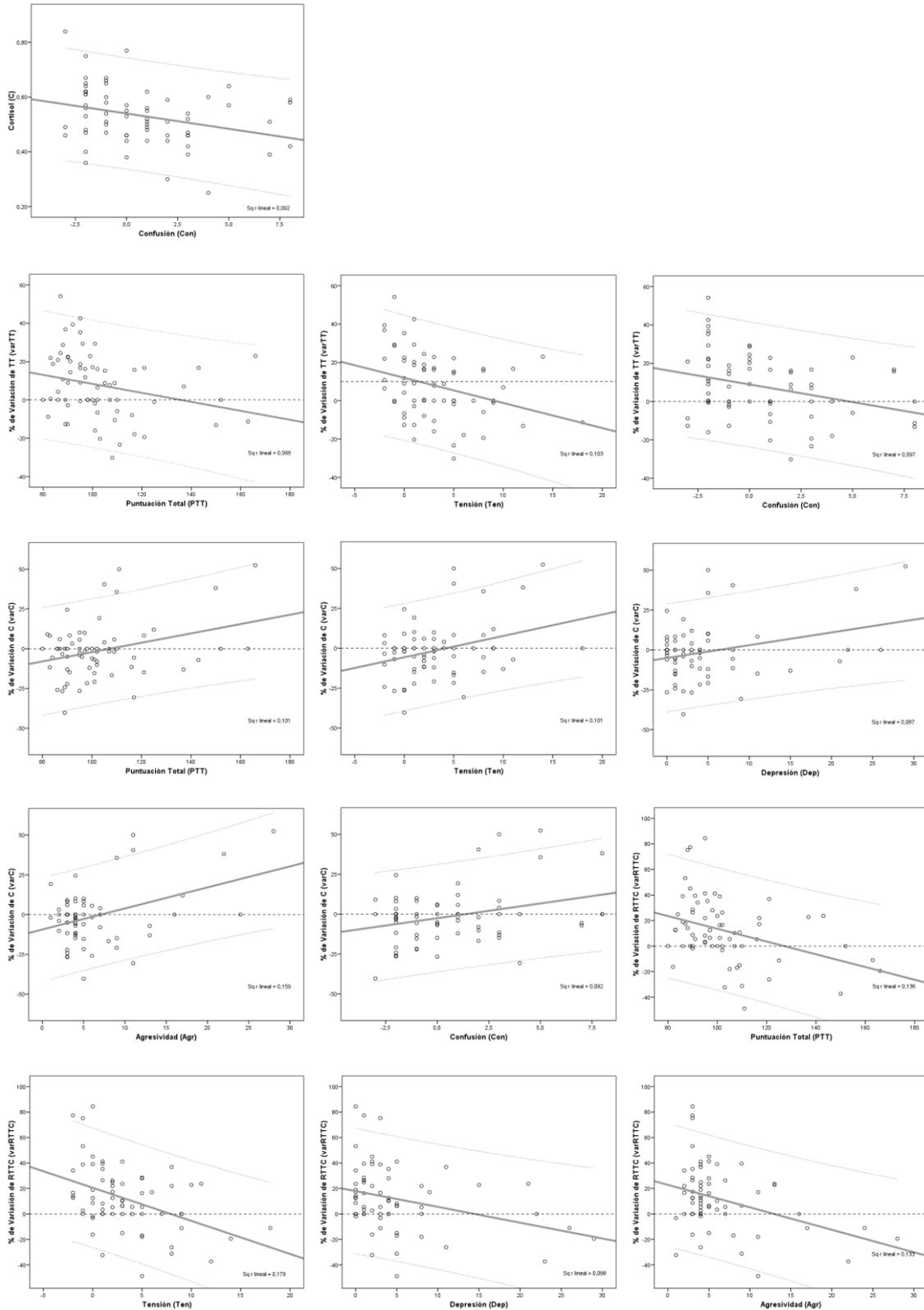
# Anexo H

## Estudio 2: Gráficos de dispersión de puntos de las correlaciones significativas entre variables hormonales.



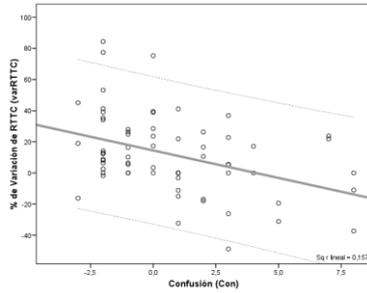
# Anexo I [1/2]

## Estudio 2: Gráficos de dispersión de puntos de las correlaciones significativas entre variables y emocionales.



## Anexo I [2/2]

**Estudio 2: Gráficos de dispersión de puntos de las correlaciones significativas entre variables y emocionales. [continuación]**



# Anexo J

## Estudio 3: Muestra.

Muestra								
2007 - 2011 (n=35)	EDAD (años)	PC (kg)	ALTURA (cm)	IMC (PC/altura <sup>2</sup> )	% Graso (%)	PJ	min. TOT.	min./PJ
BASE-1	28	81	188	22.9	11.5 %	34	833	0024:30
BASE-2	29	80	188	22.7	11.0 %	28	750	0026:47
BASE-3	25	83	186	24.0	11.7 %	34	933	0027:26
BASE-4	26	82	186	23.7	12.7 %	34	975	0025:00
BASE-5	32	88	189	24.6	15.4 %	34	515	0015:09
BASE-6	24	82	186	23.8	12.5 %	32	579	0018:05
BASE-7	27	84	188	23.6	10.2 %	34	482	0014:11
BASE-8	29	83	187	23.7	10.7 %	29	380	0013:06
BASE-9	21	75	188	21.2	12.4 %	27	181	0006:42
ESCOLTA-1	25	92	190	25.5	18.7 %	34	943	0027:44
ESCOLTA-2	29	90	192	24.4	17.0 %	32	815	0025:28
ESCOLTA-3	30	91	192	24.7	15.3 %	34	933	0027:26
ESCOLTA-4	32	89	191.3	24.3	16.2 %	30	657	0021:54
ESCOLTA-5	39	90	193	24.2	19.6 %	34	334	0009:49
ESCOLTA-6	33	86	190	23.8	10.7 %	32	739	0023:05
ESCOLTA-7	20	90	190	24.9	11.5 %	33	234	0007:05
ESCOLTA-8	23	92	197	23.6	10.8 %	31	643	0020:45
ESCOLTA-9	24	92	197	23.7	14.8 %	33	397	0012:02
ESCOLTA-10	22	90	191.5	24.5	11.7 %	26	331	0012:44
ALERO-1	29	96	196	25.0	10.6 %	34	411	0012:05
ALERO-2	28	92	196	24.1	11.6 %	33	823	0021:15
ALERO-3	25	92	197	23.7	12.1 %	32	503	0015:43
ALERO-4	26	94	197	24.2	11.5 %	34	832	0024:28
ALERO-5	30	96	196	24.9	10.6 %	32	461	0014:25
ALERO-6	23	107	201	26.4	12.4 %	28	163	0005:49
ALA-PIVOT-1	25	105	203	25.5	18.7 %	29	670	0023:06
ALA-PIVOT-2	28	102	207	23.8	14.4 %	33	701	0021:15
ALA-PIVOT-3	26	109	204	26.3	17.7 %	32	715	0022:20
ALA-PIVOT-4	28	108	205	25.8	18.8 %	21	66	0003:08
PIVOT-1	28	110	206	25.9	21.8 %	34	627	0018:26
PIVOT-2	30	108	205	25.8	16.2 %	34	457	0013:26
PIVOT-3	20	105	208	24.2	10.3 %	31	498	0016:04
PIVOT-4	32	108	205	25.7	16.9 %	24	327	0013:38
PIVOT-5	29	111	205	26.5	18.9 %	32	424	0013:15
PIVOT-6	19	96	208	22.1	13.7 %	19	106	0005:35
<b>AVG</b>	<b>27.0</b>	<b>93.7</b>	<b>195.7</b>	<b>24.4</b>	<b>14.0</b>	<b>31.1</b>	<b>555.4</b>	<b>0017:26</b>
<b>DE</b>	<b>4.2</b>	<b>10.1</b>	<b>7.4</b>	<b>1.2</b>	<b>3.3</b>	<b>3.8</b>	<b>252.9</b>	<b>7.3</b>

**Descriptores de la muestra.** IMC (Índice de Masa Corporal); PC (Peso corporal); PJ (Partidos Jugados durante la temporada); min. TOT. (Minutos totales jugados por temporada); min./PJ (Promedio de minutos jugados por partido); AVG: promedio; DE: desviación estándar.

# Anexo K

## Estudio 3: Estadísticos descriptivos.

Estadísticos descriptivos (4 Temporadas)										
	N	MIN	MÁX	AVG	DE	Coefficiente de Variación	Q1	Q2	Q3	AIQ
Edad	35	19.0	39.0	27.0	4.1	15.4 %	24.0	28.0	29.0	5.0
% Grasa	35	10.2	21.8	14.0	3.3	23.2 %	11.5	12.5	16.9	5.4
Índice de Masa Coporal (IMC)	35	21.2	26.5	24.4	1.2	4.8 %	23.7	24.2	25.5	1.8
Partidos Jugados	35	19.0	34.0	31.1	3.8	12.1 %	29.0	32.0	34.0	5.0
Minutos de Juego (Totales)	35	66.0	975.0	555.4	249.7	45.0 %	380.0	515.0	750.0	370.0
Minutos de Juego (Promedio)	35	3.1	28.7	17.4	7.2	41.3 %	12.7	16.1	24.5	11.7
Minutos Jugados (partido anterior)	168	0.0	33.0	16.8	8.5	50.4 %	11.3	17.0	24.0	12.8
Valoración ACB (partido anterior)	168	-7.0	27.0	5.2	6.7	127.1 %	0.0	4.0	9.0	9.0
% Valoración ACB (partido anterior)	168	-12.7	38.0	7.5	9.7	129.3 %	0.0	5.6	13.8	13.8
Testosterona Total (nMol/l)	277	11.0	37.9	22.4	4.6	20.4 %	19.3	22.1	25.2	5.9
Cortisol (µMol/l)	277	0.160	0.840	0.497	0.103	20.7 %	0.450	0.500	0.560	0.110
Ratio C/TT	277	0.8	5.1	2.3	0.7	31.5 %	1.8	2.2	2.7	0.9
Ratio TT/C	277	19.7	118.2	47.7	16.2	34.1 %	37.2	45.4	54.6	17.4
Variación de TT (%)	277	-43.0	82.6	4.7	19.2	406.7 %	-10.0	0.0	16.6	26.6
Variación de C (%)	277	-70.2	225.0	9.0	41.0	456.1 %	-9.0	0.0	11.1	20.0
Variación de RCTT (%)	277	-64.5	279.8	6.1	38.6	631.7 %	-17.4	0.0	19.2	36.6
Variación de RTTC (%)	277	-74.4	175.8	3.9	32.3	819.5 %	-16.3	0.0	21.3	37.5

## Anexo L

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "Edad-4".

Descriptivos, Normalidad y homocedasticidad, Significación y ES (Edad)					
n=277		<20 años	21-24 años	25-29 años	30 años o más
		n=24 8.7 %	n=46 16.6 %	n=143 51.6 %	n=64 23.1 %
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	21.7 / 3.3	22.6 / 5.1	22.5 / 6.4	21.6 / 5.1
	KS ó SW	0.627	0.062	0.089	0.006
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.029	0.453	0.141
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----			
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.490 / 0.100	0.530 / 0.139	0.500 / 0.100	0.520 / 0.118
	KS ó SW	0.134	0.631	0.020	0.001
	Log <sub>10</sub>	0.009	0.270	0.000	0.000
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----			
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	45.4 / 12.5	43.7 / 14.6	45.4 / 18.6	46.3 / 19.0
	KS ó SW	0.000	0.206	0.000	0.049
	Log <sub>10</sub>	0.059	0.492	0.412	0.541
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----			
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	2.2 / 0.6	2.4 / 0.9	2.2 / 0.9	2.2 / 0.95
	KS ó SW	0.329	0.001	0.097	0.086
	Log <sub>10</sub>	0.026	0.554	0.425	0.477
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----			
% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	13.2 / 26.1	-1.7 / 14.5	0.0 / 28.7	1.9 / 22.6
	KS ó SW	0.799	0.089	0.000	0.200
	Mann-Whitney		0.004 <sup>a</sup>		
	ES (Δ)		0.42		
% Variación C (varC)	MED / AIQ	0.0 / 40.8	0.0 / 48.7	0.0 / 20.0	0.9 / 21.2
	KS ó SW	0.076	0.002	0.000	0.000
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----			
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	0.0 / 35.5	0.0 / 38.0	0.0 / 37.2	0.0 / 29.9
	KS ó SW	0.000	0.277	0.003	0.001
	Mann-Whitney			0.008 <sup>b</sup>	
	ES (Δ)			0.26	
% Variación RCTT (varRCTT)	MED / AIQ	0.0 / 34.3	0.0 / 45.2	0.0 / 34.0	0.0 / 33.7
	KS ó SW	0.795	0.004	0.000	0.000
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----			

## Anexo M

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor “%G-4”

Descriptivos, Normalidad y homocedasticidad, Significación y ES (% Graso)					
n=277		<12 %	12-13.9 %	14-15.9 %	16 % o más
		n=112 40.4 %	n=46 16.6 %	n=32 11.6 %	n=87 31.4 %
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	22.7 / 6.3	22.6 / 4.7	20.5 / 4.4	21.6 / 8.3
	KS ó SW	0.000	0.313	0.200	0.200
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.179	0.644	0.200
	Levene		-- 0.001 --		
	Mann-Whitney		---- Sin diferencias significativas ----		
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.490 / 0.100	0.515 / 0.135	0.515 / 0.120	0.510 / 0.139
	KS ó SW	0.006	0.034	0.013	0.009
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.542	0.000	0.000
	Kruskal-Wallis		---- Sin diferencias significativas ----		
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	48.1 / 16.4	42.9 / 10.2	43.5 / 14.4	44.7 / 27.0
	KS ó SW	0.000	0.065	0.000	0.013
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.008	0.075	0.046
	Mann-Whitney		0.006 <sup>a</sup>		
	ES (Δ)		0.28		
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	2.1 / 0.8	2.3 / 0.6	2.3 / 0.9	2.2 / 17.9
	KS ó SW	0.194	0.000	0.200	0.029
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.008	0.075	0.200
	Mann-Whitney		0.007 <sup>a</sup>		
	ES (Δ)		0.28		
% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	-0.9 / 22.6	4.1 / 22.4	-1.4 / 21.1	10.8 / 25.5
	KS ó SW	0.007	0.016	0.200	0.038
	Mann-Whitney		0.001 <sup>a</sup>	0.000 <sup>b</sup>	0.000 <sup>ac</sup>
	ES (Δ)		0.35	0.44	0.35 <sup>a</sup>
					0.22 <sup>c</sup>
% Variación C (varC)	MED / AIQ	0.0 / 19.4	0.0 / 25.7	-1.0 / 29.0	0.0 / 20.4
	KS ó SW	0.000	0.001	0.050	0.000
	Kruskal-Wallis		---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	-1.1 / 34.5	6.0 / 23.7	0.0 / 32.5	5.5 / 37.3
	KS ó SW	0.000	0.086	0.000	0.046
	Mann-Whitney		---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RCTT (varRCTT)	MED / AIQ	0.4 / 34.1	-5.3 / 21.2	0.2 / 37.6	-5.3 / 32.5
	KS ó SW	0.098	0.000	0.200	0.000
	Mann-Whitney		---- Sin diferencias significativas ----		

## Anexo N

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "Posición"

Descriptivos, Normalidad y homocedasticidad, Significación y ES (Posición)						
n=277		Bases	Escoltas	Aleros	Ala-Pivots	Pivots
		n=71 25.6 %	n=71 25.6 %	n=57 20.6 %	n=38 13.7 %	n=40 14.4 %
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	22.8 / 6.3	20.9 / 5.6	22.1 / 5.5	18.4 / 4.9	25.4 / 5.9
	KS ó SW	0.000	0.068	0.200	0.874	0.690
	Log <sub>10</sub>	0.017	0.200	0.200	0.397	0.650
	Mann-Whitney				0.000 <sup>abc</sup>	0.000 <sup>bd</sup>
	ES (Δ)				0.54 <sup>a</sup>	0.48 <sup>b</sup>
					0.43 <sup>b</sup>	0.41 <sup>c</sup>
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.470 / 0.107	0.510 / 0.150	0.540 / 0.118	0.510 / 0.088	0.475 / 22.0
	KS ó SW	0.010	0.006	0.200	0.000	0.586
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.000	0.200	0.000	0.072
	Mann-Whitney			0.000 <sup>a</sup>		0.001 <sup>c</sup>
	ES (Δ)			0.004 <sup>b</sup>		
				0.52 <sup>a</sup>		0.39 <sup>c</sup>
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	49.4 / 22.0	44.5 / 19.7	40.4 / 12.0	37.6 / 14.4	52.3 / 17.2
	KS ó SW	0.006	0.015	0.200	0.000	0.001
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.200	0.200	0.296	0.459
	Levene			--- 0.023 ---		
	Mann-Whitney			0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>ab</sup>	0.003 <sup>b</sup>
	ES (Δ)			0.46 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.33 <sup>b</sup>
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	2.0 / 0.8	2.2 / 1.0	2.5 / 0.7	2.7 / 1.2	1.9 / 0.6
	KS ó SW	0.000	0.200	0.200	0.858	0.154
	Log <sub>10</sub>	0.098	0.200	0.200	0.374	0.495
	Levene			--- 0.024 ---		
	Mann-Whitney			0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>ab</sup>	0.004 <sup>b</sup>
	ES (Δ)			0.46 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.33 <sup>b</sup>
% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	-1.4 / 21.9	0.0 / 25.5	0.0 / 20.3	14.9 / 29.4	13.0 / 25.8
	KS ó SW	0.041	0.058	0.000	0.143	0.334
	Mann-Whitney				0.000 <sup>a</sup>	0.001 <sup>a</sup>
% Variación C (varC)	MED / AIQ	0.0 / 22.8	1.2 / 28.5	0.0 / 18.7	0.0 / 26.5	0.0 / 23.4
	KS ó SW	0.066	0.000	0.000	0.000	0.006
	Kruskal-Wallis			---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	0.0 / 38.3	0.0 / 28.1	0.0 / 32.8	2.7 / 39.5	5.6 / 41.3
	KS ó SW	0.062	0.001	0.200	0.142	0.003
	Kruskal-Wallis			---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RCTT (varRCTT)	MED / AIQ	0.0 / 37.7	0.0 / 30.7	0.0 / 33.6	-2.0 / 38.5	-5.3 / 37.6
	KS ó SW	0.000	0.000	0.004	0.000	0.002
	Kruskal-Wallis			---- Sin diferencias significativas ----		

## Anexo O

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "Pos-3"

Descriptivos, Normalidad y homocedasticidad, Significación y ES (Posición-3)				
n=277		Bases	Aleros	Pívots
		n=71 25.6 %	n=128 46.2 %	n=78 28.2 %
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	22.8 / 6.3	21.6 / 5.3	21.8 / 7.5
	KS ó SW	0.000	0.018	0.200
	Log <sub>10</sub>	0.017	0.200	0.200
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----		
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.470 / 0.107	0.532 / 0.110	0.500 / 0.123
	KS ó SW	0.010	0.000	0.171
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.000	0.000
	Mann-Whitney		0.000 <sup>a</sup>	
	ES (Δ)		0.33 <sup>a</sup>	
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	49.4 / 22.0	41.2 / 14.9	45.3 / 22.2
	KS ó SW	0.006	0.001	0.001
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.200	0.200
	Levene		--- 0.038 ---	
	Mann-Whitney		0.000 <sup>a</sup>	
	ES (Δ)		0.32 <sup>a</sup>	
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	2.0 / 0.8	2.4 / 0.8	2.2 / 1.1
	KS ó SW	0.000	0.200	0.076
	Log <sub>10</sub>	0.098	0.200	0.200
	Levene		--- 0.039 ---	
	Mann-Whitney		0.000 <sup>a</sup>	
	ES (Δ)		0.32 <sup>a</sup>	
% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	-1.4 / 21.9	0.0 / 23.4	14.1 / 28.2
	KS ó SW	0.041	0.000	0.200
	Mann-Whitney			0.000 <sup>a</sup> 0.001 <sup>b</sup>
	ES (Δ)			0.43 <sup>a</sup> 0.44 <sup>b</sup>
% Variación C (varC)	MED / AIQ	0.0 / 22.8	0.0 / 21.6	0.0 / 23.2
	KS ó SW	0.066	0.000	0.000
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	0.0 / 38.3	0.0 / 29.5	5.4 / 40.6
	KS ó SW	0.062	0.005	0.065
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RCTT (varRCTT)	MED / AIQ	0.0 / 37.7	0.0 / 32.0	-4.6 / 37.3
	KS ó SW	0.062	0.005	0.065
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----		

## Anexo P

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "Pos-2"

Descriptivos, Normalidad y homocedasticidad, Significación y ES (Posición-2)			
n=277		Exteriores	Interiores
		n=78 28.2 %	n=199 71.8 %
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	22.3 / 5.6	21.8 / 7.5
	KS ó SW	0.200	0.006
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.090
	Levene	--- 0.010 ---	
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----	
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.510 / 102	0.500 / 0.123
	KS ó SW	0.171	0.000
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.000
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----	
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	45.4 / 16.0	45.3 / 22.2
	KS ó SW	0.001	0.000
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.200
	Levene	-- 0.131 --	
	ANOVA-F	---- Sin diferencias significativas ----	
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	2.2 / 0.8	2.2 / 1.1
	KS ó SW	0.076	0.034
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.200
	Levene	-- 0.133 --	
	ANOVA-F	---- Sin diferencias significativas ----	
% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	0.0 / 23.1	14.1 / 28.2
	KS ó SW	0.200	0.000
	Mann-Whitney		0.000 <sup>a</sup>
	ES (Δ)		0.33 <sup>a</sup>
% Variación C (varC)	MED / AIQ	0.0 / 19.9	0.0 / 23.2
	KS ó SW	0.000	0.000
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----	
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	0.0 / 33.5	5.4 / 40.6
	KS ó SW	0.065	0.000
% Variación RCTT (varRCTT)	MED / AIQ	0.0 / 33.8	-4.6 / 37.3
	KS ó SW	0.000	0.000
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----	

## Anexo Q

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "xMJtot-6"

Descriptivos, Normalidad y homocedasticidad, Significación y ES (MJtot-6)							
n=277		0-5 min	6-10 min	11-15 min	16-20 min	21-25 min	26-30 min
		n=8 2.9 %	n=40 14.4 %	n=71 25.6 %	n=40 14.4 %	n=69 24.9 %	n=49 17.7 %
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	16.7 / 3.3	20.6 / 5.8	25.1 / 9.0	22.7 / 5.1	21.2 / 7.2	22.3 / 4.0
	KS ó SW	0.944	0.285	0.052	0.608	0.200	0.795
	Levene	--- 0.000 ---					
	Mann-Whitney		0.001 <sup>a</sup>	0.000 <sup>ab</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.002 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>
	ES (Δ)		0.73 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.580 / 0.067	0.495 / 0.194	0.510 / 0.110	0.465 / 0.179	0.510 / 0.095	0.500 / 0.084
	KS ó SW	0.110	0.789	0.200	0.618	0.071	0.574
	Levene	--- 0.000 ---					
	Mann-Whitney				0.001 <sup>a</sup>		0.001 <sup>a</sup>
	ES (Δ)				0.73 <sup>a</sup>		0.71 <sup>a</sup>
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	29.2 / 4.5	44.0 / 17.7	48.1 / 24.9	49.0 / 18.5	40.8 / 17.7	44.7 / 12.4
	KS ó SW	0.471	0.003	0.000	0.000	0.020	0.189
	Log <sub>10</sub>	0.289	0.597	0.096	0.058	0.200	0.832
	Levene	--- 0.011 ---					
	Mann-Whitney		0.001 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	3.4 / 0.5	2.3 / 0.9	2.1 / 1.0	2.0 / 0.8	2.4 / 1.0	2.2 / 0.7
	KS ó SW	0.131	0.010	0.200	0.168	0.024	0.051
	Log <sub>10</sub>	0.258	0.625	0.186	0.062	0.200	0.820
	Levene	--- 0.009 ---					
	Mann-Whitney		0.001 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>	0.000 <sup>a</sup>
% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	22.2 / 23.9	0.0 / 23.8	-2.7 / 21.8	16.2 / 23.4	3.3 / 29.1	-2.4 / 20.1
	KS ó SW	0.944	0.008	0.006	0.266	0.012	0.315
	Mann-Whitney			0.002 <sup>a</sup>	0.001 <sup>b</sup>	0.002 <sup>d</sup>	0.000 <sup>ad</sup>
	ES (Δ)			0.69 <sup>a</sup>	0.69 <sup>b</sup>	0.33 <sup>d</sup>	0.79 <sup>a</sup>
					0.58 <sup>c</sup>		0.66 <sup>d</sup>
% Variación C (varC)	MED / AIQ	-4.9 / 11.0	0.6 / 65.3	-2.2 / 13.9	0.0 / 29.6	0.0 / 16.4	2.0 / 17.2
	KS ó SW	0.110	0.011	0.000	0.029	0.000	0.159
	Mann-Whitney					0.004 <sup>c</sup>	0.005 <sup>c</sup>
	ES (Δ)					0.28 <sup>c</sup>	0.22 <sup>c</sup>
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	30.3 / 20.0	0.0 / 43.9	0.0 / 35.1	11.0 / 30.9	0.0 / 33.8	-7.6 / 24.4
	KS ó SW	0.471	0.000	0.048	0.001	0.044	0.134
	Mann-Whitney		0.003 <sup>a</sup>		0.003 <sup>b</sup>		0.001 <sup>ad</sup>
	ES (Δ)		0.68 <sup>a</sup>		0.38 <sup>b</sup>		0.76 <sup>a</sup>
							0.43 <sup>d</sup>
% Variación RCTT (varRCTT)	MED / AIQ	-23.3 / 12.1	0.8 / 60.3	0.0 / 33.8	-9.9 / 23.2	0.0 / 35.4	9.0 / 28.8
	KS ó SW	0.132	0.145	0.014	0.007	0.000	0.237
	Mann-Whitney		0.003 <sup>a</sup>				0.001 <sup>ad</sup>
	ES (Δ)		0.69 <sup>a</sup>				0.78 <sup>a</sup>
							0.42 <sup>d</sup>

## Anexo R

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "xMJtot-3"

Descriptivos, Normalidad y homocedasticidad, Significación y ES (MJtot-3)				
n=277		0-12 min	13-25 min	26-40 min
		n=64 23.1 %	n=164 59.2 %	n=49 17.7 %
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	20.1 / 6.1	22.8 / 6.9	22.3 / 4.0
	KS ó SW	0.085	0.200	0.795
	Levene		--- 0.000 ---	
	Mann-Whitney		0.000 <sup>a</sup>	
	ES (Δ)		0.30 <sup>a</sup>	
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.525 / 0.120	0.497 / 0.128	0.500 / 0.084
	KS ó SW	0.006	0.005	0.574
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.000	0.155
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----		
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	40.2 / 15.8	48.0 / 21.2	44.7 / 12.4
	KS ó SW	0.004	0.000	0.189
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.200	0.832
	Levene		--- 0.021 ---	
	Mann-Whitney		0.001 <sup>a</sup>	
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	2.5 / 1.0	2.1 / 0.9	2.2 / 0.7
	KS ó SW	0.066	0.005	0.051
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.200	0.820
	Levene		--- 0.019 ---	
	Mann-Whitney		0.001 <sup>a</sup>	
% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	0.0 / 23.4	3.8 / 27.8	-2.4 / 20.1
	KS ó SW	0.000	0.005	0.315
	Mann-Whitney			0.002 <sup>b</sup>
	ES (Δ)			0.29 <sup>a</sup>
% Variación C (varC)	MED / AIQ	0.0 / 25.7	0.0 / 20.4	2.0 / 17.2
	KS ó SW	0.000	0.000	0.159
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	0.0 / 37.8	3.8 / 37.6	-7.6 / 24.4
	KS ó SW	0.028	0.002	0.134
	Mann-Whitney			0.010 <sup>b</sup>
% Variación RCTT (varRCTT)	ES (Δ)			0.24 <sup>b</sup>
	MED / AIQ	0.0 / 41.1	-3.6 / 35.4	9.0 / 28.8
	KS ó SW	0.000	0.000	0.237
	Mann-Whitney			0.011 <sup>b</sup>
	ES (Δ)			0.24 <sup>b</sup>

## Anexo S

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "xMJtot-2"

Descriptivos, Normalidad y homocedasticidad, Significación y ES (MJtot-2)			
n=277		0-19 min	20-40 min
		n=159 57.4 %	n=118 42.6 %
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	22.7 / 7.2	21.6 / 4.8
	KS ó SW	0.002	0.200
	Log <sub>10</sub>	0.059	0.200
	Levene	--- 0.001 ---	
	Mann-Whitney		0.044 <sup>a</sup>
	ES (Δ)		0.14 <sup>a</sup>
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.500 / 0.140	0.510 / 0.093
	KS ó SW	0.002	0.067
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.000
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----	
	ES (Δ)		0.17 <sup>a</sup>
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	46.0 / 21.8	44.1 / 15.5
	KS ó SW	0.000	0.200
	Log <sub>10</sub>	0.064	0.200
	Levene	--- 0.028 ---	
	Mann-Whitney		0.019 <sup>a</sup>
	ES (Δ)		0.17 <sup>a</sup>
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	2.2 / 1.0	2.3 / 0.9
	KS ó SW	0.009	0.007
	Log <sub>10</sub>	0.200	0.200
	Levene	--- 0.026 ---	
	ES (Δ)		0.16 <sup>a</sup>
% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	0.463 / 26.9	0.0 / 23.4
	KS ó SW	0.000	0.000
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----	
% Variación C (varC)	MED / AIQ	0.0 / 22.8	0.0 / 15.3
	KS ó SW	0.000	0.000
	Mann-Whitney		0.038 <sup>a</sup>
	ES (Δ)		0.15 <sup>a</sup>
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	1.3 / 37.3	0.0 / 32.9
	KS ó SW	0.000	0.050
	Mann-Whitney		0.014 <sup>a</sup>
	ES (Δ)		0.17 <sup>a</sup>
% Variación RCTT (varRCTT)	MED / AIQ	-2.1 / 35.2	0.0 / 34.8
	KS ó SW	0.000	0.000
	Mann-Whitney		0.014 <sup>a</sup>
	ES (Δ)		0.17 <sup>a</sup>

## Anexo T

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homocedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "MJpa-2"

Descriptivos, Normalidad y homocedasticidad, Significación y ES (MJpa-2)				
n=160		0-19 min	20-40 min	
		n=94 58,8 %	n=66 41,3 %	
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	22.9 / 8.0	21.6 / 4.5	
	KS ó SW	0.001	0.200	
	Log <sub>10</sub>	0.014	0.200	
	Mann-Whitney		0.027 <sup>a</sup>	
	ES (Δ)		0.21 <sup>a</sup>	
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.520 / 0.128	0.523 / 0.090	
	KS ó SW	0.029	0.031	
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.000	
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----		
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	45.1 / 20.5	43.4 / 14.7	
	KS ó SW	0.000	0.200	
	Log <sub>10</sub>	0.126	0.200	
	Levene	--- 0.017 ---		
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----		
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	2.2 / 1.0	2.3 / 0.9	
	KS ó SW	0.200	0.030	
	Log <sub>10</sub>	0.180	0.200	
	Levene	--- 0.016 ---		
Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----			
	% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	7.4 / 33.6	-1.7 / 23.6
		KS ó SW	0.013	0.200
Mann-Whitney		---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación C (varC)	MED / AIQ	0.614 / 31.8	5.2 / 26.6	
	KS ó SW	0.000	0.000	
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	2.4 / 45.0	-9.2 / 36.2	
	KS ó SW	0.025	0.200	
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RCTT (varRCTT)	MED / AIQ	-2.8 / 46.0	10.5 / 38.9	
	KS ó SW	0.000	0.000	
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----		

## Anexo U

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "PJsA"

Descriptivos, Normalidad y homecedasticidad, Significación y ES (PJsA)				
n=242		0	1	2
		n=46 19.0 %	n=143 59.1 %	n=53 21.9 %
Testosterona Total (TT)	MED / AIQ	22.6 / 5.3	22.3 / 6.1	21.6 / 6.4
	KS ó SW	0.698	0.200	0.035
	Log <sub>10</sub>	0.940	0.200	0.189
	Levene	-- 0.179 --		
	ANOVA-F	---- Sin diferencias significativas ----		
Cortisol (C)	MED / AIQ	0.500 / 0.106	0.527 / 0.120	0.470 / 0.095
	KS ó SW	0.003	0.001	0.049
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.000	0.002
	Mann-Whitney	0.000 <sup>b</sup>		
	ES (Δ)	0.34 <sup>b</sup>		
Ratio TT/C (RTTC)	MED / AIQ	45.8 / 18.1	43.8 / 18.0	47.9 / 19.6
	KS ó SW	0.000	0.000	0.200
	Log <sub>10</sub>	0.257	0.200	0.200
	Levene	-- 0.290 --		
	ANOVA-F	---- Sin diferencias significativas ----		
Ratio C/TT (RCTT)	MED / AIQ	2.2 / 0.8	2.3 / 1.0	2.1 / 0.9
	KS ó SW	0.000	0.002	0.200
	Log <sub>10</sub>	0.222	0.200	0.200
	Levene	-- 0.300 --		
	ANOVA-F	---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación TT (varTT)	MED / AIQ	12.24 / 24.9	0.291 / 31.7	1.8 / 28.5
	KS ó SW	0.020	0.002	0.200
	Mann-Whitney	0.006 <sup>a</sup>		
	ES (Δ)	0.27 <sup>a</sup>		
% Variación C (varC)	MED / AIQ	-2.0 / 20.8	4.3 / 30.8	-6.1 / 20.8
	KS ó SW	0.000	0.000	0.000
	Mann-Whitney	---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RTTC (varRTTC)	MED / AIQ	10.1 / 36.6	-1.9 / 41.8	8.7 / 35.8
	KS ó SW	0.018	0.064	0.200
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----		
% Variación RCTT (varRCTT)	MED / AIQ	-10.0 / 33.1	2.4 / 44.4	-8.3 / 32.5
	KS ó SW	0.001	0.000	0.002
	Kruskal-Wallis	---- Sin diferencias significativas ----		

## Anexo V [1/3]

### Estudio 3: Estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y homecedasticidad y diferencias significativas de la concentración y % de variación de la TT, el C, la RTTC y la RCTT en relación al factor "Mes"

Descriptivos, Normalidad y homecedasticidad, Significación y ES (4 Temporadas-Meses)								
	Fase Mes n	PRETEMPORADA		TEMPORADA				
		Ago n=35	Sep n=35	Oct n=35	Nov n=35	Dic n=35	Ene-Feb n=35	Mar-Abr n=35
TT (nMol/l)	AVG ± DE	21.7 ± 5.0	22.7 ± 3.9	22.7 ± 4.4	22.7 ± 4.5	22.7 ± 4.6	23.3 ± 4.1	21.4 ± 4.5
	MED / AIQ	21.3 / 6.5	22.5 / 6.4	23.1 / 6.8	22.0 / 5.0	22.3 / 7.0	22.8 / 5.1	20.0 / 5.8
	SW	0.240	0.068	0.540	0.054	0.565	0.614	0.031
	Log <sub>10</sub>	0.962	0.134	0.309	0.350	0.772	0.817	0.534
	Mauchly				-- 0.135 --			
	ANOVA-MR				---- Sin diferencias significativas ----			
VarTT (%)	MED / AIQ	0.0 / 0.0	3.0 / 26.6	7.0 / 25.9	8.5 / 28.8	5.5 / 33.5	5.9 / 29.2	-1.6 / 32.4
	SW		0.042	0.851	0.040	0.140	0.003	0.207
	Friedman			---- Sin diferencias significativas ----				
C (µMol/l)	MED / AIQ	0.500 / 0.150	0.450 / 0.110	0.480 / 0.100	0.510 / 0.110	0.510 / 0.100	0.510 / 0.100	0.530 / 0.130
	SW	0.138	0.322	0.087	0.008	0.002	0.007	0.156
	Log <sub>10</sub>	0.000	0.772	0.005	0.000	0.000	0.002	0.225
	Wilcoxon						0.002 <sup>b</sup>	0.000 <sup>b</sup> 0.001 <sup>c</sup>
	ES (Δ)						0.42 <sup>b</sup>	0.15 <sup>b</sup> 0.38 <sup>c</sup>
VarC (%)	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-6.0 / 29.7	-6.1 / 18.3	3.7 / 29.8	2.0 / 33.5	0.0 / 23.7	6.7 / 30.9
	SW		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Wilcoxon						0.002 <sup>b</sup>	0.000 <sup>b</sup> 0.001 <sup>c</sup>
	ES (Δ)						0.30 <sup>b</sup>	0.40 <sup>b</sup> 0.34 <sup>c</sup>
Ratio C/TT	AVG ± DE	2.3 ± 0.8	2.1 ± 0.6	2.2 ± 0.6	2.3 ± 0.7	2.3 ± 0.8	2.3 ± 0.7	2.6 ± 0.7
	MED / AIQ	2.2 / 0.8	2.0 / 0.9	2.0 / 0.8	2.3 / 0.8	2.2 / 0.8	2.2 / 0.7	2.7 / 0.9
	SW	0.011	0.013	0.062	0.918	0.490	0.001	0.621
	Log <sub>10</sub>	0.698	0.610	0.802	0.080	0.252	0.666	0.260
	Mauchly				-- 0.094 --			
	ANOVA-MR							0.000 <sup>b</sup> 0.001 <sup>c</sup>
VarRCTT (%)	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-12.4 / 28.6	-9.0 / 31.8	-5.3 / 42.8	-5.7 / 39.2	-3.2 / 40.1	10.7 / 56.8
	SW		0.000	0.000	0.000	0.012	0.008	0.000
	Wilcoxon							0.000 <sup>bc</sup> 0.002 <sup>d</sup>
	ES (Δ)							0.44 <sup>b</sup> 0.38 <sup>c</sup> 0.30 <sup>d</sup>
Ratio TT/C	AVG ± DE	47.6 ± 15.5	52.4 ± 14.9	49.3 ± 13.5	49.7 ± 20.0	47.9 ± 18.2	47.1 ± 12.5	42.2 ± 13.5
	MED / AIQ	44.5 / 17.4	50.6 / 22.5	48.7 / 17.9	44.5 / 15.4	44.7 / 14.4	45.8 / 15.6	38.4 / 14.5
	SW	0.270	0.468	0.414	0.000	0.000	0.887	0.001
	Log <sub>10</sub>	0.761	0.644	0.829	0.064	0.287	0.619	0.190
	Mauchly				-- 0.096 --			
	ANOVA-MR							0.000 <sup>b</sup> 0.001 <sup>c</sup>
VarRTTC (%)	MED / AIQ	0.0 / 0.0	14.1 / 37.9	10.5 / 34.8	5.5 / 45.3	6.4 / 41.1	4.6 / 41.1	-9.9 / 40.9
	SW		0.624	0.653	0.007	0.002	0.856	0.375
	Wilcoxon							0.000 <sup>b</sup> 0.001 <sup>c</sup>
	ES (Δ)							0.40 <sup>b</sup> 0.36 <sup>c</sup>

## Anexo V [2/3]

### Estudio 3: Promedio, desviación estándar, mediana y amplitud intercuartil de la concentración y del % de variación de la testosterona total, el cortisol y la ratio TT/C en relación al factor "Mes" en cada temporada (de 2007 a 2011). [continuación]

Concentración y % de Variación de Testosterona Total, Cortisol, Ratio C/TT, Ratio TT/C (Temp. 2007-2008)										
	Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA						
		Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
	Análisis	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	-	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>
	Fecha	20/08/2007	18/09/2007	23/10/2007	27/11/2007	-	02/01/2008	11/02/2008	18/03/2008	22/04/2008
	Microciclo	1	5	10	15	-	20	26	31	36
	n	n=8	n=8	n=8	n=8	-	n=8	n=8	n=8	n=8
TT (nMol/l)	AVG ± DE	21.0 ± 4.8	22.4 ± 4.2	22.9 ± 4.0	21.5 ± 4.5	-	21.4 ± 3.6	24.9 ± 2.9	20.6 ± 2.8	18.0 ± 3.7
	MED / AIQ	21.2 / 7.3	22.9 / 7.1	24.6 / 6.7	22.0 / 3.6	-	21.5 / 4.4	25.6 / 2.4	20.0 / 4.2	18.5 / 3.6
VarTT (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	9.9 ± 22.9	11.8 ± 19.7	3.9 ± 15.2	-	4.8 ± 20.0	23.8 ± 30.3	1.1 ± 17.8	-12.2 ± 17.2
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	8.4 / 38.2	3.3 / 22.2	5.0 / 20.8	-	-4.5 / 23.8	14.5 / 24.7	4.7 / 25.3	-14.4 / 11.3
C (µMol/l)	AVG ± DE	0.399 ± 0.155	0.451 ± 0.081	0.439 ± 0.095	0.393 ± 0.131	-	0.438 ± 0.130	0.441 ± 0.086	0.441 ± 0.088	0.516 ± 0.056
	MED / AIQ	0.430 / 0.173	0.460 / 0.070	0.480 / 0.190	0.420 / 0.228	-	0.500 / 0.115	0.455 / 0.063	0.422 / 0.110	0.515 / 0.070
VarC (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	33.3 ± 69.2	33.1 ± 83.0	18.7 ± 84.3	-	30.1 ± 80.5	35.6 ± 84.5	29.2 ± 64.8	57.4 ± 87.0
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	2.1 / 43.3	7.1 / 43.1	-5.5 / 44.9	-	2.0 / 45.8	-4.5 / 54.0	2.8 / 28.1	14.8 / 83.7
Ratio C/TT	AVG ± DE	1.9 ± 0.5	2.0 ± 0.5	2.0 ± 0.6	1.9 ± 0.9	-	2.1 ± 0.6	1.8 ± 0.4	2.2 ± 0.6	3.0 ± 0.8
	MED / AIQ	2.0 / 0.7	2.0 / 0.8	1.9 / 0.6	1.8 / 1.0	-	2.2 / 0.5	1.7 / 0.4	2.1 / 0.9	2.7 / 0.8
VarRCTT (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	18.1 ± 45.4	16.2 ± 58.5	17.1 ± 84.7	-	21.0 ± 54.5	2.7 ± 37.1	25.2 ± 44.1	77.2 ± 90.7
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	4.7 / 38.0	6.1 / 28.5	-5.5 / 36.4	-	11.3 / 67.8	-7.7 / 45.6	19.1 / 31.3	48.7 / 82.2
Ratio TT/C	AVG ± DE	58.0 ± 17.7	50.8 ± 11.3	54.8 ± 17.1	61.7 ± 26.8	-	54.8 ± 26.6	58.4 ± 12.1	48.6 ± 13.6	35.4 ± 8.5
	MED / AIQ	49.4 / 23.5	50.0 / 20.9	52.5 / 15.9	55.7 / 33.5	-	46.2 / 10.5	57.4 / 14.7	48.9 / 17.3	37.3 / 9.2
VarRTTC (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-6.6 ± 28.5	1.4 ± 39.3	15.6 ± 59.0	-	3.3 ± 61.1	8.1 ± 35.6	-10.9 ± 32.4	-33.7 ± 24.0
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-5.6 / 31.3	-5.2 / 27.6	6.2 / 42.0	-	-10.3 / 48.6	7.9 / 49.8	-16.0 / 23.0	-32.4 / 36.5
Número de jugadores con VarRTTC inferior a 0%										
VarRTTC < 0% [n(%)]		0	5 (62.5%)	5 (62.5%)	3 (37.5%)	-	5 (62.5%)	3 (37.5%)	6 (75%)	8 (100%)
VarRTTC < -30% [n(%)]		0	1 (12.5%)	1 (12.5%)	1 (12.5%)	-	3 (37.5%)	2 (25%)	2 (25%)	4 (50%)

Concentración y % de Variación de Testosterona Total, Cortisol, Ratio C/TT, Ratio TT/C (Temp. 2008-2009)										
	Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA						
		Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
	Análisis	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	-
	Fecha	14/08/2008	08/09/2008	30/09/2008	04/11/2008	02/12/2008	08/01/2009	23/02/2009	30/03/2009	-
	Microciclo	1	4	7	12	16	21	28	33	-
	n	n=10	-							
TT (nMol/l)	AVG ± DE	19.9 ± 4.0	20.9 ± 2.8	21.4 ± 4.6	23.4 ± 4.9	22.3 ± 5.3	21.8 ± 5.3	21.9 ± 3.7	22.1 ± 4.7	-
	MED / AIQ	19.6 / 4.8	19.7 / 1.9	21.5 / 7.3	22.2 / 7.4	20.5 / 8.5	22.3 / 4.4	22.5 / 3.9	23.1 / 7.3	-
VarTT (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	9.6 ± 28.4	9.3 ± 21.5	19.6 ± 21.8	14.0 ± 23.9	10.3 ± 22.1	12.5 ± 18.7	12.4 ± 17.2	-
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	0.2 / 28.8	11.8 / 29.8	21.4 / 20.9	14.4 / 22.2	12.4 / 28.7	16.1 / 18.5	18.1 / 19.1	-
C (µMol/l)	AVG ± DE	0.494 ± 0.082	0.433 ± 0.102	0.485 ± 0.055	0.486 ± 0.087	0.541 ± 0.069	0.521 ± 0.090	0.528 ± 0.059	0.540 ± 0.042	-
	MED / AIQ	0.495 / 0.063	0.445 / 0.100	0.485 / 0.083	0.495 / 0.093	0.520 / 0.113	0.531 / 0.122	0.525 / 0.073	0.535 / 0.058	-
VarC (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-11.8 ± 17.1	0.4 ± 20.0	-0.5 ± 17.3	11.9 ± 20.6	7.7 ± 23.6	9.4 ± 22.0	11.8 ± 18.9	-
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-10.2 / 13.5	-4.6 / 9.5	-1.0 / 10.2	9.5 / 20.4	7.2 / 29.2	2.0 / 13.4	7.4 / 9.6	-
Ratio C/TT	AVG ± DE	2.6 ± 0.8	2.1 ± 0.6	2.4 ± 0.7	2.2 ± 0.7	2.6 ± 0.7	2.5 ± 0.7	2.5 ± 0.6	2.6 ± 0.6	-
	MED / AIQ	2.4 / 1.0	2.1 / 0.6	2.3 / 1.0	2.1 / 0.5	2.4 / 0.5	2.3 / 1.1	2.5 / 0.7	2.4 / 1.0	-
VarRCTT (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-15.8 ± 24.5	-6.4 ± 16.7	13.0 ± 26.2	2.1 ± 28.4	-0.5 ± 20.9	-1.4 ± 18.2	0.4 ± 13.8	-
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-16.1 / 28.0	-8.4 / 25.0	-18.5 / 36.6	-5.7 / 38.8	-1.9 / 36.7	-7.8 / 26.4	-3.6 / 17.1	-
Ratio TT/C	AVG ± DE	41.6 ± 11.4	51.0 ± 14.5	45.1 ± 13.2	51.2 ± 22.4	41.7 ± 10.8	42.5 ± 11.8	42.3 ± 9.9	41.1 ± 9.3	-
	MED / AIQ	41.4 / 16.5	48.2 / 14.9	43.3 / 18.6	48.1 / 10.6	41.3 / 9.0	43.3 / 18.9	41.2 / 11.9	41.9 / 15.1	-
VarRTTC (%)	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	27.5 ± 36.6	9.9 ± 20.4	25.2 ± 41.6	4.2 ± 26.8	4.6 ± 22.7	4.3 ± 17.6	1.2 ± 14.3	-
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	20.0 / 44.0	9.5 / 27.1	22.0 / 44.6	5.6 / 41.9	2.2 / 39.0	8.6 / 27.9	3.8 / 16.4	-
Número de jugadores con VarRTTC inferior a 0%										
VarRTTC < 0% [n(%)]		0	2 (20%)	4 (40%)	3 (30%)	4 (40%)	5 (50%)	4 (40%)	4 (40%)	-
VarRTTC < -30% [n(%)]		0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (20%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	-

# Anexo V [3/3]

## Estudio 3: Promedio, desviación estándar, mediana y amplitud intercuartil de la concentración y del % de variación de la testosterona total, el cortisol y la ratio TT/C en relación al factor "Mes" en cada temporada (de 2007 a 2011). [continuación]

Concentración y % de Variación de Testosterona Total, Cortisol, Ratio C/TT, Ratio TT/C (Temp. 2009-2010)										
	Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA						
		Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
	Análítica	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>
	Fecha	20/08/2009	20/09/2009	27/10/2009	23/11/2009	21/12/2009	25/01/2010	02/03/2010	29/03/2010	27/04/2010
	Microciclo	1	5	10	14	18	23	28	32	36
	n	n=7								
<b>TT (nMol/l)</b>	AVG ± DE	26.6 ± 5.7	24.3 ± 4.7	26.4 ± 3.0	24.0 ± 4.7	25.4 ± 3.5	27.4 ± 6.2	22.4 ± 3.7	20.9 ± 3.3	24.9 ± 4.8
	MED / AIQ	24.6 / 6.0	24.0 / 4.8	27.3 / 4.4	23.9 / 5.3	24.5 / 3.1	25.9 / 6.4	22.5 / 3.3	19.4 / 2.9	22.6 / 6.5
<b>VarTT (%)</b>	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-8.5 ± 7.4	1.4 ± 15.9	-9.5 ± 6.2	-3.3 ± 11.8	2.9 ± 10.5	-14.4 ± 15.2	-19.9 ± 12.1	-5.6 ± 11.4
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-11.4 / 10.8	0.3 / 22.0	-10.2 / 6.4	2.8 / 17.6	5.2 / 10.8	-10.3 / 20.2	-17.8 / 6.7	-6.5 / 16.7
<b>C (µMol/l)</b>	AVG ± DE	0.501 ± 0.100	0.410 ± 0.055	0.509 ± 0.055	0.519 ± 0.055	0.523 ± 0.080	0.521 ± 0.056	0.559 ± 0.049	0.483 ± 0.214	0.589 ± 0.048
	MED / AIQ	0.540 / 0.140	0.400 / 0.050	0.510 / 0.085	0.540 / 0.090	0.540 / 0.115	0.500 / 0.075	0.564 / 0.049	0.540 / 0.320	0.602 / 0.049
<b>VarC (%)</b>	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-14.6 ± 25.2	4.6 ± 21.2	8.6 ± 31.3	9.0 ± 33.8	7.8 ± 25.9	15.7 ± 26.4	1.0 ± 48.9	21.6 ± 26.5
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-28.1 / 26.2	-1.8 / 29.7	0.0 / 48.0	1.8 / 31.8	7.0 / 17.1	12.5 / 33.6	2.5 / 68.7	13.5 / 29.5
<b>Ratio C/TT</b>	AVG ± DE	1.9 ± 0.5	1.8 ± 0.6	2.0 ± 0.3	2.2 ± 0.5	2.1 ± 0.4	2.0 ± 0.5	2.6 ± 0.5	2.4 ± 1.3	2.4 ± 0.5
	MED / AIQ	1.7 / 0.8	1.6 / 0.5	2.0 / 0.2	2.3 / 0.2	2.1 / 0.6	1.9 / 0.5	2.4 / 0.5	2.3 / 1.9	2.7 / 0.9
<b>VarRCTT (%)</b>	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-6.4 ± 27.1	5.1 ± 25.0	19.0 ± 28.2	12.3 ± 29.5	7.6 ± 38.7	37.1 ± 28.2	28.6 ± 64.9	28.7 ± 22.6
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-13.8 / 29.3	9.0 / 38.7	22.0 / 45.2	10.7 / 22.4	-2.6 / 19.5	41.4 / 10.5	24.7 / 79.8	19.2 / 23.7
<b>Ratio TT/C</b>	AVG ± DE	54.4 ± 12.7	61.0 ± 16.4	52.6 ± 10.4	46.6 ± 9.6	50.0 ± 13.3	53.0 ± 14.0	40.3 ± 7.4	57.0 ± 37.6	42.7 ± 9.8
	MED / AIQ	59.1 / 21.7	63.1 / 20.0	49.5 / 3.8	44.5 / 4.0	48.2 / 11.8	52.6 / 11.9	41.6 / 7.8	43.8 / 50.2	37.2 / 15.6
<b>VarRTTC (%)</b>	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	14.6 ± 30.3	0.2 ± 25.4	-11.6 ± 22.0	-6 ± 21.5	0.6 ± 26.2	-23.3 ± 21.7	10.1 ± 83.4	-20.4 ± 12.5
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	18.9 / 30.9	-7.6 / 37.3	-19.0 / 32.4	-9.1 / 21.4	3.4 / 21.0	-29.6 / 5.6	-19.6 / 66.5	-16.1 / 14.2
<i>Número de jugadores con VarRTTC inferior a 0%</i>										
<b>VarRTTC &lt; 0% [n(%)]</b>		0	2 (28.6%)	4 (57.1%)	5 (71.4%)	5 (71.4%)	2 (28.6%)	6 (85.7%)	5 (71.4%)	7 (100%)
<b>VarRTTC &lt; -30% [n(%)]</b>		0	0 (0%)	0 (0%)	1 (14.3%)	1 (14.3%)	1 (14.3%)	3 (42.9%)	3 (42.9%)	2 (28.6%)

Concentración y % de Variación de Testosterona Total, Cortisol, Ratio C/TT, Ratio TT/C (Temp. 2010-2011)										
	Fase	PRETEMPORADA		TEMPORADA						
		Mes	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
	Análítica	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>
	Fecha	12/08/2010	13/09/2010	05/10/2010	16/11/2010	14/12/2010	-	14/02/2011	-	05/04/2011
	Microciclo	1	5	8	14	18	-	27	-	34
	n	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	-	n=10	-	n=10
<b>TT (nMol/l)</b>	AVG ± DE	20.7 ± 4.0	23.5 ± 4.0	21.2 ± 4.3	22.1 ± 4.5	22.3 ± 5.2	-	22.4 ± 4.7	-	21.2 ± 5.6
	MED / AIQ	19.9 / 4.2	23.0 / 5.8	21.6 / 4.3	20.7 / 2.8	21.4 / 6.3	-	21.7 / 2.6	-	19.2 / 5.5
<b>VarTT (%)</b>	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	14.1 ± 11.2	3.7 ± 18.2	8.5 ± 18.4	9.1 ± 21.5	-	10.1 ± 22.8	-	2.9 ± 17.5
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	11.3 / 7.4	8.0 / 26.1	11.6 / 23.3	11.8 / 35.4	-	9.7 / 30.9	-	2.7 / 29.2
<b>C (µMol/l)</b>	AVG ± DE	0.541 ± 0.114	0.507 ± 0.108	0.468 ± 0.085	0.562 ± 0.085	0.514 ± 0.120	-	0.540 ± 0.121	-	0.576 ± 0.088
	MED / AIQ	0.530 / 0.105	0.480 / 0.108	0.465 / 0.033	0.585 / 0.090	0.550 / 0.070	-	0.520 / 0.085	-	0.590 / 0.145
<b>VarC (%)</b>	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-4.5 ± 19.7	-12.4 ± 11.7	6.0 ± 16.7	-4.5 ± 19.5	-	1.0 ± 17.5	-	9.8 ± 25.1
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-3 / 17.2	-7.6 / 9.5	7.1 / 8.7	-3.5 / 19.0	-	-2.6 / 10.0	-	9.1 / 29.7
<b>Ratio C/TT</b>	AVG ± DE	2.7 ± 0.9	2.3 ± 0.9	2.3 ± 0.7	2.6 ± 0.6	2.4 ± 0.9	-	2.5 ± 1.0	-	2.9 ± 0.8
	MED / AIQ	2.6 / 1.2	2.2 / 0.8	2.1 / 0.8	2.7 / 0.4	2.3 / 1.5	-	2.4 / 0.4	-	2.9 / 0.8
<b>VarRCTT (%)</b>	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	-15.3 ± 19.9	-13.7 ± 16.9	0.5 ± 24.9	-9.3 ± 27.5	-	-3.3 ± 33.7	-	10.7 ± 37.5
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	-12.6 / 21.2	-20.1 / 10.6	-4.8 / 30.8	-15.1 / 14.9	-	-14.7 / 33.6	-	-2.8 / 34.3
<b>Ratio TT/C</b>	AVG ± DE	40.6 ± 14.3	49.0 ± 16.5	46.6 ± 12.2	40.8 ± 12.9	47.3 ± 19.3	-	43.3 ± 12.0	-	38.2 ± 14.2
	MED / AIQ	38.5 / 17.4	45.8 / 18.5	46.9 / 17.2	37.4 / 5.7	43.6 / 28.6	-	42.1 / 7.0	-	35.0 / 9.0
<b>VarRTTC (%)</b>	AVG ± DE	0.0 ± 0.0	23.9 ± 31.2	18.9 ± 19.9	5.0 ± 24.8	18.0 ± 30.7	-	12.0 ± 29.5	-	-2.0 ± 26.2
	MED / AIQ	0.0 / 0.0	13.3 / 29.6	23.7 / 15.4	5.5 / 33.5	17.3 / 19.5	-	15.8 / 39.6	-	3.2 / 32.8
<i>Número de jugadores con VarRTTC inferior a 0%</i>										
<b>VarRTTC &lt; 0% [n(%)]</b>		0	1 (10%)	2 (20%)	4 (40%)	2 (20%)	-	3 (30%)	-	4 (40%)
<b>VarRTTC &lt; -30% [n(%)]</b>		0	0 (0%)	0 (0%)	1 (10%)	1 (10%)	-	1 (10%)	-	2 (20%)

# Anexo W [1/2]

## Estudio 2: Cuestionario *Profile of Mood State de 58 ítems (POMS-58)* en castellano.



**INSTRUCCIONES**

Esta lista de palabras describen sensaciones que tiene la gente.  
Por favor lee cada una cuidadosamente.  
Después responde escribiendo en la casilla correspondiente  
el número que mejor describa  
**CÓMO TE SIENTES A DÍA DE HOY.**

0 = Nada    1 = Un poco    2 = Moderadamente    3 = Bastante    4 = Muchísimo

Fecha:

Nombre:

Observaciones:

		NADA UN POCO MODERADAMENTE BASTANTE MUCHÍSIMO		NADA UN POCO MODERADAMENTE BASTANTE MUCHÍSIMO		NADA UN POCO MODERADAMENTE BASTANTE MUCHÍSIMO		
1.-	Tenso	0 1 2 3 4	20.-	Torpe	0 1 2 3 4	39.-	Desesperado	0 1 2 3 4
2.-	Enfadado	0 1 2 3 4	21.-	Rencoroso	0 1 2 3 4	40.-	Espeso	0 1 2 3 4
3.-	Agotado	0 1 2 3 4	22.-	Intranquilo	0 1 2 3 4	41.-	Rebelde	0 1 2 3 4
4.-	Infeliz	0 1 2 3 4	23.-	Inquieto	0 1 2 3 4	42.-	Desamparado	0 1 2 3 4
5.-	Animado	0 1 2 3 4	24.-	Incapaz de concentrarse	0 1 2 3 4	43.-	Sin fuerzas	0 1 2 3 4
6.-	Confundido	0 1 2 3 4	25.-	Fatigado	0 1 2 3 4	44.-	Desorientado	0 1 2 3 4
7.-	Dolido por actos pasados	0 1 2 3 4	26.-	Molesto	0 1 2 3 4	45.-	Alerta	0 1 2 3 4
8.-	Agitado	0 1 2 3 4	27.-	Desanimado	0 1 2 3 4	46.-	Decepcionado	0 1 2 3 4
9.-	Apático	0 1 2 3 4	28.-	Resentido	0 1 2 3 4	47.-	Furioso	0 1 2 3 4
10.-	Enojado	0 1 2 3 4	29.-	Nervioso	0 1 2 3 4	48.-	Eficiente	0 1 2 3 4
11.-	Triste	0 1 2 3 4	30.-	Solo	0 1 2 3 4	49.-	Lleno de energía	0 1 2 3 4
12.-	Activo	0 1 2 3 4	31.-	Desdichado	0 1 2 3 4	50.-	De mal genio	0 1 2 3 4
13.-	A punto de estallar	0 1 2 3 4	32.-	Aturdido	0 1 2 3 4	51.-	Inútil	0 1 2 3 4
14.-	Irritable	0 1 2 3 4	33.-	Alegre	0 1 2 3 4	52.-	Olvidadizo	0 1 2 3 4
15.-	Abatido	0 1 2 3 4	34.-	Amargado	0 1 2 3 4	53.-	Despreocupado	0 1 2 3 4
16.-	Enérgico	0 1 2 3 4	35.-	Exhausto	0 1 2 3 4	54.-	Aterrorizado	0 1 2 3 4
17.-	Descontrolado	0 1 2 3 4	36.-	Ansioso	0 1 2 3 4	55.-	Culpable	0 1 2 3 4
18.-	Desesperanzado	0 1 2 3 4	37.-	Luchador	0 1 2 3 4	56.-	Vigoroso	0 1 2 3 4
19.-	Relajado	0 1 2 3 4	38.-	Deprimido	0 1 2 3 4	57.-	Inseguro	0 1 2 3 4
						58.-	Cansado	0 1 2 3 4

# Anexo W [2/2]

## Estudio 2: Cuestionario *Profile of Mood State de 58 ítems (POMS-58)* en inglés.



**BRIEFINGS**

This list gives words they describe sensations that people has.  
Please read each one carefully.  
Then respond writing in the corresponding stall  
the number that better it describes  
**HOW DO YOU FEEL TODAY.**

0 = Never; 1 = A bit; 2 = Moderately; 3 = Enough; 4 = Very much

Date: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Notes: \_\_\_\_\_

		NEVER A BIT MODERATELY ENOUGH VERY MUCH		NEVER A BIT MODERATELY ENOUGH VERY MUCH		NEVER A BIT MODERATELY ENOUGH VERY MUCH		
1.-	Tense	0 1 2 3 4	20.-	Unworthy	0 1 2 3 4	39.-	Desperate	0 1 2 3 4
2.-	Angry	0 1 2 3 4	21.-	Spiteful	0 1 2 3 4	40.-	Sluggish	0 1 2 3 4
3.-	Worn-out	0 1 2 3 4	22.-	Uneasy	0 1 2 3 4	41.-	Rebellious	0 1 2 3 4
4.-	Unhappy	0 1 2 3 4	23.-	Restless	0 1 2 3 4	42.-	Helpless	0 1 2 3 4
5.-	Lively	0 1 2 3 4	24.-	Unable to concentrate	0 1 2 3 4	43.-	Weary	0 1 2 3 4
6.-	Confused	0 1 2 3 4	25.-	Fatigued	0 1 2 3 4	44.-	Bewildered	0 1 2 3 4
7.-	Sorry for things done	0 1 2 3 4	26.-	Annoyed	0 1 2 3 4	45.-	Alert	0 1 2 3 4
8.-	Shaky	0 1 2 3 4	27.-	Discouraged	0 1 2 3 4	46.-	Deceived	0 1 2 3 4
9.-	Listless	0 1 2 3 4	28.-	Resentful	0 1 2 3 4	47.-	Furious	0 1 2 3 4
10.-	Peeved	0 1 2 3 4	29.-	Nervous	0 1 2 3 4	48.-	Efficient	0 1 2 3 4
11.-	Sad	0 1 2 3 4	30.-	Lonely	0 1 2 3 4	49.-	Full of pep	0 1 2 3 4
12.-	Active	0 1 2 3 4	31.-	Miserable	0 1 2 3 4	50.-	Bad-tempered	0 1 2 3 4
13.-	On edge	0 1 2 3 4	32.-	Muddled	0 1 2 3 4	51.-	Worthless	0 1 2 3 4
14.-	Grouchy	0 1 2 3 4	33.-	Cheerful	0 1 2 3 4	52.-	Forgetful	0 1 2 3 4
15.-	Blue	0 1 2 3 4	34.-	Bitter	0 1 2 3 4	53.-	Carefree	0 1 2 3 4
16.-	Energetic	0 1 2 3 4	35.-	Exhausted	0 1 2 3 4	54.-	Terrified	0 1 2 3 4
17.-	Panicky	0 1 2 3 4	36.-	Anxious	0 1 2 3 4	55.-	Guilty	0 1 2 3 4
18.-	Hopeless	0 1 2 3 4	37.-	Ready to fight	0 1 2 3 4	56.-	Vigorous	0 1 2 3 4
19.-	Relaxed	0 1 2 3 4	38.-	Gloomy	0 1 2 3 4	57.-	Uncertain about things	0 1 2 3 4
						58.-	Bushed	0 1 2 3 4



09

# **Bibliografía**



1. **Bompa T.** Periodization: Theory and Methodology of Training. Champaign, IL: Human Kinetics, 2009.
2. **Mujika I.** Thoughts and considerations for team-sports peaking. *USOC Olympic coach* 2007;18(4):9-11.
3. **Hoffman J.** Use of performance testing for monitoring overtraining in elite youth basketball players. *Nat Strength Cond Assoc* 2000;22(6):54-62.
4. **Hackney A, Viru A.** Research methodology: endocrinologic measurements in exercise science and sports medicine. *J Athl Train.* 2008;43(6):631-639.
5. **Schelling X, Calleja-González J, Terrados N.** Hormonas y baloncesto. Revisión (I). *Arch Med Deporte* 2011;XXVIII(145):266-274.
6. **Schelling X, Calleja-González J, Terrados N.** Hormonas y baloncesto. Revisión (II). *Arch Med Deporte* 2011;XXVIII(146):374-382.
7. **Viru A, Hackney A, Välja E, et al.** Influence of prolonged continuous exercise on hormone responses to subsequent exercise in humans. *Eur J Appl Physiol* 2001;85(6):578-585.
8. **Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W.** Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol* 2003;96(2):531-539.
9. **Viru A, Viru M.** Biochemical monitoring of sport training. Champaign: Human Kinetics, 2001.
10. **Crewther BT, Cook C, Cardinale M, et al.** Two Emerging Concepts for Elite Athletes: The Short-Term Effects of Testosterone and Cortisol on the Neuromuscular System and the Dose-Response Training Role of these Endogenous Hormones. *Sports Med* 2011;41(2):103-23.
11. **Gorostiaga EM, Izquierdo M, Ruesta M, et al.** Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol* 2004;91(5):698-707.
12. **González-Badillo JJ, Ribas J.** Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: INDE, 2002.
13. **Blake R.** Distance traversed by basketball players in different types of defense. *The Athletic Journal* 1941;21:38-40.
14. **Gradowska T.** L'activité motrice des joueur de basket-ball de haute compétition pendant un match. *Kultura Fizyczna* 1972;II:502-506.
15. **Konzag I, Frey O.** Radio-telemetrische untersuchingen der herzs Schlag frequenz von basket-ballspielern vahrend des wettkampfs. *Theorie und praxis des koperkultur* 1973;22(2):13-15.
16. **Cohen M,** Contribution á l'étude physiologique du basket-ball. 1980: Paris.
17. **Colli R, Faina M.** Pallacanestro: ricerca sulla prestazione. *Revista di Cultura Sportiva* 1985;2:22-29.
18. **Riera J.** Análisis cinemático de los desplazamientos en la competición de baloncesto. *Rev. Investigación y documentación sobre ciencias de la E. F. Y el Deporte* 1986;3(18-25).
19. **Galiano D.** Caractéristiques du jouer. *Apunts* 1987;7:93-98.
20. **Grosgeorge B, Bateau P.** La resistencia específica del jugador de baloncesto. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 1987;1(6):31-36.
21. **Cañizares S, Sampedro J.** Cuantificación del esfuerzo y de las acciones de juego del base en baloncesto. *Clínic* 1993;22:8-10.
22. **McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, et al.** The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sport Sci* 1995;13(387-397).
23. **Janeira AM, Maia J.** Game intensity in basketball. An interactionist view linking time-motion analysis, lactate concentration and heart rate. *Coaching & Sport Science* 1998;3(2):26-30.
24. **Hernández J.** Baloncesto. Iniciación y entrenamiento. Barcelona: Paidotribo, 1988.
25. **Calleja J, Lekue J, Leibar X, et al.** Análisis de la concentración de lactato en competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Arch Med Deporte* 2008;XXV(123):435-441.

26. **Rodríguez-Alonso M, Fernández-García B, Pérez-Landaluce J, et al.** Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *J Sports Med Phys Fit* 2003;43(4):432-436.
27. **Vaquera A, Refoyo I, Villa JG, et al.** Heart rate response to game-play in professional basketball players. *Journal of human sport and exercise* 2008;III(1).
28. **Narazaki K, Berg K, Stergiou N, et al.** Physiological demands of competitive basketball. *Scand J Med Sci Sports* 2008.
29. **Ben Abdelkrim N, Castagna C, El Fazaa S, et al.** The effect of players' standard and tactical strategy on game demands in men's basketball. *J Strength Cond Res* 2010;24(10):2652–2662.
30. **Matthew D, Delextrat A.** Heart rate, blood lactate concentration, and time–motion analysis of female basketball players during competition. *J Sports Sci* 2009;27(8):813 - 821.
31. **Montgomery PG, Pyne DB, Minahan CL.** The physical and physiological demands of basketball training and competition. *Int J Sports Physiol Perform* 2010;5(1):75-86.
32. **FIBA,** Reglas oficiales de baloncesto. 2011, FEB.
33. **Zintl F.** Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, método y dirección del entrenamiento. Barcelona: Martínez Roca, 1991.
34. **Martín Acero R.** Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la velocidad y la flexibilidad. en Master en Alto Rendimiento Deportivo. 1998. COES-UAM, Madrid.
35. **Verma SK, Mahindroo SR, Kansas DK.** Effect of four weeks of hard physical training on certain physiological and morphological parameters of basketball players. *J Sports Med Phys Fit* 1978;18(4):379-384.
36. **Hoffman JR, Maresh CM,** Physiology of basketball, en *Exercise and sport science*, WE GarrentyDT Kirkendall, Editores. 2000. Philadelphia: Lippicott Williams & Wilkins. p. 733-744.
37. **Delextrat A, Cohen D.** Physiological testing of Basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *J Strenght Cond Res* 2008;22(4):1066-1072.
38. **Lorenzo A.** Preparación física en el baloncesto. en Curso Superior de entrenador de baloncesto. 2000. Málaga: FEB.
39. **Ben Abdelkrim N, Castagna C, Jabri I, et al.** Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic–anaerobic fitness. *J Strength Cond Res* 2010;24(9):2330–2342.
40. **Ben Abdelkrim N, El Fazaa S, El Ati J.** Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Brit J Sport Med* 2007;41(2):69-75.
41. **Dal Monte A, Gallozi C, Lupo S, et al.** Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. *Apunts medicina de l'esport* 1987;24:243-251.
42. **Barrios R.** Estudio del parámetro tiempo en el baloncesto actual. *Clinic* 2002;56(10-12).
43. **Papadopoulos P, Schmidt G, Stafilidis S, et al.** The characteristics of de playing and break times of a basketball game. en 7th Annual congress of the ECSS. 2002. Athens, Greece.
44. **Apostolidis N, Nassis GP, Bolatoglou T, et al.** Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *J Sports Med Phys Fit* 2003;44(2):157-163.
45. **Cormery B, Marcil M, Bouvard M.** Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *Brit J Sport Med* 2008;42(25-30).
46. **Taylor J.** Basketball: applying time-motion data to conditioning. *Natl Str Cond Assoc J* 2003;25(2):57-64.
47. **Rojas FJ, Cepero AM, Oña L, et al.** Kinematic adjusments in the basketabll jump shot against an opponent. *Ergonomics* 2000;43:1651-1660.
48. **Hoffman JR, Tenenbaum G, Maresh CM, et al.** Relation between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *J Strength Cond Res* 1996;10(2):67-71.
49. **San Román J, Calleja-González J, Castellano Paulis J, et al.** Análisis de la capacidad de salto antes, durante y después de la competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Rev Int Cienc Deporte* 2008;VI(21):311-321.

50. **Mitchell JH, Haskell WL, B. RP.** Classification of sports. *J Am Coll Cardiol* 1994;24(4):864-866.
51. **Correia N,** A influencia da introdução da regra dos 24 segundos na dinâmica ofensiva e defensiva das equipas da basquetebol, in *Facultad de Ciencias do Desporto e de Educação Física.* 2001, Universidade do Porto: Porto.
52. **Giliam GM.** The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sport Med* 1996;2(21):73-79.
53. **Astrand PO, Rodahl K.** Fisiología del trabajo físico. 3ª ed. Buenos Aires: Medica Panamericana, 1992.
54. **Feriche B, Chiroso LJ, Chiroso I.** Validez del uso de RPE en el control de la intensidad del entrenamiento del balonmano. *Arch Med Deporte* 2002;XIX(91):337-383.
55. **Coelho DB, Rodrigues VM, Condessa LA, et al.** Intensidade de sessões de treinamento e jogos oficiais de futebol. *Rev Bras Educ Fís Esp* 2008;22(3):211-18.
56. **Impellizzeri F, Rampinini E, Marcora SA.** Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sport Sci* 2005;23(6):583-592.
57. **Refoyo I, Vaquera A, Calleja J, et al.** Heart rate responses to game-play in professional basketball players during pre-season. en 12th Annual congress of the european college of sports science. 2007. Jyväskylä, Finlandia.
58. **Ramsey JD, Ayoub MM, Dukey RA, et al.** Heart rate recovery during a college basketball game. *Res Q* 1970;41(528-535).
59. **Beam WC, Merrill TL.** Analysis of heart rates during female collegiate basketball. *Med Sci Sport Exer* 1994;S66(26).
60. **Tessitore A, Tiberi M, Cortis C, et al.** Aerobic-anaerobic profiles, heart rate and match analysis in old basketball players. *Gerontology* 2006;52(4):214-222.
61. **Jiménez S, Lorenzo A.** Análisis comparativo de la frecuencia cardíaca en entrenamientos y partidos en jugadores de baloncesto masculino. *Kronos* 2004;III(6):5-11.
62. **Blanco J, De Brito JC.** Respuestas fisiológicas durante el juego de baloncesto en pre-adolescentes y adolescentes. *Arch Med Deporte* 2003;XX(96):305-309.
63. **McArdle WD, Magel JD, Kyvallosl C.** Aerobic capacity, heart rate and estimated energy cost during woman's competitive basketball. *Res Q* 1971;42(2):178-186.
64. **MacLaren D,** Court games: Volleyball and Basketball., en *Physiology of Sport. London., T* Reilly, N Secher, P SnellyC Williams, Editores. 1990: E and F. N. Spon. p. 427-464.
65. **Sampedro J, Moral L.** Experiencia piloto para el conocimiento y ajuste de las cargas del entrenamiento. *Clinic* 1992;19:29-30.
66. **Terrados N, Fernández B, Pérez-Landaluce J, et al.** Physiological aspects of women's basketball. *Med Sci Sport Exer* 1995;S24:142.
67. **López-Calbet C, López-Calbet F.** Estudio de la frecuencia cardíaca en jugadores de categoría cadete en partidos oficiales. *Apunts de Educación Física y Deportes* 1997;48:62-67.
68. **Domínguez R, Mena P, Encinas MJ.** La frecuencia cardíaca como medio de control del entrenamiento en un equipo profesional de baloncesto. en I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. 2000. Cáceres.
69. **Refoyo I,** La decisión táctica de juego y su relación con la respuesta biológica de los jugadores: una aplicación al baloncesto como deporte de equipo. 2001, Universidad Complutense de Madrid: Madrid.
70. **Colli R, Faina M.** Investigación sobre el rendimiento en el Basket. *Revista de entrenamiento deportivo* 1987;I(2).
71. **Vaquera A.** Control del estado de forma de los jugadores en baloncesto de alto nivel. *Clinic* 2008.
72. **Knoepfli B, Riddell MC, Ganzoni E, et al.** Off seasonal and pre-seasonal assessment of circulating energy sources during prolonged running at the anaerobic threshold in competitive triathletes. *Br J Sports Med* 2004;38(4):402-7.
73. **Franklin BA, Fletcher GF, Gordon NF, et al.** Cardiovascular evaluation of the athlete. Issues regarding performance, screening and sudden cardiac death. *Sports Med* 1997;24(2):97-119.
74. **Franco L.** Fisiología del baloncesto. *Arch Med Deporte* 1998;XV(68):471-477.
75. **Gastin PB.** Quantification of anaerobic capacity. *Scand J Med Sci Sports* 1994;4:91-112.

76. **Salinas E, Álvaro JR.** Niveles de ácido láctico por puestos específicos en jugadores de baloncesto en competiciones oficiales. en I Congreso Ibérico de Baloncesto. 2001. Cáceres.
77. **Buteau P,** Approche bioenergetique de la preparation physique au basket-ball. 1987, INSEP: Paris.
78. **Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, et al.** Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin sport med* 2008;27(1):1-18.
79. **Viru A, Viru M.** Análisis y control del entrenamiento deportivo. Barcelona: Paidotribo, 2003.
80. **Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM.** Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull* 2007:1-22.
81. **Mougios V.** Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Brit J Sport Med* 2007;41(10):674-678.
82. **Clarkson PM, Nosaka K, Braun B.** Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Med Sci Sport Exer* 1992;24:512-520.
83. **Hoffman J, Kang J, Ratamess N, et al.** Biochemical and hormonal responses during an intercollegiate football season. *Med Sci Sport Exer* 2005;37(7):1237-41.
84. **Smart D, Gill N, Beaven C, et al.** The relationship between changes in interstitial creatine kinase and game-related impacts in rugby union. *Brit J Sport Med* 2008;42(3):198-201.
85. **Calleja J, Lekue J, Leibar X, et al.** Enzymatic and metabolic responses to competition in elite junior male basketball players. *Perceptual & Motor Skills* 2008;4(83-86).
86. **Nie J, Lin H.** Effects of vitamin C supplementation on recovery from eccentric exercise-induced muscle soreness and damage in junior athletes. *J Exer Sci Fit* 2004;2(2):94-98.
87. **Kilinc F.** Effects of vitamin C and E combination on hormonal, enzymatic and hematological values in blood of forced training basketball players. *Biol Sport* 2010;27(1):29-33.
88. **Kostopoulos N, Fatouros IG, Siatitsas I, et al.** Intense basketball-simulated exercise induces muscle damage men with elevated anterior compartement pressure. *J Strength Cond Res* 2004;18(3):451-458.
89. **Schröder H, Navarro E, Mora J, et al.** Effects of a-tocopherol, β-carotene and ascorbic acid on oxidative, hormonal and enzymatic exercise stress markers in habitual training activity of professional basketball players. *Eur J Nutr* 2001;40(4).
90. **Rotenberg Z, Seip R, Wolfe LA, et al.** "Flipped" patterns of lactate dehydrogenase isoenzymes in serum of elite college basketball players. *Clin Chem* 1988;34(11):2351-2354.
91. **Ascensao A, Rebelo A, Oliveira E, et al.** Biochemical impact of a soccer match: analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem* 2008;41(10-11):841-851.
92. **Stalnacke BM, Tegner Y, Sojka P.** Playing ice hockey and basketball increases serum levels of S-100B in elite players: a pilot study. *Clin J Sport Med* 2003;13(5):292-203.
93. **Calleja J, Del Campo J, Lorenzo A, et al.,** Valoración de la capacidad aeróbica en baloncesto, en *Fisiología, Entrenamiento y Medicina del Baloncesto*, N TerradosyJ Calleja, Editores. 2008. Barcelona: Paidotribo.
94. **Terrados N, Maughan R.** Exercise in the heat - strategies to minimize the adverse effects on performance. *J Sports Sci* 1995;13:S55-S62.
95. **Cuzzolin L, Giulini GM, Montresor G, et al.** Varizioni ormonali e metaboliche in giocatori di pallacanestro durante e dopo la stagione sportiva. *Med Sport* 1992;45(3):355-358.
96. **Calleja J, Lekue J, Leibar X, et al.** Mineral status during basketball matches in top level junior players. en IV International scientific conference on kinesiology. 2005. Opatija, Croatia.
97. **Bolonchuk W, Lukaski H, Siders W.** The structural, functional and nutritional adaptations of college basketball players over a season. *J Sports Med Phys Fit* 1991;31(2):165-172.
98. **Haymes E.** Nutritional Concerns: Need For Iron. *Med Sci Sports Exer* 1987;19:S197-S200.

99. **Brownlie T, Utermohlen V, Hinton P, et al.** Tissue iron deficiency without anemia impairs adaptation in endurance capacity after aerobic training in previously untrained women. *Am J Clin Nutr* 2004;79(3):437-43.
100. **Terrados N, Mora R, Padilla S.** La recuperación de la fatiga del deportista. Madrid: Gymnos, 2004.
101. **Ashenden M, Marin D, Dobson G, et al.** Serum ferritin and anemia in trained female athletes. *Int J Sport Nutr* 1998;8(3):223-229.
102. **Dubnov G, Constantini NW.** Prevalence of iron depletion and anemia in top-level basketball players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004;14(1):30-37.
103. **Constantini N.** Prevalence of iron deficiency and anemia in top-level basketball players. *Med Sci Sports Exer* 2003;35(5):S693.
104. **Matsin T, Magi M, Alaver A, et al.** Possibility of monitoring training and recovery in different conditions of endurance exercise. *Coach Sport Sci J* 1997;2(2):18-23.
105. **Urhausen A, Kindermann W.** Biomechanical monitoring of training. *Clin J Sport Med* 1992;2:52-61.
106. **Tamorri S.** Neurociencias y deporte. Barcelona: Paidotribo, 2004.
107. **Jaenes JC,** Estado emocional y conducta deportiva: Ansiedad competitiva en corredores de maratón. 2000, Universidad de Sevilla: Sevilla.
108. **Weinberg RS, Gould D.** Fundamentos de psicología del deporte y el ejercicio físico. Barcelona: Ariel, 1996.
109. **Bonete E,** Efectos de un período de sobreentrenamiento sobre indicadores subjetivos y hormonales. 2003, Universitat de València: Valencia.
110. **Morgan WP.** Affective beneficence of vigorous physical activity. *Med Sci Sports Exer* 1985;17(1):94-100.
111. **Morgan WP, Brown DR, Raglin JS, et al.** Psychological monitoring of overtraining and staleness. *Brit J Sport Med* 1987;21(3):107-14.
112. **Fry A, Grove J, Morton A, et al.** Psychological and immunological correlates of acute overtraining. *Br J Sports Med* 1994;28(4):241-246.
113. **McNair DM, Lorr M, Droppleman LF.** Manual for the Profile of Mood States (POMS), Revised. San Diego: Educational and Industrial Testing Service., 1992.
114. **Arce C, Andrade EM, Seoane G.** Problemas semánticos en la adaptación del POMS al castellano. *Psicothema* 2000;12 Supl.(2):47-51.
115. **Morgan WP,** Test of champions, in *Psychology Today*. 1980. p. 92-99.
116. **McDonald DG, Hodgdon JA.** Psychological effects of aerobic fitness training. Research and Theory. Nueva York: Springer-Verlag, 1991.
117. **Suay F, Ricarte J, Salvador A.** Indicadores psicológicos de sobreentrenamiento y agotamiento. *Rev Psicol Deporte* 1998;13:7-25.
118. **Urhausen A, Kindermann W.** Diagnosis of Overtraining: What Tools Do We Have? *Sports Med* 2002;32(2):95-102.
119. **González-Bono E, Salvador A, Serrano MA, et al.** Testosterone, Cortisol, and Mood in a Sports Team Competition. *Horm Behav* 1999;35(1):55-62.
120. **González-Bono E, Salvador A, Serrano MA, et al.** Salivary testosterone and cortisol responses to cycle ergometry in basketball players with different training volume. *J Psychophysiol* 2002;16(3).
121. **González-Bono E, Salvador A, Ricarte J, et al.** Testosterone and attribution of successful competition. *Aggressive Behav* 2000;26(3):235-240.
122. **Filaire E, Bernain X, Sagnol M, et al.** Preliminary results on mood state, salivary testosterone:cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *Eur J Appl Physiol* 2001;86(2):179-184.
123. **Filaire E, Lac G, Pequignot J.** Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. *Percept Mot Skills* 2003;97(3 Pt 2):1061-72.
124. **Hoffman JR, Bar-Eli M, Tenenbaum G.** An examination of mood changes and performance in a professional basketball team. *J Sports Med Phys Fitness* 1999;39(1):74-9.
125. **González-Bono E, Salvador A, Serrano MA, et al.** Effects of Training Volume on Hormones and Mood in Basketball Players. *Int J Stress Management* 2002;9(4):263-273.

126. **Castagna C, Abt G, Manzi V, et al.** Effect of recovery mode on Repeated Sprint Ability in young basketball players. *J Strength Cond Res* 2008;22(3):923-928.
127. **Matos N, Winsley RJ.** Trainability of young athletes and overtraining. *J Sport Sci Med* 2007;6:353-367.
128. **Castagna C, Impellizzeri F, Chaouachi A, et al.** Physiological responses to ball-drills in regional level male basketball players. *J Sports Sci* 2011;29(12):1329-36.
129. **Drust B, Waterhouse J, Atkinson G, et al.** Circadian Rhythms in Sports Performance. An Update. *Chronobiol Int* 2005;22(1):21-44.
130. **Haus E.** Chronobiology in the endocrine system. *Advanced Drug Delivery Reviews* 2007;59:985-1014.
131. **Manzi V, D'Ottavio S, Impellizzeri F, et al.** Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *J Strength Cond Res* 2010;24(5):1399-406.
132. **Del Campo J, Álvarez J, Lorenzo A.** La intensidad del entrenamiento en jugadores de baloncesto medida a través de la percepción del esfuerzo y la fatiga. en IV Curso internacional de preparación física en baloncesto de formación y alto nivel. 2005. INEF-UPM, Madrid.
133. **Seirul·lo F.** Planificación a largo plazo en los deportes colectivos. en Curso sobre Entrenamiento Deportivo en la Infancia y la Adolescencia. 1998. Canarias, [www.entrenamientodeportivo.com](http://www.entrenamientodeportivo.com).
134. **Seirul·lo F.** Opción de planificación en los deportes de largo período de competiciones. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 1987;I(3):53-62.
135. **Verkhoshansky Y, Siff M, Yessis M.** Supertraining. 6<sup>th</sup> ed: Verkhoshansky SSTM, 2009.
136. **Ribera-Nebot D.** Planificación a largo plazo en los deportes colectivos. Apuntes de Seirul·lo. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 2009.
137. **Fernández-García B, Terrados N.** La fatiga del deportista. Madrid: Gymnos, 2004.
138. **Wilmore JH, Costill D.** Fisiología del esfuerzo y del deporte. Barcelona: Paidotribo, 2004.
139. **Guyton AC.** Textbook of Medical Physiology (8th ed.). Philadelphia: W.B. Saunders, 1991.
140. **Beaven CM, Ingram JR, Gill ND, et al.** Ultradian rhythmicity and induced changes in salivary testosterone. *Eur J Appl Physiol* 2010;110(2):405-13.
141. **Volek JS.** Influence of nutrition on responses to resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(4):689-696.
142. **Hoffman JR.** Testosterone: A review of physiological effects and exercise responses. *Nat Strength Cond Assoc* 1992;14(4):10-17.
143. **Mooradian AD, Morley JE, Korenman SG.** Biological actions of androgens. *Endocr Rev* 1987;8(1):1-28.
144. **Córdova A, Navas F.** Fisiología del deportista. Madrid: Gymnos, 2000.
145. **Södergård R, Bäckström T, Shanbhag V, et al.** Calculation of free and bound fractions of testosterone and estradiol-17 beta to human plasma proteins at body temperature. *J Steroid Biochem* 1982;16(6):801-10.
146. **Harman SM, Metter EJ, Tobin JD, et al.** Longitudinal Effects of Aging on Serum Total and Free Testosterone Levels in Healthy Men. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(2):724-731.
147. **Brownlee KK, Moore AW, Hackney AC.** Relationship between circulating cortisol and testosterone: influence of physical exercise. *J Sport Sci Med* 2005;4:76-83.
148. **Daly W, Seegers CA, Rubin DA, et al.** Relationship between stress hormones and testosterone with prolonged endurance exercise. *Eur J Appl Physiol* 2005;93(4):375-380.
149. **Rosner W, Auchus RJ, Azziz R, et al.** Utility, Limitations, and Pitfalls in Measuring Testosterone: An Endocrine Society Position Statement. *J Clin Endocrinol Metab* 2007;92(2):405-413.
150. **Griggs RC, Kingston W, Jozefowicz RF, et al.** Effect of testosterone on muscle mass and muscle protein synthesis. *J Appl Physiol* 1989;66(1):498-503.
151. **Salvador A, Suay F, Gonzalez-Bono E, et al.** Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology* 2003;28:364-375.
152. **Salvador A.** Coping with competitive situations in humans. *Neurosci Biobehav Rev* 2005;29(1):195-205.

153. **Carré JM, McCormick CM, Hariri AR.** The social neuroendocrinology of human aggression. *Psychoneuroendocrinology* 2011;36(7):935-44.
154. **McCull EM, Wheeler GD, Gomes P, et al.** The effects of acute exercise on pulsatile LH release in high-mileage male runners. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1989;31(5):617-621.
155. **Hackney A.** The male reproductive system and endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:180-189.
156. **MacConnie SE, Barkan A, Lampman RM, et al.** Decreased hypothalamic gonadotropin-releasing hormone secretion in male marathon runners. *N Engl J Med* 1986;315(7):411-417.
157. **Kujala UM, Alen M, Huhtaniemi IT.** Gonadotrophin-releasing hormone and human chorionic gonadotrophin tests reveal that both hypothalamic and testicular endocrine functions are suppressed during acute prolonged physical exercise. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1990;33(2):219-225.
158. **Wheeler MJ, Toone BK, Dannatt A, et al.** Metabolic clearance rate of testosterone in male epileptic patients on anti-convulsant therapy. *J Endocrinol* 1991;129(3):465-468.
159. **Brownlee K, Viru M, Viru A, et al.** Exercise and the relationship between circulating cortisol and testosterone concentrations in men. *Physical Education and Sport* 2006;50:30-33.
160. **Duclos M, Corcuff JB, Rashedi M, et al.** Does functional alteration of the gonadotropic axis occur in endurance trained athletes during and after exercise? *eur J Appl Physiol* 1996;73(5):427-433.
161. **Nagel D, Seiler D, Franz H.** Biochemical, hematological and endocrinological parameters during repeated intense short-term running in comparison to ultra-long-distance running. *Int J Sports Med* 1992;13(4):337-43.
162. **Keizer H, Janssen GM, Menheere P, et al.** Changes in basal plasma testosterone, cortisol, and dehydroepiandrosterone sulfate in previously untrained males and females preparing for a marathon. *Int J Sports Med* 1989;10(Suppl 3):S139-45.
163. **Gettler LT, Agustin SS, Kuzawa CW.** Testosterone, physical activity, and somatic Outcomes among filipino males. *Am J Phys Anthropol* 2010;142:590-599.
164. **Fry AC, Kraemer WJ, Stone MH, et al.** Endocrine responses to overreaching before and after 1 year of weightlifting. *Can J Appl Physiol* 1994;19(4):400-10.
165. **Hansen L, Bangsbo J, Twisk J, et al.** Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. *J Appl Physiol* 1999;87(3):1141-1147.
166. **Hetland ML, Haarbo J, Christiansen C.** Regional body composition determined by dual-energy X-ray absorptiometry. Relation to training, sex hormones, and serum lipids in male long-distance runners. *Scand J Med Sci Sports* 1998;8(2):102-8.
167. **Häkkinen K, Keskinen K, Alén M, et al.** Serum hormone concentrations during prolonged training in elite endurance-trained and strength-trained athletes. *Eur J Appl Physiol* 1989;59(3):233-238.
168. **Wheeler GD, Wall SR, Belcastro AN, et al.** Reduced serum testosterone and prolactin levels in male distance runners. *JAMA* 1984;252:514-516.
169. **Dressendorfer RH, Wade CE.** Effects of a 15-d race on plasma steroid levels and leg muscle fitness in runners. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23(8):954-958.
170. **Häkkinen K, Pakarinen A, Alen M, et al.** Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *J Appl Physiol* 1988;65(6):2406-12.
171. **Mackinnon L, Hooper S, Jones S, et al.** Hormonal, immunological and hematological responses to intensified training in elite swimmers. *Med Sci Sport Exerc* 1997;29(1637-45).
172. **Hall HL, Flynn MG, Carroll KK, et al.** Effects of intensified training and detraining on testicular function. *Clin J Sport Med* 1999;9(4):203-8.
173. **Hough JP, Papacosta E, Wraith E, et al.** Plasma and salivary steroid hormone responses of men to high-intensity cycling and resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2011;25(1):23-31.
174. **Tanskanen M, Kyröläinen H, Uusitalo A, et al.** Serum sex hormone-binding globulin and cortisol concentrations are associated with overreaching during strenuous military training. *J Strength Cond Res* 2011;25(3):787-97.

175. **Fry R, Morton A, Keast D.** Overtraining in athletes. An update. *Sports Med.* 1991;12(1):32-65.
176. **Jidovtseff B, Crielaard JM.** Overtraining in endurance athletes. *Rev Med Liege* 2001;56(5):343-52.
177. **Urhausen A, Gabriel H, Kindermann W.** Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Med.* 1995;20(4):251-76.
178. **Bambino TH, Hsueh AJ.** Direct inhibitory effect of glucocorticoids upon testicular lutenizing hormone receptor and steroidogenesis in vivo and in vitro. *Endocrinology* 1981;108:2142-2148.
179. **Cumming DC, Quigley ME, Yen SC.** Acute suppression of circulating testosterone levels by cortisol in men. *J Clin Endocrinol Metab* 1983;57:671-673.
180. **Viru A, Viru M.** Cortisol – essential adaptation hormone in exercise. *Int J Sports Med* 2004;25:461-464.
181. **Crowley M, Matt K.** Hormonal regulation of skeletal muscle hypertrophy in rats: the testosterone to cortisol ratio. *Eur J Appl Physiol.* 1996;73:66-72.
182. **Kraemer WJ, Ratamess NA.** Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med.* 2005;35(4):339-61.
183. **He C, Tsai ML, Ko MH, et al.** Relationships among salivary immunoglobulin A, lactoferrin and cortisol in basketball players during a basketball season. *Eur J Appl Physiol* 2010;110(5):989-95.
184. **Kraemer WJ, Fleck SJ, Callister R, et al.** Training responses of plasma beta-endorphin, adrenocorticotropin, and cortisol. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21(2):146-53.
185. **Seidman D, Dolev E, Deuster P, et al.** Androgenic response to long-term physical training in male subjects. *Int J Sports Med* 1990;11(6):421-4.
186. **Passelergue P, Robert A, Lac G.** Salivary cortisol and testosterone variations during an official and a simulated weight-lifting competition. *Int J Sports Med.* 1995;16(5):298-303.
187. **Galassetti P, Neill AR, Tate D, et al.** Sexual dimorphism in counterregulatory responses to hypoglycemia after antecedent exercise. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(8):3516-24.
188. **Galassetti P, Mann S, Tate D, et al.** Effect of morning exercise on counterregulatory responses to subsequent, afternoon exercise. *J Appl Physiol* 2001;91(1):91-99.
189. **Lehmann M, Dickhuth HH, Gendrish G, et al.** Training-overtraining. A prospective, experimental study with experienced middle and long-distance runners. *Int J Sports Med* 1991;12(5):444-452.
190. **Hedelin R, Kenttä G, Wiklund U, et al.** Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(8):1480-1484.
191. **Fernández-García B, Lucía A, Hoyos J, et al.** The response of sexual and stress hormones of male pro-cyclists during continuous intense competition. *Int J Sports Med* 2002;23(8):555-560.
192. **Stupnicki R, Obmiński Z, Klusiewicz A, et al.** Pre-exercise serum cortisol concentration and responses to laboratory exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995;71(5):439-443.
193. **Nieman DC.** Exercise immunology: nutritional countermeasures. *Can J Appl Physiol* 2001;26(Suppl.):S45-55.
194. **Kraemer W,** Hormonal mechanisms related to the expression of muscular strength, en *Strength and power in sport*, P Komi, Editor. 1992. London: Blackwell Scientific. p. 64-76.
195. **Vervoorn C, Vermulst LJM, Boelens-Quist AM, et al.** Seasonal changes in performance and free testosterone: cortisol ratio of elite female rowers. *Eur J Appl Physiol* 1992;64(1):14-21.
196. **Nemet D, Eliakim A.** Growth hormone-insulin-like growth factor-1 and inflammatory response to a single exercise bout in children and adolescents. *Med Sport Sci* 2010;55:141-55.
197. **Adlercreutz H, Harkonen M, Kuoppasalmi K, et al.** Effect training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their responses during physical exercise. *Int J Sports Med* 1986;7:27-8.

198. **Gorostiaga EM, Izquierdo M, Iturralde P, et al.** Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *Eur J Appl Physiol* 1999;80(5):485-493.
199. **Hoogeveen A, Zonderland M.** Relationships between testosterone, cortisol and performance in professional cyclists. *Int J Sports Med* 1996;17:423-8.
200. **Banfi G, Marinelli M, Roi GS, et al.** Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a season of elite speed skating athletes. *Int J Sports Med* 1993;14:373-379.
201. **Vervoorn C, Quist A, Vermulst L, et al.** The behaviour of the plasma free testosterone/cortisol ratio during a season of elite rowing training. *Int J Sports Med* 1991;12:257-63.
202. **Banfi G, Dolci A.** Free testosterone/cortisol ratio in soccer: usefulness of a categorization of values. *J Sports Med Phys Fit* 2006;46(4):611-6.
203. **Coutts A, Reaburn P, Piva TJ, et al.** Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *Int J Sports Med* 2007;28:116–124.
204. **Hoffman JR, Falk B, Radom-Isaac S, et al.** The effect of environmental temperature on testosterone and cortisol responses to high intensity, intermittent exercise in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1996;75(1):83-87.
205. **Fry AC, Kraemer WJ.** Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports Med* 1997;23(2):106-29.
206. **Chatard J, Atlaoui D, Lac G, et al.** Cortisol, DHEA, performance and training in elite swimmers. *Int J Sports Med* 2002;23:510-515.
207. **Eichner ER.** Overtraining: Consequences and prevention. *J Sport Sci* 1995;13(1 supp 1):41 - 48.
208. **Fry A, Lohnes C.** Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise. *Fiziol Cheloveka* 2010;36(4):102-6.
209. **Shephard RJ, Verde TJ, Thomas SG, et al.** Physical activity and the immune system. *Can J Sport Sci* 1991;16(3):169-85.
210. **Roberts AC, McClure. RD, Weiner RI, et al.** Overtraining affects male reproductive status. *Fertil Steril* 1993;60:686-92.
211. **Kraemer W, Spiering BA, Volek JS, et al.** Recovery from a National Collegiate Athletic Association Division I football game: muscle damage and hormonal status. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):2–10.
212. **Hoffman JR, Epstein S, Yarom Y, et al.** Hormonal and biochemical changes in elite basketball players during a 4-week training camp. *J Strength Cond Res* 1999;13(3):280-285.
213. **Schelling X, Calleja-González J, Terrados N.** Hormonal analysis in elite basketball during a season. *Rev Psicol Deporte* 2009;18(suppl.):363-367.
214. **Schelling X, Calleja-González J, Terrados N.** Testosterone and cortisol with relation to training volume and playing time in professional spanish basketballers. *Med Sci Sport Exer* 2011;43(5 Suppl.).
215. **Martínez AC, Seco J, Tur JA, et al.** Testosterone and Cortisol Changes in Professional Basketball Players Through a Season Competition. *J Strength Cond Res* 2010;24(4):1102-1108.
216. **Tsolakis C, Xekouki P, Kaloupsis S, et al.** The influence of exercise on growth hormone and testosterone in prepubertal and early-pubertal boys. *Hormones* 2003;2(2):103-112.
217. **Mesaki N, Sasaki J, Shoji M, et al.** Hormonal changes during incremental exercise in athletic women. *Nippon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi* 1986;38(1):45-52.
218. **Mesaki N, Sasaki J, Shoji M, et al.** Hormonal changes during continuous exercise in athletic women. *Nippon Sanka Fujinka Gakkai Zasshi* 1987;39(1):63-9.
219. **Park SK, Stefanyshyn DJ, Loitz-Ramage B, et al.** Changing Hormone Levels During the Menstrual Cycle Affect Knee Laxity and Stiffness in Healthy Female Subjects. *Am J Sports Med* 2009;37(3):588-598.
220. **Adachi N, Nawata K, Maeta M, et al.** Relationship of the menstrual cycle phase to anterior cruciate ligament injuries in teenaged female athletes. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128:473-478.

221. **Shultz SJ, Sander TC, Kirk SE, et al.** Sex differences in knee joint laxity change across the female menstrual cycle. *J Sports Med Phys Fit* 2005;45(4):594-603.
222. **Karageanes S, Blackburn K, Vangelos Z.** The association of the menstrual cycle with the laxity of the anterior cruciate ligament in adolescent female athletes. *Clin J Sport Med* 2000;10(3):162-8.
223. **Beynon BD, Bernstein IM, Belisle A, et al.** The effect of estradiol and progesterone on knee and ankle joint laxity. *Am J Sports Med* 2005;33(9):1298-1304.
224. **Rau MD, Renouf D, Benfield D, et al.** Examination of the failure properties of the anterior cruciate ligament during the estrous cycle. *Knee* 2005;12:37-40.
225. **Belanger MJ, Moore DC, Crisco JJ, et al.** Knee laxity does not vary with the menstrual cycle, before or after exercise. *Am J Sports Med* 2004;32(5):1150-1157.
226. **Ben Abdelkrim N, Castagna C, El Fazaa S, et al.** Blood metabolites during basketball competitions. *J Strength Cond Res* 2009;23(3):765-773.
227. **Büyükçay G, Oguz Karamizrak S, Islegen Ç.** Effects of continuous and interval running training on serum growth and cortisol hormones in junior male basketball players. *Acta Physiol Hung* 2003;90(1):69-79.
228. **Maresh C, Wang B, Goetz K.** Plasma vasopressin, renin activity, and aldosterone responses to maximal exercise in active college females. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1985;54(4):398-403.
229. **Kassil' GN, Shreiberg GL, Preobrazhenskii IN, et al.** State of the sympatho-adrenal system and adrenal cortex in basketball players (correlation analysis). *Hum Physiol* 1980;6(4):263-72.
230. **Ortega E, Barriga C, De la Fuente M.** Study of the phagocytic process in neutrophils from elite sportswomen. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1993;66(1):37-42.
231. **Maresh C, Farrell M, Kraemer W, et al.** The effects of betaine supplementation on strength and power performance. *Med Sci Sports Exerc* 2008;39:S101.
232. **Faulkner JA,** Physiology of swimming and diving, en *Exercise Physiology*, H Falls, Editor. 1968. Baltimore: Academic Press.
233. **Alvero J, Cabañas M, Herrero A, et al.** Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte* 2009;XXVI(131):166-179.
234. **Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA.** The Utility of Body Mass Index as a Measure of Body Fatness in Children and Adolescents: Differences by Race and Gender. *Pediatrics* 1997;99(6):804-807.
235. **Handziski Z, Maleska V, Petrovska S, et al.** The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratisl Lek Listy* 2006;107(6-7):259-263.
236. **Moore CA, Fry AC.** Nonfunctional overreaching during off-season training for skill position players in collegiate American football. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):793-800.
237. **Cunniffe B, Hore A, Whitcombe D, et al.** Time course of changes in immunoendocrine markers following an international rugby game. *Eur J Appl Physiol* 2010;108(1):113-22.
238. **Van Uytendange K, Stockl D, Kaufman JM, et al.** Evaluation of a candidate reference measurement procedure for serum free testosterone based on ultrafiltration and isotope dilution-gas chromatography-mass spectrometry. *Clin Chem* 2004;50(11):2101-2110.
239. **Cohen J.** Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. New York: Academic Press, 1969.
240. **Cohen J.** Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates, 1988.
241. **Svartberg J, Jorde R, Sundsfjord J, et al.** Seasonal variation of testosterone and waist to hip ratio in men: the Tromsø study. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88(7):3099-3104.
242. **Meriggiola M, Noonan E, Paulsen C, et al.** Annual patterns of luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, testosterone and inhibin in normal men. *Hum Reprod* 1996;11(2):248-52.

243. **Maso F, Lac G, Filaire E, et al.** Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items. *Brit J Sport Med* 2004;38(3):260-263.
244. **Houmard JA, Costill DL, Mitchell JB, et al.** Testosterone, cortisol, and creatine kinase levels in male distance runners during reduced training. *Int J Sports Med* 1990;11:41-45.
245. **Mujika I, Padilla S, Pyne D, et al.** Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Med* 2004;34(13):891-927.
246. **Meeusen R, Duclos M, Gleeson M, et al.** Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *Eur J Sports Sci* 2006;6(1):1-14.
247. **Hackney AC.** Effects of endurance exercise on the reproductive system of men: the "exercise-hypogonadal male condition". *J Endocrinol Invest* 2008;31(10):932-938.
248. **Hackney AC, Moore AW, Brownlee KK.** Testosterone and endurance exercise: development of the "exercise-hypogonadal male condition". *Acta Physiol Hung* 2005;92(2):121-137.
249. **Ayers JW, Komesu Y, Romani T, et al.** Anthropomorphic, hormonal, and psychologic correlates of semen quality in endurance-trained male athletes. *Fertil Steril* 1985;43(6):917-921.
250. **Hackney AC.** Endurance exercise training and reproductive endocrine dysfunction in men: alterations in the hypothalamic-pituitary-testicular axis. *Curr Pharm Des* 2001;7(4):261-273.
251. **Arce JC, De Souza MJ.** Exercise and male factor infertility. *Sports Med* 1993;15(3):146-169.
252. **Hackney AC, Sinning WE, Bruot B C.** Reproductive hormonal profiles of endurance-trained and untrained males. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20(1):60-65.
253. **Vaamonde D, Da Silva-Grigoletto M, García-Manso J, et al.** Physically active men show better semen parameters and hormone values than sedentary men. *Eur J Appl Physiol* 2012.
254. **Duclos M, Guinot M, Le Bouc Y.** Cortisol and GH: odd and controversial ideas. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;32(5):895-903.
255. **Duclos M, Gouarne C, Bonnemaïson D.** Acute and chronic effects of exercise on tissue sensitivity to glucocorticoids. *J Appl Physiol* 2003;94:869-875.
256. **Argus C, Gill N, Keogh J, et al.** Changes in strength, power, and steroid hormones during a professional rugby union competition. *J Strength Cond Res* 2009;23(5):1583-92.
257. **Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, et al.** Recovery from a national collegiate athletic association division I football game: muscle damage and hormonal status. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):2-10.
258. **Coutts A, Reaburn P, Piva T, et al.** Monitoring for overreaching in rugby league players. *Eur J Appl Physiol* 2007;99(3):313-324.
259. **Moreira A, Arsati F, de Oliveira Lima Arsati Y, et al.** Salivary cortisol in top-level professional soccer players. *European Journal of Applied Physiology* 2009;106(1):25-30.
260. **Bishop PA, Jones E, Woods AK.** Recovery from training: a brief review: brief review. *J Strength Cond Res* 2008;22(3):1015-24.
261. **Bresciani G, Cuevas MJ, Molinero O, et al.** Signs of overload after an intensified training. *Int J Sports Med* 2011;32(5):338-43.
262. **Morgan WP, Costill DL, Flynn MG, et al.** Mood disturbance following increased training in swimmers. *Med Sci Sport Exer* 1988;20(4):408-414.
263. **Pierce EF.** Relationship between training volume and mood state in competitive swimmers during a 24-week season. *Percept Mot Skills* 2002;94(3 Pt 1):1009-1012.
264. **Hooper S, Mackinnon LT, Howard A.** Physiological and psychometric variables for monitoring recovery during tapering for major competition. *Med Sci Sport Exer* 1999;31(8):1205-1210.
265. **Bresciani G, Cuevas MJ, Garatachea N, et al.** Monitoring biological and psychological measures throughout an entire season in male handball players. *Eur J Sports Sci* 2010;10(6):377-384.
266. **Mäestu J, Jürimäe J, Jürimäe T.** Monitoring of performance and training in rowing. *Sport Med* 2005;35:597-617.

267. **Purge P**, Performance, mood state and selected hormonal parameters during the rowing season in elite male rowers, in *Institute of exercise biology and physiotherapy*. 2006, Tartu University: Tartu, Estonia.
268. **Etxeberria J**. Regresión múltiple. 2ª ed. Vol. 4. Madrid: La Muralla, 2007.
269. **Von Der Phalen B, Sarkola T, Seppae K, et al**. Testosterone, 5 $\alpha$ -dihydrotestosterone and cortisol in men with and without alcohol related aggression. *Journal of Studies on Alcohol* 2002;63:518-526.
270. **Fukuda S, Morimoto K**. Lifestyle, Stress and Cortisol Response: Review II. *Environmental Health and Preventive Medicine* 2001;6:15-21.
271. **Schelling X, Calleja-González J, Terrados N**. Variación de la ratio testosterona-cortisol en jugadores de élite de baloncesto. *Arch Med Deporte* 2010;XXVII(135):435-442.
272. **Häkkinen K, Pakarinen A, Alén M, et al**. Daily hormonal and neuromuscular responses to intensive strength training in 1 week. *Int J Sports Med* 1988;9(6):422-428.
273. **Mujika I, Chatard J, Padilla S, et al**. Hormonal responses to training and it's tapering off in competitive swimmers: relationships with performance. *Eur J Appl Physiol* 1996;74:361-6.
274. **Busso T, Hakkinen K, Pakarinen A, et al**. Hormonal adaptations and modelled responses in elite weightlifters during 6 weeks of training. *Eur J Appl Physiol* 1992;64:381-6.
275. **Gouarné C, Groussard C, Gratas-Delamarche A, et al**. Overnight urinary cortisol and cortisone add new insights into adaptation to training. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37(7):1157-1167.
276. **Seirul·lo F**. Una línea de trabajo distinta. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 2009;XXIII(4):13-18.
277. **Reilly T, Waterhouse J, Edwards B**. Some chronobiological and physiological problems associated with long-distance journeys. *Travel Med Infect Dis* 2009;7(2):88-101.
278. **Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ**. Research methods in physical activity. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2011.
279. **Hopkins W, Marshall S, Batterham A, et al**. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:3-13.
280. **Clarke D, Clarke H**. Research Processes in Physical Education, Recreation and Health. Prentice-Hall, NJ: Engelwood Cliff's, 1970.
281. **Buchheit M, Bishop D, Haydar B, et al**. Physiological responses to shuttle Repeated-Sprint running. *Int J Sports Med* 2010;31:402-409.
282. **Macbeth G, Razumiejczyk E, Ledesma RD**. Cliff's Delta Calculator: A non-parametric effect size program for two groups of observations. *Universitas Psychologica* 2011;10(2):545-555.
283. **McMillan JH, Foley J**. Reporting and Discussing Effect Size: Still the Road Less Traveled? *Practical Assessment, Research & Evaluation* 2011;16(14).
284. **Smith GD, Ben-Shlomo Y, Beswick A, et al**. Cortisol, testosterone, and coronary heart disease: prospective evidence from the Caerphilly study. *Circulation* 2005;112(3):332-340.
285. **Sebastian-Gambaro MA, Lirón-Hernández J, Fuentes-Arderiu X**. Intra- and Inter-individual biological variability data bank. *Eur J Clin Chem Clin Biochem* 1997;35:845-852.
286. **Lopes RAM, Neves KB, Carneiro FS, et al**. Testosterone and Vascular Function in Aging. *Front Physiol* 2012;3(89):1-9.
287. **Araujo AB, Wittert GA**. Endocrinology of the aging male. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2011;25(2):303-319.
288. **Coviello AD, Lakshman K, Mazer NA, et al**. Differences in the apparent metabolic clearance rate of testosterone in young and older men with gonadotropin suppression receiving graded doses of testosterone. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91(11):4669-4675.
289. **Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, et al**. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr* 2000;72(3):694-701.
290. **Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, et al**. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fitness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 2002;75(6):978-85.

291. **Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, et al.** Physiological and Performance Effects of Generic versus Specific Aerobic Training in Soccer Players. *Int J Sports Med* 2006;27:483–492.
292. **Impellizzeri FM, Rampinini E, J. CA, et al.** Use of RPE-based training load in soccer. *Med Sci Sport Exer* 2004;36(6):1042-7.
293. **Foster C, Florhaug JA, Franklin J, et al.** A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res* 2001;5(1):109-15.
294. **Bosquet L, Montpetit J, Arvisais D, et al.** Effects of tapering on performance: A meta-analysis. *Med Sci Sport Exer* 2007;39(8):1358-65.
295. **Elias M.** Serum cortisol, testosterone and testosterone binding globulin responses to competitive fighting in human males. *Aggressive Behav* 1981;7:215-224.
296. **Filaire E, Sagnol M, Ferrand C, et al.** Psychophysiological stress in judo athletes during competitions. *J Sports Med Phys Fitness* 2001;41(2):263-268.
297. **Passelergue P, Lac G.** Saliva cortisol, testosterone and T/C ratio variations during a wrestling competition and during the post-competitive recovery period. *Int J Sports Med.* 1999;20(2):109-13.
298. **Hoffman J,** Endocrinology of sport competition, en *The endocrinology of physical exercise and sport*, W KraemeryAD Rogol, Editores. 2005. Oxford: Blackwell Publishing. p. 600-612.
299. **McLellan CP, Lovell DI, Gass GC.** Markers of Postmatch Fatigue in Professional Rugby League Players. *J Strength Cond Res* 2010.