

DEPORTE Y SALUD: EFECTOS DE LA ACTIVIDAD DEPORTIVA SOBRE EL BIENESTAR PSICOLOGICO Y MECANISMOS HORMONALES SUBYACENTES*

**ALICIA SALVADOR; FERRAN SUAY; SONIA MARTINEZ-SANCHIS;
Y ESPERANZA GONZÁLEZ-BONO,**
Universidad de Valencia.

MARTA RODRIGUEZ Y ALFREDO GILABERT
Hospital "La Fe" (Valencia)

Resumen

Los efectos de la práctica regular de ejercicio físico sobre la salud y el bienestar psicológico han sido repetidamente citados. Las diferencias encontradas entre deportistas y sujetos sedentarios sugieren que la actividad física podría reducir la ansiedad y mejorar los estados de ánimo. El mecanismo por el cual se producen estos efectos no es bien conocido y se han formulado varias hipótesis explicativas que resaltan el papel mediador de diversas sustancias endógenas. En este trabajo se estudia la relación de la testosterona y el cortisol con la ansiedad y los estados de ánimo, comparando deportistas con sujetos sedentarios. Nuestros resultados muestran que la actividad deportiva mejora la salud mental e incrementa los niveles basales de testosterona y cortisol. La testosterona aparece negativamente relacionada con los indicadores de malestar psicológico. Sin embargo, el cortisol aparece disociado, por lo que la hipercortisolemia de los deportistas respondería a una adaptación fisiológica al entrenamiento.

Palabras clave: Testosterona, Cortisol, Ansiedad, Estados de ánimo.

Abstract

The effects of physical exercise on health and psychological well-being have been widely reported. Differences between sport smen and sedentary subjects have been found, suggesting a role of physical activity in anxiety reduction and mood regulation. The mechanism of these effects is relatively unknown and some hypothesis have been proposed that stress the role of some endogenous substances. We have studied the relationship between testosterone, cortisol, anxiety and mood, by comparing sportsmen and sedentary subjects. The results found show that sports activity enhances mental health and increases testosterone and cortisol levels. Testosterone seems to be negatively related with indicators of uneasiness but cortisol appears dissociated. so sportsmenis hipercortisolism seems to be a physiological adaptation to training.

Key words: Testosterone, Cortisol, Anxiety, Mood

Introducción

Es ampliamente reconocido que la práctica regular de ejercicio produce beneficios físicos y psicológicos. El estudio de sus efectos sobre la salud ha destacado, aunque no exclusivamente, su papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares y en el incremento de

la esperanza de vida, concluyendo que los individuos físicamente inactivos tienen el doble de probabilidades de desarrollar enfermedades coronarias que las personas que realizan actividad física regular (Berlin y Colditz, 1990).

Los efectos beneficiosos de la actividad física sobre la salud mental han sido objeto de diversas revisiones recientes (Plante y Rodin, 1990; Raglin, 1990; Petruzzello et al., 1991; Weyerer y Kupfer, 1994). Así, Plante y Rodin (1990) han concluido que el ejercicio físico moderado mejora el estado de ánimo y reduce la ansiedad, la depresión y el estrés. Concretamente, Berger (1987) ha encontrado en un grupo de nadadores que éstos están menos ansiosos, deprimidos, enfadados y confusos y más vigorosos después de nadar que antes aunque estos efectos son más a corto que a largo plazo. Morgan et al. (1987, 1988) ha encontrado estados de ánimo significativamente mejores en un grupo de nadadores y nadadoras que en el grupo control formado por no deportistas a lo largo de una temporada aunque en los momentos de mayor intensidad de entrenamiento y competición esta situación se invertía. Weyerer y Kupfer (1994) destacan que la mayor parte de los beneficios para la salud mental se derivan de la práctica de ejercicio de baja intensidad.

En relación a la ansiedad, existe un cierto consenso en que el ejercicio físico crónico está asociado con niveles de ansiedad y tensión muscular inferiores a la media (Bouchard et al., 1990). Petruzzello et al. (1991) han revisado los efectos del ejercicio agudo y crónico sobre la ansiedad clasificando ésta según las medidas empleadas (ansiedad estado, ansiedad rasgo y medidas fisiológicas de ansiedad) y concluyendo que no importa cómo sea evaluada la ansiedad, el ejercicio físico está asociado con una disminución de la misma. Los programas de entrenamiento (de diversas características y duraciones) ejercen un efecto reductor de la ansiedad en hombres de mediana edad, psicológicamente normales y con alto riesgo de enfermedad cardíaca, aunque no en mujeres con elevada ansiedad (Folkins, 1976). Las diferencias y problemas metodológicos de muchos de estos estudios dificultan la obtención de conclusiones definitivas acerca del efecto reductor de ansiedad atribuido al entrenamiento (Brown, 1990). Parte de estas diferencias pueden ser explicadas al considerar la salud mental inicial de las muestras de estudio. En su revisión, Raglin (1990) afirma que el beneficio psicológico primario en los sujetos normales es el mantenimiento de la salud mental positiva pero que mejora a los individuos con problemas leves de salud mental (p.e. depresión moderada), por lo que la práctica regular de ejercicio físico es recomendable tanto a nivel terapéutico como preventivo.

Sin embargo, a pesar del reconocimiento de que la actividad física regular mejora el bienestar psicológico, el mecanismo por el que actúa no es bien conocido. Al respecto se han formulado numerosas hipótesis basadas predominantemente en procesos psicológicos o biológicos. Entre las primeras destaca la hipótesis de la distracción (Bahrke y Morgan, 1978), que propone que el ejercicio físico juega un papel relevante al desviar la atención de los estímulos estresantes. Otras hipótesis han recalcado el papel del autocontrol, la autoeficacia, el reforzamiento o el incremento de la relación social con otros que derivan de la práctica regular de actividad física. También se ha argumentado que el ejercicio refuerza el sistema de retroalimentación biológica y mejora la capacidad para afrontar estímulos estresantes, al enseñar al individuo a regular su propia activación autonómica.

Otras hipótesis se han centrado fundamentalmente en diversos grupos de sustancias, como mediadoras de las mejorías experimentadas. Entre éstas destaca la hipótesis monoaminérgica que sostiene que el ejercicio mejora el estado de ánimo por su efecto sobre las aminas biogénas. En experimentos con animales se ha comprobado que el esfuerzo físico reduce la emocionalidad (Tharp y Carson, 1975) e incrementa los niveles cerebrales de norepinefrina y serotonina (Barchas y Freedman, 1962; Brown y Van Huss, 1973). En humanos, Schwartz y

Kindermann (1990) han mostrado una relación positiva entre las concentraciones plasmáticas de epinefrina y norepinefrina y el nivel de ácido láctico. Estos neurotransmisores participan en la activación del Sistema Nervioso Autónomo, los mecanismos fisiológicos del refuerzo y el sueño y la regulación de los estados de ánimo por lo que las modificaciones de sus niveles inducidas por el ejercicio probablemente desempeñen un importante papel en la repercusión emocional de éste. Una hipótesis que ha alcanzado una amplia divulgación es la hipótesis de las endorfinas (Pargman y Barker, 1980). Estas sustancias intervienen en la transmisión del dolor actuando como analgésicos endógenos. Esta hipótesis se basa en que la concentración de estos neuropéptidos se incrementa cuando el esfuerzo físico supera una determinada intensidad, que algunos autores han identificado con el umbral anaeróbico. De hecho, en mujeres entrenadas se han encontrado incrementos en la secreción de beta-endorfinas (Carr et al., 1981) y se han descrito estados de euforia en sujetos con elevados niveles de beta-endorfinas (Morgan, 1985). Esta hipótesis se ha utilizado principalmente para justificar el fenómeno de la adicción a la actividad física, que se explicaría de forma análoga a la dependencia de los derivados del opio administrados por vía exógena.

Por otra parte, numerosos estudios han mostrado que el ejercicio físico modifica la respuesta fisiológica al estrés. Esta incluye numerosos cambios endocrinos y afecta diversos ejes hormonales, principalmente el hipotálamo-hipófiso-corticosuprarrenal. Se ha sugerido que el incremento de la actividad suprarrenal inducido por la práctica regular de ejercicio físico aumenta las reservas de esteroides disponibles para contrarrestar el estrés, colaborando así a la salud mental. Existen datos que muestran niveles de ACTH y de cortisol en reposo más elevados en deportistas entrenados que en sujetos sedentarios (Sutton et al., 1990), habiéndose descrito estados crónicos de hipercortisolemia en corredores (Sutton y Casey, 1975) y en nadadores de ambos sexos (Kirwan et al., 1988). Esta hipercortisolemia puede entenderse como la consecuencia de una función suprarrenal intensificada o como el efecto de un incremento en la secreción de CRH dependiente de los opiáceos puesto que es neutralizado por antagonistas opiáceos como la naloxona (Petraglia et al., 1987). Por otra parte, la respuesta del cortisol al esfuerzo agudo parece verse menos afectada por el entrenamiento, ya que en todos los estudios se describen incrementos de la cortisolemia postesfuerzo, tanto en sujetos entrenados como en sedentarios (Suay, 1993).

Otro eje hormonal involucrado en la respuesta al estrés y que resulta afectado por el entrenamiento deportivo es el hipotálamo-hipófiso-gonadal. La investigación con animales ha puesto de manifiesto que las ratas entrenadas en una cinta continua mantienen idénticos niveles basales de testosterona y LH que sus congéneres sedentarias, a pesar de lo cual son capaces de correr durante mucho más tiempo y también de alcanzar niveles más bajos de testosteronemia, lo que indica un efecto del entrenamiento sobre la respuesta de este eje al ejercicio (Harkünen et al., 1984). En humanos, se han descrito incrementos de la testosterona tras esfuerzos máximos y submáximos, tanto en sujetos entrenados como en no entrenados, excepto cuando se trata de esfuerzos de larga duración como la maratón o el esquí alpino, que disminuyen la testosteronemia (Suay, 1993). La respuesta de esta hormona al entrenamiento ha sido estudiada sometiendo a sujetos sedentarios a programas de ejercicio físico. Steinacker et al. (1993) han encontrado incrementos tras completar un programa de entrenamiento y Banfi et al. (1993) afirman que el entrenamiento en altitud induce incrementos de los niveles de testosterona. En este sentido se ha propuesto (Fellman et al., 1985) que el entrenamiento intensifica la respuesta androgénica, de manera que los sujetos más entrenados experimentan mayores cambios. Esta afirmación es coherente con la hipótesis relativa a la modificación de la respuesta al estrés derivada del entrenamiento y mediatizada por el almacenamiento de esteroides.

No obstante, en otros estudios se han descrito disminuciones de la testosteronemia tras períodos de entrenamiento (Hackney et al., 1988) así como niveles basales más bajos en deportistas que en sujetos sedentarios (Wheeler et al., 1984; Ayers et al., 1985). La disparidad de los resultados no permite extraer conclusiones definitivas con respecto al efecto del entrenamiento sobre la testosterona, aunque parece claro que el entrenamiento intensivo reduce la testosteronemia en reposo de manera independiente de la LH, efecto que puede deberse a una mayor utilización de la hormona en el músculo o a un deterioro de la secreción testicular, que reflejaría un desequilibrio entre la carga de trabajo y la recuperación.

Buena parte de los efectos de la actividad física crónica sobre variables psicológicas y fisiológicas se han estudiado mediante comparaciones entre deportistas y sujetos sedentarios, equiparando el entrenamiento deportivo a ejercicio físico. Sin embargo, actividad deportiva y actividad física no son sinónimos. El concepto de deporte está caracterizado por tres componentes básicos: la existencia de reglas, la competición y el desarrollo dentro de un marco organizacional. La actividad deportiva incluye la competición y el entrenamiento regular, que puede desembocar en estados patológicos como el síndrome de sobreentrenamiento, cuando la intensidad y/o el volumen resultan excesivos (Fry et al., 1991). El síndrome de sobreentrenamiento o fatiga crónica incluye síntomas muy similares a los de una depresión (Morgan, 1985). Así pues, el ejercicio puede provocar efectos tanto beneficiosos como perjudiciales, en función de la "dosis" empleada (Raglin, 1990) aunque dicha relación no es de carácter lineal, sino que más bien se asemeja a una U-invertida.

En este trabajo nos hemos planteado un doble objetivo: a) estudiar los efectos de la práctica deportiva sobre la salud mental y b) profundizar en los mecanismos subyacentes analizando las variaciones concomitantes de la testosterona y el cortisol a lo largo del período de estudio. Partimos de la hipótesis de que la práctica deportiva a determinada "dosis" (rango medio: que incluye competición pero no una excesiva intensidad y volumen de entrenamiento) favorece el bienestar psicológico de forma duradera, al menos mientras se produce la actividad deportiva. Para comprobarlo, hemos analizado las puntuaciones en ansiedad y en estado de ánimo (indicadores de salud mental) de un grupo de deportistas, controlando el grado de entrenamiento, a lo largo de un período de tiempo (cuatro meses) y las hemos comparado con las obtenidas por sujetos sedentarios (grupo control) equiparados en edad, peso y estatura. En función de lo expuesto anteriormente esperábamos encontrar menores niveles de ansiedad y mejor estado de ánimo en los deportistas que en los sujetos sedentarios. Además, para abordar nuestro segundo objetivo hemos estudiado los niveles basales de testosterona y cortisol durante el período de seguimiento. De acuerdo con las hipótesis expuestas anteriormente, que sugieren que el bienestar psicológico favorecido por ejercicio físico regular se basa en un mecanismo mediado, al menos en parte, por los niveles de testosterona y cortisol esperábamos encontrar niveles hormonales más elevados en los sujetos que regularmente practican deporte que en los que no lo hacen. Estos resultados apoyarían, indirectamente, la contribución de estas hormonas a la mejora en la capacidad de afrontamiento de estrés que ha sido relacionada con el ejercicio físico.

Material y métodos

1. Muestra

Los sujetos deportistas (grupo experimental) fueron seleccionados a partir de una convocatoria difundida en varios gimnasios, firmaron un consentimiento para participar en la investigación y fueron remunerados por ello. Debido principalmente a lesiones, el grupo definitivo

está formado por 9 judokas varones que participaban en competiciones y con un entrenamiento diario promedio de 2.5 horas, no sujetos a situaciones de exceso de entrenamiento. Su nivel técnico era el siguiente: cinturón marrón (N=3), cinturón negro 1^{er} Dan (N=3) y cinturón negro 2^o Dan (N=3). Su tiempo de práctica del judo oscilaba entre 3 años y medio y 12 años. La edad media es de 19 ± 2.78 años, el peso corporal medio de 70.33 ± 12.38 kg y la estatura media de 174.33 ± 11.03 cm. El grupo control (sedentarios) está compuesto por 9 varones no deportistas, con una edad media de 20.93 ± 1.92 años, que no practicaban ningún deporte ni ejercicio físico de forma regular. Fue solicitada su participación voluntaria entre los alumnos de 2^o curso de la Facultad de Psicología y de 3^o de BUP de un instituto de enseñanzas medias. En cuanto a las características físicas, su peso medio era de 69 ± 5.60 y su estatura de 173.67 ± 5.68 cm.

2. Procedimiento

Este estudio forma parte de una investigación más amplia. Aquí nos centraremos en el seguimiento realizado a lo largo de cuatro meses de ambos grupos, comparando las puntuaciones en los indicadores de salud mental obtenidas simultáneamente a la toma de muestras para las determinaciones hormonales en situación basal. Cada quince días tenían lugar las sesiones periódicas (SP) en las que se tomaban dos muestras de saliva (con un intervalo aproximado de 30-40 minutos entre las tomas) y se aplicaban los tests psicológicos. Las SP se realizaban los viernes y/o sábados en un aula de la Facultad de Psicología, entre las 9:30 y las 11:30 horas y tuvieron lugar entre el 7 de marzo y el 25 de junio de 1991.

Además, se realizaron unas evaluaciones de la condición física de los deportistas antes y después del período de estudio, durante el cual participaron en diversas competiciones.

3. Determinaciones hormonales

Al inicio del estudio se dió a los sujetos unas instrucciones generales para facilitar la toma de muestras que incluían: desayuno como mínimo media hora antes de la salivación, no ingestión de café, tabaco, alcohol o medicamentos y evitar un cepillado enérgico de los dientes. En las SP se recordaban las normas y se dieron otras específicas para la recogida de muestras. Se estimuló la salivación mediante agua con ácido cítrico, que los sujetos ingerían 5 minutos antes de iniciar la toma. Se recogió un volumen mínimo de 2,5 ml directamente sobre un tubo de ensayo de plástico (Unitek[®]). Las muestras fueron congeladas y almacenadas hasta el momento de su análisis.

Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Hormonas del Hospital de La Fe (València). Todas las muestras de cada sujeto se incluyeron en el mismo kit. El análisis de la testosterona se realizó mediante un kit comercial para sangre y saliva IMMUCHEM (Direct ¹²⁵I Testosterone. INC), después de una fase previa de extracción con éter. Los coeficientes intra e interensayo fueron 5.7 y 6.2% respectivamente. Las determinaciones de cortisol se realizaron mediante el kit Orion Diagnostica y los coeficientes de variación intra e interensayo fueron 2.2 y 8.2%, respectivamente.

4. Tests psicológicos

En cada SP se administraron los siguientes cuestionarios: STAI-E (Spielberger, Gorsuch y Lushene, 1982), POMS (McNair, Lorr y Dopperman, 1971), un cuestionario sobre aconteci-

mientos estresantes ocurridos en los quince días entre sesiones y otro sobre cambios en los hábitos de vida (sueño, alimentación, etc.). El POMS fue administrado en relación a la quincena anterior a la aplicación (POMS-Quincenal). En la primera SP todos los sujetos (deportistas y sedentarios) cumplieron una batería de tests y un cuestionario sobre datos generales: edad, sexo, estado civil, estudios, clase social y cantidad aproximada de ingresos familiares mensuales. También se obtuvo información acerca de enfermedades padecidas, consumo de medicamentos u otras sustancias, práctica deportiva habitual y participación en competiciones. El grupo de deportistas contestaba aparte un cuestionario más completo sobre las características y hábitos de entrenamiento.

5. Tratamiento estadístico

Los datos hormonales han sido transformados logarítmicamente y se han empleado ANOVAS de medidas repetidas con uno o dos factores según los casos. Se han utilizado los tests de Lilliefors y de Barlett para el estudio de la normalidad y la homocedasticidad, respectivamente. Todos estos análisis se han efectuado con el paquete estadístico SYSTAT 5.0.

Resultados

No existen diferencias significativas entre ambos grupos en edad ($t=-1.019$; $p<0.325$), estatura ($t=0.042$; $p<0.967$) y peso ($t=0.256$; $p<0.801$), características éstas que podrían introducir influencias en las variables estudiadas. A continuación se presentan los resultados de los Anovas de medidas repetidas con el factor grupo sobre las puntuaciones en los cuestionarios. Posteriormente los resultados de los ANOVAS de medidas repetidas con dos factores (grupo y momento de recogida de la muestra) aplicados a los valores hormonales. Finalmente las relaciones entre los indicadores del bienestar psicológico y los niveles endocrinos.

1. Evolución de los indicadores de bienestar psicológico a través del período estudiado

Las puntuaciones medias en el POMS oscilan entre 106.7-181.1 para el grupo control y entre 87.8-138 para el de deportistas. El nivel medio para deportistas de Élite está estimado entre 73 y 152.

El Anova de medidas repetidas muestra un efecto significativo del factor grupo ($F_{1,10}=6.018$; $p<0.03$) sobre las puntuaciones en el STAI-E. En cambio, no se registran efectos significativos ni de la sesión ni de la interacción grupo x sesión. Las puntuaciones en ansiedad del grupo control son superiores a las del grupo de deportistas en todas las sesiones periódicas (Figura 1).

En relación al POMS, el factor grupo tiene un efecto significativo sobre la puntuación total ($F_{1,10}=18.996$; $p<0.01$) y sobre las subescalas de Tensión ($F_{1,10}=10.864$; $p<0.008$), Hostilidad ($F_{1,10}=6.102$; $p<0.03$), Fatiga ($F_{1,11}=9.68$; $p<0.01$) y Confusión ($F_{1,10}=11.95$; $p<0.006$). El factor sesión sólo es significativo en la escala de Tensión ($F_{6,60}=2.603$; $p<0.03$). En ningún caso existe un efecto significativo de la interacción.

En la Figura 2 se puede observar que los no deportistas tienen puntuaciones superiores a los deportistas en todas las subescalas (a excepción de la de vigor) y en la puntuación total, indicando que los primeros tienen un peor estado de ánimo. En vigor y a pesar de que parten

de niveles iniciales superiores el grupo control obtiene menores puntuaciones que el grupo de deportistas a partir de la SP4. Sin embargo, el efecto de esta interacción no es estadísticamente significativo.

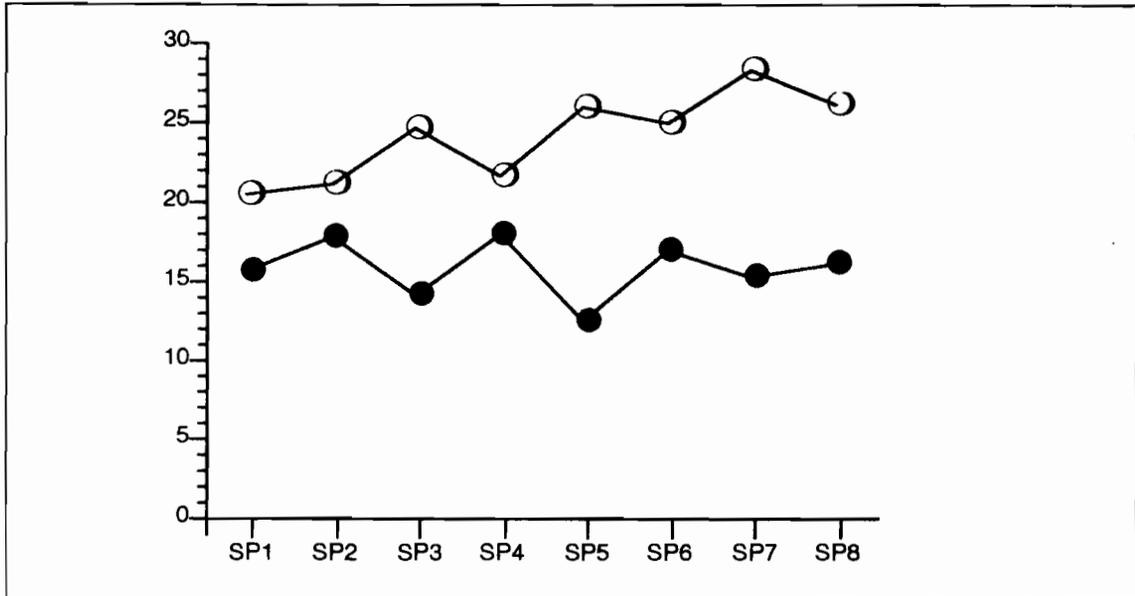


FIGURA 1: Puntuaciones en el STAI-Estado del Grupo Experimental (- -) y del Grupo Control (-) a lo largo del período estudiado

2. Niveles hormonales basales a lo largo del período de estudio

Los niveles de testosterona salivar de la muestra (ambos grupos) oscilan entre 91.55 y 290.77 pmol/l mientras que los de cortisol oscilan entre 4.17 y 15.13 nmol/l. Los valores de testosterona están en la línea de los obtenidos anteriormente en una muestra de similares características (González-Bono, 1993), aunque se encuentran por debajo de los descritos en la literatura, que oscilan entre 229 y 577 pmol/l (Christiansen y Knussmann, 1987; Hellhammer et al., 1985; Dabbs et al., 1991; López Calbet et al., 1993). Los valores de cortisol están dentro de los límites descritos en la literatura, 14.32±9.1 nmol/l (Kirschbaum y Hellhammer, 1992) y en una muestra equiparable a la de este estudio (González-Bono, 1993).

El ANOVA de medidas repetidas (8 x 2 x 2) muestra un efecto significativo del grupo ($F_{1,32}=4.905$; $p<0.034$) y de la sesión ($F_{7,224}=3.982$; $p<0.000$) sobre los niveles de testosterona. En concreto, los niveles androgénicos son mayores en el grupo de deportistas que en el de sedentarios. Se ha encontrado un efecto significativo del grupo ($F_{1,32}=21.499$; $p<0.000$), de la sesión ($F_{7,224}=2.430$; $p<0.02$) y del momento ($F_{1,32}=15.352$; $p<0.000$) sobre los niveles de cortisol. A lo largo de todo el período estudiado el grupo de deportistas presenta niveles de cortisol más elevados que el grupo control (Ver figura 3).

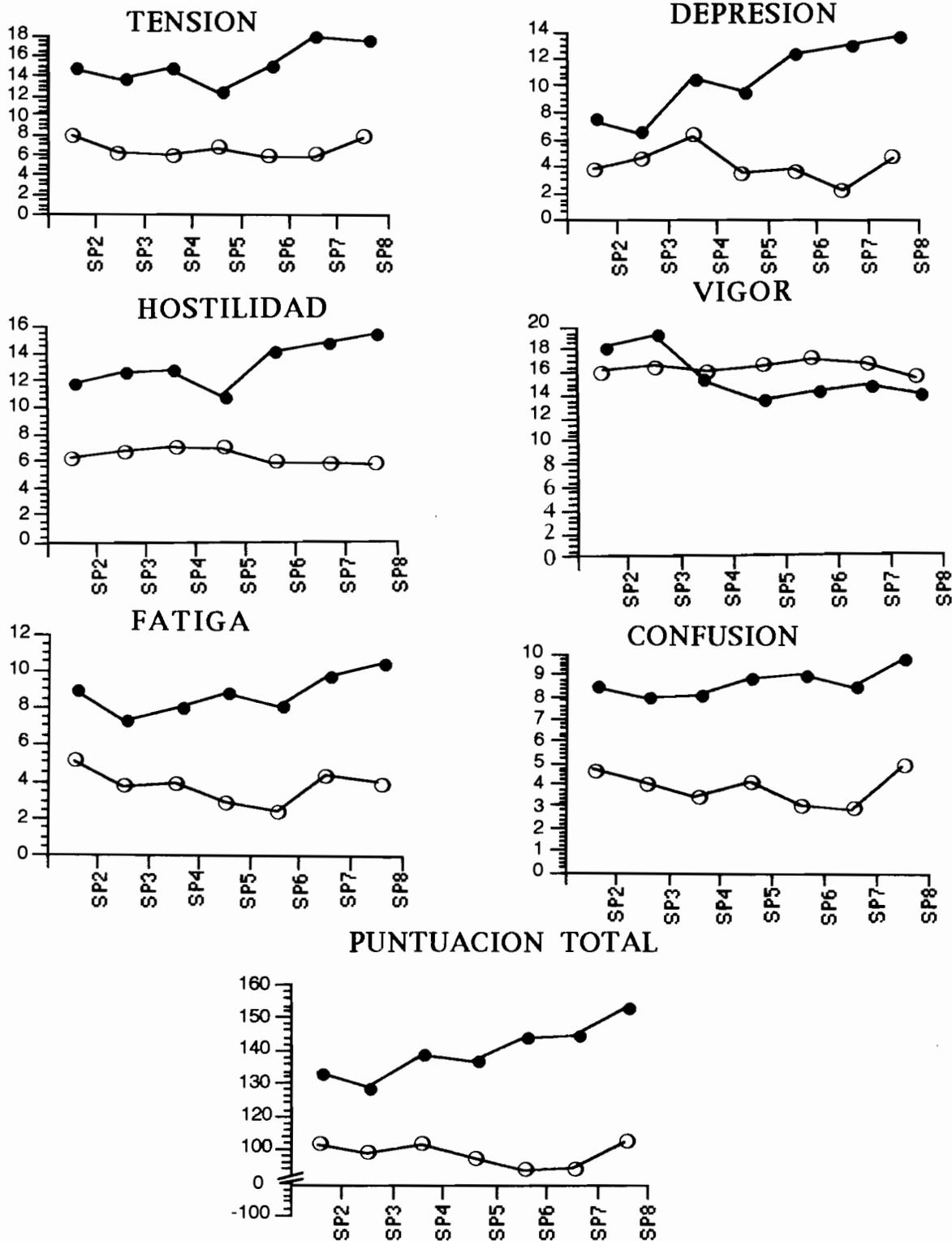


FIGURA 2: Puntuaciones en el POMS-Quincenal: comparación entre el Grupo Experimental (---) y el Grupo Control (-o-)

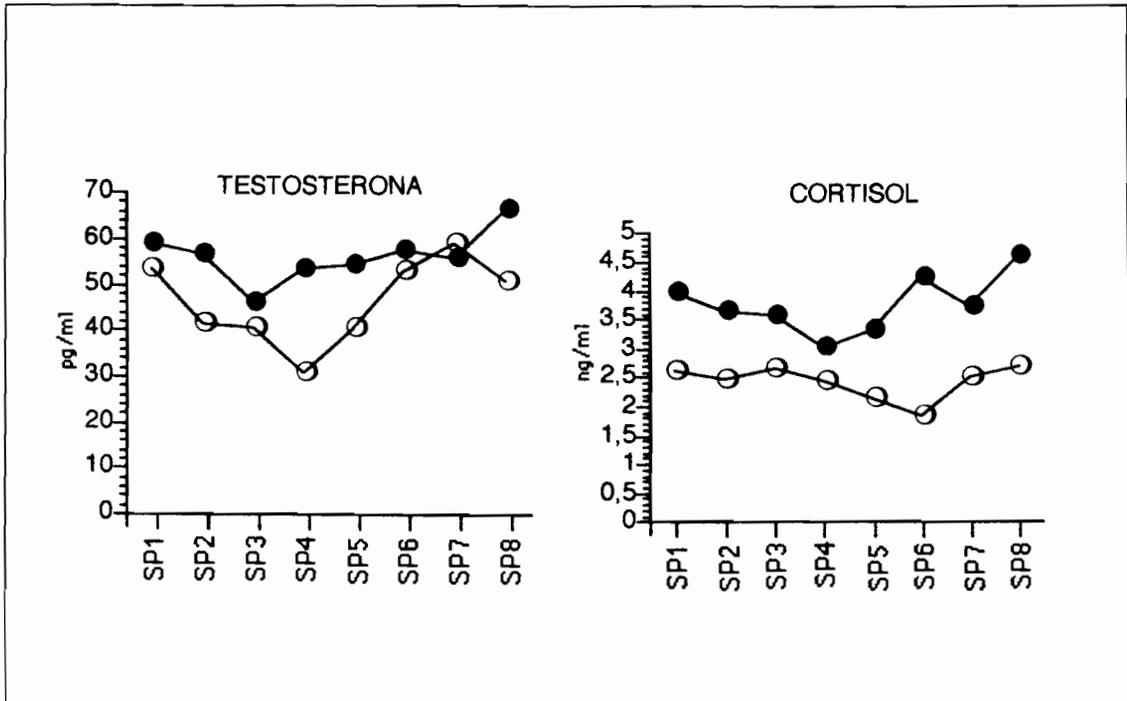


FIGURA 3: Evolución de los niveles de testosterona y cortisol del Grupo Experimental (---) y del Grupo Control (—) a lo largo del período estudiado

3. Relaciones entre los niveles hormonales y los indicadores de bienestar psicológico

Las correlaciones entre las puntuaciones en los cuestionarios y las medias de los niveles hormonales en cada sesión se presentan en las Tablas 1, 2 y 3.

Se observan correlaciones, siempre negativas, de los niveles de testosterona con la ansiedad-estado que llegan a ser significativas en cuatro de las ocho sesiones. Las correlaciones con las distintas subescalas y la puntuación total del POMS son siempre de carácter negativo, excepto con la subescala de Vigor. Por el contrario, el cortisol sólo muestra una correlación significativa y de carácter negativo con la ansiedad-estado, en la última SP. El número de correlaciones significativas del cortisol con el POMS es menor que en el caso de la testosterona aunque son también negativas con la puntuación total y las subescalas que reflejan afectividad negativa. Únicamente en la última SP aparece una correlación positiva y significativa con el Vigor.

También se ha correlacionado las medias de las puntuaciones de los cuestionarios con las medias de los niveles hormonales de cada sujeto a lo largo del período estudiado. La testosterona correlaciona negativa y significativamente con la ansiedad-estado ($r=-0.62$; $p<0.006$), la puntuación total del POMS ($r=-0.70$; $p<0.001$) y las subescalas de tensión ($r=-0.60$; $p<0.009$), depresión ($r=-0.67$; $p<0.003$), hostilidad ($r=-0.60$; $p<0.009$), fatiga ($r=-0.68$; $p<0.002$) y confusión ($r=-0.65$; $p<0.004$). Sin embargo, el cortisol no presenta ninguna correlación significativa con ninguno de los indicadores de salud mental.

TABLA 1: Valores de la correlaciones (*r* de Spearman) entre los niveles hormonales y las puntuaciones del STAI-E para toda la muestra.

	TESTOSTERONA	CORTISOL
SP1	-0.612 •	0.036
SP2	-0.251	-0.082
SP3	-0.108	0.018
SP4	-0.418*	-0.017
SP5	-0.226	-0.264
SP6	-0.384	-0.382
SP7	-0.714 •	-0.109
SP8	-0.710 •	-0.584†
* p < 0.05	† p < 0.01	• p < 0.005

TABLA 2: Valores de la correlaciones (*r* de Spearman) entre los niveles de testosterona y las puntuaciones del POMS-Quincenal, para toda la muestra

	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8
Tensión	-0.37	-0.30	-0.75•	-0.15	-0.35	-0.36	-0.51**
Hostilidad	-0.56*	-0.40	-0.49**	-0.08	-0.28	-0.07	-0.74•
Fatiga	-0.43*	-0.43*	-0.55**	-0.27	-0.32	-0.51**	-0.62†
Depresión	-0.43*	-0.46*	-0.56**	-0.39	-0.42	-0.32	-0.63†
Vigor	0.10	0.18	-0.25	0.28	0.01	-0.05	0.25
Confusión	-0.44*	-0.41	-0.73•	-0.16	-0.36	-0.42	-0.68•
TOTAL	-0.62†	-0.51**	-0.64†	-0.29	-0.33	-0.31	-0.75•
* p < 0.05	** p < 0.025	†p < 0.01	• p < 0.005				

TABLA 3: Valores de la correlaciones (*r* de Spearman) entre los niveles de cortisol y las puntuaciones del POMS-Quincenal, para toda la muestra

	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	SP7	SP8
Tensión	-0.00	-0.23	-0.17	-0.17	-0.47*	-0.03	-0.24
Hostilidad	-0.49**	-0.11	-0.04	-0.00	-0.51**	-0.00	-0.48*
Fatiga	-0.02	-0.46*	-0.21	-0.26	-0.36	-0.13	-0.43*
Depresión	-0.06	-0.16	-0.09	-0.24	-0.45*	0.00	-0.39
Vigor	0.26	0.31	-0.03	-0.35	0.16	0.18	0.57**
Confusión	-0.18	-0.36	-0.02	-0.19	-0.30	0.03	-0.43*
TOTAL	-0.17	-0.37	-0.14	-0.27	-0.54**	0.12	-0.58**
* p < 0.05	** p < 0.025						

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que tal y como se había predicho los deportistas presentan una ansiedad más baja y mejor estado de ánimo (puntuaciones más bajas en el POMS) que los sedentarios. Esto coincide con la literatura revisada anteriormente que sugiere que el ejercicio físico tiene un papel reductor de ansiedad y preventivo de alteraciones psicológicas en sujetos normales (Raglin, 1990). Nuestros resultados extienden estos efectos a deportistas que compiten y que entrenan regularmente pero sin detectarse niveles excesivos que podrían producir sobreentrenamiento. Esto coincide con los resultados obtenidos en nadadores por Morgan et al. (1987, 1988), que constata cómo la mejora psicológica es dependiente de momentos concretos de la temporada relacionados con la intensidad de competiciones y entrenamientos. Es decir, este efecto positivo en deportistas puede ser transitoriamente invertido.

En relación a los niveles hormonales nuestros resultados muestran mayor cortisolemia y testosteronemia en los deportistas que en los sedentarios.

En el caso de la testosterona, hemos encontrado que los deportistas tienen niveles basales más elevados que los sujetos del grupo control, lo que resulta coherente con la hipótesis formulada. El efecto del entrenamiento sobre la testosterona parece ser dependiente de la intensidad y duración del mismo. Como se ha señalado anteriormente, entrenamientos de alta intensidad disminuyen los niveles de esta hormona, pero es posible encontrar incrementos tras entrenamientos menos intensos y de mayor duración (Hakkinen et al., 1988). En nuestro caso, los judokas que forman la muestra de este estudio llevan más de tres años entrenando y lo hacen en sesiones largas. Con respecto a la relación entre la testosterona y las variables psicológicas, se observa que todas las correlaciones significativas son negativas. Para entender esta relación hay que considerar que las variables psicológicas medidas son de carácter negativo (ansiedad, tensión, fatiga, depresión, hostilidad, confusión). Por tanto estos resultados sugieren un papel de esta hormona como indicador de salud mental, que ya ha sido mencionado anteriormente, al encontrar correlaciones de los niveles de testosterona con mejoría en pacientes psiquiátricos (Kling et al., 1973) y con las puntuaciones en la escala de Vigor del POMS (Tanaka et al., 1989; Salvador et al., 1991). Este último resultado no ha sido confirmado en esta ocasión.

También los niveles de cortisol son más altos en el grupo de deportistas, lo que, por una parte, coincide con el hipercortisolismo referido en algunos estudios (Lindholm et al., 1993; Hèkkinen et al., 1989; Tegelman et al., 1990), pero parece contradictorio con el hecho de que los niveles de ansiedad de estos sujetos son menores. En nuestro estudio los deportistas muestran menores niveles de ansiedad a la vez que una mayor cortisolemia que los sujetos sedentarios, indicando una disociación entre un autoinforme de ansiedad (el STAI) y una medida fisiológica que ha sido frecuentemente interpretada como correlato de la ansiedad. Esta disociación ya ha sido descrita en otros estudios. Vivoli et al. (1993), en una muestra de camioneros, concluyen que los patrones de cortisol no se ven afectados por el estrés relacionado con la conducción; Hoehn-Saric et al. (1991) no encontraron diferencias en cortisol entre pacientes con trastornos de ansiedad generalizada y controles, mientras que Kahn et al. (1992) no encuentran ninguna correlación entre ansiedad-estado y niveles de cortisol. En nuestro estudio esta disociación puede ser explicada considerando el papel fisiológico del cortisol en la adaptación a las cargas de entrenamiento. Las concentraciones salivares que se estudian aquí han sido obtenidas en reposo, de manera que estos datos estiman el perfil hormonal de los sujetos. En línea con la hipótesis formulada anteriormente, podemos entender la hipercortisolemia observada en los deportistas como una adaptación de su organismo al entrenamiento, que les permite afrontar mejor el estrés producido por éste, aumentando sus reservas hormonales.

En conclusión, los resultados obtenidos indican que la actividad deportiva ejerce un efecto positivo sobre la salud mental e incrementa los niveles basales de testosterona y cortisol. Aparentemente, la testosterona está relacionada negativamente con los indicadores de malestar psicológico (ansiedad y estados de ánimo negativos), mientras que el cortisol está disociado de éstos, por lo que la hipercortisolemia observada en los deportistas podría interpretarse más bien como una adaptación fisiológica al entrenamiento.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento al Dr. Pascual Bolufer por su asesoramiento, sugerencias y apoyo en los aspectos técnicos de la determinación hormonal realizada en este estudio.

* Este estudio forma parte de una investigación financiada por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT DEP 90/874).

Referencias

- Ayers, J.W.T.; Komesu, V.; Romani, T. y Ansbacher, R. (1985). Anthropomorphic, hormonal, and psychological correlates of semen quality in endurance-trained male athletes. *Fertility and Sterility*, 43, 197-921.
- Bahrke, M.S. y Morgan, W.P. (1978). Anxiety reduction following exercise and meditation. *Cognitive Therapy and Research*, 2, 223-333.
- Banfi, G.; Marinelli, M.; Roi, G.S. y Agape, V. (1993). Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a season of elite speed skating athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 14, 373-379.
- Barchas, J. y Freedman, D. (1962). Brain amines response to physiological stress. *Biochemical Pharmacology*, 12, 1232-1235.
- Berger, B.G. (1987). Stress levels in swimmers. En W.P. Morgan y S.E. Goldston (Eds.), *Exercise and mental health*. Washington: Hemisphere Publ. Corporation.
- Berlin, J.A. y Colditz, G.A. (1990). A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease. *American Journal of Epidemiology*, 132, 612-628.
- Bouchard, C.; Shephard, R.J.; Stephens, T.; Sutton, J.R. y Mcpherson, B.D. (1990). Exercise, fitness and health: the consensus statement. En C. Bouchard, R.J. Shephard, T. Stephens, J.R. Sutton y B.D. Mcpherson(Ed.), *Exercise, fitness and health* (pp. 3-28). Illinois: Human Kinetics Publ.
- Brown, D.R. (1990). Exercise, fitness and mental health. En C. Bouchard, R.J. Shephard, T. Stephens, J.R. Sutton y B.D. Mcpherson(Ed.), *Exercise, fitness and health* (pp. 608-626). Illinois: Human Kinetics Publ.
- Brown, B.S. y Van Huss, W.D. (1973). Exercise and Brain catecholamines. *Journal of Applied Physiology*, 34, 664-669.
- Carr, D.B.; Buller, B.A.; Skrinar G.S.; Arnold, M.A.; Rosenblat, M.; Beitins, R.; Martin, J.B. y McArthur, J.W. (1981). Physical conditioning facilitates the exercise-induced secretion of beta-endorphins and beta-lipotropin in women. *New England Journal of Medicine*, 305, 660-662.
- Christiansen, K. y Knussmann, R. (1987). Sex hormones and cognitive functioning in men. *Neuropsychobiology*, 18, 27-36
- Dabbs, J.M.; Jurkovic, G.J. y Frady, R.L. (1991). Salivary testosterone and cortisol among late adolescent male offenders. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 19 (4), 469-478.
- Fellman, N.; Coudert, J.; Jarrige, J.F.; Bedu, M.; Denis, C.; Boucher, D. y Lacour, J.R. (1985). Effects of endurance training on the androgenic response to exercise in man. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 215-219.
- Folkins, C.H. (1976). Effects of physical training on mood. *Journal of Clinical Psychology*, 32, 385-388.
- Fry, R.W.; Morton, A.R. y Keast, D. (1991). Overtraining in athletes. An update. *Sports Medicine*, 12 (1), 32-65.
- Gonzalez Bono, E. (1993). Variables hormonales y competición deportiva. Tesis de Licenciatura. Universitat de València.
- Hackney, A.C.; Dolny D.G. y Ness, R.J. (1988). Comparison of resting reproductive hormonal profiles in select athletic groups. *Biology of Sports*, 4, 200-204.
- Hakkinen, K.; Pakarinen, A.; Alen, M.; Kauhanen, H. y Komi, P.V. (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *Journal of Applied Physiology*, 65, 2406-2412.
- Hakkinen, K.; Keskinen, K.L.; Allen, M.; Komi, P.V. y Kauhanen, H. (1989). Serum hormone concentrations during prolonged training in elite endurance trained and strength trained athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 59, 233-238.
- Harkonen, M.; Kuoppasalmi, K.; Naveri, H.; Tikkanen, H.; Icen, A.; Adlercreutz, H. y Karvonen, J. (1984). Biochemical indicators in diagnosis of overstrain condition in athletes. *Sports Medicine and Exercise Science*.

- Proceedings of The Olympic Scientific Congress, Oregon, USA.
- Hellhammer, D.H.; Hubert, W. y Schürmeyer, T. (1985). Changes in saliva testosterone after psychological stimulation in men. *Psychoneuroendocrinology*, 10 (1), 77-81.
- Hoehn-Saric, R.; McLeod, D.R.; Lee, Y.B. y Zimmerli, W.D. (1991). Cortisol levels in generalised anxiety disorder. *Psychiatry Research*, 38 (3), 313-315.
- Kahn, J.P., Michaud, C.; De Calance, N.; Laxenaire, M.; Mejean, L. y Burlet, C. (1992). Applications of salivary cortisol determinations to Psychiatric and stress research: stress responses in students during academic examinations. En C. Kirschbaum, G.F. Read y D.H. Hellhammer (Eds.), *Assesment of hormones and drugs in saliva in biobehavioral research*. (pp 111-128). Seattle: Hogrefe and Huber Publ.
- Kirwan, J.P.; Costill, D.L.; Flynn, M.G.; Mitchell, J.B.; Fink, W.J.; Neuffer, P.D. y Houmard, J.A. (1988). Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 20 (3), 255-259.
- Kling, A.; Kedenburg, D. y Kedenburg, N. (1973). An ethological-endocrine study in a patient group. *APA Annual Meeting*. Hawaii.
- Lindholm, C.; Hirschberg, A.L.; Carlstrom, K. y Schoultz, B. (1993). Hormone anabolic/catabolic balance in female endurance athletes. *Gynecologic and Obstetric Investigation*, 36 (3), 176-180.
- López Calbet, J.A.; Navarro, M.A.; Barbany, J.R.; García Manso, J.; Bonnin, M.R. y Valero, J. (1993). Salivary Steroid changes and physical performance in highly trained cyclists. *International Journal of Sports Medicine*, 14, 11-117.
- McNair, D.M.; Lorr, M. y Droppleman, L.F. (Eds.) (1971). *How to use the Profile of Mood States (POMS) in clinical evaluations*. Educational and Industrial Testing Service. San Diego.
- Morgan, W.P. (1985). Affective beneficence of vigorous physical activity. *Medicine and Science in Sports and Medicine*, 17 (1), 94-100.
- Morgan, W.P., Brown, D.R.; Raglin, J.S.; O'Connor, P.J. y Ellickson, K.A. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports Medicine*, 21, 107-114.
- Morgan, W.P.; Costill, D.L.; Flynn, M.G.; Raglin, J.S. y O'Connor, P.J. (1988). Mood disturbances following increased training in swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 408-414.
- Pargman, D. y Baker, M.C. (1980). Running high: enkepalin indicted. *Journal of Drug Issues*, 10, 341-349.
- Petraglia, F.; Sutton, S.; Vale W.; y Plotsky, P. (1987). CRF decreases plasma LH levels in female rats by inhibiting gonadotropin-releasing hormone release into hypophyseal portal circulation. *Endocrinology*, 120, 1083-1088.
- Petruzello, S.J.; Landers, D.M.; Hatfield, B.D.; Kubitz, K.A. y Salazar, W. (1991). A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. *Sports Medicine*, 11 (3), 143-182.
- Plante, T.G. y Rodin, J. (1990). Physical fitness and enhanced psychological health. *Current Psychology: Research and Reviews*, 9, 3-24.
- Raglin, J.S. (1990). Exercise and mental health. Beneficial and detrimental effects. *Sports Medicine*, 9 (6), 323-329.
- Salvador, A.; Martínez, S.; Suay, F.; Borrás, J.J.; Pérez, M. y Montoro, J.B. (1991). Relationship between testosterone and psychological mood states. II *Congrés Mundial del COI de Ciències de l'Esport*. Barcelona.
- Schwartz, L. y Kindermann, W. (1990). Beta-endorphin, adrenocorticotrophic hormone, testosterone and catecholamines during aerobic and anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 61, 165-171.
- Spielberger, C.D.; Gorsuch, R.L. y Lushene, R.E. (1970). *Manual for the State-testosteronarait Anxiety Inventory*. Consulting Psychologists Press. Palo Alto.
- Steinacker, J.M.; Laske, R.; Hetzel, W.D.; Lormes, W.; Liu, Y. y Stauch, M. (1993). Metabolic and hormonal reactions during training in junior oarsmen. *International Journal of Sports Medicine*, 14, 24-28.
- Suay, F. (1993). *Respuestas hormonales a la agresión competitiva en seres humanos*. Tesis Doctoral. Universitat de València.
- Sutton, J.R. (1990). Exercise and environment. En C. Bouchard, R.J. Shephard, T. Stephens, J.R. Sutton y B.D. Mcpherson(Ed.), *Exercise, fitness and health* (pp. 165-178). Illinois: Human Kinetics Publ.
- Sutton, J.R. y Casey, J.H. (1975). The adrenocortical response to competitive athletics in veteran athletes. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 40, 1, 135-138.
- Tanaka, H.; Yamamoto, K.; Imamura, e.; Yamauchi, M.; Tanaka, M.; Yamura, O.; Inui, M. y Shindo, M. (1989). Relationship between plasma testosterone levels and psychological mood states or aptitudes in sportmen. *First IOC World Congress on Sport Sciences*, 3, 438-439.
- Tegelman, R.; Johansson, C.; Hemmingsson, P.; Eklof, R.; Carlstrom, K. y Pusett, A. (1990). Endogenous anabolic and catabolic steroid hormones in male and female athletes during off season. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 103-106.
- Tharp, G.D. y Carson, W.H. (1975). Emotionally changes in rats following chronic exercise. *Medicine Sciences in Sports*, 7, 123-126.
- Vivoli, G.; Bergomi, M.; Rovesti, S.; Carrozzi, G.; Vezzosi, A. (1993). Biochemical and haemodynamic indicators of stress in truck drivers. Special issue: psychophysiological measures in transport operations. *Ergonomics*, 36 (9), 1089-1097.
- Weyerer, S. y Kupfer, B. (1994). Exercise and psychological health. *Sports Medicine*, 17 (2), 108-116.
- Wheeler, G.D.; Wall, S.R.; Belcastro, A.N. y Cumming, D.C. (1984). Reduced serum testosterone and prolactin levels in male distance runners. *Journal of the American Medical Association*, 252, 514-516.