

# TESTOSTERONA, DEHIDROEPIANDROSTERONA Y ANDROSTENDIONA EN MUJERES ATLETAS DE COMPETICIÓN

## TESTOSTERONE, DEHIDROEPIANDROSTERONE AND ANDROSTENDIONE IN WOMEN COMPETITION ATHLETES

### RESUMEN

Se ha descrito, que con cierta frecuencia aparece en mujeres atletas de competición, modificaciones del ciclo menstrual, como puede ser la amenorrea, oligomenorrea o ciclos anovuladores. Posiblemente estas alteraciones se producen por las modificaciones hormonales que induce el ejercicio físico, sobre el eje neuroendocrino, aunque además pueden influir factores físicos, psíquicos, e incluso dietéticos.

Se ha estudiado una muestra constituida por 92 atletas de la comunidad de Castilla y León, con un tiempo mínimo dedicado a la actividad deportiva de 5 años, clasificándolas en función del nivel de esfuerzo. El objeto principal de este estudio era el de observar si se producían diferencias en los niveles hormonales de testosterona total, testosterona libre, dehidroepiandrosterona y androstendiona. Se utilizó una muestra de 29 no atletas que no realizaban ningún tipo de ejercicio físico o deporte. Las determinaciones hormonales se realizaron por radioinmunoensayo.

Se ha observado que la testosterona libre presenta valores más elevados en las atletas que hacían ejercicio aeróbico, mientras que las que pertenecían a los grupos anaeróbico láctico y anaeróbico aláctico eran similares. El grupo control presentó valores inferiores a los grupos anteriormente citados.  $P = 0,0106$ . La testosterona total en el grupo aeróbico y anaeróbico láctico presenta valores menores que las atletas encuadradas en los grupos anaeróbico aláctico.  $P = 0,0039$ . Con relación a los precursores de la testosterona y la androstendiona, presentó valores más elevados en el anaeróbico aláctico, seguido del aeróbico y anaeróbico láctico, valores dentro de los límites normales pero en concentraciones altas, siendo superiores al del grupo control.  $P = 0,0001$ . La dehidroepiandrosterona se encuentra más elevada en el grupo anaeróbico aláctico aunque similares a los del aeróbico y anaeróbico láctico. Los del grupo control son inferiores a los anteriores.  $P = 0,0001$ .

**Palabras Clave:** Testosterona. Dehidroepiandrosterona. Androstendiona. Atletas de competición.

### SUMMARY

It has been observed that modifications in the menstrual cycle such as amenorrhoea, oligomenorrhoea or anovulatory cycles appear with certain frequency in female competition athletes. These alterations may be produced by hormone modifications brought about by physical exercise on the neuro-endocrine axis, although physical, psychic and even dietary factors may have an influence.

A sample consisting of 92 athletes from the Community of Castilla and León was studied; participants had been involved in their sport for at least five years. Subjects were classified according to their level of effort. The principal objective of the study was to observe whether differences in hormonal levels for total testosterone, free testosterone, dehydro-epiandrosterone and androstendione were produced. A sample of 29 non-athletes who were not involved in any sport or physical training was used. Amenorrhoea was present in both the sample under study and the control group. Hormone determination was carried out using radioimmunoassay.

It was observed that free testosterone showed higher values in the athletes who performed aerobic exercise, whilst values for athletes belonging to the lactic anaerobic and alactic anaerobic groups were similar. The control group showed lower values than the aforementioned groups. Total testosterone in the lactic aerobic and anaerobic groups presented values that were lower than the athletes in the alactic anaerobic and control groups.

With reference to the precursors of testosterone, androstendione showed higher values in the alactic anaerobic group, followed by the alactic aerobic and anaerobic groups. These values were within normal limits although in high concentration and higher than the control group's values. Dehydro-epiandrosterone was found to be higher in the alactic anaerobic group, although similar to that of the lactic aerobic and anaerobic groups. Levels in the control group were lower than the above.

**Key words:** testosterone, dehydroepiandrosterone, androstendione, competition athletes.

Eduardo Díez\*,  
Silvia García\*\*,  
Luz M. Rodríguez\*,  
Carlos Moreno\*,  
Ángel García-Iglesias\*\*\*

\* Servicio de Educación Física, Universidad de Salamanca.  
\*\* Facultad de Farmacia, Universidad de Salamanca.  
\*\*\* Facultad de Medicina, Universidad de Salamanca.

### CORRESPONDENCIA:

Servicio de Educación Física y Deportes de la Universidad de Salamanca. Plaza de San Bartolomé, 1. 37008 Salamanca.

Aceptado:  
13.02.02

## INTRODUCCIÓN

El nivel alcanzado por la mujer en el deporte, ha llevado a que cada vez con mayor frecuencia, aparecen publicaciones que hacen referencia a los cambios hormonales que se producen en el sistema endocrino de las atletas de competición<sup>(1,2)</sup>.

Parece ser que existe una relación, entre el nivel de esfuerzo y los valores hormonales en plasma de las atletas, dando lugar a la aparición de alteraciones menstruales, tales como amenorrea, oligomenorrea, e hipomenorrea<sup>(3,4)</sup>. Un sistema hormonal afectado por el ejercicio físico, es el que corresponde a la esfera genital, posiblemente la secreción de andrógenos (testosterona, dehidroepiandrosterona y androstendiona) estimulada por el ejercicio físico, inhiba el eje hipotálamo-hipófisis-ovario<sup>(5)</sup>. La causa específica de estas alteraciones hormonales, es difícil de determinar, pues posiblemente el equilibrio endocrino, que regula la función reproductora podría estar afectado además por factores físicos y psíquicos<sup>(6)</sup>.

Esta variedad de criterio ha llevado a que se realicen determinaciones hormonales en atletas<sup>(7, 8, 9)</sup> que practican distintos tipos de esfuerzos e incluso trabajos experimentales en distintos modelos animales<sup>(10,11,12)</sup>, que han permitido valorar la respuesta hormonal de los andrógenos ante el ejercicio físico.

Desde los estudios de Seyle<sup>(13)</sup>, que se ocuparon de los cambios adaptativos en el sistema reproductor, inducidos por el ejercicio y más recientemente los de Feicht<sup>(14)</sup>, se ha discutido mucho, sobre la frecuencia real etiopatogénica, sensibilidad y posibles complicaciones de los trastornos del ciclo menstrual que acompaña a la práctica deportiva en la mujer.

Nuestro objetivo es conocer las modificaciones en la testosterona y de sus precursores, androstendiona y dehidroepiandrosterona en atletas de competición, según el tipo de ejercicio físico que realizan.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Diseño del plan de investigación.

La muestra objeto de estudio estaba formada por 121 mujeres, todas ellas pertenecientes a la Comunidad

de Castilla y León, y que presentaban amenorrea secundaria, con una media de edad, de 18,11 años. Veintinueve de ellas se utilizaron como Grupo control, pues no realizaban ejercicio físico, ni lo habían realizado en los últimos años, de edades similares a la matriz objeto de estudio, mientras que las 92 restantes eran atletas que se eligieron en función de la modalidad deportiva que practicaban (fondo, medio fondo, velocidad y saltos). Todas las atletas debían entrenar al menos tres días por semana, con un tiempo mínimo de tres horas. El tiempo de práctica del atletismo debería estar comprendido entre uno y cinco años.

El criterio de selección de las atletas para asignarlas a un determinado grupo se estableció por el Consumo Máximo de Oxígeno ( $VO_2$  máx.) y la relación de este con el esfuerzo realizado. Se crearon tres grupos en función del tipo de esfuerzo metabólico: aeróbico, anaeróbico láctico y anaeróbico aláctico. El grupo aeróbico, estaba integrado por atletas que realizaban esfuerzo de larga duración y de mediana intensidad (Maratón, 10.000, 5000 y 3000 m.l.) recorriendo una media de 105 km/semana. Los entrenamientos que desarrollaban estaban basados en series de trabajo de Umbral Aeróbico realizado 2 días por semana con una intensidad de 50-60% de  $VO_2$  máx. y por último, durante un día o dos a la semana entrenaban mediante "ritmo de competición" cuya intensidad era 70-80% de  $VO_2$  máx.

El segundo grupo lo formaban atletas, que realizaban esfuerzo de media duración y alta intensidad (1500, 800, 400 m.l. y 400 m.vallas) recorriendo una media de 70 km/semana. Los entrenamientos que realizaban estaban relacionados con el Umbral Aeróbico (50-60%  $VO_2$  máx.), para ello entrenaban durante 2 días/semana. La mejora del Umbral anaeróbico (60-80%  $VO_2$  máx) la realizaban por medio del "Ritmo Resistencia". Por último entrenaban a ritmo de competición (80-90%  $VO_2$  máx) relacionado con el tipo de prueba en que competían, entrenando una media de dos sesiones diarias durante dos o tres días/semana.

El grupo anaeróbico aláctico estaba integrado por atletas que realizaban atletas de corta duración y muy alta intensidad (100, 200 m.l. y saltos) recorriendo una media de 36,66 Km/semana. Los entrenamientos que desarrollaban estaban basados fundamentalmente en trabajo anaeróbico aláctico (80-95%  $VO_2$  máx),

entrenando para ello en series cortas lácticas y alácticas de elevada intensidad y con amplia recuperación en cada serie. Durante cada semana realizaban dos sesiones de entrenamiento diarias, durante tres a cuatro días.

**Procedimiento:** Se ha medido mediante extracción de sangre en periodo competitivo los niveles de las siguientes hormonas: testosterona total, testosterona libre, androstendiona y dehidroepiandrosterona. Para ello se obtenían 10 c.c. de sangre venosa a primera de hora de la mañana (no es preciso estar en ayunas para estas determinaciones) y después de llevar 48 horas sin haber realizado ejercicio físico.

Las determinaciones hormonales del grupo experimental y control se realizó mediante radioinmunoensayo.

El tratamiento estadístico de los valores hormonales obtenidos, se realizó mediante el paquete SPSS versión 9.0 implementado para P.C.

## RESULTADOS

Para analizar los niveles de Testosterona Libre se realizó un análisis de varianza en el que el Factor eran los grupos y la variable de medida eran los valores de la hormona. El resultado fue significativo ( $F_{3,117} = 3.90$ ;  $P = 0,01$ ), detectando los contrastes posteriores diferencias significativas. Las concentraciones de Testosterona libre eran más elevadas en las atletas que realizaban ejercicio aeróbico cuya media era de 1,8788, mientras que en las atletas del grupo anaeróbico láctico, aláctico y control, eran inferiores. (Tabla I).

El procedimiento estadístico para comprobar la testosterona total en todos los grupos fue igualmente un análisis de varianza. Los resultados obtenidos confirman las diferencias significativas ( $F_{3,117} = 4.70$ ;  $P = 0,039$ ). En la tabla II se reflejan las concentraciones medias de testosterona total obtenidas en los diferentes grupos. Los valores más elevados se encuentran en el grupo anaeróbico aláctico y control, no diferenciándose significativamente entre sí, mientras que los grupos aeróbico y anaeróbico láctico presentan cifras menores.

TESTOSTERONA LIBRE	N	MEDIA	D. TIPICA	Diferencias con el Grupo Control
GRUPO AEROBICO	33	1,8788	1,0917	- 0,677 *
GRUPO ANAEROBICO LACTICO	23	1,4609	0,7884	- 0,259 *
GRUPO ANAEROBICO ALACTICO	36	1,4472	0,7908	-0,245 *
GRUPO CONTROL	29	1,2017	0,1417	
TOTAL	121	1,5087	0,8251	

$F = 3,117 = 3908$  ;  $p = 0,0106$

\*  $\alpha < 0,01$

TABLA I.- Valores de Testosterona Libre y comparación con el Grupo Control.

TESTOSTERONA TOTAL	N	MEDIA	D. TIPICA	Diferencias con el Grupo Control
GRUPO AEROBICO	33	0,3848	0,1523	0,109 *
GRUPO ANAEROBICO LACTICO	23	0,2957	0,1331	0,198 *
GRUPO ANAEROBICO ALACTICO	36	0,5194	0,4027	0,020
GRUPO CONTROL	29	0,4941	0,1397	
TOTAL	121	0,4341	0,2621	

$F = 3,117 = 4,707$  ;  $p = 0,0039$

\*  $\alpha < 0,01$

TABLA II.- Valores de Testosterona Total y comparación con el Grupo Control.

En la tabla III se describen los valores medios de dehidroepiandrosterona. El análisis de varianza como en los análisis anteriores resultó ser significativo ( $F_{3,117} = 62,72$ ;  $P = 0,000$ ), en los contrastes se detecta que solo el grupo control se diferenciaba significa-

DÍEZ GUDINO, E.  
y Cols.

DEHIDROEPIANDROSTERONA	N	MEDIA	D. TIPICA	Diferencias con el Grupo Control
GRUPO AEROBICO	33	469,3636	83,8286	-2,87 +
GRUPO ANAEROBICO LACTICO	23	475,4348	51,9964	-2,72 *
GRUPO ANAEROBICO ALACTICO	36	494,1667	51,3267	-3,177 *
GRUPO CONTROL	29	311,3793	28,7072	
TOTAL	121	440,0331	93,1988	

F= 3,117 = 62,722; p = 0,0106                      \*  $\alpha < 0,01$

TABLA III.- Valores de Dehidroepiandrosterona y comparación con el Grupo Control.

tivamente del resto. Era el grupo control precisamente, el que presentaba valores más bajos en las concentraciones de esta hormona.

Siguiendo el mismo proceso se realizó un análisis de varianza para comprobar el comportamiento de los valores de androstendiona en los diferentes grupos de esfuerzo, así en la tabla IV se representan los valores medios y desviaciones típicas de esta hormona. El análisis de varianza resultó ser significativo ( $F_{3,117} = 106,266$ ;  $P = 0,000$ ). Se han podido comprobar que al igual que la hormona anterior, el grupo control se diferenciaba significativamente de los otros grupos

ANDROSTENDIONA	N	MEDIA	D. TIPICA	Diferencias con el Grupo Control
GRUPO AEROBICO	33	5,3061	1,0037	-2,87 +
GRUPO ANAEROBICO LACTICO	23	5,1522	0,7198	-2,72 *
GRUPO ANAEROBICO ALACTICO	36	5,6083	0,7121	-3,177 *
GRUPO CONTROL	29	2,4310	0,6113	
TOTAL	121	4,6777	1,4933	

F= 3,117 = 3,9087; p= 0,000    \*  $\alpha < 0,01$

TABLA IV.- Valores de Androstendiona y comparación con el Grupo Control.

de atletas. También se detectaron diferencias significativas entre el grupo anaeróbico láctico y el anaeróbico aláctico, siendo este último el que presenta los valores más elevados.

## DISCUSIÓN

Las modificaciones de los valores de la testosterona en atletas, han sido objeto de varios estudios, sobre todo en varones<sup>(15,16,17,18)</sup>, en cambio en las deportistas femeninas son escasos, posiblemente debido a las características de los andrógenos, pues en la mujer, su fuente de producción es la zona reticular de la suprarrenal, además de las células hiliares y tecaes del ovario<sup>(19)</sup>, por lo tanto la testosterona tiene un origen mixto, menos del 50 % se produce en el propio ovario y en la suprarrenal, mientras que el resto es de origen periférico, derivando de la conversión de los precursores fundamentalmente la androstendiona hasta testosterona. La potencia de la testosterona, que es un andrógeno potente biológicamente, queda reducido en la mujer, debido a que el 98-99% de la hormona circulante, lo hace unida a la albúmina y a la globulina transportadora de los esteroides sexuales (SHBG).<sup>(20)</sup>

Durante el ejercicio en la mujer se registra, un aumento de los niveles plasmáticos de los andrógenos posiblemente de origen suprarrenal,<sup>(21,22)</sup> pues con el hiperandrogenismo se asocia a veces amenorrea e infertilidad.<sup>(23)</sup>

Usitalo y cols.<sup>(24)</sup>, valora la respuesta al ejercicio en mujeres atletas, señalando que la respuesta hormonal era superior, al realizar el ejercicio más intenso, cuando se comparaba con el resto de los valores hormonales. Estas modificaciones son similares a las obtenidas en los hombres, ya que el ejercicio puede elevar las cifras de testosterona.

Laaneots<sup>(25)</sup>, realiza un estudio sobre la influencia del ejercicio en chicas jóvenes durante la maduración sexual, y que practicaban ejercicio de marcada intensidad, encontrando que éste, induce respuestas hormonales, entre las que se encuentra la testosterona.

Bell<sup>(26)</sup>, valora las concentraciones hormonales y su relación con la intensidad de entrenamiento, así como con los caracteres del músculo esquelético, en

un estudio randomizado, agrupando un total de 45 atletas, y según distintos tipos de entrenamiento, observando que no hay cambios en los valores de testosterona, ni de las hormonas sexuales fijadas a la globulina.

Ante otro tipo de ejercicio Kaemer<sup>(27)</sup>, realiza un estudio sobre los efectos del entrenamiento de corto plazo y su repercusión sobre la función endocrina, estableciendo un periodo de entrenamiento de 8 semanas, no apreciando modificaciones en los valores de testosterona total.

A pesar de las dificultades que entraña establecer los grupos para valorar las modificaciones hormonales, según la intensidad del ejercicio, y aunque éste puede ser similar, no se aprecian modificaciones en los valores hormonales, si bien son más altos, que en las personas de vida sedentaria.

La dehidroepiandrosterona, constituye el tercero de los andrógenos circulantes en la mujer, su origen es casi exclusivamente suprarrenal, pero como andrógeno tiene poca potencia biológica, sin embargo su concentración en sangre es muy elevada<sup>(28)</sup>.

Otros autores han tenido en cuenta, la influencia del ejercicio físico sobre la función hormonal en personas mayores, de tal forma que Abbasi<sup>(29)</sup>, ha determinado la testosterona total y la dehidroepiandrosterona en mujeres de 60-80 años, y no aprecia modificaciones significativas en los resultados. A conclusiones similares llega Sowers<sup>(30)</sup> en mujeres premenopáusicas y Filarire<sup>(31)</sup> valora las concentraciones de dehidroepiandrosterona en jugadores de voleibol, después de 16 semanas de entrenamiento y comparadas con mujeres de vida sedentaria, encuentra que el

programa de entrenamiento eleva las cifras de dehidroepiandrosterona, mientras que en las mujeres sedentarias los valores son bajos.

En las mujeres mayores, que hacen ejercicio físico y que están sometidas a tratamiento hormonal sustitutivo por diversas causas, Johnson<sup>(32)</sup>, no aprecia diferencias en los valores de dehidroepiandrosterona. Se puede resumir que las mujeres que hacen entrenamiento de competición, los valores de testosterona y dehidroepiandrosterona se elevan con relación a las mujeres de vida sedentaria, aunque permanecen dentro de los límites normales de estas hormonas. Situación similar se ha podido observar, con otro precursor de la testosterona que es la androstendiona que es el segundo en importancia de los andrógenos circulantes en la mujer, siendo su origen mixto y es 5-10 veces más débil que la testosterona, sin embargo en la mujer circula libre, su elevada concentración plasmática con respecto a la testosterona la constituyen en un andrógeno potente<sup>(33)</sup>. Efectos parecidos se han observado con este andrógeno, pues al aumentar en las atletas los precursores debe elevarse la testosterona. Estas modificaciones están relacionados con el nivel de esfuerzo, pues a mayor intensidad de entrenamiento, mayor serán los niveles de hormonas androgénicas, aunque estos aumentos no tienen repercusión sobre las características sexuales de las atletas, sería interesante, valorar su influencia sobre la superficie corporal.

Posiblemente en estos aumentos de los andrógenos en mujeres atletas, influyan además otros parámetros, como puede ser el estrés y como refiere Volek<sup>(34)</sup>, los factores nutricionales y la dieta que junto con la intensidad del ejercicio, pueden inducir modificaciones hormonales.

## B I B L I O G R A F I A

- 1 TEJERIZO, L.C., LANCHARES, J.L., HERNANDEZ, J., GARCIA-IGLESIAS, A.: Ejercicio, deporte y alteraciones menstruales. *Toko-Gin. Prac.* 1.993; 52: 175-192.
- 2 WELLS, C.L.: Amenorrea de esfuerzo. En *Mujeres Deporte y Rendimiento*. Pag. 167. Vol. I. Ed. Paidotribo. 1º ed. Barcelona.
- 3 ERDELY, G.F.: Effects of exercise on menstrual cycle. *The Phys. and Spor. Med.* 1.976; 4: 79-81.
- 4 BONEN, A., KEIZER, H.A.: Irregularity the menstrual cycle in athletes: reaction endocrin the exercise- associated. *The Phys. and Spor. Med.* 1.984; 12: 78-94.
- 5 CARLBERG, K.A., PEAKE, G. T.: BUCKAM, M.T.: Ejercicio y ciclo menstrual, En *Appenzeller, O.* 1.988. 201-225 Ed. Medicina Deportiva. Barcelona.
- 6 ARENA, B., MAFFULLI, F., MORLEO, M.A.: Reproductive hormones and menstrual changes with female athletes. *Sports Med.* 1.995; 19: 278-287.
- 7 DIEZ GUDINO, E.: Influencia del esfuerzo físico sobre distintos aspectos del ciclo menstrual, Tesis. 1.998. Pag. 80-92. U. Salamanca.
- 8 SASAKI, J.: Pulsatile release of gonadotropins in athletic women. *Nippon Sanka fujinka Gakkai.* 1.991; 43: 437-442.

- 9 **BUVAT, J.:** Ovulation disturbances in athletes and their mechanism. *J. Gynecol. Obst. Biol. Reprod.* 1.991; 7: 899-907.
- 10 **HU, Y., ASANO, K., MIZUNO, K., USUKI, S., KAWAKURA, Y.:** Serum testosterone responses to continuous and intermittent exercise training in male rats. *Int. J. Sports Med.* 1.999; 20: 12-16.
- 11 **LU, S., LAU, C.P., TUNG, Y.F., HUANG, S.W., CHEN, Y.H. et al.:** Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: Evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1.997; 29: 1048-1054.
- 12 **HU, Y., ASANO, K., MIZUNO, K., USUKI, S., KAWAKURA, Y.:** Comparisons of serum testosterone and corticosterone between exercise training during normoxia and hypobaric hypoxia in rats. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1.998; 78: 417-421.
- 13 **SEYLE, H.:** The effect of adaptation to various damaging agents on the female sex organs. *Endocrinology.* 1.989; 25: 614-617.
- 14 **FEICHT, A., JOHNSON, T., MARTIN, B., J., SPARKES, K.E., WAGNER, W.W.:** Secondary amenorrhea in athletes. *Lancet* 1.977; 26: 1145-1146.
- 15 **PULLINEN, T., MERO, A., MACDONALD, E., PAKARINEN, A., KOMI, P.:** Plasma catecholamine and serum testosterone responses to four units of resistance exercise in young and adult male athlete. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1.998; 77: 413-420.
- 16 **BROWN, G.A., VULKOVICH, M.D., SHARP, R.L., REIFENRATH, T.H., PARDONS, K.A., KING, D.S.:** Effect of oral DHEA on serum testosterone and adaptations to resistance training in young men. *J. Appl. Physiol.* 1.999; 87: 2274-2283.
- 17 **CHICHARRO, J.L., LOPEZ, L.M., LUCIA, A., PEREZ, M., ALVAREZ, J., LABANDA, P., CALVO, F., VAQUERO, A.:** Overtraining parameters in special military units. *Aviat. Space Environ. Med.* 1.998; 69: 562-568.
- 18 **FAHMER, C.L., HACKANEY, A.C.:** Effects of endurance exercise on free testosterone concentration and the binding affinity of sex hormone binding globulin. *Int. J. Sport Med.* 1.998; 19: 12-15.
- 19 **USANDIZAGA, J.A., ORDAS, J.:** Patología funcional ginecológica. En Usandizaga, J.A., de la Fuente, P., Tratado de Obstetricia y Ginecología. Vol. II. 1.998. Pag. 25-31. Ede. McGraw Hill Interamericana, Madrid.
- 20 **ORDAS, J.:** Androgenismos femeninos. En Usandizaga, J.A., de la Fuente, P., Tratado de Obstetricia y Ginecología Vol. II. 1.998. Pag. 93-96. Ed. McGraw Hill Interamericana, Madrid.
- 21 **SUTTON, J.R., COLEMAN, M.J.:** Androgen responses during physical exercise. *Br. Med. J.* 1.973; 1: 520-522.
- 22 **BRISON, G.R., VOLLE, M.A.:** Androstenedionemia a l'effort chez la femme (abstract). *An. J. Appl. Sport. Sci.* 1.978; 3: 183.
- 23 **TOMTEN, S.E.:** Exercise intensity. An important factor in the etiology of menstrual dysfunction. *Scand. J. Med. Sci. Sport.* 1.996; 6: 329-336.
- 24 **USITALO, A.L., HUTTUNEN, P., HANIN, Y., UUSITALO, A.J., RUSCO, H.K.:** Hormonal responses to endurance training and overtraining in female athletes. *Clin. J. Sport. Med.* 1.998; 8: 178-186.
- 25 **LAANEOTS, L., KARELSON, K., SMINOVA, T., VIRU, A.:** Hormonal responses in girls during sexual maturation. *J. Physiol. Pharmacol.* 1.998; 49: 121-133.
- 26 **BELL, G.J., SYROTUIK, D., MARTIN, T.P., BURNHAM, R., QUINNEY, H.A.:** Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentration in humans. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 2.000; 81: 419-427.
- 27 **KRAEMER, W., STARON, R.S., HAGERMAN, F.C., HIKIDA, R.S., FRY, A.C. et al.:** The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1.998; 78: 69-76.
- 28 **PERAMO, B., RICCIARELLI, E., HERNANDEZ, E.R.:** Mecanismo de acción de las hormonas esteroides. En Cano, A., Calaf, J.: Moduladores selectivos de los receptores de estrógenos. 1.999. Pag. 1-19. Ed. Doyma, Barcelona.
- 29 **ABBASI, A., DUTHIE, E.H., SHELDAHL, L., WILSON, C., SASSE, E. et al.:** Association of dehydroepiandrosterone, body composition and physical fitness in independent community older men and women. *J. Am. Geriatr. Soc.* 1.998; 46: 263-273.
- 30 **SOWERS, M., RANDOLPH, J.E., CRUTCHFIELD, M., JANNAUSCH, M.L., et al.:** Urinary ovarian and gonadotropin hormone levels in premenopausal women with low bone mass. *J. Bone. Miner. Res.* 1.998; 13: 1191-1202.
- 31 **FILARIRE, E., DUCHE, P., LAC, G.:** Effects of amount of training on the saliva concentrations of cortisol dehydroepiandrosterone: cortisol concentration ratio in women over 16 weeks of training. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1.998; 75: 446-471.
- 32 **JOHNSON, L.G., KRAEMER, R.R., HALTOM, R., KRAEMER, G.R., GAINES, H.E., CASTRACANE, V.D.:** Effects of estrogen replacement therapy on dehydroepiandrosterone, and cortisol responses to exercise in postmenopausal women. *Fertil. Steril.* 1.997; 68: 836-843.
- 33 **SPEROFF, L., GLASS, R.H., KASE, N.G.:** Endocrinología ginecológica e infertilidad. 1.999. Pag. 31-33. . . ed. Williams & Wikins. Madrid.
- 34 **VOLEK, J.S., KRAEMER, W.J., BUSH, J.A., BOETES, M.:** Testosterone and cortisol in relationship to dietary nutrients and resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 1.997; 82: 49-54.