

Carlos Pablos Abella,  
 Profesor de Teoría y Práctica  
 del Entrenamiento Deportivo.  
 INEF (Valencia).

# EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN ADOLESCENTES. UTILIZACIÓN DE LA RATIO TESTOSTERONA/CORTISOL PARA LA VALORACIÓN DE SUS EFECTOS

## Abstract

**Palabras clave:** fuerza, ratio testosterona/cortisol, adolescentes, hormonas, entrenamiento.

*There are various studies that have demonstrated the importance of the Testosterone (T), the Cortisol (C) and its ratio (FTCR) to determine the grade of adaptation to training (Adlercreutz et al., 1986; Lutoslawska et al., 1991; Vervoorn et al., 1991; Rich et al., 1992; Vervoom et al., 1992; Guglielmini et al., 1992; López et al., 1993; Marinelli et al., 1994). To diagnose overtraining in an athlete though the ratio testosterone/cortisol (FTCR), the absolute criteria (Harkonen et al., 1984; is used, that is when the value of the FTCR is less than  $0.35 \times 10^{-3}$ , taking into account that the T is measured in nmol/l and the C in  $\mu\text{mol/l}$ . Equally the relative Criteria (lessening of the initial level by 30% or more) is fixed as an indication of the valoration in the lack of recovery time, always that it does not reach the absolute criteria. Based on these figures we have carried strength training with adolescents ( $n=7$ ) twice a week for 18 weeks (two periods of 7 and 8 works respectively separated by a 3 week rest period that we compared with another group ( $n=9$ ) that pursued a normal life, during the same period. The strength training produced drops in FTCR, without causing overtraining, as we could deduce from the fact that no subject reached Absolute Criteria. To sum up, the application in adolescents of strength work in circuit, is effective when applied in 7 or 8 week periods with an intermediate rest period of 3 weeks, remembering to modify in the second period the intensity of the exercises, to avoid boredom.*

## Resumen

Los programas de entrenamiento, producen cambios corporales que van a favorecer las respuestas adaptativas a los distintos tipos de esfuerzos que se requieren en las actividades deportivas (Virus, 1992).

Son varios los estudios que han demostrado la importancia de la Testos-

terona (T), el Cortisol (C) y su ratio (FTCR) para determinar el grado de adaptación al entrenamiento (Adlercreutz et al., 1986; Lutoslawska et al., 1991; Vervoorn et al., 1991; Rich et al., 1992; Vervoom et al., 1992; Guglielmini et al., 1992; López et al., 1993; Marinelli et al., 1994).

Para diagnosticar el sobreentrenamiento en un deportista a través de la ratio Testosterona/ cortisol (FTCR),



se utilizó el *criterio absoluto* (Harkonen et al., 1984; Adlercreutz et al., 1986), que es cuando el valor de la FT/CR es menor que  $0.35 \times 10^{-3}$ , teniendo en cuenta que la T se mide en nmol/l y el C en  $\mu\text{mol/l}$ . Igualmente se fijó el *criterio relativo* (disminución del nivel inicial un 30% o más) como índice de valoración de la falta de tiempo de recuperación, siempre que no alcance el criterio absoluto.

En base a estos datos hemos realizado un entrenamiento de fuerza con adolescentes ( $n=7$ ) dos veces por semana durante 18 semanas (dos períodos de 7 y 8 semanas respectivamente separados entre sí por un descanso de 3 semanas) que comparamos con otro grupo ( $n=9$ ) que realizó una vida normal, durante el mismo período.

El entrenamiento de fuerza produce descensos de la FT/CR, sin llegar a producir sobreentrenamiento, tal como podemos deducir al no alcanzar en ningún sujeto el criterio absoluto.

En conclusión, la aplicación en adolescentes de un trabajo de fuerza en circuito es efectivo aplicarlo en períodos de 7 u 8 semanas con un período de descanso intermedio de 3 semanas para evitar el sobreentrenamiento, siempre que se modifique en el segundo período el tipo e intensidad de ejercicios, para evitar la habituación.

## Introducción

La realización de un ejercicio físico es acompañada de una serie de reacciones fisiológicas que van a dar a los músculos la energía suficiente para su contracción. Estas reacciones son acompañadas de distintas respuestas hormonales (Rieu, 1993) con unas finalidades muy concretas como pueden ser la ayu-

da a la homeostasis, mediante la limitación de las pérdidas de agua y sales, el favorecer el suministro energético mediante la movilización de las reservas de glucógeno del hígado y los lípidos de los depósitos de grasas, etc.

El ejercicio físico produce un estrés que a su vez produce variaciones en los ejes hipotálamo-hipófiso-adrenal e hipotálamo-hipófiso-gonadal que hacen que predomine el proceso catabólico (aumento del cortisol) sobre el anabólico (disminución de la testosterona), siendo adecuado para corto plazo y dejando de serlo a largo plazo (Salvador, 1995).

Para producir dicho estrés por el ejercicio físico, este debe de tener una cierta intensidad o en su defecto una larga duración que produzca la movilización hormonal como consecuencia de las modificaciones internas (Viru, 1992).

Los niveles plasmáticos de T y C han sido utilizados en la medicina deportiva para estudiar el metabolismo y el catabolismo, considerándose como un índice de la efectividad del balance entre las vías anabólica y catabólica y especialmente del posible sobreentrenamiento (Banfi, G., Marlinelli, M. Roi, G. y Agape, V., 1993). El equilibrio entre la actividad anabólica y la catabólica se representa por el ratio (R) entre la Testosterona Libre (FT) y el Cortisol (C), que los autores llaman FT/CR (Harkonen, N., Kuoppasalmi, K., Naveri, H., Tikkanen, H., Icen, A., Adlercreutz, H., y Karvonen, J., 1984; Adlercreutz, H., Harkonen, M., Kuoppasalmi, K., Naveri, H., Huhtaniemi, Y., Tikkanen, H., Remes K., Dessypris, A., y Karvonen, J., 1986; Alén, M., Pakarinen, A., Häkkinen, K. y Komi, P.V., 1988). El FT/CR es un parámetro útil para la detección inicial del desequilibrio anabólico y catabólico (Vervoorn,

C., Quist, A., Vermulst, L., Erich, W., De Vries, W., y Thijssen, J.; 1991).

El diagnóstico de la fatiga excesiva en un deportista a través de la FT/CR, se basa en los siguientes criterios (Harkonen et al., 1984; Adlercreutz et al., 1986):

- *Criterio Absoluto*: Cuando el valor es menor que  $0.35 \times 10^{-3}$ , siendo la medida de la FT en nmol/l. y el C en  $\mu\text{mol/l}$ .
- *Criterio Relativo*: Cuando se produce una disminución del nivel inicial de la FT/CR de un 30% o más.

Cuando un sujeto después de un entrenamiento alcanza el criterio relativo pero no el absoluto, se dice que hay que alargar el período de descanso para que recupere pero no existe sobreentrenamiento (Rich, P., Villani, R., Fulton, A., Ashton, J., Bass, S., Brinkert, R., y Brown, P. 1992; Banfi et al., 1993). Por el contrario, cuando se alcanza el criterio absoluto, se considera que el sujeto está sobreentrenado y hay que aplicarle las medidas que requiere dicha situación (Harkonen et al., 1984; Adlercreutz et al., 1986; Vervoorn et al., 1991; Banfi et al., 1993).

Una de las alternativas a la medición de la FT/CR en suero (la más utilizada en la mayoritaria de los artículos estudiados) es la valoración en saliva por ser incruento y que fue aplicada tras su validación por la correlación con los niveles en suero, por distintos autores (Vinning, R., y McGinley, R., 1987; McCracken, J. y Poland, R., 1989; Port, K., 1991; Corral, P., Mahon, A. Duncan, G., Howe, CH. y Craig, B., 1994). Nuestro trabajo con adolescentes, hace que dicha técnica sea mucho más aceptada por no ser invasiva y por tanto optamos por su aplicación.

GRUPOS	DATOS	PESO	TALLA	EDAD
G.E.	Media	58 (14.54)	171.86 (7.38)	14.71 (0.95)
n = 7	Rango	42-84	160-184	13-16
G.C.	Media (ds)	58.89 (7.75)	171.44 (7.55)	14.67 (0.71)
n = 9	Rango	40-65	155-180	13-15

Tabla 1. Descriptivas de los grupos experimental (GE) y control (GC).  
n = número de sujetos. (de) = desviación estándar

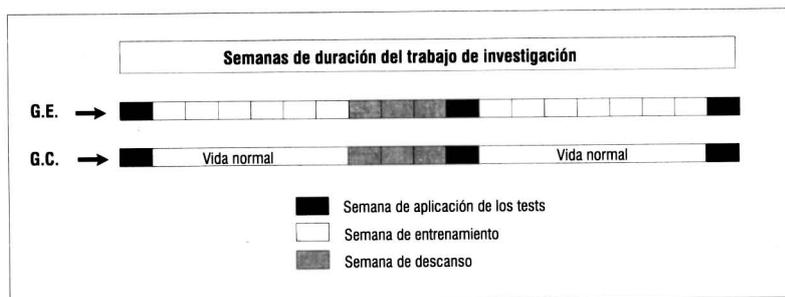


Figura 1. Diseño del estudio para los dos grupos de trabajo (G.E. = Grupo Experimental y G.C. = Grupo Control).

Con la aplicación de un entrenamiento de fuerza, bien llevado, se produce en el organismo una activación de la hipófisis que a su vez activa la hormona adrenocorticotrópica, y ésta el córtex de las suprarrenales que secretan unas hormonas que van a estimular los mecanismos de adaptación (Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H., y Komi, P. 1988; Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kyröläinene, H., Cheng, S., Kim, D. y Komi, P. 1990; Jensen, J., Oftebro, H., Breigan, B., Johnsson, A., Öhlin, K., Meen, H., y Stromme, SB., 1991 y Platonov, 1991). Igualmente se producen alteraciones hormonales ante entrenamientos prolongados (López, J, Navarro, M., Barbany, J., García, J., Bonnin, M. y Valero, J., 1993) o ante esfuerzos de larga dura-

ción (Marinelli, M., Roi, G., Giacometti, M., Bonini, P., y Banfi, G., 1994).

Con el entrenamiento de fuerza en los deportes, se trata de producir adaptaciones crónicas de tipo estructural y funcional del organismo para poder responder a las exigencias de las diversas situaciones deportivas. En poblaciones normales de adolescentes el sistema de trabajo de fuerza no requiere grandes intensidades y con cargas no muy elevadas (entre el 70-75% y el 80-85% de la carga máxima) se produce mejoría en su fuerza, aunque esta se supone debida a la mejoría en las activaciones de las unidades motrices implicadas (Ramsay, J., Blimkie, C., Smith, K., Scott, G., MacDougall, J. y Sale, D., 1989).

Por ello, un entrenamiento de fuerza utilizando circuitos con cargas entre el 75% y el 85% de la carga máxima durante un período de 18 semanas con variaciones en la carga cada 2 semanas para ir adecuándola a sus nuevos niveles de fuerza, junto con la modificación de los ejercicios en la segunda parte del entrenamiento, harán que se produzca mejoría en los sujetos adolescentes.

## Material y método

### Muestra

Se seleccionan 16 sujetos varones, de manera voluntaria, estudiantes de un centro de enseñanzas medias de Valencia, y se dividen en dos grupos homogéneos: Grupo Experimental (GE, n= 7) y Grupo Control (GC, n=9) (tabla 1). Entre ambos grupos no se encuentran diferencias significativas iniciales en ninguna de las tres variables descriptivas: Peso: T=0.4744, P= no significativa; Talla: T=0.5396, P= no significativa y Edad: T=0.2702, P= no significativa.

### Procedimientos

Los dos grupos se hicieron en función de disponibilidades de tiempo por parte de los sujetos del grupo experimental para poder realizar los entrenamientos de fuerza.

Los programas de entrenamiento se realizaron durante 19 semanas por parte del grupo experimental a razón de dos sesiones semanales de entrenamiento durante un primer período de 6 semanas, seguido de 3 semanas de descanso y otro período de entrenamiento de 7 semanas en donde se cambia el circuito de trabajo, dejan-



do una semana al principio, otra al final del primer período y otra al final del segundo período para pasar los tests.

Los tests de control de fuerza y de toma de muestras de saliva para controlar los niveles de T y C y hallar la FTGR se realizaron antes de comenzar el entrenamiento, al finalizar el primer período de entrenamiento y al finalizar el segundo período de entrenamiento (figura 1).

### Programa de entrenamiento

Se aplicó un entrenamiento de fuerza al grupo experimental durante 6 semanas inicialmente y posteriormente durante 7 semanas con 2 sesiones semanales de aproximadamente 1 hora cada una. La diferencia entre el trabajo de ambos períodos está en la variación del tipo de ejercicios. En ambos se aplicó un sistema de trabajo en circuito formado por 8 ejercicios que se caracterizó por trabajar distintos grupos musculares con una intensidad de las cargas entre el 70-80% de la carga máxima y con un volumen de las cargas en base a conseguir el máximo de repeticiones en 45 segundos de trabajo y un descanso entre ejercicio de otros 45 segundos. Se aplicaron 3 series del circuito con un descanso entre series de 5 minutos. Los grupos musculares trabajados en cada ejercicio fueron: abdominales, tríceps y lumbares, cuádriceps, tríceps y deltoides, isquiotibiales, tríceps, abdominales y cuádriceps en el primer circuito y siguiendo el orden aquí expuesto; mientras que en el segundo circuito se aplicaron ejercicios dirigidos a abdominales, tríceps, cuádriceps, tríceps y deltoides, isquiotibiales, abdominales, tríceps y bíceps braquial.

FUERZA PRE Y POST ENTRENAMIENTO	t	p
BÍCEPS	-3.751	0.009
TRÍCEPS	-6.045	0.001
ABDOMINALES	-2.839	0.030
CUÁDRICEPS DERECHO	-2.291	0.062
CUÁDRICEPS IZQUIERDO	-2.236	0.067

Tabla 2. Pruebas t pareadas de la fuerza.

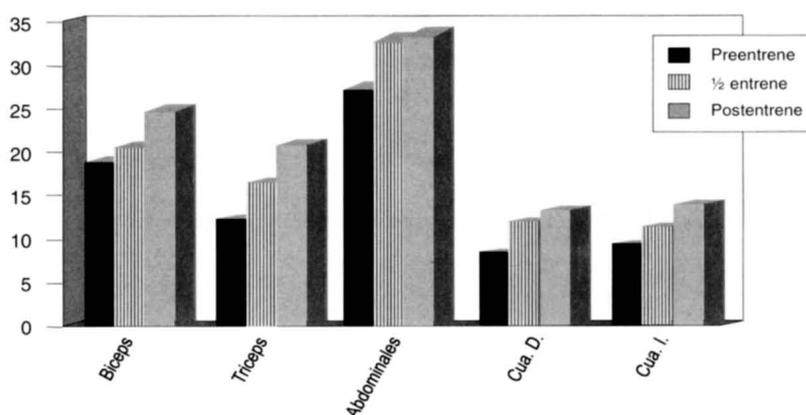


Figura 2. Evolución de la fuerza con el entrenamiento.

El método aplicado del circuito fue el extensivo interválico (Cholich, 1989), en donde previamente se les pasó una medición inicial para graduarles las cargas al porcentaje entre el 70-80% previsto de trabajo. Cada 4 sesiones se trataba de ir aumentando las cargas en función de su progreso para seguir manteniendo el mismo porcentaje de intensidad.

### Medición de la fuerza

Debemos indicar que los días y horas dedicados a realizar los tests eran los mismos en la semana para evitar factores ajenos a la investigación que enmascarasen dichos datos.

La fuerza se midió en 5 grupos musculares utilizando los siguientes tests:

- Curl con barra a realizar una repetición máxima (Lacaba, 1993), para medir la fuerza máxima dinámica del bíceps braquial.
- Tríceps con barra de pie (tríceps francés) (Lacaba, 1993), para medir la fuerza máxima dinámica del tríceps braquial.
- Número máximo de flexiones de tronco en 30 segundos partiendo con apoyo de pies elevados entre el segundo y tercer peldaño de una escalera, para medir la potencia de los músculos abdominales.

		F	Grados de libertad	p
BÍCEPS	Grupo	0.092	1/14	0.766
	Momento	0.114	1/14	0.741
	Grupo*Momento	0.034	1/14	0.856
TRÍCEPS	Grupo	0.988	1/14	0.337
	Momento	7.302	1/14	0.017*
	Grupo*Momento	0.956	1/14	0.345
ABDOMINALES	Grupo	6.188	1/14	0.026*
	Momento	10.074	1/14	0.007*
	Grupo*Momento	9.166	1/14	0.009*
CUADR. DCHO.	Grupo	0.194	1/14	0.666
	Momento	3.714	1/14	0.074
	Grupo*Momento	1.503	1/14	0.240
CUADR. IZDO	Grupo	0.428	1/14	0.524
	Momento	1.597	1/14	0.227
	Grupo*Momento	1.764	1/14	0.205

Tabla 3. ANOVAS de medidas repetidas de los niveles de fuerza en el periodo 1.

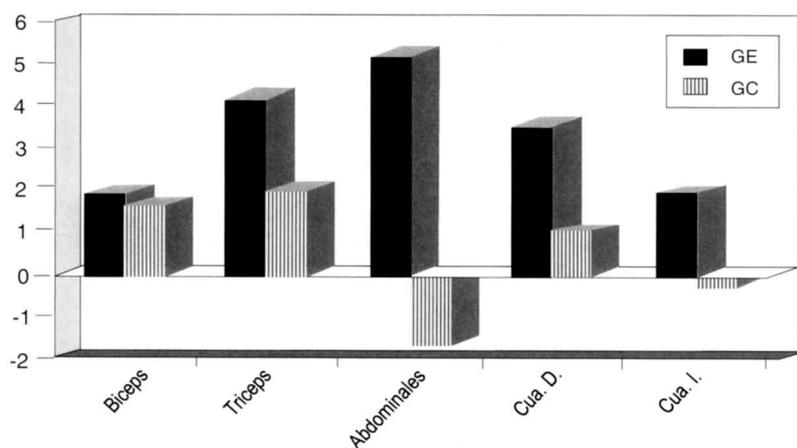


Figura 3. Evolución de la fuerza en el periodo 1.

Número máximo de flexiones de pierna (primero con la derecha y luego con la izquierda) hasta la fatiga total, para medir la fuerza-resistencia de los músculos cuádriceps.

### Medición de las hormonas

Las hormonas fueron determinadas en la saliva por RIA, utilizando los

Kits comerciales siguientes: T-kit Biomerieux (coeficientes de variación intra ensayo: 5.7% e inter ensayo 6.2%) y C: kit Orion Diagnostics (coeficiente de variación intra ensayo: 2.2% e inter ensayo: 8.2%).

Los análisis fueron preparados en el laboratorio del Área de Psicobiología de la Universitat de Valencia y analizados en el Laboratorio de Hormonas del Hospital de la Fe (Valencia).

### Análisis estadísticos

Se aplicaron transformaciones logarítmicas a las medidas hormonales y de fuerza, ya que no se ajustaban a una distribución normal y de esa forma no violaban los supuestos de las pruebas paramétricas.

Dado el carácter longitudinal del estudio, se realizaron ANOVAS de medidas repetidas y las correspondientes pruebas t, ajustadas según el método de Bonferroni.

### Resultados

#### Efectos del entrenamiento sobre la fuerza

Comparando los valores iniciales y finales de las medidas de fuerza del GE, sin diferenciar los períodos, encontramos mejoras significativas en fuerza máxima de bíceps ( $t = -3.751, p < 0.009$ ), en fuerza máxima de tríceps ( $t = -6.045, p < 0.001$ ) y en potencia abdominal ( $t = -2.839, p < 0.030$ ) y casi significativas en la fuerza resistencia de los dos cuádriceps: derecho ( $t = -2.291, p < 0.062$ ) e izquierdo ( $t = -2.236, p < 0.067$ ), tal como se puede ver en la tabla 2 y en la figura 2.

Si analizamos la evolución de la fuerza del GE por períodos de entrenamiento y la comparamos con los su-



jetos del GC, podemos ver como tras el primer período de entrenamiento, se producen incrementos en fuerza en todos los grupos musculares medidos pero a nivel de ANOVAS, solo se ve significancia estadística del grupo ( $F_{1,14}= 6.188$ ;  $p<0.026$ ) y de la interacción momento-grupo ( $F_{1,14}= 9.166$ ;  $p<0.009$ ) en la potencia abdominal (figura 3, tabla 3).

Viendo el efecto del segundo período de entrenamiento, se observa mediante el estudio de las ANOVAS, un efecto significativo del momento ( $F_{1,14}= 14.172$ ;  $p<0.002$ ) y de la interacción momento-grupo ( $F_{1,14}= 9.096$ ;  $p<0.009$ ) en la fuerza dinámica concéntrica en bíceps, como consecuencia de la mejora del grupo experimental ( $F_{1,6}= 32.243$ ;  $p<0.001$ ). Igualmente se produce una gran mejoría de la fuerza dinámica del tríceps del GE ( $F_{1,14}= 5.145$ ;  $p<0.040$ ) (figura 4, tabla 4).

### Efectos del entrenamiento sobre la ratio testosterona/cortisol (FTCR)

En la valoración de todo el entrenamiento, no se observan modificaciones estadísticamente significativas en la FTCR, aunque hay una tendencia hacia la disminución en el GE y un aumento en el GC (figura 5, tabla 5).

El programa de entrenamiento aplicado, afectó a los niveles de la FTCR durante el primer período como se desprende del estudio de la ANOVA de medidas repetidas del momento ( $F_{2,14}= 12.144$ ;  $p<0.001$ ) y de la interacción momento-grupo ( $F_{2,14}= 8.505$ ;  $p<0.004$ ). El GE empezó el período de entrenamiento con niveles de la FTCR significativamente superiores que el GC ( $t= 2.667$ ;  $p<0.024$ ).

		F	Grados de libertad	p
BÍCEPS	Grupo	0.088	1/14	0.771
	Momento	14.172	1/14	0.002*
	Grupo*Momento	9.069	1/14	0.009*
TRÍCEPS	Grupo	2.746	1/14	0.120
	Momento	5.145	1/14	0.040*
	Grupo*Momento	1.648	1/14	0.220
ABDOMINALES	Grupo	7.270	1/14	0.017*
	Momento	0.822	1/14	0.318
	Grupo*Momento	2.444	1/14	0.140
CUADR. DCHO.	Grupo	0.026	1/14	0.874
	Momento	0.101	1/14	0.756
	Grupo*Momento	0.001	1/14	0.981
CUADR. IZDO.	Grupo	0.803	1/14	0.385
	Momento	0.640	1/14	0.437
	Grupo*Momento	0.045	1/14	0.835

Tabla 4. ANOVAS de medidas repetidas de los niveles de fuerza en el período 2.

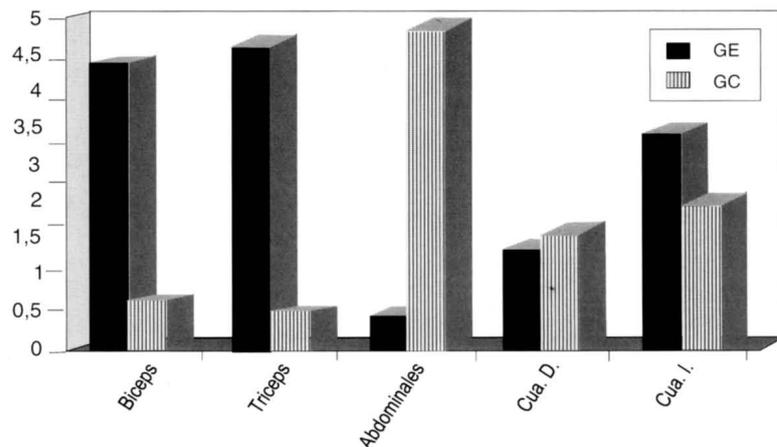


Figura 4. Evolución de la fuerza en el período 2.

Este mismo grupo evoluciona a lo largo del período con descensos significativos en la FTCR ( $F_{2,14}=9.604$ ;  $p<0.007$ ), mientras que el GC mostró ascensos no significativos. Durante el período 2º del entrenamiento, no se observaron efectos significativos so-

bre los niveles de la FTCR, aunque se observan disminuciones en el GE e incrementos en el GC (tabla 5).

Si se constata, que durante el primer período se produce una disminución de la ratio superior al 30% en el grupo experimental, como consecuencia del

	MEDIA (ds)	RANGO
FTCR1 GE	29.24 (10.17)	11.57 -41.62
FTCR1 GC	14.45 (5.13)	7.5 -23.68
FTCR2 GE	15.99 (9.45)	1.63 -33.85
FTCR2 GC	25.29 (14.76)	12.62 -53.58
FTCR3 GE	23.64 (10.97)	6.06 -36.36
FTCR3 GC	20.27 (8.09)	10.44 -35.14
FTCR4 GE	21.35 (9.69)	5.88 -32.72
FTCR4 GC	22.94 (12.18)	9.77 -43.75

Tabla 5. Medias, desviaciones estándar y rango de los niveles de FTGR en las tomas pre y post período 1º (1 y 2) y pre y post período 2º (3 y 4) de ambos grupos: GE y GC.

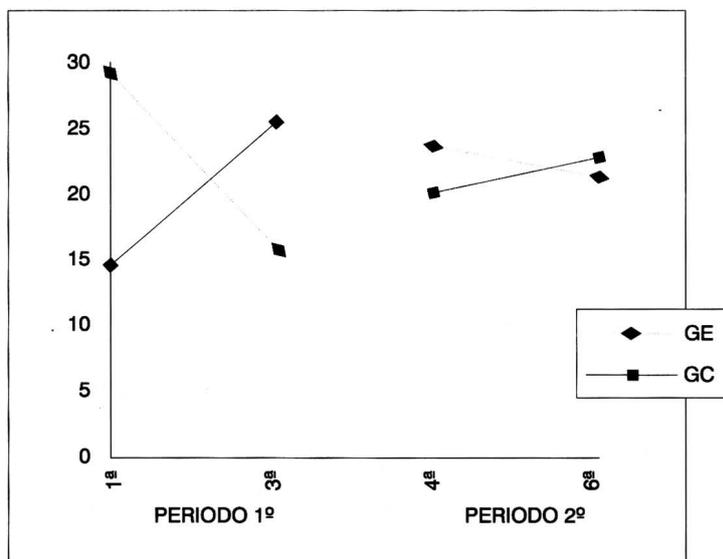


Figura 5. Evolución de la FTGR en el 1er. y 2º período del entrenamiento en GE y GC.

GRUPO (Nº)	FTCR: 3-1	FTCR: 6-4
GE (7)	- 62.256%	- 13.03%
GC (9)	34.562%	1.68%

Tabla 6. Cambios producidos en la FTGR durante la primera y segunda fase del entrenamiento en porcentajes.

efecto de dicho trabajo, aunque no se ha llegado al sobreentrenamiento porque no se han alcanzado los niveles menores de  $0.35 \times 10^{-3}$  que plantean los diversos autores como criterio absoluto. Durante el segundo período el descenso es menor (-13.03%) y no llega al criterio relativo (tabla 6).

### Conclusiones

La discusión de los resultados la haremos en base a los dos parámetros medidos: la modificación en los valores de fuerza y las variaciones en la FTGR, mediante un estudio comparativo entre el GE y el GC y entre los niveles pre y postentrenamiento de ambas variables en el GE.

Como que el programa de fuerza aplicado es moderado, como consecuencia de los niveles de la población estudiada (adolescentes entre los 13 y 16 años) y la escasa experiencia en los entrenamientos, se constata que mejora la fuerza del GE en relación al GC, cuando los ejercicios aplicados ocupan un porcentaje grande del tiempo de entrenamiento, como se puede observar en la mejoría de la potencia abdominal (dos ejercicios dirigidos a dicha cualidad), de la fuerza máxima dinámica del tríceps (tres ejercicios) y la fuerza resistencia del cuádriceps derecho (dos ejercicios simétricos). Aunque no significativo, hay una mejoría del cuádriceps izquierdo. Dicha diferencia entre ambos grupos musculares, puede deberse al nivel inicial de fuerza que es menor en el cuádriceps derecho, mientras que al finalizar el entrenamiento del primer período, llega a superar el nivel del izquierdo. En la fuerza dinámica máxima del bíceps braquial no se



experimenta ninguna mejoría debido a la no utilización de ejercicios específicos para este grupo muscular en el primer período. Durante el segundo período, una vez cambiado el circuito de trabajo aplicado, solamente se observa mejoría significativa en la fuerza del bíceps y en la del tríceps. En el primero debido a la inclusión de un ejercicio específico y en el segundo a la selección de ejercicios más intensos de tríceps. Igualmente se produce mejoría de la fuerza de todos los grupos musculares pero sin llegar a la significancia estadística como consecuencia, posiblemente, de la estabilización de su mejoría con los ejercicios aplicados y de la posible necesidad de aumentar el volumen de trabajo para poder producir los estímulos necesarios para el desarrollo de la fuerza.

En lo referido a la respuesta de la FTCT al entrenamiento, se constata que se producen grandes decrementos en el GE, mientras que en el GC se observan aumentos no significativos durante el primer período de entrenamiento. Durante las 3 semanas de descanso se produce una recuperación de dichos niveles y tras el segundo período de entrenamiento vuelven a producirse los decrementos pero en menor medida, posiblemente como consecuencia de una adaptación del organismo a los esfuerzos planteados con los circuitos, que sugiere la introducción de un mayor volumen de trabajo, como podría ser la dedicación de un día más semanal de trabajo de fuerza.

Reforzamos la idea de que la FTCT es importante para poder regular el entrenamiento de fuerza, aplicando de una forma más rigurosa los períodos de trabajo y de recuperación, a la vez que nos informa de la respuesta del organismo a los esfuerzos.

## Bibliografía

- ADLERCREUTZ, H., HARKONEN, M., KUOPPASALMI, K., NAVERI, H., HUHTANIEMI, I., TIKKANEN, H., REMES, K., DESSYPRIS, A. y KARVONEN, J. (1986). "Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise". *International Journal of Sports Medicine*. 7: 27-29.
- ALÉN, M., PAKARINEN, A., HÄKKINEN, K. y KOMI, P.V. (1988). "Responses of Serum Androgenic-Anabolic and Catabolic Hormones to Prolonged Strength Training". *Int. J. Sports Med.*, vol 9 n° 3: 229-233.
- BANFI, G., MARLINELLI, M., ROI, G.S. y AGAPE, V. (1993). "Usefulness of Free Testosterone/Cortisol Ratio during a Season of Elite Speed Skating Athletes". *Int. J. Sports Med.* 14: 373-379.
- CORRAL, P., MAHON, A., DUNCAN, G., HOWE, CH. y CRAIG, B. (1994). "The effect of exercise on serum and salivary cortisol in male children". *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol 26 n° 11:1297-1301.
- GUGLIELMINI, C., MANFREDINI, F., GRAZI, G., CASONI, I., MANFREDINI, R., MAZZONI, G. y CONCONI, F. (1992). "Anabolic-catabolic imbalance due to hard training in biathletes". *Hungarian review of sports medicine*. 33(2):77-82.
- HÄKKINEN, K., PAKARINEN, A., ALÉN, M., KAUKANEN, H. y KOMI, P. (1988). "Daily Hormonal and Neuromuscular Responses to Intensive Strength Training in 1 Week". *Int. J. Sports Med.*, 9: 422-428.
- HÄKKINEN, K., PAKARINEN, A., KYRÖLÄINEN, H., CHENG, S., KIM, D. y KOMI, P. (1990). "Neuromuscular Adaptations and Serum Hormones in Females During Prolonged Power Training". *Int. J. Sports Med.*, 9: 91-98.
- HÄKKINEN, K., PAKARINEN, A. y KALLINEN, M. (1992). "Neuromuscular adaptations and serum hormones in women during short-term intensive strength training". *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 64: 106-111.
- HARKONEN, N., KUOPPASALMI, K., NAVERI, H., TIKKANEN, H., ICEN, A., ADLERCREUTZ, H. y KARVONEN, J. (1984). "Biochemical indicators in diagnosis of overstrain condition in athletes". *Sport Med. Exerc. Sci.*, Proceedings of Olympic Scientific Congress, Eugene, Oregon. USA.
- JENSEN, J., OFTEBRO, H., BREIGAN, B., JOHNSSON, A., ÖHLIN, K., MEEN, H. y STROMME, S.B. (1991). "Comparison of changes in testosterone concentrations after strength and endurance exercise in well trained men". *Eur. J. Appl. Physiol.* 63: 467-471.
- LACABA, R. (1993). *Técnica, sistemática y metodología de la musculación*. Editorial Gymnos. Madrid.
- LÓPEZ, J., NAVARRO, M., BARBANY, J., GARCÍA, J., BONNIN, M. y VALERO, J. (1993). "Salivary Steroid Changes and Physical Performance in Highly Trained Cyclists". *Int. J. Sports Med.* 14: 111-117.
- LUTOSLAWSKA, G., OBMINSKI, Z., KROUGULSKI, A. y SENDECKI, W. (1991). "Plasma cortisol and testosterone following 19-km and 42-km kayak races". *Journal of sports medicine and physical fitness*. pp. 538-542.
- MANNO, R. (1991). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Editorial Paidotribo, Barcelona.
- MARINELLI, M., ROI, G., GIACOMETTI, M., BONINI, P. y BANFI, G. (1994). "Cortisol, Testosterone, and Free Testosterone in Athletes Performing a Marathon at 4.000 m Altitude". *Horm Res*, 41:225-229.
- MATVEIEV, L. (1983). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Editorial Raduga, Moscú.
- MCCRAKEN, J.T. y POLAND, R.E. (1989). "Saliva and serum cortisol dynamics following intravenous dexamethasone in normal volunteers". *Life Sci.* 45: 1781-1785.
- O'CONNOR, P.J., MORGAN, W.P., RAGLIN, J.S., BARKSDALE y KALIN. (1989). "Mood state and salivary cortisol levels following overtraining in female swimmers". *Psychoneuroendocrinology*. 14(4): 303-310.
- PABLOS, C., SALVADOR, A., GONZALEZ, E. y RODRIGUEZ-ARIAS, M. (1994). "Effects of a strength training program on testosterone, cortisol and testosterone/cortisol ratio changes in male adolescents". *European Journal of Physiology*. Supplement, 1. V-427:R7
- PABLOS, C. (1995). *Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza sobre los niveles de testosterona y cortisol y el estado de ánimo en adolescentes*. Servei de Publicacions de la Universitat de València. Valencia.
- PLATONOV, V. (1988). *El entrenamiento deportivo*. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- PLATONOV, V. (1991). *La adaptación en el deporte*. Deporte & Entrenamiento. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- PORT, K. (1991). "Serum and saliva cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing". *Int. J. Sports Med.* 12: 490-494.
- RAMSAY, J., BLIMKIE, C., SMITH, K., SCOTT, G., MACDOUGALL, J., SALE, D. (1990). "Strength training effects in prepubescent boys". *Med. Sci. in Sports and exercise*. 22:605-614.
- RICH, P.A., VILLANI, R., FULTON, A., ASHTON, J., BASS, S., BRINKERT, R. y BROWN, P. (1992). "Serum cortisol concentration and testosterone to cortisol ratio in elite prepubescent male gymnasts during training". *Eur J Appl. Physiol.* 65:399-402.

- SALVADOR, A. (1995). "Respuesta psicoendocrina al estrés competitivo". *V Congreso Nacional de Psicología de la Actividad Física y el Deporte*. Valencia. 91- 97.
- SCHOLICH, M. (1989). *Entrenamiento en circuito*. Editorial Stadium. Buenos Aires.
- STEINACKER, J., LASKE, R., HETZEL, W., LORMES, W., LIU, Y. y STAUCH, M. (1993). "Metabolic and Hormonal Reactions During Training in Junior Oarsmen". *Int. J. Sports Med.*, 14 (1): S24- S28.
- TSAI, L., KARPAKKA, J., AGINGER, C., JOHANSSON, C., POUSETTE, A. y CARLSTRÖM, K. (1993). "Basal concentrations of anabolic and catabolic hormones in relation to endurance exercise after short-term changes in diet". *Euro. J. Appl. Physiol. Occupat. Physiology*. 66(4): 304-308.
- VERJOSHANSKI, J. (1990). *Entrenamiento deportivo. Planificación y Programación*. Editorial Martínez Roca. Barcelona.
- VERVOORN, C., QUIST, A.M., VERMULST, L.J.M., ERICH, W.B.M., DE VRIES, W.R. y THIJSEN, J.H.H. (1991). "The Behaviour of the Plasma Free Testosterone/Cortisol Ratio during a Season of Elite Rowing Training". *Int. J. Sport Med.* 12: 257-263.
- VERVOORN, C., VERMULST, L.J.M., BOELENQUIST, A.M., KOPPESCHAAR, H.P.F., ERICH, W.B.M., THIJSEN, J.H.H. y DE VRIES, W.R. (1992). "Seasonal changes in performance and free testosterone:cortisol ratio of elite female rowers". *Eur J Appl Physiol.* 64:14-21.
- VINING, R.F. y MCGINLEY, R.A.. (1987). "The measurement of hormones in saliva: possibilities and pitfalls". *J. Steroid Biochem.* 27:81-94.
- VIRU, A. (1992). "Hormonal and metabolic foundations of training effects: sex differences". *Med Sport.* 45: 29-38.