

Artículo original

ISSN: 1728-922X

MONITOREO BIOQUÍMICO Y HORMONAL DE LOS EFECTOS DE LAS CARGAS EN EL MICRO-CICLO DE ENTRENAMIENTO

BIOCHEMICAL AND HORMONAL MONITORING OF THE EFFECTS OF THE LOADS IN THE MICRO-CYCLE OF TRAINING

Antonio J. Iznaga Dapresa¹, Idolo G. Herrera Delgado², José R. Alonso Hernández³

¹ Médico, Especialista en Medicina del Deporte

² Doctor en Ciencias, Ex. D.T. Selecciones Nacionales de Voleibol

³ Licenciado en Biología, Doctor en Ciencias avlopez43@inder.cu

RESUMEN

El monitoreo de los efectos acumulativos específicos e inespecíficos del entrenamiento, aporta información fidedigna sobre la dinámica de los procesos adaptativos y constituye un componente decisivo, en el control biomédico. Para complementar cualitativamente, la puesta en forma del deportista, proponemos monitorear, indicadores bioquímicos y hormonales, en micro-ciclos seleccionados para evaluar los efectos de las cargas y la dinámica temporal de los procesos adaptativos. La muestra está compuesta por 54 jugadores de alto nivel y 36 jugadores de nivel medio. Se determinó CK, LDH, urea, cortisol y testosterona y el índice T/C, al inicio y final de cada micro-ciclo.

Se concluye que el monitoreo de los efectos temporales, residuales y acumulativos de las cargas durante el micro-ciclo de entrenamiento, brinda información complementaria muy valiosa, para la dirección personificada del entrenamiento y conocer la marcha de los procesos adaptativos.

Palabras claves: control biomédico, adaptación, testosterona, cortisol, índice T/C, CK, LDH, perfil enzimático, urea.

ABSTRACT

The monitoring of the specific and unspecific accumulative effects of the training, contribute trustworthy information on the dynamics of the adaptative processes and they constitute a decisive component, in the biomedical control. To supplement qualitatively, the setting in the sportsman's form, we propose monitoring, biochemical and hormonal indicators, in selected micro-cycles, to evaluate loads effects and temporary dynamics of the processes of adaptations. The sample is composed by 54 players of high level and 36 players of half level. To realized determination of CK, LDH, urea, cortisol, testosterone and T/C ratio, to the beginning and end of each micro-cycle.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

We concludes that the monitoring of the temporary, residual and accumulative effects of the loads during the micro-cycle of training, offers very valuable complementary information, for the personified attend of the training and to know the dynamics of the processes of adaptations..

Key words: biomedical training control, adaptation, testosterone, cortisol, T/C ratio, CK, LDH, enzymatic profile, urea.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento deportivo, sus límites máximos y la longevidad del deportista son aspectos que constituyen una preocupación permanente para los directores técnicos, médicos, científicos y otros profesionales; cuestión ésta estrechamente relacionada con la capacidad individual de adaptación y la optimización en la dosificación de las cargas de entrenamiento.

Los estímulos que representan las cargas de entrenamiento dan lugar a reacciones fisiológicas y modificaciones adaptativas en el organismo del deportista de carácter inmediato, residuales y acumulativos específicos. Estos últimos efectos han sido históricamente los más estudiados por el hecho de estar directamente relacionados con el rendimiento deportivo, en un momento determinado de la preparación

Más allá del carácter de los estímulos y de sus efectos específicos, los mismos ejercen un efecto global de carácter inespecífico, defensivo, que conduce a reacciones funcionales y adaptativas que interesan todo el organismo de deportista^{1,2,3,4,5}.

En el deporte contemporáneo, las sobre-exigencias impuestas por el entrenamiento, el gran número de competencias y el insuficiente tiempo de recuperación entre éstas, someten al deportista a un stress mantenido, que se manifiesta por diferentes reacciones, motivando que en las últimas décadas se le haya prestado especial atención a lo que se considera efectos acumulativos inespecíficos de las cargas^{1,2,3,4,5}.

Constituye una práctica, bastante generalizada, evaluar la marcha del entrenamiento a través del progreso registrado en componentes del rendimiento relacionados directamente con los efectos acumulativos específicos, tanto para el caso de los controles biomédicos como en los test deportivo-motores; y no se presta la debida atención a otros efectos de las cargas.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

Situación más preocupante cuando tales controles se realizan al inicio y final de etapas de entrenamiento demasiado largas, lo que imposibilita correcciones y ajustes en períodos más breves.

Durante el entrenamiento deportivo se produce una movilización general de los procesos adaptativos, lo que puede ser explicado a través de las modificaciones que ocurren en componentes esenciales para el incremento del rendimiento y el perfeccionamiento de los mecanismos generales de adaptación. Esto ocurre cuando la dosificación de las cargas y su programación es la correcta, cuando no es así, puede llegarse al extremo de producirse un agotamiento temporal de los mecanismos de adaptación, para lo cual se han señalado algunas teorías, y una de ellas es la posibilidad de que la eficiencia del entrenamiento desaparezca por el agotamiento del sistema nervioso o el sistema endocrino^{2,3,4}.

El arte del entrenamiento consiste precisamente en garantizar la utilización óptima de la recuperación de la adaptabilidad, por lo cual el monitoreo de éste componente es esencial en la conducción del entrenamiento y la prevención del sobre-entrenamiento.

Se han realizado numerosos estudios con la finalidad de conocer las particularidades de la adaptación del organismo al entrenamiento, utilizando para ello el comportamiento de indicadores bioquímicos, endocrino-metabólicos, inmunológicos y neuropsicológicos^{3,4,6,7}.

La mayoría adolece del hecho de aplicar cargas, durante un determinado período de tiempo, sin tener en consideración los principios fisiológicos que rigen la periodización del entrenamiento^{1,8,9}.

En algunos casos se menciona el carácter cíclico de los estímulos pero no se aplican correctamente^{5,8}.

El micro-ciclo constituye la unidad funcional más importante del proceso de entrenamiento, asegura la integración de sus diversos componentes y facilitan el establecimiento de las modificaciones adaptativas que garantizan el rendimiento deportivo, razones suficiente para convertirse en la micro-etapa de preparación idónea a evaluar periódicamente¹⁰.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

Razón por la que seleccionamos los micro-ciclos característicos para en la preparación de jugadores de voleibol de alto nivel, denominados de desarrollo, competitivos y de regeneración (Herrera 2001). Las modificaciones adaptativas son más evidentes al final de las etapas medias (meso-ciclos), pero siempre dependerán de lo que sucedió en los micro-ciclos que la integraron¹⁰.

Los resultados obtenidos al finalizar el micro-ciclo regenerativo, de un meso-ciclo determinado, proporciona la información necesaria e indispensable, para la planificación personalizada del próximo meso-ciclo. De existir algún disturbio en los procesos adaptativos, es necesario un estudio pormenorizado del deportista.

Se han propuesto numerosos indicadores bioquímicos, endocrino- metabólicos, inmunológicos y neuropsicológicos para evaluar los efectos acumulativos inespecíficos de las cargas y en particular la dinámica de la adaptación^{1,3,4,5,11,12,14}.

Los niveles de testosterona (T) y el índice testosterona/cortisol (T/C) se relacionan directamente con el desarrollo de la fuerza y potencia musculares^{1,4,9,15,16}.

El índice T/C se ha utilizado como expresión del balance entre los procesos anabólicos y catabólicos^{17,18}, no obstante hay que analizarlo con mucha cautela, pues su valor informativo no es igual en todos los deportes. Existen evidencias experimentales que demuestran como el entrenamiento intenso de la resistencia disminuye las concentraciones de T sérica^{1,4,16}.

Estudios experimentales en deportes de resistencia, como los realizados por Bosco¹, Izquierdo¹⁶ y Hackney¹⁹ reportan valores basales de T inferiores a los de practicantes de otras modalidades deportivas, e incluso que las correspondientes a sujetos sedentarios. Existe la hipótesis que este fenómeno es imputable a una disminución en la liberación de hormona luteinizante (LH)^{1,19,20}.

La respuesta del cortisol es indispensable para lograr una mejoría de la capacidad funcional e indica la actividad del mecanismo general de adaptación demandada en razón de lograr la transición de una adaptación aguda a una estabilidad sostenible del sistema biológico estimulado^{1,2,3,5}. Constituye un indicador de las respuestas inespecíficas al stress que impone el entrenamiento.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

Las enzimas y otros metabolitos, pueden informar sobre los efectos residuales de las cargas, siendo las más utilizados la creatinquinasa (CK), la LDH y la urea, que han mostrado aumentos significativos en presencia de determinados regímenes de ejercicio^{3,4,6,7,21}.

En nuestro estudio seleccionamos la testosterona, el cortisol, el índice T/C, la urea en sangre y las enzimas LDH y CK, y no incluimos otros por problemas de factibilidad. Por ésta última razón tampoco fue posible estudiar otros meso-ciclos de entrenamiento.

Teniendo en consideración éstos hechos, y con la pretensión de contribuir al perfeccionamiento del control biomédico, pensamos que es posible complementar la evaluación incorporando, en los micro-ciclos, controles hormonales, enzimáticos y psicofísicos que permitan un diagnóstico más exacto sobre el estado del deportista y la marcha de los procesos adaptativos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra está compuesta por 90 jugadores de voleibol de alto nivel y sexo masculino, 36 integrantes de la pre-selección nacional de Cuba, con edad promedio de 24.8 ± 3.5 años y 18 pertenecientes a un club profesional italiano, con edades de 26.6 ± 4.0 años. El otro grupo lo integran 36 jugadores, de nivel deportivo medio, y edad de 23.52 ± 3.4 años, de diferentes nacionalidades. A los jugadores cubanos se les realizaron dos estudios, en uno de ellos fueron estudiados 18 jugadores a lo largo de un macro-ciclo de entrenamiento, realizándose determinaciones de las hormonas testosterona y cortisol al inicio y final del período preparatorio y el primero y sexto día de un micro-ciclo en período competitivo. En otro macro-ciclo de entrenamiento estudiaron otros 18 jugadores, a los que se les determinó, durante la etapa de preparación especial y en el período competitivo determinaciones de las enzimas CK y LDH, así como urea, el primero y sexto día de entrenamiento en 4 micro-ciclos diferentes en cuanto a objetivos y orientación funcional.

Los jugadores del club italiano fueron estudiados en un micro-ciclo competitivo y las muestras se obtuvieron el primero y séptimo día.

En los 36 jugadores restantes se estudio el comportamiento del cortisol sérico en cuatro micro-ciclos de entrenamiento, de diferentes objetivos.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

En todos los casos las muestras de sangre, fueron tomadas en condiciones de reposo, en el horario de 8:00 am a 9: am. Las hormonas fueron dosificadas por método radioinmunométrico y las enzimas por método cinético.

Con la intención de conocer las características de los micro-ciclos seleccionados, se precisaron los objetivos que perseguía el entrenador, su orientación funcional, el volumen y la intensidad global de la carga planificada, horas de trabajo y descanso y los jugadores emitieron la percepción del efecto global de la carga en cada sesión, según criterios de Morgan¹¹ y Foster¹².

Se utilizaron métodos descriptivos para el cálculo de las medidas de tendencia central y dispersión de los valores de referencia, estudio de ANOVA de un factor y prueba T de student. Se aplicó el paquete SPSS, compatible para Windows 98.

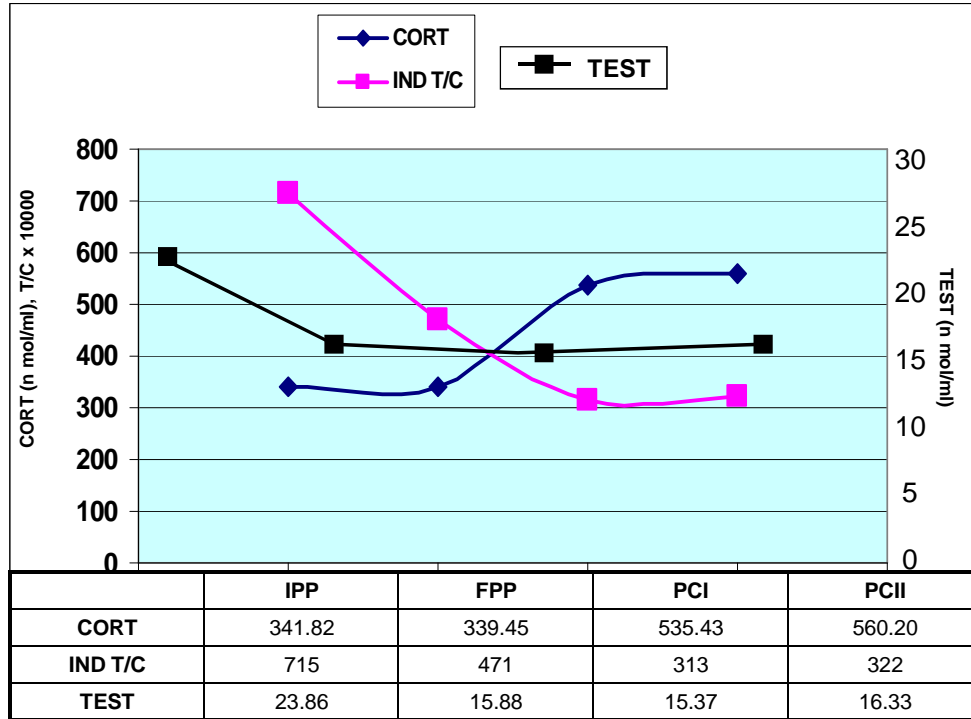
RESULTADOS

En la **figura 1**, se presentan los resultados obtenidos en el estudio hormonal realizado a 18 de los jugadores cubanos, durante un macro-ciclo de entrenamiento, donde aparecen los valores para la testosterona total (T), el cortisol y el índice testosterona/cortisol (T/C), en el inicio del período preparatorio (IPP), final del período preparatorio (FPP) y al inicio (PCI) y final (PCII) de un micro-ciclo competitivo.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

Fig 1. -VALORES MEDIOS DE LA TESTOSTERONA, EL CORTISOL Y EL INDICE T/C, PARA MACROCICLO ESTUDIADO.

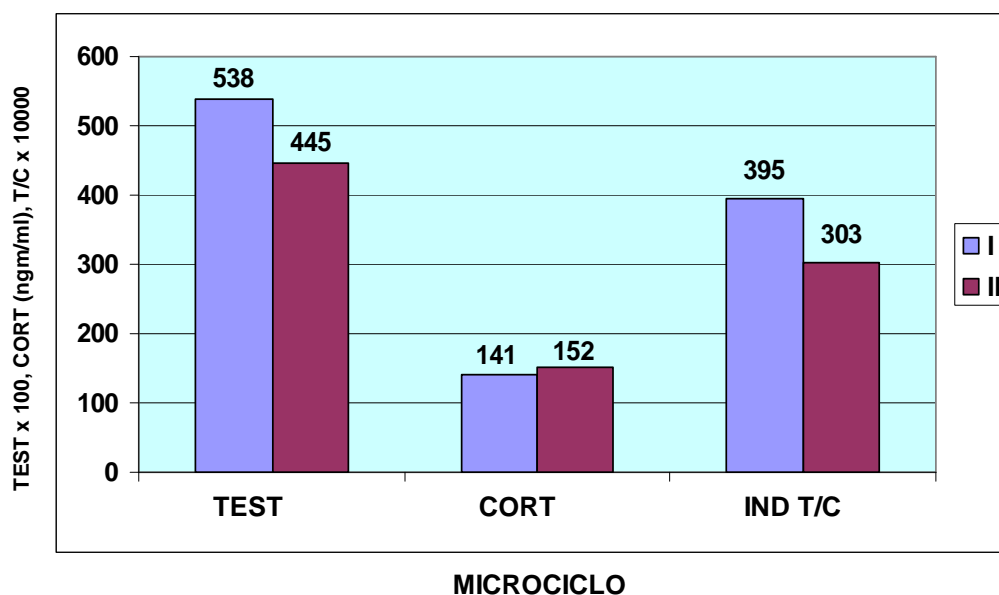


En la **figura 2** aparecen los valores para la T, C e índice T/C, al inicio (I) y al final (II) de un micro-ciclo competitivo, en el equipo de un club italiano de alto nivel.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

Fig 2. VALORES MEDIOS DE LA TESTOSTERONA, CORTISOL Y EL INDICE TESTOSTERONA/CORTISOL PARA EL EQUIPO DE UN CLUB ITALIANO DE ALTO NIVEL, EN DOS MOMENTOS DE UN MICROCIclo, EN PERIODO COMPETITIVO.



En la **tabla 1** se muestran las respuestas del cortisol en el monitoreo realizado, en diferentes micro-ciclos de preparación, al grupo de 36 jugadores de nivel medio.

Tabla 1. RESPUESTAS DEL CORTISOL, EN DIFERENTES MICROCIcloS DE ENTRENAMIENTO, EN 36 JUGADORES DE VOLEIBOL DE NIVEL MEDIO.

MICROCICLO	VOLUMEN	INTENSIDAD	CORTISOL1	CORTISOL2	E.PERCIBIDO
FISICO/TEC.	20 H	4	112.5 _{+8.5}	288.7 _{+9.2} **	4 (medio)
FIS/TEC/TAC	20 H	5	271.8 _{+10.5}	306.2 _{+8.3} **	6 (muy duro)
FISICO/TAC.	18 H	5 - 6	297.6 _{+9.7}	295.8 _{+12.3}	6 (muy duro)
COMPETITIVO	14 H	6 - 7	155.0 _{+10.1}	318.5 _{+9.7} **	6 (muy duro)
REGENERATIVO	8 H	1 - 2		110.2 ₊₁₂	
**cortisol 2 ≥ cortisol 1 p ≤ 0.01			cortisol 1 = 1 ^{er} dia microciclo		
Referencias: Cortisol (50 a 230 ng/L)			cortisol 2 = 5 ^{to} dia microciclo		

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

La **tabla 2** muestra los valores obtenidos para la creatinquinasa (CK), la lactato deshidrogenasa (LDH) y la urea, al inicio(1) y final (2) de cada micro-ciclo, así como el volumen e intensidad del entrenamiento planificado y la percepción del esfuerzo global de los micro-ciclos, en el monitoreo realizado a un grupo de jugadores cubanos de alto nivel.

Tabla 2. MONITOREO DEL MICROCICLO DE ENTRENAMIENTO MEDIANTE EL COMPORTAMIENTO DE LAS ENZIMAS CK, LDH, LA UREA Y EL ESFUERZO PERCIBIDO.

CLASIFICACION	VOL.	INT.	CK1	CK2	LDH1	LDH2	UREA1	UREA2	PERCEP.
DEL MICROCICLO	H	1-7	1 día	6 día	1 día	6 día	1 día	6 día	ESFUERZO
BASICO DE DESARROLLO	26 H	3-4	144	337,6	266,2	440	5,17	5,11	4 (medio)
			+52	+115	+82	+98	+1.1	+1.0	
TECNICO/TACTICO	18 H	5-6	306,3	782,6	439	543,8	5,17	5,34	5 (duro)
			+92	+155	+46	+96	+1.0	+1.4	
TACTICO/FISICO	24 H	6	265,3	918,7	477,9	554,6	5,13	6,3	6 muy duro
			75	158	57	81	1,3	1,6	
REGENERATIVO	14 H	2		142				4,82	2(fácil)
				+38				+1.0	

Valores de referencia: CK = (24 – 195 U/L) *CK2 ≥CK 1 (todos). * LDH 1 ≥ LDH 2 (todos)
 LDH = (160 – 320 UI/L) *UREA 1≥ UREA 2 (táctico/físico)
 UREA= (2.49 – 7.49 n mol/L)

DISCUSIÓN

Como puede apreciarse en la figura 1, la testosterona (T) y el índice T/C disminuyeron significativamente ($p \leq 0.05$) entre el IPP y FPP, así como entre el IPP y el PC ($p \leq 0.05$). En el micro-ciclo estudiado en período competitivo, no se encontraron variaciones significativas, pero los valores se mantuvieron muy bajos con respecto al IPP.

El cortisol no mostró variaciones entre el IPP y FPP., y se incrementó significativamente ($p \leq 0.05$) entre FPP y el PC. Este resultado puede deberse a lo reportado en una investigación realizada por Kraemer²², donde encontró que el stress provocado por el entrenamiento de la fuerza y potencia musculares, que produce incremento de indicadores anabólicos, concomitantemente aumentaron los niveles de cortisol.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

El presente estudio se realizó en un año donde la competencia fundamental era la olimpiada, por lo cual las Ligas Italiana y Mundial de Voleibol, formaron parte del período preparatorio. Se trata de competencias muy exigentes y viajes intercontinentales muy frecuentes, con afectaciones para la preparación física y los procesos de recuperación y regeneración, lo cual consideramos explica los descensos tan marcados de la T y el índice T/C y el incremento del cortisol al final del macro-ciclo, cuando los efectos acumulativos inespecíficos de las cargas eran muy marcados.

A los 18 jugadores del Club Italiano se les determinaron las concentraciones de testosterona, cortisol en sangre y se calculó el índice T/C, al inicio (I) y final(II) de un micro-ciclo competitivo (figura 2). Se encontró disminución significativa para la T y el índice T/C ($p \leq 0.05$), así como incremento del cortisol ($p \leq 0.05$). Esto ocurrió en un micro-ciclo de mucha intensidad, que incluyó tres juegos contra contrarios de igual o superior nivel competitivo, así como viajes frecuentes, con las afectaciones consabidas para el entrenamiento físico y la recuperación.

En otros estudios se reportan hallazgos similares a los nuestros^{3,4,8,17,23,24}, como disminuciones significativas para la T y el índice T/C e incrementos del cortisol al final de períodos de entrenamientos y competencias de elevada intensidad.

Algunos investigadores consideran que éste comportamiento hormonal responde a un agotamiento transitorio de los procesos adaptativos^{1,3,5}. Esta situación no significa, necesariamente, que estamos en presencia de un síndrome de sobre-entrenamiento, y las hormonas pueden regresar a sus valores normales en alrededor de 12-14 días, después de la disminución de las cargas^{1,5,9,25}.

Los jugadores no presentaron manifestaciones clínicas de sobre-entrenamiento en ninguno de los grupos, a pesar que en cuatro cubanos el índice T/C se incrementó en más de 35%. Resulta muy interesante el hecho que en los deportista con disminuciones mayores del índice T/C se observó, posteriormente, una deterioro del rendimiento, que condujo a algunos al retiro prematuro del deporte activo, por lo cual consideramos que éste indicador es de gran valor en las aspiraciones por lograr longevidad deportiva. Este fue el año de peores rendimientos competitivos para el equipo cubano en la década 1990-2000.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

No fue posible realizar los ajustes individuales para el entrenamiento, pues como se puede observar en la figura 1, se realizaron mediciones discretas entre períodos muy largos y cuando se detectó el problema ya no había tiempo para correcciones, por compromisos competitivos ineludibles

El Club Italiano corrió otra suerte, pues disponía de 18 días para la recuperación y regeneración, introdujeron las recomendaciones individuales emitidas y ese año se alzaron con el primer lugar de la liga italiana.

Es evidente que los controles hormonales deben ser efectuados oportunamente, en los micro-ciclos más importantes e intensivos de la preparación, de manera que nos permita los reajustes necesarios en el momento preciso.

El monitoreo del cortisol lo vamos a tratar a parte, por tratarse de una variable que ha sido objeto de algunas controversias. En la tabla 1 presentamos el comportamiento de ésta variable durante cinco micro-ciclos, con objetivos diferentes, en 36 jugadores de nivel medio donde puede observarse que el aumento entre la medición inicial y final fue significativo ($p \leq 0.01$) en los micro-ciclos físico/técnico(FÍSICO/TEC), físico/técnico/táctico (FIS/TEC/TACT) y el competitivo. En el físico/táctico (FISICO/TAC), no hay diferencias y se observa un regreso a los valores normales durante el micro-ciclo regenerativo.

La valoración del esfuerzo percibido, se corresponde en gran medida con la intensidad planificada para el entrenamiento.

El cortisol es el indicador singular más importante para determinar los efectos acumulativos inespecíficos de las cargas de entrenamiento y la dinámica de los procesos adaptativos y es considerado por muchos autores^{1,3,4,5,8,14,15,26}, como un instrumento indispensable en el monitoreo de la preparación de los deportistas de alta competición.

El hecho de no incrementarse el cortisol en el micro-ciclo físico/táctico en nuestra muestra, constituye una señal de alarma muy importante, teniendo en cuenta resultados de investigaciones anteriores, pues el deportista podría ser conducido a un agotamiento de los procesos adaptativos e incluso a un sobre-entrenamiento. Esta información permitió efectuar los reajustes individuales necesarios.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

En un estudio³, realizado en 22 corredores de distancias medias, de ambos sexos, sometidos a un entrenamiento de dos semanas de duración con un incremento de volumen e intensidad entre el 105-120%, en relación a las cargas habituales, a los que se les determinó el cortisol el primero y último día de cada semana, se observaron patrones de respuestas individuales que coinciden con lo encontrado por nosotros. Algunos corredores mostraron disminución mantenida del cortisol, lo que fue interpretado como un agotamiento transitorio de las reservas adaptativas.

Patrones de comportamiento similares a los señalados reporta Bosco¹, pero en éste caso para la excreción urinaria de 17-hidroxycorticosteroides, dosificados en diferentes momentos de la preparación en baloncestistas de nivel internacional.

En ninguna de estas dos investigaciones se cumplió con los principios de la periodización “moderna” del entrenamiento, y no se puede identificar la respuesta para cada variante de micro-ciclo.

En un estudio realizado en deportistas cubanos de alto rendimiento, en diferentes etapas, no se observaron variaciones significativas del cortisol²⁷.

En el segundo grupo de 18 jugadores cubanos se realizó un monitoreo de las respuestas de la CK, LDH y urea determinadas el primero y sexto día, en cuatro micro-ciclos de entrenamiento con diferente orientación funcional y además se evaluó el esfuerzo percibido global.

Puede apreciarse en la tabla 2 que la CK y la LDH aumentaron significativamente ($p \leq 0.05$) entre el inicio y final, de cada micro-ciclo y entre un micro-ciclo y otro, con evidente tendencia a incrementarse en la medida que aumentan las exigencias del micro-ciclo. La urea aumentó solamente en el táctico/físico. En los micro-ciclos técnico/táctico y táctico/físico, los niveles de iniciales CK y LDH se mantienen elevados, lo cual es de esperar pues el tiempo transcurrido entre los micro-ciclos es de alrededor de 36 – 38 horas^{4,6}. Los valores obtenidos el primer día del micro-ciclo nos permitieron realizar reajustes individuales del entrenamiento, siempre teniendo en cuenta que en el deportista de alta competición los límites entre la adaptación normal y el sobre-entrenamiento tienen que ser muy estrechos, para poder enfrentar las exigencias competitivas contemporánea^{1,4,5,23,28}.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

Después del micro-ciclo táctico/físico se disminuyeron las cargas durante alrededor de 10 días y a continuación se participó en la Copa de Campeones donde se alzaron con el primer lugar.

Se encontró fuerte correlación ($r = 0.62$) entre los incrementos de la CK y la LDH, por lo que pueden ser variables intercambiables.

El estudio enzimático realizado a los jugadores del equipo del club italiano, en el micro-ciclo competitivo referido, se confirmaron incrementos significativos de la CK y la LDH entre el inicio y final del mismo, no así para la urea.

En numerosos estudios se refieren incrementos significativos de la CK y la LDH en respuestas a cargas de alta intensidad^{3,6,7,21}, que son mayores cuando existe un componente excéntrico importante^{1,3,13,29}, como ocurre precisamente en el voleibol.

Se concluye, que la evaluación de la preparación del jugador de voleibol de alto nivel, a través del monitoreo de la hormonas T, cortisol, índice T/C, y las enzimas CK y LDH, en el micro-ciclo y de forma sistemática, aporta información muy valiosa para identificar los efectos residuales y acumulativos inespecíficos de las cargas, y conocer la marcha de los procesos adaptativos, de forma personificada; convirtiéndose en instrumento decisivo para el perfeccionamiento del control biomédico del entrenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Bosco Carmelo, La Forza Muscolare. Aspetti Fisiologici ed applicazioni pratiche. 2^{da} Edizione, Societa Stampa Sportiva, Roma, 2007
- 2.- Viru A. and Viru M. Análisis del control del Rendimiento. 2^{da} Edición, Editorial Paidotribo, Barcelona, 2003
- 3.- Viru, A. y Bosco C., Controllo Biochimico dell Allenamento. En C.Bosco (edit) La Forza Muscolare. Aspetti Fisiologici ed Applicazioni Pratiche. Societa Stampa Sportiva, Roma, 2^{da} Edizione, 2007 pp.349-418
- 4.- Sassi, Aldo, Allenamento e Sovrallenamento. Le basi per conoscere e prevenire l' overtraining. 8^{va} Edizione Edi-Ermes, Milano, 2007
- 5.- Lehmann MJ., Lormes W., Opitz-Gress JM., et al. Training and overtraining: and overview and experimental results in endurance sports. J. Sports Med. Phys. Fitness, 1997, 37(1): 7-17.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

- 6.- Nicot Balón G. Aplicación de mediciones de algunos parámetros bioquímicos para el control del entrenamiento deportivo. Tesis de Maestría, Biblioteca, Instituto de Medicina Deportiva, La Habana, 2000.
- 7.- Serviat Hung N., Nicot Balón G., Carvajal Veitía W. y colab. Actividad de enzimas séricas en deportes con pelotas pertenecientes a equipos nacionales. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fis., 2009 Vol 4 (1).
- 8.- Snegovskaya V., Viru A., Elevation of cortisol and somatotropin levels in the course of further improvement of performance capacity in trained rowers. Int. J. Sports Med., 1993 14: S24-S28.
- 9.- Banfi G., Mrinelli M. and Roi GS., Usefulness of free testosterone/cortisol ratio during a season training of elite speed skating athletes. Inter. J. Sports Med., 1993, 14: 373-379.
- 10.- Bompa Tudor, Periodization of Strength: The new wave in strength training, 3th Edition, Copywell, Ontario, Canadá, 2004.
- 11.- Morgan WP, and Brown DR, Psychological Monitoring of Overtraining and staleness. Brit. J. Sports Med., 1987, 27(3): 107-114.
- 12.- Foster Carl, Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. Med. Sci. Sports Exerc., 1998, 30(7):1164-1168.
- 13.- Geran Paulsen, Delayed leukocytosis and cytokines response to high force eccentric activity. Med. Sci. Sports Exerc. 2005, 37(11): 1877-1883.
- 14.- Goto K., The impact of metabolic stress on hormonal response and muscular adaptations. Med. Sci. Sports Exerc. 2005, 37(6): 955-963.
- 15.- Hakkinen, Keijjo, Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. J. Sports Medicine and Phys. Fit. 1989, 29(1): 9-26
- 16.- Izquierdo, M., Hakkinen, K., and Kraemer, WJ. Maximal strength and Power, muscle mass, endurance and serum hormones in weightlifters and road cyclists. J. Sports Sciences, 2004, 22(5): 465-478
- 17.- Adlercreutz H., Harkoven M., Kouppasalmi K., et al., Effects of training on anabolic and catabolic steroid hormones and the responses during physical exercise. Inter. J. Sports Med., 1986, 7: 27-31.
- 18.- Cabrera VM., Hernández Hernández A. y Pino Rivero P. Las hormonas en el deporte: Una vieja herramienta con nuevas perspectivas. Rev. Cub. Med. Dep. Cult. & Fís. 2010, Vol 5 (2). ISSN 1728-922X
- 19.- Hackney AC., Sinning WE, Broutl BC., Hypothalamic-pituitary-testicular axis function in endurance trained male. Int. J. Sports Med. 1990, 4:298-303.
- 20.- Harrison, y colaboradores. Principios de Medicina Interna, Decimocuarta Edición, McGraw-Hill Interamericana, Madrid, 1998, Volumen II, pp.2254.

Monitoreo bioquímico y hormonal de los efectos de las cargas en el micro-ciclo de entrenamiento.

Antonio J. Iznaga Dapresa, Idolo G. Herrera Delgado, José R. Alonso Hernández

- 21.- Houmard JA. and Costill DL., Testosterone, cortisol and creatine kinase levels in male distance running during reduced training. *Inter. J. Sports Med.*, 1989, 11: 41-45.
- 22.- Kraemer, W.J. & Ratamess, N.A. Endocrine Responses and Adaptations to Strength and power training. In Paovo V. Komi (edit), *Strength and Power in Sports*, 2nd edit. Blackwell Scientific Public. 2003 pp.361-386.
- 23.- Thomas, L. & Busso, T. A theoretical study of taper characteristics to optimize performance. *Med. Sci. Sport. Exerc*, 2005, 37(9): 1615-1621
- 24.- Belcastro AN., Dallaire J., McKenzie DC., et al. Cass Overstress Study: blood monitoring. *Med. Sci.Sports Exerc*. 1990, 22 (Suppl.): S131.
- 25.- Kraemer, W.J. & Ratamess, N.A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sport Medicine*, 2005, 35(4): 339-361
- 26.- Govarni Caroline, Overnight urinary cortisol and cortisone add new insights into adaptation to training. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2005, 37(7): 1157-1167
- 27.- Díaz Bacallao N. y Nicot Balón G., Estudios endocrinos en atletas de alto rendimiento en diferentes etapas de preparación.
Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís., Vol 5(3), ISSN 1728-922X
- 28.- Goldspink, Geoffrey, Cellular and Molecular Aspects of Adaptation in Skeletal Muscle. In Paovo V. Komi (edit), *Strength and Power in Sports* 2nd edit. Blackwell Scientific Public., 2003, pp.211-229.
- 29.- Takashi Endoh, Effects of muscle damage induced by eccentric exercise on muscle fatigue. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2005, 37(7): 1151-1156.
- .