

ARTÍCULO ORIGINAL

Cuantificación de la respuesta bioquímica al entrenamiento específico de porteros profesionales durante un microciclo de fase competitiva.

Jorge Luis Petro Soto¹, Jaime A. Albarracín Trujillo², Eduardo Niño³

¹Docente Departamento de Cultura Física. Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

²Médico Especialista en Medicina del Deporte. Universidad de Antioquia, Colombia.

³Entrenador de porteros, Cali, Colombia.

PALABRAS CLAVE

CPK, Urea, Porteros,
Entrenamiento
Específico.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue cuantificar la respuesta bioquímica de los porteros del Equipo de Fútbol Profesional del Club Deportivo Cali, durante un micro ciclo de la fase competitiva de la Liga Postobon del Fútbol profesional Colombiano (Categoría A). Se evaluaron a tres porteros (25,6 ±3,0 años), a los cuales se le realizaron mediciones de concentraciones séricas de CPK y Urea, mediante método de Fotometría Reflexiva con el equipo Reflotron Plus®, antes y después de seis sesiones de entrenamiento. Para el análisis estadístico se implementó el Programa SPSS Versión 19, realizando pruebas descriptivas; asimismo, se aplicó la prueba T Student y de ANOVA, para establecer la diferencia entre las medias de cada Portero y entre éstos, respectivamente. Se encontró en los resultados que hay una diferencia significativa entre los valores pre y post-sesión de CPK en el caso del Portero 1 ($p=0,0001$) y el Portero 2 ($p=0,0015$), pero no en el Portero 3 ($p=0,0724$) ni entre los valores pre y post-sesión entre los porteros ($p>0,05$). En cuanto a la Urea sólo se encontró diferencia entre los porteros, tanto en la pre-sesión, como en la post-sesión ($p=0,0157$ y $p=0,0216$, respectivamente). En conclusión, se determina que la carga de entrenamiento aplicada a los sujetos de estudio mostró una respuesta bioquímica importante, expresado en las concentración sanguínea de CPK y Urea, siendo mayor en el Portero 1, hallándose valores de CPK considerados por fuera del límite de referencia para la tolerancia de la carga ($>250 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$), según lo documentado en la literatura científica especializada.

KEYWORDS

CPK, Urea, goalkeepers,
Specific Training.

ABSTRACT

The aim of this study was to quantify the biochemical response on the goalkeepers Professional Soccer Team Club Deportivo Cali (Postobon Colombian professional Football League, Category A), during a microcycle of the competitive phase.

On three goalkeepers (25.6 ±3.0 years), was measured the serum CPK and Urea, before and after six training sessions, through Reflexive photometry method with Reflotron ® Plus equipment.

For statistical analysis was implemented the SPSS program (version 19), making descriptive

tests. Also the Student's *t*-test, and ANOVA was applied to the difference between the means of each sportmen and between them, respectively.

It was found that there is a significant difference between pre- and post-session CPK in the case of subject 1 ($p=0.0001$) and subject 2 ($p=0.0015$); but not in the subject 3 ($p=0.0724$) and between pre- and post-session between goalkeepers ($p>0.05$). As for Urea only difference was found among goalkeepers, both the pre- session and post- session ($p=0.0157$ and $p=0.0216$, respectively). In conclusion, the training load applied to the study subjects showed a significant biochemical response, expressed in the blood levels of CPK and Urea, being higher in the subject 1, being considered CPK values outside the reference limits tolerance for load ($>250 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$), as documented in the scientific literature.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento deportivo ha dejado de ser una práctica espontánea, casual y de supuestos basado en el “sentido común”, para ser todo un proceso metodológico soportado por las ciencias de la actividad física, conllevando, de esta manera, a potencializar el rendimiento de los deportistas a un nivel competitivo cada vez más alto (Bompa, 1996; Sift & Verkhoshansky, 2004; Weineck, 2005; Hohmann, et al. 2005). En este orden de ideas y adaptando una expresión del reconocido autor Tudor Bompa, podríamos expresar que, hoy por hoy, la efectividad de un programa de entrenamiento se basa en la ciencia y en la metodología (Bompa, 1996).

Este panorama científico muestra que, en deportes como el fútbol (el cual no solamente despierta interés popular, sino también académico), se han volcado diversas investigaciones que evalúan tanto la carga externa, que incluye por ejemplo, el volumen recorrido, tipos y velocidades de desplazamientos (Reilly, 1974; Reilly & Bowen, 1984; Reilly, 2003; Reilly, et al. 1998), como la carga interna; en referencia a la frecuencia cardíaca, el lactato, el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$), metabolitos en sangre (Bangsbo, 1994; Rico, et al. 1999; Bangsbo, et al. 2007; Rampinini, et al. 2009, Krustup, et al. 2006; Cuadrado & Grimaldi, 2012).

En este sentido, el análisis de indicadores bioquímicos ha tenido una contribución inconmensurable para conocer las respuestas y adaptaciones orgánicas de los sujetos al esfuerzo físico, permitiendo planificar y controlar las cargas de entrenamiento de la mejor manera posible. De esta forma, la medición de parámetros sanguíneos tales como la Creatinofostato (CPK) y la Urea permiten conocer los efectos que tiene el volumen, intensidad y densidad, sobre el deportista; evitando la aparición de cuadros de excesiva fatiga muscular y la instauración cuadros de Overtraining (sobreenentrenamiento).

La CPK, enzima clave del sistema de los fosfágenos, y la Urea han sido tradicionalmente utilizados para evaluar la tolerancia a la carga de entrenamiento. Los niveles de concentración de CPK total dependen de la edad, género, la etnia, la masa muscular, la actividad física y las condiciones climáticas; los altos niveles de CPK séricos en sujetos aparentemente sanos se relacionan con el entrenamiento físico y daño en la estructura muscular inducido por el mismo (Brancaccio, et al. 2007; Brancaccio, et al. 2008). El aumento de la actividad enzimática, especialmente de la CPK, después del ejercicio se registró por primera vez en 1958, y estudios posteriores han demostrado que muchos son los factores que determinan el incremento de esta

enzima durante y después del ejercicio (Noakes, 1987; Brancaccio, et al. 2007).

Se ha demostrado que después de sesiones de entrenamiento intensos de pesas, ejercicios isométricos, de velocidad y entrenamiento de resistencia de larga duración como la maratón, se elevan los niveles séricos de CPK. Estos ejercicios, donde se presentan acciones musculares de tipo excéntricas, son los que más incrementan los niveles de CPK, debido al daño muscular inducido; siendo contracciones agresivas para la integridad de la estructura de la célula muscular (Orrego & Monsalve, 2006; Brancaccio, et al. 2007). Cabe anotar que, la actividad total de la CPK en suero es elevada, especialmente durante las 24 horas después de la sesión de ejercicio; y cuando los individuos descansan retornan gradualmente a los niveles basales (Brancaccio, et al. 2007).

Del mismo modo, la Urea ha sido otro indicador bioquímico para valorar la tolerancia a la carga de entrenamiento. Los valores séricos de Urea estarían relacionados con el volumen de la carga, en consideración de esfuerzos físicos de predominio aeróbico (resistencia) que los de predominio anaeróbico, sobre todo cuando la intensidad es por encima del 50 % del VO_2 máx (Navarro, 1998). El incremento en las concentraciones de Urea puede indicar un aumento del catabolismo de las proteínas (Calderón, 2010).

En el fútbol, de las posiciones de juego que tiene este deporte, la del portero es la que cuenta con menos investigaciones desde el campo de estudio de la fisiología y la bioquímica del ejercicio. Tal vez, por ser la posición que tiene un menor volumen de trabajo y participación, en comparación con las otras. No obstante, como es bien sabido las acciones del portero son decisivas y en ellas se puede definir el resultado de un partido, ya sea a favor o en contra; y en ello radica la importancia del entrenamiento que se le programa. Basado en esto, y en todo lo esgrimido anteriormente, el propósito del presente estudio fue cuantificar la respuesta bioquímica al entrenamiento específico de los porteros del Deportivo Cali, durante un Microciclos de la Fase Competitiva de la Liga Postobon (Primera Categoría del Fútbol Profesional Colombiano).

MATERIAL Y MÉTODOS

Siguiendo a los planteamiento de Hernandez, et al. (2006) y Tamayo, (1999), la presente investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y bajo un diseño metodológico de estudio de casos. Se realizaron mediciones seriadas de CPK y Urea a tres porteros del Deportivo Cali, durante un microciclo de entrenamiento específico, con partido de domingo a domingo (MD-D), de la fase competitiva de la Liga Postobon, Primera categoría del Fútbol Profesional Colombiano (Portero 1: 21 años de edad; portero 2: 25 años; el Portero 3 27 años; Edad promedio de $24,6 \pm 3,0$ años)

Las concentraciones séricas de CPK y Urea se realizaron antes y después de cada sesión de entrenamiento del MD-D (seis sesiones, sin realizaron mediciones en los partidos) a través del método de fotometría reflexiva, con el sistema de medición Reflotron Plus® de Roche.

Para el tratamiento estadístico de los datos, se implementó el software IBM SPSS versión 19, para Windows, el cual facilito la realización de pruebas descriptiva de tendencia centralizada (media y mediana), y de variabilidad (desviación estándar, rango y coeficiente de variabilidad de Pearson); del mismo modo, para

establecer la diferencia entre los resultados pre- y post-sesión de Urea y CPK, se empleó la prueba T de Student (pareada) para datos continuos; y la prueba de Análisis de Varianza (ANOVA) para comparar los resultados entre los porteros, con un nivel de confiabilidad del 95 % (nivel de significancia de 0,05), siendo “significativo” y un de nivel de confiabilidad del 99 % (nivel de significancia de 0,09) para “altamente significativo”. Se resalta que, previamente a la aplicación de estas pruebas de comparación, se comprobó la normalidad de los datos a través de las pruebas de Curtosis, Asimetría y Kolmogorov-Smirnov
El porcentaje de cambio de CPK y Urea se estableció con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Cambio} = \frac{\text{Valor Post-Sesión} - \text{Valor Pre-Sesión}}{\text{Valor Post-Sesión}} \times 100$$

RESULTADOS

Los resultados estadísticos descriptivos de las mediciones de las concentraciones séricas de CPK y Urea de los porteros profesionales, realizada antes (pre) y después (post) de las sesiones de entrenamiento específico de un Microciclo Competitivo, se presentan en la Tabla 1.

	Pre-sesión		Post-sesión		Cambio (%)		
	CPK (U·L ⁻¹)	Urea (mmol·L ⁻¹)	CPK (U·L ⁻¹)	Urea (mmol·L ⁻¹)	CPK	Urea	
Portero 1	<i>Media</i>	342,50	6,9	435,83	7,4	21,56	6,9
	<i>Mediana</i>	354,00	6,9	462,50	7,5	20,74	10,9
	<i>Rango</i>	217,00	2,2	268,00	2,1	9,04	29,6
	<i>Desv. típ.</i>	78,96	0,8	93,03	0,8	3,53	11,3
	<i>% CV.</i>	23,05	11,2	21,35	11,0	16,37	163,1
Portero 2	<i>Media</i>	275,50	6,3	313,00	6,3	12,31	-1,4
	<i>Mediana</i>	280,50	6,4	321,00	6,8	13,18	4,9
	<i>Rango</i>	97,00	0,8	151,00	1,5	23,34	27,2
	<i>Desv. típ.</i>	41,19	0,3	62,71	0,7	10,03	11,5
	<i>% CV.</i>	41,19	4,7	62,71	11,9	10,03	-821,1
Portero 3	<i>Media</i>	315,17	5,7	382,33	6,3	17,36	8,4
	<i>Mediana</i>	287,50	5,9	353,00	6,4	16,43	8,1
	<i>Rango</i>	188,00	1,5	247,00	1,4	11,56	29,5
	<i>Desv. típ.</i>	69,41	0,6	89,17	0,5	4,15	10,3
	<i>% CV.</i>	22,02	10,0	23,32	7,8	23,90	123,3
Total	<i>Media</i>	311,06	6,3	380,82	6,7	17,36	5,0
	<i>Mediana</i>	294,50	6,2	359,00	6,6	19,50	5,5
	<i>Rango</i>	230,00	3,2	320,00	3,2	26,03	43,1
	<i>Desv. típ.</i>	67,46	0,7	93,52	0,9	7,00	11,1
	<i>% CV.</i>	21,69	11,4	24,56	12,8	40,33	223,7

Tabla 1. Resultados de las concentraciones séricas de CPK y Urea, antes y después de las sesiones de entrenamiento de los porteros Profesionales durante un Microciclo Competitivo. [% CV: porcentaje de coeficiente de variación; Desv. típ.: desvío típico]

De acuerdo a estos resultados, la concentración sérica de CPK presentó más cambios cuantitativamente que las concentraciones de Urea, en todos los sujetos evaluados y en el total (17,3 % vs 5,0 %, correspondientemente), lo cual indica que se presenta un pequeño daño tisular a nivel muscular por la carga impuesta; siendo poco el catabolismo proteínico durante las sesiones para este microciclo, de acuerdo a lo que este indicador puede reflejar.

El Portero 1, el titular, presentó el mayor porcentaje de cambio de CPK en respuesta a la carga (ver figura 1), lo cual expresa que es él quien presenta el mayor estrés físico por el entrenamiento (de 342,5 U·L⁻¹ a 435,8 U·L⁻¹). Por otro lado, a pesar de que no hubo un cambio cuantitativamente importante en la uremia, el porcentaje de cambio más amplio se presentó en el Portero 3.

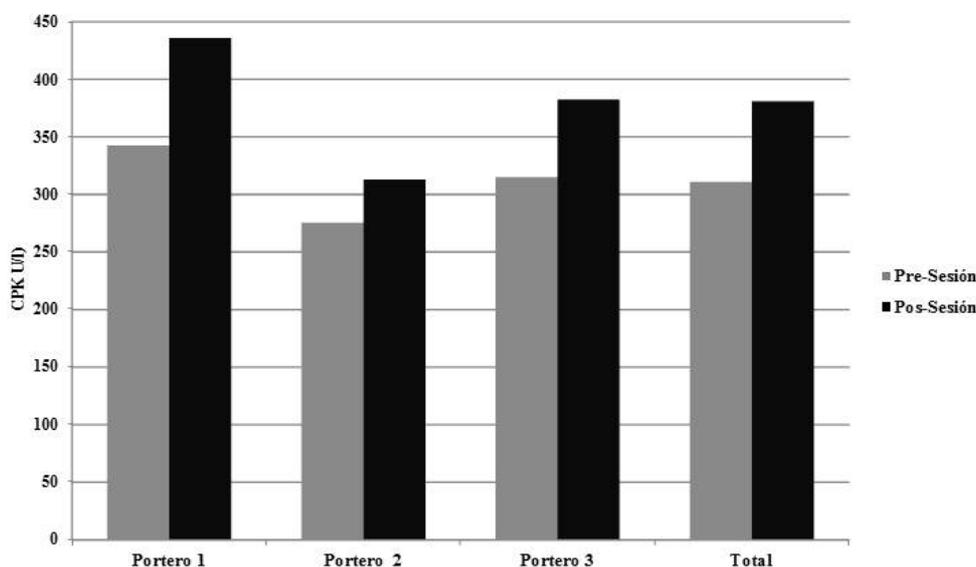


Figura 1. Concentraciones de CPK sérica de los porteros Profesionales durante un Microciclo de Entrenamiento Específico.

Mediante la prueba T pareada para datos continuos, se estableció que existe una diferencia estadística altamente significativa entre las mediciones de CPK antes y después de la sesión del entrenamiento del MD-D en el caso del Portero 1 ($p=0,0001$) y el Portero 2 ($p=0,0015$); pero no se encontró diferencia estadísticamente significativa para el Portero 3 ($p=0,0724$). Sin embargo, al considerar a los tres porteros como un grupo, se encontró una diferencia altamente significativa ($p=0,00001$) entre la pre-sesión y la post-sesión.

Por otra parte, el análisis de la varianza (ANOVA), determinó que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los niveles de CPK pre-sesión y post-sesión de los porteros, de acuerdo al valor p ($>0,05$) de la razón-F para ambos casos.

En lo que respecta a la Urea en el MD-D, no se encontró diferencia significativa ($p>0,05$) en ninguno de los tres porteros, de acuerdo a la prueba T. (ver Figura 2). Sólo al considerarlos como un grupo, se refleja una

diferencia estadísticamente significativa ($p=0,0452$). Adicionalmente, se destaca que si se encontró una diferencia significativa en los niveles sanguíneos de Urea entre los porteros, tanto en la pre-sesión, como en la post-sesión ($p=0,0157$ y $p=0,0216$, respectivamente).

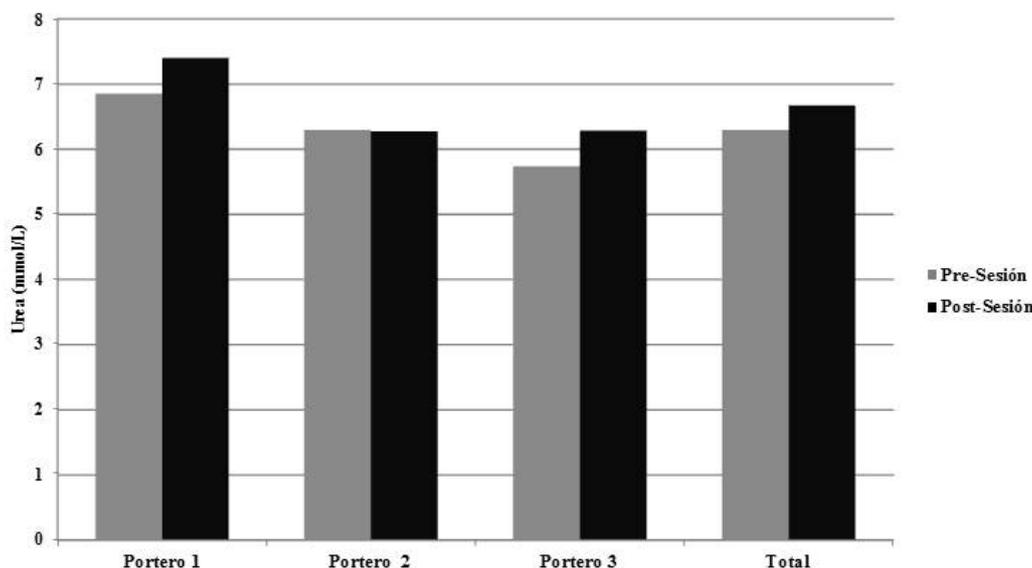


Figura 2. Concentraciones de Urea sérica de los porteros Profesionales durante un Microciclo de Entrenamiento Específico.

DISCUSIÓN

En innegable el aporte que hace el estudio de los indicadores bioquímicos al conocimiento de la respuesta orgánica al esfuerzo físico; mostrando el impacto de las cargas del entrenamiento sobre los sustratos energéticos y sobre la estructura celular-muscular.

En el caso particular de la presente investigación, se encontraron hallazgos relevantes que merecen un análisis articulado entre lo fisiológico y el entrenamiento deportivo; más aún porque es poco abundante lo documentado en la literatura sobre los estudios de estos analitos en porteros profesionales.

El análisis de la CPK en el MD-D, permite ver que el entrenamiento aplicado impuso una carga importante sobre la estructura de la célula muscular de los porteros evaluados; ya que presentaron concentraciones superiores a los $200 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$, valor considerado, para la población deportiva y el sexo, como una “concentración elevada” según las referencias del estudio de Hartmann & Mester (2000), y autores como Calderón, et al. (2006) y Rivas, (2007).

Así, el Portero 1, quien registro los valores más altos, tuvo una media en el MD-D de $342 \pm 78 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ en la pre-sesión, y $435 \pm 93 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ en la post-sesión; el Portero 2 en el MD-D, fue $275,5 \pm 41,9 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ en la pre-sesión y $313 \pm 62,71 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ en la post-sesión; mientras que en el Portero 3, la concentración de CPK en el MD-D de $315,17 \pm 69,41 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ en la pre-sesión y post-sesión, respectivamente.

De este modo las concentraciones de CPK del grupo (total) fue para el MD-D de $311,06 \pm 67,46 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$

(pre-sesión) y $380,82 \pm 93,52 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ (post-sesión).

Si colocamos en consideración lo planteado por Hartman & Mester (2000), los valores de CPK superiores a $200 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ pueden significar que las cargas aplicadas al entrenamiento han sido excesivas, por tanto se sugiere que se realice un entrenamiento de recuperación. En esa misma línea, otros autores plantean que un rango de referencia de CPK en deportistas de sexo masculino es de 200 a $250 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ (Orrego & Monsalve, 2006), y por encima del $300 \text{ U}\cdot\text{L}^{-1}$ se puede considerar un estado de sobre-entrenamiento, o de lesión muscular (Nortey-Cruz & Díaz-Bacallao, 2006).

Las concentraciones elevadas de CPK en los porteros estudiados podría explicarse por la intensidad, volumen y el tipo de ejercicio al que son sometidos (sobre todo en los ejercicios de tapadas de remates de lado a lado), que exigen un gran compromiso de la estructura celular, relacionado con el daño miofibrillar; en particular la disrupción de los discos Z (Nokes, 1987; Brancaccio, et al. 2007). Adicionalmente, se ha planteado que los esfuerzos intensos conducen a la reducción de la carga de fosfatos de alta energía en el miocito, lo cual induce a una mayor liberación de la CPK durante estos tipos de ejercicio (Orrego & Monsalve, 2006).

Los valores de CPK encontrados en el presente estudio durante el MD-D, es parecido a los hallazgos del estudio realizado por Nortey-Cruz & Díaz-Bacallao (2006) en voleibolistas, los cuales están sometidos a entrenamientos donde se involucra acciones musculares de tipo excéntrica-concéntrica (por ejemplo saltos), reportando concentraciones de $275,19 \pm \text{U}\cdot\text{L}^{-1}$ en estos deportistas, presentado un estado que se podría pensar como sobre-entrenamiento, según afirmaciones de los autores citados.

En cuanto a las concentraciones de Urea sérica encontradas en los sujetos estudiados, y de acuerdo a los valores de referencia para la población deportiva de Hartman & Mester (2000), se observó una “concentración media” (cerca a los $6,6 \text{ mmol/L}$). El Portero 1, registro un valor de $6,9 \pm 0,8 \text{ mmol/L}$ en la pre-sesión y $7,4 \pm 0,8 \text{ mmol/L}$ en la pos-sesión, siendo este último registro considerado como una “concentración elevada” de acuerdo a los autores citados; el Portero 2, $6,3 \pm 0,3 \text{ mmol/L}$ y $6,3 \pm 0,7 \text{ mmol/L}$ en la pre-sesión y post-sesión, respectivamente, considerada esta concentración como “media”; mientras que el Portero 3, mostró valores de Urea que se clasifican como “bajos” ($<6 \text{ mmol/L}$), (según Hartmann & Mester, 2000).

En el MD-D las sesiones fueron algo prolongadas, alrededor de una hora y cuarenta cinco minutos, este volumen, más la intensidad incide que se utilice un poco más a los aminoácidos como fuente energética y hacia la conversión de glucosa (gluconeógenesis), ya que se da un vaciamiento del glucógeno, lo cual incrementa diversos metabolitos como el amonio, la hipoxantina y la Urea en sangre (Sahlin & Broberg, 1990; Wagenmakers, 1998; Navarro, 1998; Viru & Viru, 2003; Kjaer, 2004).

Basados en los resultados, y por lo estipulado por algunos autores que sugieren reducir la intensidad del entrenamiento durante varios días si las concentraciones de urea exceden los $8\text{-}10 \text{ mmol/L}$ (Navarro, 1998). El portero 1, estuvo cerca de estos valores en el MD-D, (en algunas mediciones de las pos-sesiones); sin embargo, una correcta valoración y análisis de la respuesta bioquímica de este analito, al igual que la CPK, se debe hacer no solamente con límites absolutos, sino en el incremento con relación al valor en el estado de reposo y la tolerancia individual del deportista al entrenamiento (Orrego & Monsalve, 2006). Es por eso, que

en el presente estudio se estableció el % de cambio para estos indicadores, demostrándose por un lado que, estos cambios están, en general, dentro de un rango aceptable, y por el otro, que debe establecerse una respuesta individual en cada caso, de acuerdo a la línea de base, teniendo en cuenta los factores nutricionales (por ejemplo la ingesta de proteína).

Muchos de los ejercicios que se establecieron para los porteros, de acuerdo a la planificación establecida, incluyen ejercicios intensos que involucran mucha masa muscular, como es el caso de las “tapadas” de los tiros, desde diferente posición. Debido a que la duración máxima de ejercicio se relaciona negativamente con la intensidad relativa, tanto durante el ejercicio dinámico como el estático; y que esta intensidad se relaciona a su vez, linealmente con la tasa de utilización de la energía; en estos tipos de ejercicios específicos, la deficiencia energética (por agotamiento de fosfágenos de alta energía), podría jugar un papel importante en la patogénesis de la fatiga muscular (Sahlin, 1992; Casey & Grennhaft, 2000) y/o el riesgo de lesión.

Finalmente, se recomienda revisar la densidad del entrenamiento planificado, teniendo en cuenta las concentraciones de los marcadores bioquímicos CPK y Urea, en complemento con el control sintomatológico y estudios complementarios para descartar mala tolerancia a la carga y riesgo de lesión, o alteraciones estructurales del tejido muscular (Brancaccio, et al. 2006; Khan, 2009; Banfi, et al. 2012).

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados de la presente investigación y al análisis ulterior de los mismos, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

Se encontró una diferencia significativa entre las concentraciones séricas de CPK, pre y post-sesión en el caso del Portero 1 y el Portero 2, pero no en el Portero 3; ni entre los valores pre y post-sesión del grupo ($p > 0,05$).

En cuanto a las concentraciones séricas de Urea, no se encontró diferencias estadísticamente significativa entre la pre y post-sesión en ninguno de los tres porteros. Sin embargo, al considerar a los sujetos como un grupo, si se refleja una diferencia significativa.

De acuerdo a estos resultados, se determina que la carga de entrenamiento aplicada a estos porteros profesionales, durante el MD-D implica una respuesta bioquímica importante en relación con el incremento en la concentración sanguínea de CPK y Urea.

Se recomienda que, la valoración de las concentraciones séricas de CPK y Urea, para la población de deportista, como en el caso de los sujetos estudiados, deben hacerse no solamente con los valores límites absolutos, sino también en los incrementos en relación, al valor del estado de reposo y la tolerancia individual del deportista al entrenamiento

Referencias

1. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. (2012). *Metabolic markers in sports medicine*. Adv Clin Chem;56: 1-54
2. Bangsbo J, Iaia FM & Krstrup P. (2007). *Metabolic response and fatigue in soccer*. Int J Sports Physiol Perform;

2(2):111-27.

3. Bangsbo J. (1994). *Energy demands in competitive soccer*. Sports Sci. summer; 12 Spec No:S5-12.
4. Bompa T. (1996). *Periodización de la Fuerza: La nueva onda en el entrenamiento de la fuerza*. Editado en versión digital por: Grupo Sobre Entrenamiento.
5. Brancaccio P, Limongelli FM & Maffulli N. (2006). *Monitoring of serum enzymes in sport*. Br J Sports Med; 40(2): 96–97
6. Brancaccio P, Maffulli N & Limongelli F. (2007). *Creatine kinase monitoring in sport medicine*. Br Med Bull, 81-82:209-30.
7. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. (2008). *Serum enzyme monitoring in sports medicine*. Clin Sports Med; 27(1):1-18, VII.
8. Calderón Montero FJ. (2010). *Fisiopatología del sobre-entrenamiento*. IV Congreso Internacional Universitario Sobre Las Ciencias De La Salud Y El Deporte. Ponencias, Compilaciones y Poster. Madrid: Autores y Sanitas, 17-26.
9. Calderón Montero F, Benito Peinado P, Melendez Ortega A & González Gross M. (2006). *Control biológico del entrenamiento de resistencia*. Rev. int. cienc. Deporte 2 (2):65-87.
10. Casey A & Grenhaft P. (2000). *Does dietary creatine supplementation play a role in skeletal muscle metabolism and performance?*. Am K Clin Nutr; 72 (2), 607-617.
11. Cuadrado-Reyes J & Grimaldi M. (2012). *Medios para Cuantificar la Carga Interna de Entrenamiento en Deportes de Equipo. La Frecuencia Cardíaca, el Consumo de Oxígeno, la Concentración de Lactato en Sangre y la Percepción Subjetiva del Esfuerzo: Una Revisión*. G-SE Standard: 1389. Disponible: <http://www.g-se.com/a/1389/medios-para-cuantificar-la-carga-interna-de-entrenamiento-en-deportes-de-equipo.-l-a-frecuencia-cardiaca-el-consumo-de-oxigeno-la-concentracion-de-lactato-en-sangre-y-la-percepcion-subjetiva-d-el-esfuerzo-una-revision/>
12. Hartmann U & Mester J. (2000). *Training and overtraining markers in selected sport events*. Med Sci Sports Exerc. Jan;32(1):209-15.
13. Hernández Sampieri R., Collado C., & Baptista P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición. Mexico: Mc Graw Hill Interamericana.
14. Hohmann A, Lames M, Letzeier M. (2005). *Introducción a las ciencias del entrenamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
15. Khan FY. (2009). *Rhabdomyolysis: a review of the literature*. Neth J Med;67 (9):272-83.
16. Krstrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J. (2006). *Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance*. Med Sci Sports Exerc;38(6):1165-74.
17. Navarro Valdivieso F. (1998). *La resistencia*. Madrid: Gymnos Editorial
18. Noakes T (1987). *Effect of exercise on serum enzyme activities in humans*. Sports Med. 4(4):245-67.
19. Nortey-Cruz C & Díaz- Bacallao N. (2011). *Comportamiento de marcadores bioquímicos del ejercicio en el voleibol femenino durante un macrociclo de entrenamiento*. Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. Vol 5, Num 3.
20. Orrego ML & Monsalve DC. (2006). *Laboratorio clínico y ejercicio*. En F. Marino, O. Cardona, & L. E. Contreras, *Medicina del deporte* (págs. 93-94). Medellín: Corporación para Investigaciones Biológicas.
21. Rampinini E, Impellizzeri F, Castagna C, Coutts A & Wisløff U. (2009). *Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level*. J Sci Med Sport; 12(1):227-233.

22. Reilly T, Cable N, & Rienzo E. (1998). *Aptitud física y entrenamiento en el fútbol*. En E. Rienzi, & J. C. Mazza, *Futbolista sudamericano de elite: morfología, análisis del juego y performance* (págs. 15-16). Argentina: Byosistem Servicio Educativo.
23. Reilly T. (1974). *A motion analysis of work rate in different postional in professional football match-play*. J Human Movent Stud 2, 87-97.
24. Reilly T & Bowen T. (1984). *Exertional costs of changes in directional modes of running*. Percept. Motor Skills 58: 149-15
25. Reilly T. (2003). *Aspectos fisiológicos del fútbol*. PubliCE Standard. 16/06/2003. Pid: 165. Disponible en: <http://www.g-se.com/pid/165/>
26. Rico-Sanz J, Zehnder M, Buchli R, Dambach M, Boutellier U. (1999). *Muscle glycogen degradation during simulation of a fatiguing soccer match in elite soccer players examined noninvasively by 13C-MRS*. Med Sci Sports Exerc; 31(11):1587-93.
27. Rivas Borbón O. (2007). *La creatinquinasa y urea sérica pre y pos competición, como indicadores del daño muscular y el gasto proteico respectivamente, en un grupo de jugadores de fútbol de la primera división de Costa Rica*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Sistema de Estudios de Posgrado. Facultad ciencias de la salud. Maestría en salud integral y movimiento humano. Costa Rica.
28. Tamayo Tamayo M. (1999). *Serie Aprender Investigar*. Módulo 2. La Investigación. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación superior, ICFES. Santa Fe de Bogotá, DC: Arfo Editores Ltda.
29. Sahlin K (1992). *Metabolic factors in fatigue*. Sports Med Feb;13(2):99-107.
30. Sahlin K, Broberg S. (1990). *Adenine nucleotide depletion in human muscle during exercise: causality and significance of AMP deamination*. Sports Med. 1990 May;11 Suppl 2:S62-7.
31. Sharif S, Thomas JM, Donley DA, Gilleland DL, Bonner DE, McCrory JL, Hornsby WG, Zhao H, Lively MW, Hornsby JA & Alway SE. (2011). *Resistance exercise reduces skeletal muscle cachexia and improves muscle function in rheumatoid arthritis*. Case Report Med; 205691.
32. Sift MC & Verkhoshansky T. (2004). *Súper Entrenamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
33. Viru A & Viru M. (2003). *Análisis y control del Rendimiento Deportivo*. Editorial Paidotribo. Barcelona
34. Wagenmakers AJ. (1998). *Muscle amino acid metabolism at rest and during exercise in human physiology and metabolism*. Exc sports Sci. Rev, 26, 287-314.