

Cuantificación de la respuesta bioquímica de CPK y Úrea en un microciclo de choque en nadadores

Proyecto de Grado para optar al Título de
Profesional en Ciencias del Deporte y la Educación Física
Universidad de Cundinamarca
Soacha

Asesor (a): José Diego Beltrán Rodríguez

Maikol Stevens Rodriguez Carrillo
Octubre 2019.

Tabla de Contenido

Introducción.....	5
Planteamiento del Problema	7
Pregunta Problema.....	9
Objetivos.....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos.....	10
Justificación	11
Antecedentes.....	14
Contextualización	14
Procedimiento de Revisión.....	15
Esquema de Procedimiento de Revisión.....	17
Revisión Bibliográfica	18
Discusión	21
Marco Teórico.....	24
Creatina Fosfoquinasa (CPK).....	24
Úrea.....	25
Úrea y Deporte:	26
Planificación Tradicional	26
Microciclo	27
Microciclo de choque.....	28
Reflotron Plus	29
Hipótesis	31
Metodología.....	31
Muestra.....	31
Criterios de Inclusión.....	31
Criterios de exclusión	32
Diseño microciclo de choque.....	32
Resultados.....	34
Conclusiones.....	40
Referencias	41

Índice de Tablas

1.	Tabla 1. Niveles óptimos de Urea según la carga de entrenamiento.....	15
2.	Tabla 2. Categorías de los microciclos.	16
3.	Tabla 3. Diseño microciclo de choque.	21

Índice de Gráfica

1. Grafica 1. Ejemplo de la distribución de la carga en un microciclo de choque.....18

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).

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 Creatinostato (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 (sobrentrenamiento).

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 VO₂máx (Navarro, 1998). El incremento en las concentraciones de Urea puede indicar un aumento del catabolismo de las proteínas (Calderón, 2010).

En la natación, la CPK y la Urea es la que cuenta con menos investigaciones desde el campo de estudio de la fisiología y la bioquímica del ejercicio. Tal vez, por falta de interés por parte de los entrenadores y deportistas. Basado en esto, y en todo lo esgrimido anteriormente, el propósito del presente estudio medir la concentración de la respuesta bioquímica de los niveles de CPK y Urea en un microciclo de choque en nadadores de la selección Bogotá y selección Cundinamarca.

Planteamiento del Problema

En el alto rendimiento, la exigencia a la que son sometidos los deportistas crea la necesidad de controlar detalladamente el proceso de adaptación, recuperación y asimilación que los deportistas acumulan en sus entrenamientos. Para ello la valoración bioquímica del deportista es fundamental para establecer objetivos de entrenamiento logrando así el rendimiento óptimo y funcional del deportista.

El entrenador busca siempre nuevas y mejores formas de hacer un seguimiento a sus deportistas desde todo aspecto y con ello mejorar sus resultados, esto ha llevado a que cada vez se realicen análisis de sangre para saber qué ocurre al interior del organismo como lo menciona:

“Tal es el interés de los entrenadores por conocer la evolución biológica de sus deportistas a lo largo del proceso de entrenamiento, que cada vez es más frecuente la realización de análisis de sangre para conocer la adaptación del organismo. La alta exigencia del entrenamiento para conseguir resultados deportivos hace que los denominados marcadores biológicos sean una herramienta más del entrenador.”
(Calderón, 2006)

Se entiende además que los marcadores biológicos nos ayudan a la valoración del deportista dentro de sus entrenamientos y son una herramienta más a la mano del entrenador guiándose en los objetivos a seguir y como el deportista está asimilando las cargas que este aplica en sus entrenos.

Se identifica que en los deportistas de **resistencia** como (atletas de fondo, **nadadores**, remeros, piragüistas, triatletas y ciclistas) comprometen sus cuerpos a más cambios bioquímicos debido al tipo de pruebas que realizan en cada modalidad de tal manera que sus

entrenamientos permiten identificar con mejor certeza si los deportistas tienen un nivel de sobrecarga con respecto a los valores de **CPK y UREA**; Por otra parte se demuestra que estos marcadores no pueden ser aplicados de la misma manera a otras disciplinas, como pueden ser los deportes de fuerza (Hartmann & Mester, 2000)

En un estudio realizado a 847 deportistas, con el propósito de encontrar un posible estado de sobre entrenamiento, se determinó que en los valores bioquímicos del CPK influía la masa muscular de los deportistas (los deportistas con más músculo obtenían valores de CPK más elevados (Hatmann y colaboradores, 2000). Con relación a esto, los altos niveles de CPK de suero en personas que aparentemente están sanas, se asocian con el entrenamiento físico y el daño muscular (Brancaccio et al. 2007); por otro lado se establece que las mediciones de Urea Serica (US) también actúa como herramienta en el control del entrenamiento debido a que el aumento de concentración de US existe gracias a la mayor carga de entrenamiento como por ejemplo en ejercicios largos con esfuerzos mayores a 60 minutos (Urhausen & Kindermann, 2002; Calderon et al. 2006). Esta medición bioquímica de la Urea puede mostrar la proporción del metabolismo del deportista junto con los indicadores de adaptación y recuperación de este después de un entrenamiento de carga (Orrego & Monsalve, 2006)

Ahora bien, se sabe que los marcadores biológicos pueden ayudar en la mejora de los objetivos pero que tan bien son interpretados estos marcadores en el deportista y aún más en la modalidad que practica, ya que varían dependiendo del deporte que practican y del ciclo de entrenamiento en donde se encuentren, por eso la necesidad de profundizar en el deporte de la natación y específicamente en un microciclo de choque de deportistas de alto

rendimiento, con el fin de aportar en los entrenamientos tanto de ellos como de futuras generaciones.

Pregunta Problema

¿Cuáles son los niveles de CPK y urea en un microciclo de choque en Nadadores?

Objetivos

Objetivo General

- Identificar la respuesta bioquímica de CPK y Urea en un microciclo de choque en nadadores.

Objetivos Específicos

- Estructurar las bases epistemológicas del control bioquímico de sangre, microciclo de choque, la fase competitiva y los aspectos fisiológicos.
- Aplicar las pruebas de sangre para cuantificar los niveles de CPK y urea en Nadadores.
- Diseñar un microciclo de choque para los deportistas objeto de estudio.
- Determinar las respuestas bioquímicas de las deportistas tomadas a través de las pruebas de Urea y la enzima creatinquinasa (CPK) en sangre.

Justificación

Un entrenamiento deportivo consta de procesos biológicos y pedagógicos; donde gracias a estos procesos el deportista obtiene una coordinación óptima y fluidez en el deporte, sus capacidades son mucho más acordes al objetivo que se desea, y en cuanto a su aspecto psicológico el individuo se sentirá seguro de sí mismo lo cual hará que resuelva problemas de la mejor manera contribuyendo a la forma del deportista. A este, le corresponde a su vez monitorear los procesos de avance y mejora en el entrenamiento, ya que por la cantidad de estímulos que son aplicados a lo largo de las diferentes sesiones, se produce la fatiga, y según el objetivo que se quiera conseguir se establece un tiempo estimado para la aplicación nuevamente de la carga, en el caso específico del microciclo de choque, es importante analizar la fatiga muscular, con el fin de responder a la necesidad de cada uno de los deportistas para obtener los mejores resultados en la competencia inmediata, adicional que a partir de los resultados, se puede establecer planes de entrenamiento nuevos que sean alusivos a la necesidad en favor al cumplimiento de los principios de individualidad, sobrecarga, supercompensación y especificidad hacia el deporte y la etapa del macrociclo.

No obstante, en cada entrenamiento se requiere una programación de los componentes de cargas basados en literaturas especializadas o en la parte experimental del entrenador para una mejor eficacia en el proceso del deportista. Dentro de esta programación se debe tener en cuenta la importancia de los diagnósticos bioquímicos de la fatiga, existen varios parámetros sanguíneos y bioquímicos que cumplen la función de controlar el entrenamiento y los efectos de este en el cuerpo humano, de esta manera da la información necesaria a los entrenadores para la asimilación de cargas. Entre los parámetros más utilizados se encuentra la enzima creatinfosfato (CPK), la urea (U), el cortisol (C), la

testosterona (T) y la relación testosterona/Cortisol (T/C), para mantenerlos equilibrados se requiere de un día de descanso al terminar un microciclo semanal en la fase competitiva. (Peinado, Barriopedro, Diaz, Lorenzo, Benito & Calderon; 2012; García y otros, 1996; Viru y Viru, 2003).

Con la necesidad de reducir la cantidad variables que pueden surgir a partir del trabajo con seres humanos, es importante resaltar dos diagnósticos bioquímicos, estos se escogen por sus características clínicas que nos ayudan a comprender con exactitud el estado de fatiga del deportista, puesto que cuando se presenta una gran cantidad de dichas sustancias dan respuesta a si se presenta fatiga muscular o no, estas son la Urea y la creatinfosfato.

“Específicamente sobre la dinámica de la urea y creatinquinasa sanguínea –que son las variables de investigación del presente estudio-, Neumann y Schüle (citado Viru & Viru 2003), Hartman y Mester (2000), Gomez del Valle, Rosety, Ordoñez y Ribelles (2002), Smith (2000), Plante y Houston (1984), Calderon y otros (2006), Fallon (2006), Smith y otros (2004), entre otros, realizaron investigaciones en diversos tipos de deportistas elite, tanto de deportes individuales, como de conjunto. Dichos estudios estaban relacionados con cargas de entrenamiento y ejercicios, observación de los tiempos de recuperación física, y para ello utilizaron la actividad sanguínea de Urea y Creatinquinasa como parámetros de medición. Del mismo modo estos estudios demostraron que determinados ejercicios y su intensidad de ejecución, pueden provocar un incremento significativo en la concentración de urea y creatinquinasa sérica.”. (Rivas, 2007).

Dadas las razones expuestas anteriormente, es importante conocer que se puede lograr cuantificar la concentración de urea y creatinfosfato sanguínea en los deportistas elite de

natación pertenecientes a la zona de Bogotá y Cundinamarca, mientras se encuentran en un microciclo de choque de la fase competitiva.

Antecedentes

Contextualización

La natación es un deporte que requiere análisis de factores bioquímicos para medir el rendimiento de los deportistas, en esta revisión sistémica nos centraremos en la CPK y Urea que son los factores bioquímicos que se estudiarán en la presente investigación.

En cuanto a los diferentes factores que se pueden cuantificar en nadadores se encuentra el lactato, glucosa, pruebas hematológicas, colesterol, triglicéridos, cortisol, fosfatasa alcalina, proteínas totales, albúmina, creatinina, sodio, potasio, ácido úrico, calcio, magnesio, cpk y urea, por lo que nos centraremos en estas dos últimas, por ser los dos indicadores que están más implícitos en los microciclos de choque y competitivo.

Concretamente, la presente revisión bibliográfica, va a ir encaminada a analizar la literatura científica que relacione el trabajo de cuantificación de CPK y urea en diferentes poblaciones de deportistas, por ser un campo donde no parece haber un proceso de investigación importante y numeroso (donde se ha visto cierto "vacío científico"). La mayoría de los estudios prácticamente se han centrado en cuantificar otros parámetros deportivos, dado que son más comunes y fáciles de medir, dicho lo anterior se ve la necesidad de estudiar distintos parámetros.

El rendimiento en cualquier prueba de natación está dominado por la combinación de fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad, lo que se conoce como capacidades físicas. El estudio por medio de parámetros bioquímicos va a encaminar a los entrenadores y a los deportistas a realizar un ajuste en las cargas que son asignadas.

La CPK va a ser otro aspecto relevante del trabajo, ya que hay que comprender que la creatina quinasa es una proteína y que es un indicador de estrés, bien sea originado en el

corazón (MB), en el cerebro (BB) o en el tejido muscular (MM), es evidente que si un deportista entrena todos los días y sus cargas asignadas son elevadas, los niveles de esta proteína van a estar elevadas, la cpk es clave en el sistema de fosfágenos, en el sistema ATP-PC, la cual ayuda a la resíntesis de ATP de manera inmediata. Se ha demostrado que después de ejercicios intensos de pesas, ejercicios isométricos, de velocidad, entrenamiento de resistencia de larga duración como la maratón o ultra-maratón, se elevan los niveles séricos de CK.

La fuerza es determinante en natación, ya que es esencial para la calidad de las acciones propulsivas. Para mejorar el rendimiento en natación, en relación con la aplicación de fuerza, se centra en la mejora de la producción de fuerza por unidad de tiempo. Esto es lo que se conoce como fuerza útil del nadador.

La urea no es más que un producto final del metabolismo proteico, este ciclo de la urea se realiza únicamente en el hígado, la urea se tiene en cuenta como marcador bioquímico para conocer la magnitud del catabolismo proteico y como un indicador de adaptación, recuperación y asimilación del deportista a las cargas que le son asignadas. Si los niveles de urea son altos esto es una señal de que hay una situación catabólica de proteínas, razón por la cual se requiere una reducción de las cargas de entrenamiento.

Por tanto, el objetivo de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica sobre investigaciones realizadas y relacionadas a la cuantificación de CPK y urea en diferentes grupos poblacionales de deportistas.

Procedimiento de Revisión

La búsqueda de información específica de artículos científicos ha sido realizada en distintas fuentes, siendo las utilizadas finalmente Science Direct, Dialnet, PubMed y Google

Académico. Dentro de cada uno de estos se ha filtrado la información utilizando palabras clave específicas de la temática del trabajo como: CPK, Urea, Swimming, Biochemical, Para relacionar las palabras clave se han utilizado conectores como AND e IN.

También se han utilizado libros de la biblioteca de la UDEC, un total de tres. Estos libros abarcan información tanto de aspectos generales de la natación, como de otros más específicos de investigaciones, entrenamiento y también sobre periodización del entrenamiento.

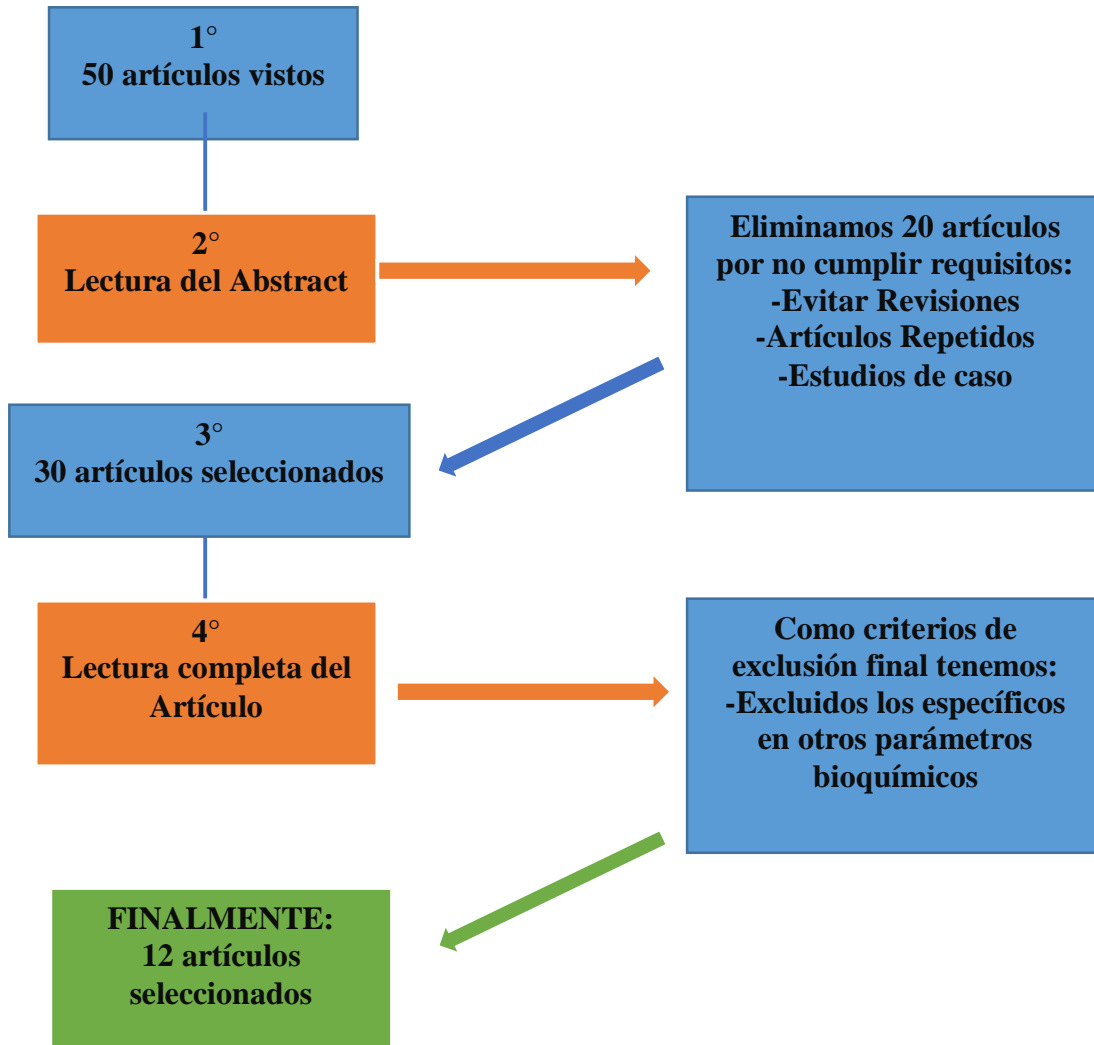
En cuanto a la búsqueda de artículos se ha intentado que fuera de la forma más específica posible sobre la temática del estudio, filtrando dos veces los artículos previamente seleccionados.

En la primera búsqueda se seleccionaron todos los documentos que podían incluir información sobre entrenamiento y cuantificación bioquímica en natación, incluyendo también algunos con la misma temática, pero en otros deportes de resistencia diferentes a la natación. Una vez terminada la primera búsqueda se contaba con 50 artículos, de los cuales después de la lectura del abstract quedaban filtrados a 30, en esta criba se excluyeron algunos documentos como estudios de caso, documentos repetidos y algunas revisiones de las que se extrajo lo más específico que contenían, se dejó una revisión por aportar datos generales interesantes para el estudio. Todos estos artículos debían contener información sobre CPK y urea ya que es el enfoque central de la investigación.

De estos 30 artículos se llevó a cabo una lectura completa de los mismos, y finalmente quedaron seleccionados 12 de ellos. Aquí se excluyeron todo tipo de artículos que están especialmente enfocados a otros parámetros bioquímicos, este aspecto es el que más ha

dificultado la muestra del trabajo, ya que en este momento son muy pocos los autores que se han centrado en esta temática en el área de la natación.

Esquema de Procedimiento de Revisión



Revisión Bibliográfica

	NOMBRE DEL ARTÍCULO	AÑO	PALABRAS CLAVE	MUESTRA/POBLACIÓN
1	Marcadores Bioquímicos Durante Y Después De Una Competencia De Triatlón Olímpico	2013	Competencia De Triatlón, Actividad De Ck, Concentraciones De Urea	Doce triatletas masculinos
2	Síndrome Corazón De Atleta: Historia, Manifestaciones Morfológicas E Implicancias Clínicas.	<i>11 de diciembre 2012</i>	Natación, CK, Nitrógeno Ureico	Se tomaron 2 tipos de poblaciones <ul style="list-style-type: none"> ● Población menos de 35 años de edad ● Poblacion mayor a 35 años de edad
3	Control Biológico Del Entrenamiento De Resistencia	enero de 2006	Nadadores, CK - UREA, Control Biológico	2790 muestras de sangre, correspondientes a 847 deportistas H= 497 M=350
4	Estudio De Parámetros Bioquímicos En Jugadores De Fútbol De <i>Élite</i>	10 de agosto de 2012	Creatinquinasa, Deportistas De <i>Élite</i> , Medicina Deportiva, Bioquímica Deportiva	48 jugadores de fútbol Entrenados=32 No entrenados=16
5	Impacto De Los Suplementos De Proteínas En La Recuperación Muscular Después Del Dolor Muscular Inducido Por El Ejercicio	2010	Creatina Fosfoquinasa En El Deporte	No fumadores, no entrenados, varones de 18 a 28 años, con un IMC en el rango de 18.0–29.9 kg · (m ²)
6	Control Biologico Del Entrenamiento De Resistencia	2 enero 2006	Entrenamiento, Rendimiento, Control Biológico	

7	Parámetros Bioquímicos A Lo Largo De Tres Microciclos De Entrenamiento Intenso En Triatletas De Elite	2012	Microciclos, Urea, Cpk, Bioquímica	Seis triatletas masculinos de elite
8	Estudios Comparativos De Los Perfiles Semanales De Creatin Kinasa, Urea Y Variabilidad De La Frecuencia Cardiaca En Remeros De Elite Españoles	2012	Urea, Cpk, Bioquímica	11 remeros del equipo nacional sub 23 masculino español
9	Valoración Bioquímica Del Entrenamiento: Herramienta Para El Dietista- Nutricionista Deportivo	12 abril 2013	Estado Nutricional; Mejora Del Rendimiento Deportivo; Valoración Nutricional; Biomarcadores	Deportistas de alto rendimiento
10	Mediciones De Creatinquinasa Sérica Como Biomarcador En El Control Del Entrenamiento Deportivo	18 febrero 2013	Ck, Marcador Bioquímico, Fatiga Muscular	
11	Intervalos De Referencia De 24 Parametros Bioquímicos En Deportistas De Elite Sometidos A Exposición Agua A La Altitud Moderada	2002	Parametros Bioquímicos, Urea, Cpk.	367 deportistas de elite distribuidos en tres grupos de edad

12	Mediciones De Urea Sérica Como Indicador Bioquímico En El Control Del Entrenamiento Deportivo	14 febrero 2013	Urea, Reacciones Químicas, Control De Entrenamiento	37 corredores amateur
----	--	-----------------	---	-----------------------

Discusión

Existen varios parámetros sanguíneos y bioquímicos que cumplen la función de controlar el entrenamiento y los efectos de este en el cuerpo humano, de esta manera da la información necesaria a los entrenadores para la asimilación de cargas. Entre los parámetros más utilizados se encuentra la enzima creatina kinasa (CK), la urea (U), el cortisol (C), la testosterona (T) y la relación testosterona/Cortisol (T/C). (Peinado, Barriopedro, Diaz, Lorenzo, Benito & Calderón; 2012)

Las reacciones químicas tales con la CREATINA QUINASA, UREA, CORTISOL, TESTOSTERONA, RELACIÓN TESTOSTERONA Y CORTISOL. (CK, U, C, T Y T/C) son las resultantes del entrenamiento, y estos funcionan como indicadores que permite determinar el rendimiento, algunos determinan a su vez el sobre entrenamiento tales como: la enzima creatina kinasa (CK), la urea (U), el cortisol (C), la testosterona (T) y la relación testosterona/cortisol (T/C). Teniendo en cuenta que no solo en atletas si no también en diferentes modalidades deportivas. (Peinado, Barriopedro, Díaz, Lorenzo, Benito & Calderón; 2012)

Datos como los tomados de CK, la concentración de U en plasma, los niveles de C, T y el índice T/C fueron determinados durante el entrenamiento y la recuperación en diferentes microciclos, sin embargo, no tuvieron cambios significativos en ninguno de los microciclos. Mientras que, Con respecto a la percepción subjetiva de los atletas, en los tres microciclos estudiados los atletas percibieron realizar un mayor esfuerzo y soportar una mayor carga de trabajo en la sesión de entrenamiento con respecto a la de recuperación. (Peinado, Barriopedro, Diaz, Lorenzo, Benito & Calderón; 2012)

La Urea Sérica, se ha utilizado como biomarcador en el control del entrenamiento, y como factor de adaptación, asimilación y recuperación del deportista, dicha respuesta sólo es

dada cuando la carga de entrenamiento es mayor, especialmente en los esfuerzos de larga duración, como la natación (Orrego & Monsalve, 2006); la acumulación de urea depende, de la disponibilidad de glúcidos, del nivel inicial de glucógeno muscular relacionado con la duración e intensidad del esfuerzo físico. (Virus & Virus, 2003)

Dentro del deporte de alto rendimiento se logra identificar diferentes tipos de adaptaciones fisiológicas que se presentan durante el proceso de competencia; las manifestaciones significativas son la hipertrofia cardíaca, lo que comúnmente se conoce en el contexto deportivo como SÍNDROME DEL CORAZÓN DE ATLETA, este tipo de adaptación fisiológica es medible por medio de manifestaciones bioquímicas como son: Creatinquinasa (CK), UREA SÉRICA (US), PROTEÍNA CREATIVA (PCR) y LEUCOCITOS. (Dr. Fernando Yañez 3, Diciembre 2012: 215-225)

Se identifica que en los deportistas de resistencia como (atletas de fondo, nadadores, remeros, piragüistas, triatletas y ciclistas) comprometen sus cuerpos a más cambios bioquímicos debido al tipo de pruebas que realizan en cada modalidad (Hartmann & Mester, 2000), de tal manera que sus entrenamientos permiten identificar con mejor certeza si los deportistas tienen un nivel de sobrecarga con respecto a los valores de CK y UREA; Por otra parte se demuestra que estos marcadores no pueden ser aplicados de la misma manera a otras disciplinas, como pueden ser los deportes de fuerza (Hartmann & Mester, 2000)

En un estudio realizado a 847 deportistas, con el propósito de encontrar un posible estado de sobreentrenamiento, se determinó que en los valores bioquímicos del CK influía la masa muscular de los deportistas (los deportistas con más músculo obtenían valores de CK más elevados (Hartmann y colaboradores, 2000). Con relación a esto, los altos niveles de CK

de suero en personas que aparentemente están sanas, se asocian con el entrenamiento físico y el daño muscular (Brancaccio et al. 2007).

Por otro lado, se establece que las mediciones de Urea Serica (US) también actúa como herramienta en el control del entrenamiento debido a que el aumento de concentración de US existe gracias a la mayor carga de entrenamiento como por ejemplo en ejercicios largos con esfuerzos mayores a 60 minutos (Urhausen & Kindermann, 2002; Calderon et al. 2006). Esta medición bioquímica de la Urea puede mostrar la proporción del metabolismo del deportista junto con los indicadores de adaptación y recuperación del mismo después de un entrenamiento de carga (Orrego & Monsalve, 2006)

Marco Teórico

Creatina Fosfoquinasa (CPK)

Proteína dimérica del metabolismo fosfocreatínico sensible al daño muscular, con tres isoenzimas: la BB cerebral, la MB cardíaca y la MM musculoesquelética; siendo esta última la isoenzima, de mayor concentración sérica, cataliza la reacción reversible de creatina a creatin-fosfato, molécula de alta energía para el trabajo muscular. La fosfocreatina es una reserva energética de alta intensidad que se encuentra en el músculo, cerebro y corazón para procesos biológicos de alto consumo de energía. (Wallimann, T. y Hemmer, W. Mol Cell Biochem, 1994)

Sus valores se relacionan con la intensidad de la carga; es determinante directo del nivel de daño tisular e indirecto de la sumatoria de cargas, de predominio anaeróbico, que ha realizado el deportista, en el último ciclo de trabajo; por lo tanto, se utiliza como un parámetro esencial, para evaluar algún incremento en el estrés muscular o la tolerancia individual, al ejercicio muscular. (Mougios, 2007).

Su concentración, en sangre, puede aumentar notablemente, después del ejercicio. En la mayoría de los deportistas, este incremento refleja un importante grado de destrucción de muchas fibras musculares. (Brancaccio, 2007).

A la hora de valorar los resultados, se debe tener en cuenta muchos aspectos; en individuos desentrenados o, en los primeros días del entrenamiento (agujetas), pueden suponer un aumento notable de la enzima, a causa de la gran destrucción muscular, que se da en esta fase del entrenamiento; lo mismo ocurre, si se analizan estos valores, tras una consulta con el fisioterapeuta; de ahí que, valores elevados pueden ser indicativos de un alto cansancio muscular, sin indicar cansancio metabólico. (Peinado, 2012).

Si sus valores, en épocas de entrenamiento, siguen constantemente elevados, incluso después del descanso nocturno, se puede diagnosticar una carga demasiado intensa.

La CPK contiene 3 isoformas que determinan una función diferente y se denominan como:

- CK-BB: Ayuda a identificar daño cerebral
- CK-MB: Ayuda a identificar daños en el corazón en especial un infarto de miocardio
- CK-MM: Ayuda a identificar daños en el músculo como distrofia muscular o inflamación.

Esto determina si la lesión encontrada en cualquiera de los 3 órganos es producida por alguna patología que puede traer consecuencias o por algún estímulo que haya realizado el sujeto. (M. Eder, K. Fritz-Wolf, W. Kabsch, T. Wallimann, U. Schlattner, 2000)

Úrea

Cuando se sintetizan las proteínas en el organismo por medio del hígado queda una sustancia de desecho llamada urea que contiene el nitrógeno resultante de la degradación de los aminoácidos sobrantes que el cuerpo no absorbe debido a su cantidad excesiva. (Lutz & Przytulski, 2011)

Si durante el ejercicio físico por encima del 65% del VO₂ max hay un aumento de urea en sangre, puede indicar un incremento del catabolismo de proteínas.

Segun Trigo, Castejon, Riber & Muñoz (2010), su concentración en el cuerpo se presenta gracias a 4 factores:

- Concentración del glucógeno muscular
- Cantidad de proteína ingerida en la dieta

- Velocidad de la glucogenolisis, debido a que el incremento de lactato en sangre produce una disminución en la producción de urea.
- Eliminación por sudor y orina

Úrea y Deporte:

Un entrenamiento debe elevar los niveles de urea en sangre para que la sesión haya sido exitosa, al cabo de 24 horas el deportista debe presentar un nivel basal de urea en sangre, si no es así entonces necesita otro día más de descanso y así producir adaptaciones en el deportista.

Tabla 1. Niveles óptimos de Urea según la carga de entrenamiento. Tomado de Hartmann & Mester, 2000.

CARGA DE ENTRENAMIENTO ALTA	Valores > 8,3 mmol/l en hombres Valores > 7,0 mmol/l en mujeres
CARGA DE ENTRENAMIENTO BAJA	Valores < 5,0 mmol/l en hombres Valores < 4,0 mmol/l en mujeres

Planificación Tradicional

Diferentes teóricos, científicos y entrenadores a escala mundial han hecho sus aportes a la planificación del entrenamiento deportivo en sus diferentes contextos. Es innegable el avance que generaron las ideas de Ozolín, Matveev, Meinel, Tshiene, Parlebas, Verkhosansky, Bondarchuk, Grosser, Zintl, Zimmermann, Bompa, Commetti, Navarro,

García Manso, Ruiz, González Badillo, Forteza, Viru y Viru, Seirulo, entre muchos otros. Sin embargo, el desarrollo de las diferentes modalidades deportivas y el surgimiento de otras, debe analizarse con detenimiento al momento de estructurar un plan para desarrollar las capacidades y habilidades de los deportistas. No es adecuado implementar un modelo de planificación genérico para todas las modalidades deportivas, debido a que los requerimientos de cada una de ellas son diferentes. Por tal motivo, debe considerarse y aplicarse el principio de especificidad. Así mismo, es indispensable considerar las características de las personas a las cuales se les aplicará el plan, pues cada una de ellas, siguiendo el principio de individualidad, tiene rasgos, características y potenciales de desarrollo diferentes que las hacen particulares, y por ende es necesario aplicarles planes de entrenamiento individualizados.

Microciclo

Los microciclos están constituidos por sesiones de entrenamiento organizadas en función de los objetivos y la intensidad del trabajo. Normalmente tienen una duración de una semana, determinada por el ritmo de vida del atleta, pero en entornos de alto rendimiento pueden variar de 4 a 14 días dependiendo de las necesidades específicas del programa de entrenamiento. Dependiendo de sus objetivos se pueden clasificar en las siguientes categorías:

Tabla 2. Categorías de los microciclos. Tomado de Vasconcelos (2009).

Gradual	Bajo nivel de intensidad. Preparan al organismo para entrenamientos más intensos.
----------------	---

De choque	Gran volumen de trabajo para estimular la adaptación del organismo.
Precompetitivo	Preparan a los atletas para las competencias. Su contenido varía dependiendo del nivel de la persona antes de la competencia.
Competitivo	Limitados a tareas de preparación directa para la competencia y de recuperación.
De recuperación	Fomentan la adaptación del organismo luego de las competiciones o de los microciclos de choque y ayudan a combatir la fatiga.

Microciclo de choque

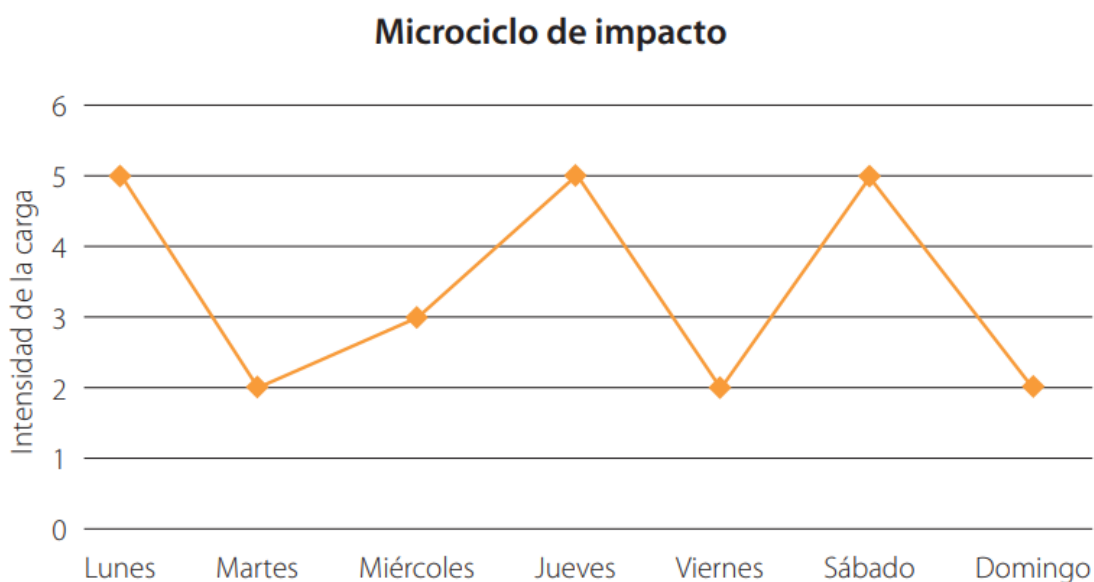
Este tipo de microciclo no ha sido muy utilizado en los programas de actividad física pero son muy apropiados para generar un incremento importante de la carga en personas entrenadas o muy entrenadas; la característica más destacable de un microciclo de choque es poseer incrementos súbito e importantes de la carga, por tal razón no debe mantenerse por más de 2 semanas, siendo un posible límite 3 semanas, cabe aclarar que un microciclo de choque está ubicado solo dentro de un Mesociclo desarrollador compuesto y normalmente después de varios microciclos de carga específica (Madrid, 2014).

Es también llamado microciclo de impacto, su característica radica en que el volumen y la intensidad se elevan y tienden a igualarse, motivo por el cual, las cargas son elevadas y buscan generar nuevos procesos de adaptación en el organismo. Al ser la intensidad y el

volumen altos, se genera una fatiga profunda en el deportista, este tipo de microciclo suele utilizarse en los mesociclos básicos desarrolladores. (Clavijo, et al. 2010)

En el ejemplo que se presenta a continuación, se aprecia la distribución de la carga para un microciclo de impacto, en el cual se han programado tres cargas de intensidad alta, con las cuales, los estímulos deberán producir un efecto bastante profundo de fatiga en el organismo, que, con el tiempo adecuado de recuperación, se producirá a su vez un estado de super compensación.

Grafica 1. Ejemplo de la distribución de la carga en un microciclo de choque. Tomado de Clavijo, 2010.



Reflotron Plus

El reflotron plus es un dispositivo de diagnóstico in vitro destinado a la determinación cuantitativa de parámetros de química clínica utilizando portarreactivos. Reflotron funciona según el principio de la fotometría de reflexión y permite obtener resultados rápidos y fiables con manejo sencillo.

El reflotron plus permite hacer cuantificaciones de 17 parámetros de química clínica:

Ácido Úrico, Amilasa, Amilasa Pancreática, Bilirrubina, CK (creatin-cinasa), Colesterol, Creatinina, Fosfatasa Alcalina, GGT (γ -glutamyl transferasa), GOT (glutamato-oxalacetato-transaminasa), GPT (glutamato-piruvato-Transaminasa), Glucosa, HDL colesterol, Hemoglobina total, Potasio, Triglicéridos, Urea.

Este sistema es adecuado para su uso en entornos de atención primaria, como un sistema de respaldo en hospitales, laboratorios privados, sitios de detección y para revisiones médicas.

Características

- Simple y fácil de usar: altamente flexible debido a la amplia gama de parámetros y materiales de muestra
- Resultados rápidos: resultados de la prueba disponibles en 2 a 3 minutos
- Resultados seguros y confiables: se correlacionan con métodos de laboratorio bien estandarizados / validados en varios estudios clínicos
- Lector de código de barras y / o teclado para identificación de paciente / entrada de muestra
- Inicio rápido desde el modo de espera
- No requiere preparación de muestra o reactivo.
- Inmediato en línea o imprimir los resultados disponibles

Hipótesis

Basados en la teoría anteriormente mencionada se espera que los niveles tanto de CPK y Urea aumenten en todos los deportistas dado que un microciclo de choque la carga de entrenamiento incrementa, dando así una elevación en los niveles de estos factores bioquímicos.

Metodología

Muestra

El tamaño de la muestra constará de 30 deportistas, de ambos géneros, pertenecientes a la selección Bogotá de natación, de la categoría juvenil A (14-15 años) y juvenil B (16-17 y 18 años), quienes cumplan con los criterios de inclusión.

Criterios de Inclusión

Se incluirán:

- Deportistas, que se encuentren afiliados a la federación colombiana de natación.
- Deportistas, que pertenezcan a la selección Bogotá de natación de carreras.
- Los deportistas que se encuentren en categorías juvenil A y juvenil B.
- Deportistas, que se encuentren en buen estado de salud y que firmen el consentimiento informado para la realización del estudio.
- Los deportistas que tengan mínimo 600 puntos de clasificación FINA para la categoría juvenil A y 700 puntos de clasificación FINA para la categoría juvenil B.
- Deportistas que tengan una vida deportiva de mínimo cinco (5) años.

Criterios de exclusión

Quedarán fuera de la investigación:

- Los deportistas cuyo consentimiento informado contenga información incompleta.
- Falta de colaboración de los deportistas estudiados.
- Deportistas que haya o estén administrándose medicamentos, al momento de la investigación.
- Modificaciones de salud del deportista, en el momento de la toma de muestra.

Diseño microciclo de choque

A continuación, se presenta el microciclo de choque que será implementado con los deportistas, precedente a las tomas de muestra.

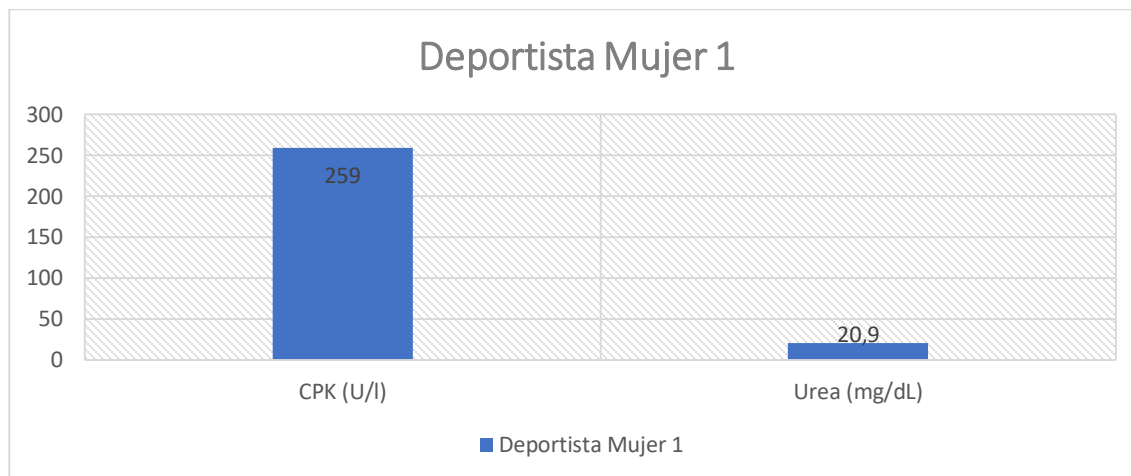
Tabla 3. Diseño microciclo de choque. Beltrán y colaboradores, 2019.

SESIÓN	CALENTAMIENTO	FASE CENTRAL	VOLUMEN / INTENSIDAD	RECUPERACIÓN / DENSIDAD	VUELTA A LA CALMA
PISCINA	MOVILIDAD ARTICULAR: Con enfoque en la zona superior del hombro.	RESISTENCIA ANAEROBICA ALACTICA	Método repetitivo:	Descanso entre series de 1 minuto.	Culminación con un juego.
Choque Carga	- Posición flecha decúbito supino y decúbito prono (100mts)		5 series de 2 repeticiones.	Recuperación activa: 100 metros espalda.	Se ubica a los deportistas en una sola alera con los miembros inferiores en apertura e individualmente se desplazan en el medio.
	- Ondulación decúbito prono (200mts)	Cada repetición se realizará con la señal de salida en una distancia de 50 metros de cada estilo (crawl, espalda, braza, mariposa)		Descanso de 15" entre repeticiones	
			(Cada repetición es la carga dada)		
PISCINA	MOVILIDAD ARTICULAR con ayuda de una tiraban	RESISTENCIA AEROBICA	2 series de 2 repeticiones de 500 mts	Descanso entre series de 3 minutos con trabajo de técnica.	Culminación de entrenamiento con estiramientos de miembros inferiores realizando abducciones y flexiones de cadera dentro del agua, y posteriormente miembros superiores (dentro del agua)
Mantenimiento		Fondos 500 mts con estilo crawl		Entre repetición de 20 seg.	
	- Realizar 100 metros de espalda a un 50% con virajes en cada llegada			Descanso series de 5 minutos técnica. Entre repetición de 40 seg vadeo estático.	
	- Realizar 50 metros de estilo crawl a un 50%	RESISTENCIA DE APNEA			
		100 Mts aletas Mariposa	4 series de 2 repeticiones 100mts aletas mariposa		
		TECNICA Batido de Crawl con brazada de pecho como recuperación a un 50%			
ENTRENAMIENTO FÍSICO	Movilidad articular céfalo caudal con pesos de 2,5 libras en cada hemisferio.	TRABAJO EN ERGOMETRO DE NATACION			Estiramientos con enfoque en miembros superiores y Core, tales como el arco, alabanza, saludo al sol. (nombres de yoga)
		En posición de pronación, se debe realizar extensión de hombros desde la posición inicial de			
PISCINA	MOVILIDAD ARTICULAR CEFALO- CAUDAL	RESISTENCIA ANAEROBICA LACTICA	Método repetitivo:	Descanso entre series de 1 minuto.	Estiramiento en seco con enfoque en miembros superiores y Core, tales como el arco, alabanza, saludo al sol. (nombres de yoga)
Choque Carga	Enfoque en miembros superiores con uso de tiraban	Un combinado individual	5 series de 2 repeticiones.	Recuperación activa: 100 metros espalda.	
	- Realizar vadeo dinámico en 50 metros-			Descanso de 15" entre repeticiones	
	- Realizar 25 metros de apnea en ondulación y 25 metros en flecha.	Con una duración menor a 3 minutos, en caso que se extienda se debe detener el ejercicio.	(Cada repetición es la carga dada)		
RECUPERACIÓN	Se ejecutará una sesión donde se permita la recuperación del atleta, para que se facilite este proceso es necesario la ayuda ergogénica de la hieloterapia.				
	TIEMPO MÁXIMO DE 30 MINUTOS				

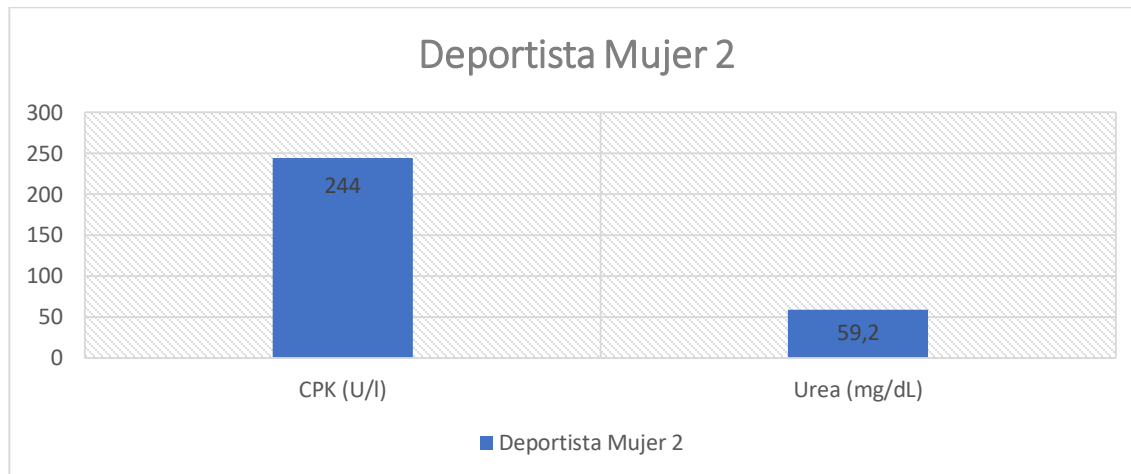
Resultados

Los análisis de resultados que se presentan a continuación, van a describir fisiológicamente los resultados de las tomas realizadas el día 8 de septiembre de 2019 en las instalaciones del complejo Acuático Simón Bolívar de la ciudad de Bogotá, durante el torneo bogotano de fondo, se contó para el estudio con veinte (20) deportistas, todos pertenecientes a la liga de natación de Bogotá y todos clasificados a juegos nacionales que se realizarán en el departamento de Bolívar del 16 al 30 de noviembre, durante la toma, los deportistas venían con una carga de tres días de entrenamiento y dos de competencia, pasando 24 horas desde la última prueba en la que compitieron.

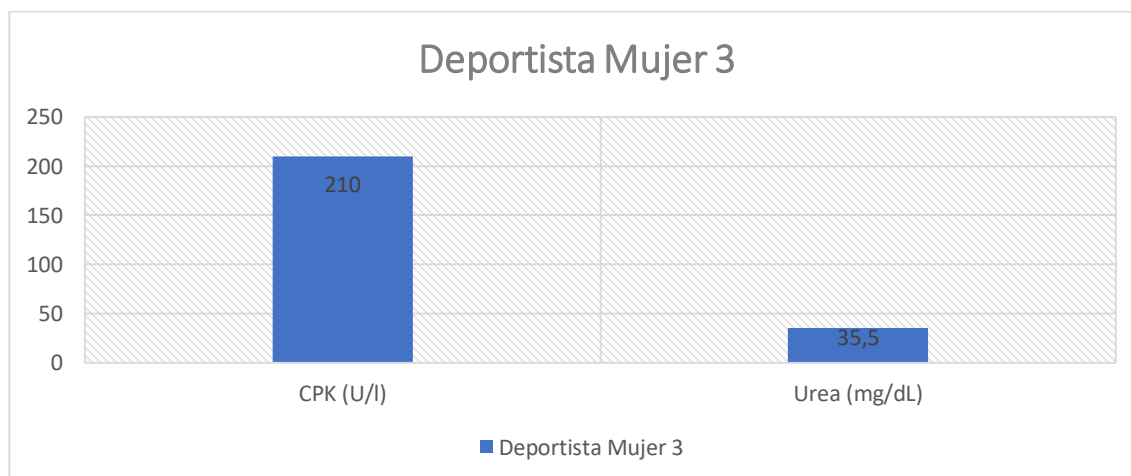
La deportista 1 mujer, de edad 14 años, cuyas pruebas que compite son 200 combinada, 300 mariposa y estilo libre, en la gráfica 1 se muestra que los niveles de CPK fueron de 259 U/l, esto nos demuestra que las cargas de entrenamiento y las adaptaciones que le fueron impuestas a la deportista dieron una respuesta adaptativa, viéndose esto reflejado por lo altos niveles de CPK que presentó lo cual es lo esperado debido a que se encontraba en un microciclo de choque lo que genera mayor fatiga en el sistema musculoesquelético; de igual forma se observa en la gráfica 1 los niveles de urea los cuales registraron un valor de 20,9 mg/dL, lo cual indica que se encuentra en los valores esperados dado de la urea es un indicador del catabolismo proteico y de igual forma como un indicador de adaptación, las concentraciones no son muy altas dada la degradación rápida de aminoácidos que presenta los deportistas, dando en evidencia que las cargas de entrenamiento en la deportista fueron asignadas correctamente.



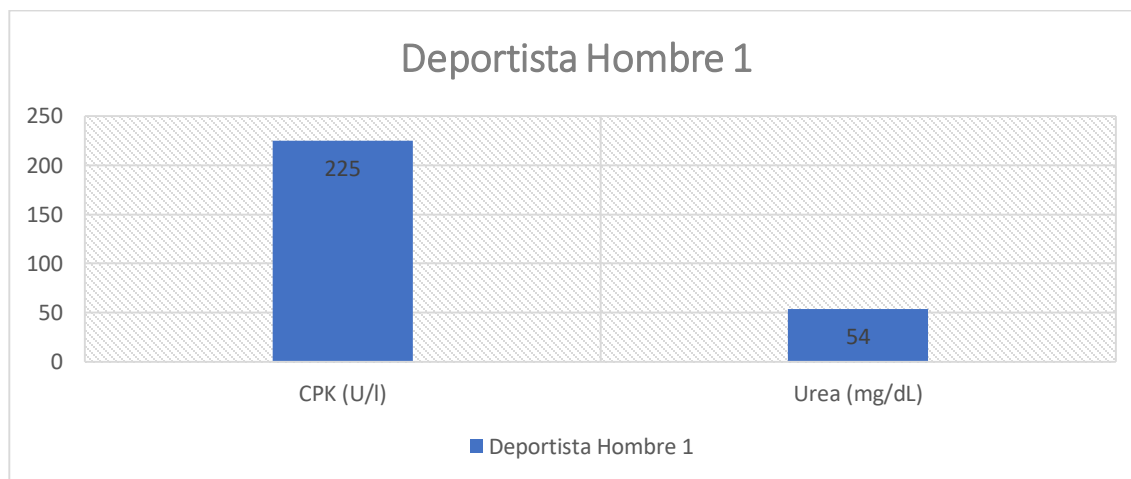
La deportista 2 mujer, de edad 17 años, que compite en las pruebas 50, 100 y 200 metros estilo espaldas, como se muestra en la gráfica 2 la deportistas presentó los niveles de CPK en 244 U/l, esto nos indica que la deportista tuvo una adaptación al microciclo de choque, por ello los niveles encontrados en la toma, además, se debe recordar que la CPK es una proteína que se encuentra dentro del músculo que al momento de realizar ejercicio poco común, las células musculares producen unas rupturas y se libera dirigiéndose a la sangre, y de igual forma se debe tener en cuenta que en personas entrenadas los niveles de CPK deben estar elevados pero esto no va a traer consigo problemas en la salud; también como se observa en la gráfica 1 los niveles de urea en la deportistas fueron de 59,2 mg/dL, en esta cuantificación se observa que los niveles no fueron los valores normales, se deduce que debido a la carga de entrenamiento que fue elevada, los riñones no pudieron completar su función como es normal, por cual este órgano no pudo eliminar todo el nitrógeno que se encontraba como residuo razón por la cual se dirige a la sangre.



La deportista 3 mujer, de edad 16 años, compite en las pruebas 400, 800 y 1500 metros estilo libre, como se presenta en la gráfica 3, se obtuvo unos valores de CPK de 210 U/l, lo cual no indica que la deportista se encuentra en los valores esperados, teniendo en cuenta de la CPK es una proteína de reserva energética de alta intensidad que se encuentra en el músculo, cerebro y corazón para procesos biológicos de alto consumo de energía, presentándose el caso de la deportista que compute en pruebas de tipo aeróbico; en la gráfica 3 también se presentan los valores de urea de la deportista, que fueron de 35,5 mg/dL, estos valores son los normales, de lo cual se deduce que hubo un incremento del lactato en sangre, lo cual produce una disminución de la producción de urea, y que la concentración de glucógeno muscular aumento durante los días de competencia.

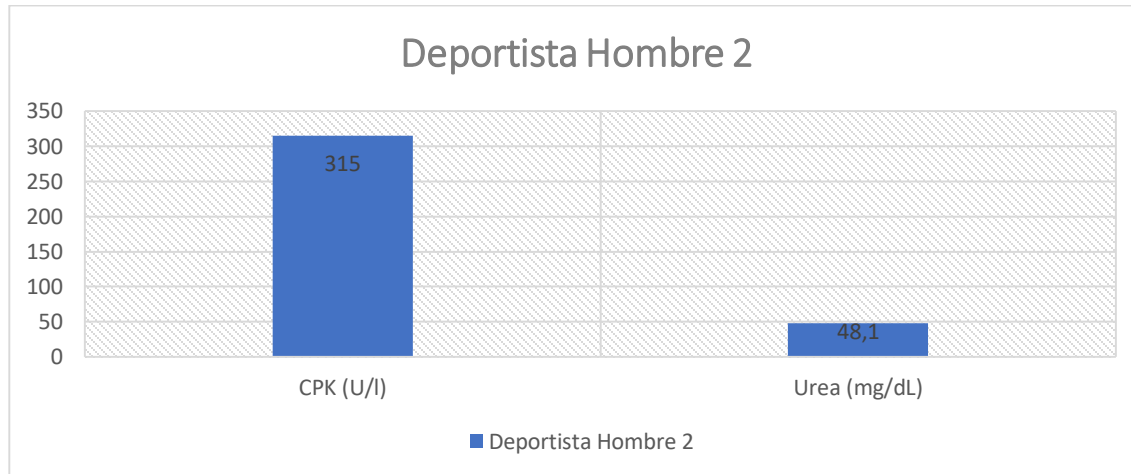


El deportista 1 hombre, de edad 17 años, que compite en las pruebas 50, 100 y 200 metros en estilo espalda, como se muestra en la gráfica 4 los niveles de CPK fueron de 225 U/l, lo cual demuestra hubo una buena adaptación al entrenamiento y a las cargas que le fueron asignadas, dado que las pruebas en las que compite son de velocidad, hay mayor aumento de esta isoenzima, y los niveles que se muestran en la gráfica 4 referentes a urea son de 54,0 mg/dL, esto nos indica que no hubo una eliminación óptima del nitrógeno en los riñones, razón por la cual este se dirigió a la sangre, elevando ligeramente los niveles normales de urea en el deportista.

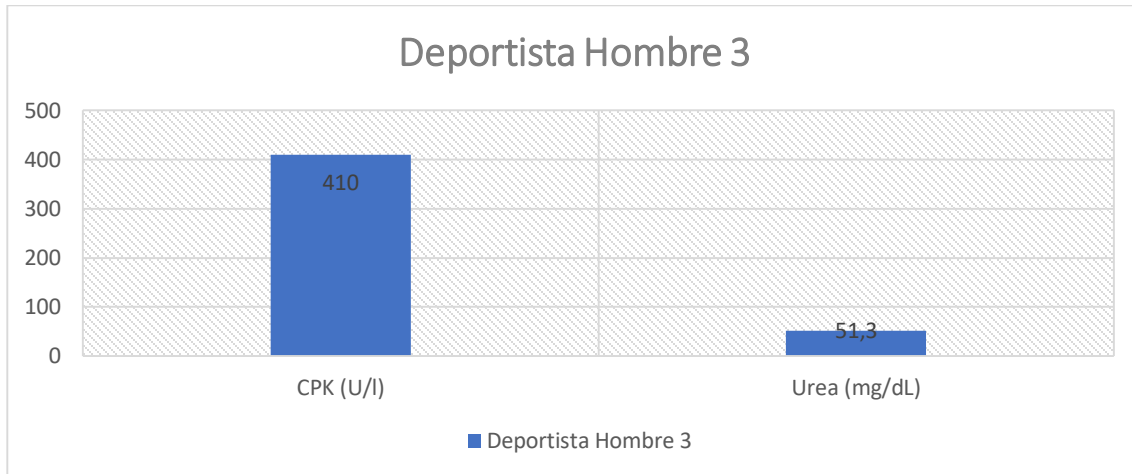


El deportista 2 hombre, de edad 16 años, cuyas pruebas en las que compite es 800 y 1500 metros estilo libre, presentó unos niveles de CPK de 315 U/l como se muestra en la gráfica 5, niveles esperados ya que el deportista compite en pruebas de fondo lo cual es normal tener esta encima en niveles altos, y por una adaptabilidad óptima al microciclo de choque impuesto, dado que la CPK en una sesión o competición de alta velocidad o de alto impacto, se comenzará a elevar pocas horas después del ejercicio, desde los rangos normales e incluso el doble después de ocho horas de la competición; por otra parte, como se muestra en la gráfica 5, los niveles de urea que presentó el deportista fueron de 48,1 mg/dL, lo que demuestra que el deportista tuvo una adaptación óptima a la carga de entrenamiento

encontrándose en los valores normales, lo cual indica que hubo un catabolismo proteico adecuado, utilizando los sistemas energéticos y las proteínas necesarias para las pruebas en las cuales el deportista compete.



El deportista 3 hombre, de edad 17 años, velocista en las pruebas 50, 100 y 200 metros estilo pecho, como se muestra en la gráfica 6 obtuvo en sus niveles de CPK una concentración de 410 U/l, lo cual demuestra que los niveles están como los esperados, dado que en competiciones fuertes los niveles de CPK se van a elevar, y sin duda, la CPK es un indicador de la carga de entrenamiento y de competencia, dado que se encontraba en un microciclo de choque y posteriormente en competición; por otra parte, en la gráfica 6 los niveles de urea del deportista se encontraron en 51,3 mg/dL, lo cual indica que ligeramente estaban elevados a los normales, se intuye que esto se debe a que no hubo un buen descanso por parte del deportista, y el tiempo intrasesión no fue el correcto, lo cual trae como consecuencia que no se elimine todo el nitrógeno tanto del riñón como del hígado, y se eleven los niveles de urea en la sangre.



Conclusiones

1. Según los resultados encontrados se concluye que los altos niveles de CPK que se presentó con los deportistas fueron los esperados, ya que la implementación de un microciclo de choque, generó aspectos fisiológicos o adaptativos para el organismo, generando así mayor fatiga en el sistema muscular esquelético, y poseer esos incrementos determinantes en el nivel directo del daño tisular o indirectos de la sumatoria importante de las cargas.
2. Se determinó que en el tamaño de la muestra con los deportistas de la selección de Bogotá de natación, nos muestra que las cargas de entrenamiento y las adaptaciones que le fueron impuestos a los deportistas dieron una respuesta adaptativa, viéndose reflejado por los altos niveles de CPK, los niveles de urea registraron un valor adecuado lo cual indicó que obtuvieron los valores esperados, dado que la urea es un indicador del catabolismo proteico y de igual forma como un indicador de adaptación, las concentraciones no son muy altas en cada uno de los deportistas, dada que la degradación rápida de aminoácidos que presentaron los deportistas, evidenciando que las cargas de entrenamiento en los deportista fueron asignadas correctamente.
3. El Microciclo de Impacto o de choque, que desarrollamos con magnitudes de cargas elevadas y extremas de trabajo. Tuvieron como objetivo estimular los procesos de adaptación del organismo. En el microciclo desarrollado permitió emplear altos volúmenes de carga, para su vez producir un estado de súper compensación en cada uno de los deportistas.

4. De las pruebas que se realizó CPK es la principal que nos sirve como indicador de resistencia física antes y después del entrenamiento porque tiende a subir en primer lugar, luego la urea mejorando el desarrollo físico del deportista, como indicadores de resistencia física para prevenir lesiones solo en el caso de sobre entrenamiento.

5. El presente trabajo de investigación aporta como medio de seguimiento y evaluación de la planificación de entrenamiento para evitar el sobreesfuerzo o sobrentrenamiento en los deportistas.

Referencias

- Bangsbo J. (1994). Energy demands in competitive soccer. *Sports Sci.* summer; 12 Spec No:S5-12.
- Bompa T. (1996). *Periodización de la Fuerza: La nueva onda en el entrenamiento de la fuerza.* Editado en versión digital por: Grupo Sobre Entrenamiento.
- Brancaccio P, Limongelli FM & Maffulli N. (2006). Monitoring of serum enzymes in sport. *Br J Sports Med*; 40(2): 96–97.
- Brancaccio P, Maffulli N & Limongelli F. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull*, 81-82:209-30.
- Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. (2008). Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin Sports Med*; 27(1):1-18, VII.
- 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.
- 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.
- Calderón, J., Benito, P., Meléndez, A., González, M. (2006). Control biológico del entrenamiento de resistencia. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte.* 2 (2), 65-87. <http://www.cafyd.com/REVISTA/art5n2a06.pdf>
- Cuadrado-Reyes J & Grimaldi M. (2012). Medios para Cuantificar la Carga Interna de Entrenamiento en Deportes de Equipo. La Frecuencia Cardiaca, 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.-la-frecuencia-cardiaca-el-consumo-de-oxigeno-la-concentracion-de-lactato-en-sangre-y-la-percepcion-subjetiva-del-esfuerzo-una-revision/

Eder, M., Fritz-Wolf, K., Kabsch, W., Wallimann, T., Schlattner Proteins, U. (2000) Crystal structure of human ubiquitous mitochondrial creatine kinase.

Eypro.com.mx. (2015). *Reflotron Plus*. [en línea] Disponible en: <https://www.eypro.com.mx/reflotron.html> [Accedido Mar. 2019].

Hartmann U, Mester J. (2000). Training and overtraining markers in selected sport events. *Med Sci Sports Exerc*; 32(1): 209-15.)

Hohmann A, Lames M, Letzeier M. (2005). Introducción a las ciencias del entrenamiento. Barcelona: Editorial Paidotribo.

LUTZ & PRZYTULSKI. (2011). Nutrición y dietoterapia. México D.F: Editora Mc Graw Hill. 582 p.

Madrid Henao, V. (2014). *PLANIFICACIÓN Y PERIODIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO EN LA ACTIVIDAD FÍSICA*. [ebook] Medellín: Indeportes Antioquia, pp.13-14. Disponible en: http://www.indeportesantioquia.gov.co/simi/public/images/original/45210758_PLANIFICACIONYPERIODIZACIONDEENTRENAMIENTOENACTIVIDADFISICA1.pdf

Moreno, S. (2008). Importancia de las valoraciones bioquímicas como medio de control del entrenamiento en deportistas de alto rendimiento. *Compumedicina.com*, IX (149).

Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 41(10), 674-678.

Navarro Valdivieso F. (1998). *La resistencia*. Madrid: Gymnos Editorial

Noakes T (1987). Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. *Sports Med.* 4(4):245-67.

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.

Peinado, A., Barriopedro, M., Díaz, A., Lorenzo, I., Benito, P.& Calderón, F. (2012). Parámetros bioquímicos a lo largo de tres microciclos de entrenamiento intenso en triatletas de élite. *Archivos de Medicina del Deporte*, 29(149), 669-679.

Planificación del entrenamiento deportivo. (2012). 1st ed. Bogotá: Coldeportes.

Reilly T & Bowen T. (1984). Exertional costs of changes in directional modes of running. *Percept. Motor Skills* 58: 149-15.

Reilly T. (1974). A motion analysis of work rate in different postional in professional football match-play. *J Human Movent Stud* 2, 87-97.

Rivas Borbon, 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 futbol de la primera división de costa Rica*. Tesis en Campus Presbitero Benjamin Nuñez. Heredia, Costa Rica.

Sift MC & Verkhoshansky T. (2004). *Súper Entrenamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

Trigo P, Castejon F, Riber C, Muñoz A. (2010). Use of biochemical parameters to predict metabolic elimination in endurance rides. *Equine Vet J.*; 42(38 Suppl 1): 142-6.

Vasconcelos Raposo, A (2009). Planificación y organización del entrenamiento deportivo (2.^a edición). Badalona, España: Paidotribo. p. 198. ISBN 978-84-8019-473-0.

Viru A & Viru M. (2003). Análisis y control del Rendimiento Deportivo. Editorial Paidotribo. Barcelona.

Wallimann, T. y Hemmer, W. *Mol Cell Biochem* (1994) 133: 193.
<https://doi.org/10.1007/BF01267955>