






# CUANTIFICACIÓN DE LA RESPUESTA BIOQUÍMICA AL ENTRENAMIENTO ESPECÍFICO EN VOLEIBOLISTAS DURANTE UN MICROCIclo DE CHOQUE

QUANTIFICATION OF THE BIOCHEMICAL RESPONSE TO SPECIFIC TRAINING IN VOLEIBOLISTS DURING A SHOCK MICROCYCLE

José Diego Beltrán<sup>1</sup> ; Julián Camilo Moya-Pérez<sup>1</sup> ; Henry Alexander Aullón-Gutiérrez<sup>1</sup> ; Geraldine Caicedo-Soto<sup>1</sup> ; Camilo Andrés Waltero-Peñaloza<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidad de Cundinamarca, Ciencias del deporte y la Educación física, semillero de investigación Rendimiento Humano. Soacha, Cundinamarca - Colombia. [jdbeltran@ucundinamarca.edu.co](mailto:jdbeltran@ucundinamarca.edu.co), [jcmoya@ucundinamarca.edu.co](mailto:jcmoya@ucundinamarca.edu.co), [haullon@ucundinamarca.edu.co](mailto:haullon@ucundinamarca.edu.co), [gcaicedos@ucundinamarca.edu.co](mailto:gcaicedos@ucundinamarca.edu.co), [cwualtero@ucundinamarca.edu.co](mailto:cwualtero@ucundinamarca.edu.co)

Cómo citar: Beltrán, J.D.; Moya-Pérez, J.C.; Aullón-Gutiérrez, H.A.; Caicedo-Soto, G.; Waltero-Peñaloza, C.A. 2020. Cuantificación de la respuesta bioquímica al entrenamiento específico en voleibolistas durante un microciclo de choque. Revista Digital: Actividad Física Y Deporte. 6(2):60-76. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v6.n2.2020.1569>

Artículo de acceso abierto publicado por: Revista Digital: Actividad Física y Deporte, bajo una licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0.

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada de Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional.

**Recibido:** 12 de marzo de 2020. **Aceptado:** 1 de mayo de 2020. **Editado por:** Álvaro José Gracia Díaz

## RESUMEN

---

**Introducción:** Se realiza investigación sobre marcadores biológicos, específicamente, sobre la CPK (creatinfosfoquinasa). **Objetivo General:** Conocer su incidencia en las prácticas y entrenamientos del grupo femenino de voleibol de la Universidad de Cundinamarca, extensión Soacha. **Metodología:** Con la información recolectada se pretende realizar toma de muestras sanguíneas, mediante un microciclo de choque con cargas de trabajo específicas, encaminadas al sistema anaeróbico aláctico, siendo este el que prima en la práctica de este deporte. **Resultados:** Las muestras pretenden ser cuantificadas y medidas mediante el sistema Reflotrón, que arroja resultados comparables a los obtenidos por métodos de laboratorio estándar, en dos o tres minutos por parámetro. **Conclusiones:** De esta forma, estará disponible incluso en presencia del deportista y el entrenador con el fin de adaptar las cargas de trabajo futuras a las características individuales de cada deportista, mejorando la calidad y el proceso de cada una de estas, sin caer en sobre-entrenamiento.

**Palabras clave:** CPK, sistema anaeróbico aláctico, voleibol, sobre-entrenamiento.

## ABSTRACT

---

**Introduction:** Research is carried out on biological markers, specifically on CPK (creatine phosphokinase). **Objective:** in order to know its incidence in the practices and training of the female volleyball group of the University of Cundinamarca, Soacha extension. **Methodology:** Already with this information collected is intended to take

blood samples through a microcycle shock with specific workloads directed to the anaerobic alactic system, this being the premium in the practice of this sport. **Results:** The samples are intended to be quantified and measured using the Reflotron system, which yields results comparable to those obtained by standard laboratory methods, in two or three minutes per parameter. **Conclusions:** In this way, the result will be available even in the presence of the athlete and coach in order to adapt the future workloads to the individual characteristics of each athlete, improving the quality and the process of each of these without falling into overtraining.

**Keywords:** CPK, anaerobic alactic system, volleyball, overtrainin.

## INTRODUCCIÓN

---

La presente investigación busca evidenciar, de qué manera, afectan las cargas de entrenamiento al cuerpo, con la medición de la CPK por medio del Reflotron, se analizarán los niveles de adaptación que se producen en el cuerpo a nivel metabólico y celular, para así, lograr cuantificar las cargas de un plan de entrenamiento en estudiantes, pertenecientes al equipo femenino de voleibol de: la Universidad de Cundinamarca de 18 a 23 años, que vienen de un proceso de 3 competencias importantes durante el año.

De este modo, todo el planteamiento y desarrollo de esta investigación se fundamentará en el interrogante que da el sentido y forma a los planteamientos realizados. El interrogante es el siguiente:

¿Según los niveles de adaptación arrojados por la medición de la CPK, como control pre y post entrenamiento de un micro ciclo de choque en las deportistas, como debo empezar a cuantificar las cargas de entrenamiento?, siendo estudiantes de: Ciencias del Deporte y la Educación Física, atenderemos y se hará intervención en el grupo de voleibol femenino, en la Universidad de Cundinamarca seccional Soacha.

El sentido final, de esta investigación es con base en los resultados que se recopilaron, para lograr generar la información suficiente, en donde se evalúen los efectos de la carga de entrenamiento y sus adaptaciones, para así, poder cuantificar de manera correcta las cargas en un plan de entrenamiento, logrando de esta manera, satisfacer las dudas y necesidades de entrenadores y profesionales del deporte, para lograr un mayor rendimiento y mejoras a nivel deportivo de sus practicantes.

## MARCO TEÓRICO

- Dentro del marco teórico, de esta investigación se tratarán los siguientes

ítems, para el manejo de cada uno de los factores importantes, que intervienen dentro de la misma, los cuales son: 1.- Marcadores bioquímicos en el entrenamiento, 2.- Creatinfosfoquinasa (CPK), 3.- Carga de entrenamiento, 4.- Fatiga, 5.- Recuperación. Los metabolitos y substratos medidos en sangre se presentan como el principal medio de control bioquímico, aunque a veces, estos marcadores son medibles en: Orina, sangre o en saliva. En realidad, el verdadero objetivo de la monitorización bioquímica es la comprobación de los cambios inducidos por el entrenamiento, como: Valoración de la carga del entrenamiento.

- Valoración de los procesos de recuperación.
- Control de los efectos de los diferentes microciclos de entrenamiento.
- Verificación de los cambios adaptativos en el organismo, durante los períodos de entrenamiento y en todo un año de entrenamiento.
- Diagnóstico del sobre entrenamiento.

Tabla 1. Adaptado de (Bosco, 2000). Metabolitos cuantificables.

METABOLITOS	ORIGEN	POSIBLE ÁREA DE CONTROL DEL ENTRENAMIENTO
<b>LACTATO:</b>	Producto final de la escisión de glucosa o glucógeno.	*Determinación del umbral anaeróbico * Índice de intensidad de los ejercicios anaeróbico-glucolíticos o anaeróbico-aeróbicos.*Índice de utilización de la capacidad de trabajo anaeróbico.
<b>AMONIACO:</b>	Resultado de la degradación de las fibras FG en AMP. Posible fuente adicional de oxidación de aminoácidos ramificados.	*Índice de resíntesis de ATP, a través de la combinación de dos ATP y formación de AMP. *Índice indirecto de actividad de las fibras FG.

<b>ÚREA:</b>	Producto final de la escisión de las proteínas (aminoácidos).	*Índice del efecto de ejercicios físicos aeróbicos prolongados. *Índice de procesos de recuperación.
<b>TIROXINA:</b>	Degradación de las proteínas, principalmente en el tejido muscular.	*Índice de intensidad del catabolismo proteico de los músculos.
<b>3-METILISTIDINA</b>	Producto de la degradación de las proteínas miofibrilares (miosina, actina).	*Índice del turno ver de las proteínas contráctiles. *Comprobación del efecto de práctica deportiva en sesiones de entrenamiento de fuerza y potencia.
<b>ALANINA:</b>	Producto de combinación de los grupos NH <sub>3</sub> (liberados en la oxidación de aminoácidos de cadena ramificada y piruvato en los músculos).	*Valoración del porcentaje de glucosa-alanina que hace de enlace entre el metabolismo de proteínas y carbohidratos en la producción de energía de la actividad muscular.
<b>LEUCINA:</b>	Aminoácido de cadena ramificada oxidable en los músculos.	*Índice del metabolismo de los aminoácidos de cadena ramificada.
<b>TRIPTÓFANO:</b>	Precursor de la síntesis del neurotransmisor serotonina.	*Diagnóstico de la fatiga central y de un mecanismo central relacionado con el sobre-entrenamiento.
<b>GLUTAMINA:</b>	Aminoácido esencial tanto para el óptimo funcionamiento de varios tejidos como para la normal inmuno-actividad.	*Diagnóstico de la fatiga y del sobre-entrenamiento, utilizado principalmente para identificar: posibles informaciones sobre los cambios en la inmuno-actividades.
<b>ÁCIDOS GRASOS LIBRES:</b>	Producto de la lipólisis (escisión de los triglicéridos del tejido adiposo). Usado en los músculos como sustrato para la oxidación.	Determinación del valor de la utilización de los lípidos como sustrato oxidativo (la concentración sanguínea de ácidos grasos libres es proporcional a su uso en la oxidación).
<b>GLICEROL:</b>	Producto de la lipólisis. Usado en el hígado en la gluconeogénesis.	*Valoración de la intensidad de la lipólisis en el tejido adiposo.
<b>GLUCOSA:</b>	Constituyente normal de la sangre. Se la suministra el hígado.	*Índice de la utilización de los carbohidratos. *Factor de control metabólico.

### Aspectos metabólicos del sobre entrenamiento.

En los deportes, se necesitan grandes cargas de entrenamiento con ejercicios repetitivos de larga duración a intensidades específicas para estimular ciertas rutas metabólicas que proporcionan energía a los músculos esqueléticos. Las adaptaciones metabólicas fundamentales para resistir la carga de

entrenamiento se encuentran en: 1.- Las células del músculo esquelético, 2.- El hígado y 3.- El riñón. De hecho, estas ubicaciones están potencialmente asociadas en aspectos metabólicos del proceso de sobre entrenamiento. Otro resultado, es que el estudio de este proceso requiere considerar parámetros de diferentes tejidos biológicos y/o combinar diferentes enfoques analíticos, es decir, 1.-Bioquímicos, 2.- Fisiológicos, 3.-

Endocrinos, 4.- Neuronales, 5.- Micológicos; cada uno potencialmente, involucrado en la comprensión de los aspectos metabólicos del sobre entrenamiento. En las pasadas dos décadas, se realizaron varios estudios dirigidos a investigar determinados parámetros bioquímicos implicados en la aparición del sobre entrenamiento o para diagnosticarlo. Existen cada vez más indicios sobre: Que solo una cantidad restringida de esquemas metabólicos (hasta el momento seis) puede destacar la presencia de sobre entrenamiento. En este estudio, nombramos a cada uno de estos, los cuales son: 1.- Carbohidratos, 2.- Aminoácidos de cadena (BCAA), 3.- Glutamina, 4.- Ácidos grasos poli-insaturados (AGP), 5.- Leptina y 6.- Proteínas, como puntos de partida para entender el proceso de sobre entrenamiento.

### Validez de análisis clínicos para diagnosticar el sobre entrenamiento.

La principal dificultad en el diagnóstico del sobre entrenamiento es la necesidad de repetir el análisis de sangre antes y después del ejercicio. Además, los marcadores biológicos del sobre entrenamiento pueden variar con respecto a las características del deporte practicado y la naturaleza de las cargas de entrenamiento. Existen varios factores: 1.- Psicológicos, 2.- Sociales o culturales, que pueden interferir en los aspectos bioquímicos de este proceso. Como se analizó recientemente, la exposición al entrenamiento sin calentamiento, el estrés psicológico, la nutrición, la hidratación y la duración e intensidad del ejercicio pueden

cambiar notablemente la hemoconcentración inducida por el ejercicio.

Así, de manera general, continúa siendo imposible comparar los resultados obtenidos de diferentes estudios acerca del sobre entrenamiento. Este aspecto metodológico será de gran importancia en el futuro, debido a que los parámetros bioquímicos del sobre entrenamiento parecen intensificarse más con el ejercicio que con el resto de los análisis. Por consiguiente, el diagnóstico del sobre entrenamiento continúa siendo lo más novedoso en este campo, posible en algunos casos e impredecible en otros. Hasta la fecha, se puede proponer una lista de marcadores potenciales para identificar el sobre entrenamiento en deportes. Sin embargo, aún no se puede proponer un marcador bioquímico, que identifique este fenómeno, que evalúe el límite entre la fatiga reversible de entrenamiento y el sobre entrenamiento.

### CPK: ¿Qué es?

Vamos a crear unas bases teóricas para poder entender los puntos siguientes tomando información de investigaciones y publicaciones realizadas en relación con el tema a tratar por diferentes especialistas en fisiología del ejercicio, salud y preparación física. Para empezar: Vásconez & Mercedes (2014) en su tesis nos explica que la CPK es: “una enzima necesaria para el metabolismo anaeróbico de la fosfocreatina (CPr), que es la forma más rápida de obtención de energía, y que, se libera en sangre, cuando hay una importante ruptura muscular, junto a la mioglobina”.

Tabla 2. Resumen de los parámetros del plasma bioquímico potencialmente implicado en la ocurrencia del sobre entrenamiento en los deportes.

PARÁMETRO CENTRAL	ÓRGANO IMPLICADO	VARIACIÓN DE PLASMA	VARIACIÓN DE PLASMA
-------------------	------------------	---------------------	---------------------

<b>Especies reactivas al oxígeno:</b>	Músculo.	CPK↑; mioglobina↑; sTi↑; 3-MTH↑; ácido ascórbico (Vit C) ↓; tocoferol (vit E)↓	CPK↑; mioglobina ↑; sTi↑; 3-MTH↑; MDA↑; retinol ↓; ácido ascórbico↓; tocoferol↓
<b>Carbohidratos:</b>	Hígado, músculo.	GLN↓; úrea↑	GLC ↓; lactato ↑; GLN ↓; úrea ↑
<b>BCAA:</b>	Cuerpo.	Serotonina ↑	BCAA↓; fTrp ↑; fTrp/ BCAA↑; serotonina ↑; GLN ↑; IgA ↑
<b>Glutamina:</b>	Músculo.	GLN ↓; IgA ↑; IgG ↑	GLN ↑; IgA ↑; IgG ↑
<b>AGP:</b>	Ganglios linfáticos.		AGP ↑
<b>Leptina:</b>	Adipocitos.	Leptina↓; inhibidor B↓; colecalciferol (vit D3) ↓	Leptina↓; inhibidor B↓; colecalciferol (vit D3) ↓
<b>Proteínas:</b>	Músculo, hígado, riñón.	haptoglobina↓; hemoglobina↑; hemopexina↓; ferritina↑; α <sub>1</sub> -antitripsina↑; α <sub>1</sub> -ácido glicoproteico↑; macroglobulina↑; T/C ↓	haptoglobina↓; hemoglobina↑; hemopexina↓; ferritina↑; α <sub>1</sub> -antitripsina↑; α <sub>1</sub> -ácido glicoproteico↑; macroglobulina ↑; T/C ↓

Por otro lado, desde la visión científica de: D'ottavio, Parodi, Montero, Egri, Carlson y Greca (2008) explican que la CPK: *“es una enzima citoplasmática que cataliza la transferencia de un fosfato de alta energía desde el fosfato de creatina, principal depósito de almacenamiento energético en el músculo en reposo, a la adenosina difosfato”* (p 156). Los siguientes autores expresan que la CPK es un parámetro fisiológico del entrenamiento que ayuda al preparador físico o al entrenador deportivo a confeccionar las cargas en las sesiones de entrenamiento para una mejor consecución de objetivos (Calderón, F., Benito, P., Meléndez, A., & González, M., 2006). D'ottavio et al. (2008) explican que la

CPK en el argot de las ciencias del ejercicio físico y en las ciencias de la salud es conocida bajo el nombre de la Creatina Fosfoquinasa.

A modo de resumen es una enzima conocida popularmente como: Creatina Fosfoquinasa que resulta imprescindible en el metabolismo anaeróbico (en ausencia de Oxígeno), que permite la obtención de energía de forma rápida y eficaz por medio de una serie de procesos fisiológicos, que suceden en el organismo humano durante un esfuerzo físico anaeróbico, también, podemos entender que es un parámetro de tipo fisiológico y metabólico, que ayuda al preparador físico o al entrenador en la

confección de sesiones de entrenamiento modulando las cargas del entrenamiento para una perfecta consecución de objetivos.

### ¿Por qué se produce la CPK en la práctica deportiva?

Una vez que hemos visto y entendido el concepto de la CPK, ahora se va a explicar cómo se produce, para entender por qué se origina esta sustancia durante la práctica deportiva.

Calderón et al. (2006) explican que, la Creatina Fosfoquinasa presenta este proceso metabólico en la bioenergía humana en el ejercicio físico o reacción metabólica durante esfuerzos:  $PCr^{2-} + ADP^{3-} + H^+ \leftrightarrow Cr^0 + ATP^4$ , a esta reacción vista anteriormente, se acopla a la reacción de hidrólisis del ATP o Adenosin Trifosfato, catalizada por la enzima ATPasa ( $ATP^4 \rightarrow ADP^3 + Pi^{2-} + H^+$ ). Por tanto, esta enzima aumentará cuando la intensidad del ejercicio sea muy alta, de lugar a destrucción muscular y liberación a plasma sanguíneo.

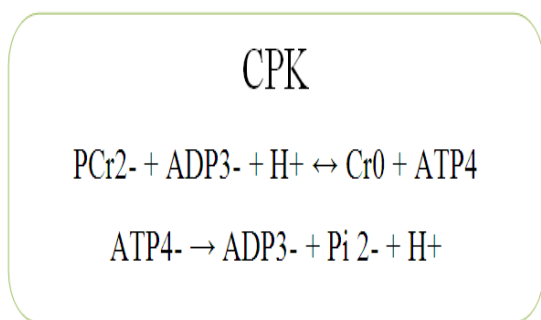


Imagen 1. Calderón et al. (2006). Proceso metabólico del CPK.

### Valores fisiológicos de CPK

En este punto vamos a conocer cuáles son los valores fisiológicos normales de la CPK en

el organismo, antes de conocerlos es conveniente detenernos a conocer qué es el concepto de valores fisiológicos, Calderón et al. (2006) entienden que los valores fisiológicos son: "datos cuantificables o medibles vía análisis en relación a variables de tipo fisiológico como por ejemplo niveles de glucosa en sangre, niveles de colesterol entre otros. En definitiva, es información cuantificada sobre unos parámetros fisiológicos en el cuerpo humano".

Torres, Coca, Domínguez y Chamizo (2016), expresan que para conocer los valores de la Creatina Fosfoquinasa en el organismo, es preciso la realización de un análisis de sangre en estado de ayunas, es decir, realizar una analítica sanguínea a primera hora de la mañana, previamente estando entre 8 y 12 horas, sin haber ingerido ningún tipo de alimento antes de dicho examen sanguíneo. Según la información que nos proporciona la investigación, los valores normales fisiológicos o normo valor fisiológico de la CPK, según sus investigaciones están entre 0-190 U/l o 0-210 U/l, según diferentes perspectivas científicas investigadas por estos científicos (Torres, 2016).

### Efectos secundarios de la CPK elevada

A continuación, vamos a conocer profundamente qué efectos secundarios conlleva el tener unos niveles de CPK altos en el organismo según diferentes investigaciones realizadas de diferentes profesionales en la investigación del ejercicio físico, la salud y la medicina deportiva.

Vásconez (2014) explica que: "tener unos valores de CPK que excedan del normo valor fisiológico conllevan a padecer la enfermedad o trastorno metabólico conocido famosamente

como la *Rabdomiólisis*", que según: Pérez, Roiz y Diazaraque (2001) se produce por: sobre entrenamiento, Suay, Ricarte y Salvador (2007) definen el sobre entrenamiento como: "*el estímulo y el estado de fatiga crónica que resulta cuando el sujeto no consigue adaptarse a altas cargas de entrenamiento*" (p 8), según: Suay et al. (2007) explican que: El sobre entrenamiento es, también, conocido bajo el Síndrome de Sobre entrenamiento o SSE o trastorno producido por entrenar en exceso y no dando el tiempo adecuado de recuperación entre esfuerzo y esfuerzo, conllevando a una mitigación en: 1.- El rendimiento deportivo, 2.- Salud y 3.- Bienestar del que entrena, es decir, el sujeto enferma.

Ahora, adentrándonos en conocer los efectos secundarios de la CPK elevada, Vásconez (2014), nos cuenta desde su punto de vista científico, que son los siguientes:

- Insuficiencia renal, afectando en la salud nefrológica.
- Daños cardiacos, como: insuficiencia cardiaca, arritmias y síndrome compartimental requiriendo esta cirugía.
- Necrosis muscular o muerte de la estructura muscular.

De acuerdo, a la publicación de: D'ottavio et al. (2008) podemos destacar que los posibles efectos secundarios de Rabdomiólisis o exceso de los niveles de la CPK son:

- Mialgia y debilidad muscular que puede derivar en necrosis muscular en determinados casos.
- Origina mioglobinuria.
- Insuficiencias renales, pudiendo ser estas en casos graves tratadas con diálisis hemodinámica.

- Problemas de tipo cardiovascular y cerebro vascular, pudiendo llegar a la muerte súbita.

Tomando la visión de los siguientes profesionales en la investigación científica acerca de la Rabdomiólisis, podemos constatar que los efectos secundarios que esta presenta en el organismo son (Pérez, M., Roiz, J., & Diazaraque, R., 2001):

- Debilidad muscular severa y mialgias poniendo en riesgo vital la vida de la persona.
- Fallos renales o problemas en las funciones renales.
- Fallos cardiacos y problemas de salud en las funciones cardiacas.
- Agotamiento en las actividades diarias, es decir, cansancio extremo de tipo crónico.

Estando de acuerdo científicamente con: Garamendi (2005) los efectos secundarios que presenta son:

- Calambres musculares.
- Debilidad en la función muscular.
- Destrucción muscular vía necrosis muscular.
- Problemas circulatorios, cardíacos y renales.

Realizando una lectura científica y una extracción de datos de forma científica a la publicación de los siguientes especialistas en salud y deporte destacamos estos efectos secundarios (Urdampilleta, A., Martínez, J. & López, R., 2013):

- Aparición del fenómeno de destrucción muscular.
- Problemas en el descanso, la recuperación durante las horas de sueño no se realiza correctamente.



- Cardiopatías y renopatías o nefropatías, con otras palabras más sencillas, enfermedades cardiacas y enfermedades renales.
- Fatiga crónica, cansancio permanente en las labores diarias como: 1.- Hacer la casa, 2.- Ir a hacer la compra o dar un simple paseo por la calle, entre otros ejemplos.

Esta enzima se subdivide en tres tipos según su ubicación:

- CPK 1 o BB: Puede ser encontrada en los pulmones y en el cerebro, principalmente;
  - CPK2 o MB: Se encuentra en el músculo cardíaco, y por eso, puede ser utilizado como un indicador de infarto, por ejemplo;
- CPK3 o MM: Está presente en el tejido muscular y representa el 95% de todas las creatinfosfoquinasa (BB y MB).

### Sistema energético anaeróbico alactácido

En cuanto a los sistemas energéticos anaerobios; debemos señalar que en los fosfágenos (conocido como ATP- CrP), se pone de manifiesto su acción en las actividades deportivas de fuerza rápida, que se caracterizan por su explosividad (en general, las que no superan unos pocos segundos, en las que se desarrolla la máxima fuerza y con la mayor rapidez posible), por esta razón, es el sistema de mayor potencia energética, pero en cambio, el de menor capacidad energética. Pudiéramos añadir que, con la misma velocidad que se degrada el ATP durante la contracción muscular, así, se resintetiza, a partir del CrP (por eso, se le conoce como sistema ATP-CrP, debido a que, cada mol de CrP degradado resintetiza un mol de ATP, aportando su hidrólisis con una energía equivalente a aproximadamente 10,5 Kcal.) (Jiménez, 2012).

Tabla 3. Niveles de CPK: Tomado de <https://www.tuasaude.com/es/creatinfosfoquinasa/>

	<b>CPK alta</b>	<b>CPK baja</b>
CPK BB:	Infarto, ACV, tumor cerebral, convulsiones, insuficiencia pulmonar.	--
CPK MB:	Inflamación cardíaca, lesión en el pecho, choque eléctrico, en caso de desfibrilación cardíaca y cirugía al corazón.	--
CPK MM:	Lesión por una contusión, actividad física intensa, inmovilización prolongada, uso de drogas ilícitas, inflamación en el cuerpo, distrofia muscular, después de una electromiografía.	Pérdida de masa muscular, caquexia y desnutrición
CPK TOTAL:	Ingestión exagerada de bebidas alcohólicas, por el uso de medicamentos como anfotericina B, clofibrato, etanol, carbenoxolona, halotano e intoxicación con barbitúricos.	

Por lo que, en el interior del músculo, tienen lugar una serie de procesos para

resintetizar el ATP descompuesto. El primer proceso que se pone en marcha cuando hay

necesidades de energía para volver a formar el ATP, que es la destrucción de la fosfocreatina (que también es un compuesto de alta energía):



La utilización de fosfocreatina, en la formación de ATP, no comienza cuando los depósitos de ATP se han agotado, sino que comienza según empieza a utilizarse el ATP. El agotamiento de este sistema viene dado por la disminución del sustrato energético, de forma que, sí, los depósitos de fosfocreatina se agotan, el proceso no puede continuar. Las reservas musculares de PrC pueden ser utilizadas por completo (las de ATP, no), lo

que representa, una capacidad suficiente para mantener el nivel de producción de ATP durante unos **20-30 segundos al 70%** del consumo máximo de oxígeno. Sin embargo, para un ejercicio máximo de sprint, esas reservas se agotan en menos de 10 segundos.

### Sistema anaeróbico aláctico en el voleibol.

Por lo regular, este tipo de resistencia se entrena en la llamada resistencia especial en los tramos de 400, 500 ó 600 metros, y en voleibol, se puede entrenar en este camino en los complejos técnico -tácticos que impliquen acciones ofensiva-defensiva.

Tabla 4. (Coss, S., 2014). Direcciones físicas alácticas.

Nº	Dirección física aláctica	Condición para su desarrollo
1	Rapidez de reacción:	Inferior a los 3 segundos.
2	Fuerza explosiva:	No debe exceder de los 3 segundos.
3	Fuerza máxima:	No debe exceder de los 10 segundos.
4	Rapidez de traslación:	No debe exceder de los 10 segundos.
5	Agilidad:	Hasta los 10 segundos.
6	Movilidad articular:	Mantener la posición final más de 10 segundos.
7	Tolerancia al lactato:	Entre 20 a 35 segundos.

Según Lellis (1997), Bosco (1996), Fox (1991), Mazza (2005), consideran que en el voleibol no predomina el sistema energético anaeróbico láctico, debido a que, al finalizar un partido no se encuentran grandes concentraciones de ácido láctico, se establece, que es debido, a que el deporte es: 1.- Trabajo, 2.- Pausa, 3.- Reposo, 4.- Trabajo...), se puede decir, que es un deporte que trabaja zonas mixtas, se trabaja de manera aeróbica de mediana intensidad, y de larga duración, durante las que, los

mecanismo anaeróbicos participan de manera intermitente.

Por lo cual, se concluye que, el voleibol se considera como un deporte aeróbico - anaeróbico alternado, intermitente con moderado predominio anaeróbico, con componente de energía anaeróbica predominante aláctica (ATP-FC). (Portela, 2018 ).

En general, en la mayoría de los estudios se observan concentraciones de lactato bajas, lo que ha llevado a los diferentes autores, a

afirmar que el voleibol es un deporte aeróbico, por la larga duración de los partidos, y con un componente anaeróbico aláctico, debido a la breve duración y a la elevada intensidad de las fases activas, y en el que, el sistema anaeróbico láctico no tiene participación: (Dyba, 1982; Kunstlinger *et al.* 1987; Vittasalo *et al.* 1987; Bosco, 1987), citado por: (González, 2002).

### **Medición de CPK con el Reflotron**

El principio de medición del sistema Reflotron, se basa en la fotometría de reflexión, medida del cambio de color producido en un reactivo seco, con alta precisión y exactitud. Reflotron es fácil de usar y permite determinar 17 parámetros de química clínica, a partir de: Sangre total, suero o plasma. Los resultados son rápidos y confiables con una elevada funcionalidad.

El Reflotron presenta resultados comparables a los obtenidos por métodos de laboratorio estándar, en dos o tres minutos por parámetro. De esta forma, el resultado está disponible incluso en presencia del paciente y la decisión terapéutica puede ser tomada sin demora.

Reflotron apoya las recomendaciones del tratamiento y ayuda a mejorar el cumplimiento por parte de los pacientes.

### **Reflotron en los cuidados primarios de la salud**

Los resultados de pruebas inmediatas aseguran un desempeño rápido o la verificación de los diagnósticos sin retrasos. Con los 17 parámetros disponibles en las pruebas de Reflotron, se cubren las indicaciones más importantes y frecuentes y en atención, tales como: 1.- La diabetes, 2.-

Las dislipidemias, 3.- Las enfermedades renales, 4.- El infarto de miocardio, 5.- La anemia, 6.- Las enfermedades hepáticas, 7.- La pancreatitis, 8.- La gota y 8.- Los trastornos óseos.

Los resultados de las pruebas pueden ser discutidos de inmediato con el paciente, reforzando su adhesión al tratamiento y motivándolos a continuar con una vida saludable (Martínez, 2010).

### **Ventajas del producto**

1. Va al encuentro de sus necesidades - hecho a medida de las necesidades de evaluación en atención primaria.
2. Amplia gama de parámetros - 17 parámetros de química clínica a partir de: 1.- Sangre total y 2.- Suero o plasma.
3. Diseño bien pensado - Un aparato portátil, liviano, y fácilmente, manejable que ocupa poco espacio.
4. Operatividad fácil y rápida - Poco tiempo de inicio, arranque rápido a partir de la posición STAND-BY, resultados muy rápidos de las pruebas, en 2 o 3 minutos, guía del usuario a través de mensajes en el visor.
5. Seguridad en el manejo de los resultados - Documentación inmediata, a través de la impresora integrada o almacenamiento de datos en la memoria interna (Tejuelo, 2010).

### **Características y Funciones del reflatron**

Reflotron es un aparato de diagnóstico in vitro, concebido para la determinación cuantitativa de parámetros de química clínica, utilizando las tiras reactivas de prueba

Reflotron. Su acción se basa en el principio de fotometría de reflectancia, y asegura, resultados rápidos y confiables, siendo además fácil de usar.

Los resultados se presentan con claridad en un monitor de LC y el perfil puede ser impreso, a través de la impresora integrada. Debido, a una cámara de lectura rediseñada, la limpieza y la operatividad se tornan aún más fáciles, reduciendo la manutención al mínimo:

- Sin preparación de reactivos, sin calibración.
- Selección individual de parámetros.
- Determinación directa a partir de sangre capilar o venosa, plasma o suero.
- Pequeño volumen de la muestra.

### **Software**

- Guía para el operador a través de mensajes de texto.
- Capacidad de almacenamiento de 60 resultados con información adicional.
- Pero, más allá, del perfil del paciente, pueden ser calculados el riesgo cardíaco (según "Framingham" o el "PROCAM"), el colesterol LDL (de acuerdo con una fórmula de Friedewald), la relación colesterol total/colesterol HDL y la depuración de creatinina.

### **Almacenamiento de datos y conectividad de IT**

Los datos de los pacientes pueden ser almacenados rápida y eficientemente. El Reflotron posee una capacidad expandida de almacenamiento de 60 resultados con información adicional. Debido a su interface

de datos, la aplicación de Reflotron Plus, también, puede ser ligada con facilidad a un computador externo, lo que permite, un procesamiento posterior de los datos de los pacientes, así como, el intercambio de datos (Roche Diagnostics, 2018).

### **Pruebas de Reflotron**

Las pruebas de Reflotron se componen de tiras reactivas, concebidas para la determinación cuantitativa de 17 parámetros de química clínica para las indicaciones más comunes, utilizando material de la muestra no diluida. La incorporación de un sistema de separación del plasma torna posible la utilización de sangre total capilar o venosa, así como suero y plasma. En la parte de atrás, de cada tira de prueba Reflotron existe una banda magnética, que contiene todos los datos referentes a las pruebas de las especificidades del lote, de forma que no es necesario hacer ningún tipo de calibración por parte del usuario.

### **Control de Calidad**

Después de cada operación de limpieza, el sistema óptico de Reflotron debe ser verificado utilizando Reflotron Clean + Check. Además, todo el sistema puede ser verificado con el material de control Reflotron (Reflotron Precinorm U., Reflotron Precinorm HB y Reflotron Precinorm, HDL).

El Reflotron está concebido para ser fácil de manejar con poco mantenimiento. Debido a sus pequeñas dimensiones, ocupa muy poco espacio. Las características bien concebidas, transforman la determinación de parámetros básicos de química clínica en algo rápido, conveniente y fácil. No hay necesidad de preparar reactivos y/o de proceder a la calibración del sistema.

## Información adicional sobre el cómo tomar la muestra

Proceso de detección sencillo, siguiendo los siguientes pasos:

1. Analizar la toma de la muestra de sangre capilar.
2. Colocar directamente sobre la tira.
3. Introducir la tira en el lector Reflotron y esperar los resultados. Resultados precisos en pocos minutos, con fácil manipulación e interpretación con alta fiabilidad sencilla de recolección de la muestra (Chile, 2018. Roche Chile Ltda).

## Procedimiento en pasos de toma de muestra

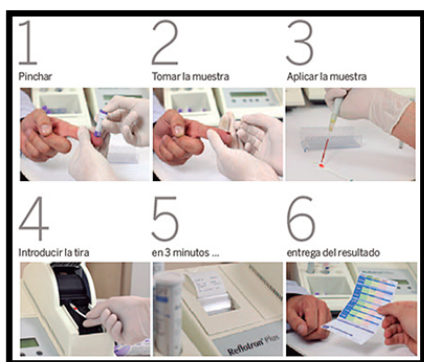


Figura 1. Procedimiento de medición reflotron.

## Reflotron: Además en la atención primaria

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los resultados inmediatos de los ensayos garantizan un rendimiento rápido o la verificación de su diagnóstico sin demora. Con los 17 parámetros clínico- químicos detectables por la disposición Reflotron Los exámenes, las indicaciones más importantes en la atención primaria están cubiertas por problemas de salud tales como: 1.- Diabetes, 2.- Trastornos de lípidos, 3.- Enfermedades renales, 4.- Enfermedades musculares, 5.- Anemia, 6.- Enfermedades hepáticas, 7.- Pancreatitis, 8.- Gota y 9.-Trastornos óseos. Los resultados de las pruebas se pueden discutir inmediatamente con el paciente. Esto mejora el cumplimiento de los pacientes para los enfoques terapéuticos y motiva a los pacientes con buen estado de salud para continuar su camino de vida sano.

## El sistema Reflotron

Es un instrumento que analiza: 1.- Cuantitativamente, 2.- De forma sencilla, 3.- Diversos parámetros bioquímicos en menos de 5 minutos, a partir de sangre capilar, suero o plasma. Entre los parámetros bioquímicos que pueden determinarse se encuentran: 1.- Ácido Úrico, 2.- Colesterol, 3.- Creatinina, 4.- Glucosa, 5.- Gama, 6.- Glutamyl transpeptidasa (GGT), 7.- Alaninamino - transferasa (GPT), 8.- Aspartato, 7.- aminotransferasa (GOT), 8.- Lipoproteínas de alta densidad (HDL), 9.- Hemoglobina y 10.- Úrea (Atalayas, 1987).

VARIABLES AMBIENTALES	CONTROL
Temperatura:	18° C.
Hora de ejecución:	Grupo experimental:

	Lunes (6 a.m. - 8 a.m.) Martes (6 a.m. - 8 a.m.) Jueves (11 a.m. - 1 p.m.)
Infraestructura:	Coliseo voleibol U de C.
<b>Publicó variables parásitas (ligadas al objeto de la investigación).</b>	
Edad:	18 años a 21 años.
Género:	Femenino.
Experiencia en el deporte:	Adulto sano - estudiantes de ciencias del deporte.
<b>Características del investigador</b>	
Dominio del tema:	Bueno.
Agudeza en el análisis:	Bueno.
Rigor en el trabajo:	Bueno
<b>Actitud del objeto de la investigación</b>	
Aprensión evaluativa:	Descripción del proyecto de investigación.
<b>Ligadas al tiempo</b>	
Mortalidad por abandono:	Se presenta actitud por las deportistas en el desarrollo de las actividades.
<b>Aplicación de los instrumentos</b>	
Recursos de medición:	Reflotron.
Infraestructura:	Coliseo Voleibol U. Cundinamarca extensión Soacha.

## REFERENCIAS

1. ATALAYAS, P. I. 1987. Test Reflotron CK en sangre, suero o. Akralab SL, 1.
2. BOMPA, T. 1996. Periodización de la Fuerza: La nueva onda en el entrenamiento de la fuerza. Editado en versión digital por: Grupo Sobre Entrenamiento.

3. BOSCO, C. 2000. La fuerza muscular: aspectos metodológicos. marcadores-bioquimicos-del-entrenamiento/, 1.
4. BURGESS. T.; LAMBERT, M. 2010. The efficacy of cryotherapy on recovery following exercise-induced muscle damage. *International Sport Medicine Journal*. 11(2):258-277.
5. BURGUEÑO,R.; LÓPEZ,D.; ROMERO,F.;GARCÍA,A.; MALLAGARAY,S. 2012. Conceptos básicos sobre la dinámica de esfuerzos: aplicación a la carga de entrenamiento. *efdeportes*.
6. CALDERÓN, F.; BENITO, P.; MELÉNDEZ, A.; GONZÁLEZ, M. 2006. Control biológico del entrenamiento de resistencia. *RICYDE Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 2(2):65-87.
7. CHILE, R. 2018. Replotron Plus. Replotron Plus en los cuidados primarios de la salud. 1. Santiago de Chile: Roche Chile Ltda, 1.
8. COSS,S.; ARMELA,E. 2014. Estructura de planificación de los sistemas energéticos aplicados al boxeo. *efdeportes*.
9. D'OTTAVIO, G.; PARODI,R.; MONTERO,J.; EGRI,N.; CARLSON,D.; GRECA,A. 2008. Creatinfosfoquinasa y su aplicación clínica. *Anuario Fundación Dr. JR. Villavicencio*, 16:156-159.
10. GARCÍA, J. 1996. Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones. En J. N. García Manso, Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones. Madrid: Gymnos.
11. GONZÁLEZ, G. 2005. Rabdomiolisis tras actividad física extenuante: A propósito de un caso. *Cuadernos de Medicina Forense*. 41:183-189.
12. GONZÁLEZ, J. 2004. Técnicas y Métodos de Laboratorio Clínico. Madrid, España. Masson.
13. GONZÁLEZ, U. 2002. La concentración de ácido láctico como índice de valoración de la contribución energética en el voleibol. *efdeportes*, 2.
14. JIMÉNEZ, G.; VILA, M. 2012. Caracterización fisiológica de los sistemas energéticos en el atletismo. *efdeportes*.
15. KAYSER, B. 2003. Exercise starts and ends in the brain. *European Journal of Applied Physiology*, 90:441-449.
16. GARCIA, J.M.; RUIZ, J.A.; NAVARRO, M. 1996. Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones. Gymnos. Madrid.

17. MARTÍNEZ, G. 2010. Uso de replotron® como herramienta docente en el Grado de Farmacia. El blog como herramienta didáctica en el espacio europeo de educación superior. Revista de Medios y Educación, 165-175.
18. MATEVIEV. 1993. El proceso del entrenamiento deportivo. Editorial Stadium. Buenos Aires.
19. MILLET, G. 2004. Alterations of neuromuscular function after prolonged running. cycling and skiing. Sports Medicine. 34:105-116.
20. NAVARRO, F. 2003. Modelo de planificación según el deporte y el deportista. Efdeportes. 67.
21. PÉREZ, M.; ROIZ, J.; DIAZARAQUE, R. 2001. Rabdomiolisis inducida por el ejercicio. Revista Medifam. 11(9):92-95.
22. PLOWMAN, S. 2014. Exercise Physiology for health Fitness and Performance. LWW. 4th Ed. Estados Unidos de América.
23. PORTELA, O. 2018. Sistemas energéticos en el voleibol. Bogotá, D.C.: Editorial Academia.
24. ROCHE, S. 2018. Sistema Replotron® Plus. 1.
25. SUAY, F.; RICARTE, J.; SALVADOR, A. 1998. Indicadores psicológicos de sobreentrenamiento y agotamiento. Revista de psicología del Deporte. 7(2):7-28.
26. TAYLOR, J. 2016. Neural Contributions to Muscle Fatigue: From the Brain to the Muscle and Back Again. . Medicine & Science in Sports & Exercise, Publish Ahead of Print. 1-45.
27. TEJUELO, M. 2010. Uso de replotron® como herramienta docente en el Grado de Farmacia. El proceso de Bolonia y las nuevas competencias. 19-37.
28. TERRADOS, N.; CALLEJA, J. 2010. Recuperación Post-competición del Deportista. Archivos de Medicina del Deporte. 27(138):41-47.
29. TORRES, J.; COCA-BENITO, D.; DOMÍNGUEZ-ALEGRIA, A.R.; CHAMIZO-ALARCÓN, M. 2016. Rabdomiólisis tras la práctica de spinning: una asociación peculiar. Revista Andaluza de Medicina del Deporte. 9(2):91-94.
30. URDAMPILLETA, A.; MARTÍNEZ, J.; LÓPEZ, R. 2013. Valoración bioquímica del entrenamiento: herramienta para el dietista-nutricionista deportivo. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 17(2):73-83.
31. VANSHIKA, S. 2012. Literature review of Management of Delayed onset muscle soreness . International Journal of Biological & Medical Research. 3(1):1469-1475.



32. VÁSCONEZ,P.; MERCEDES,P. 2014. Valoración de úrea, lactato y cpk en futbolistas que acuden al laboratorio clínico re-maz como medio de control de resistencia física antes y después del entrenamiento en la temporada 2014 (Tesis Doctoral Universitaria). Universidad Técnica de Ambato: Ambato Ecuador.
33. VIRU, A.; VIRU, M. 2003. Análisis y Control del Rendimiento Deportivo. Barcelona: Editorial Paidotribo, 300p. Disponible desde Internet en:  
<https://books.google.com/books?id=nyMfAoEVXhcC&pgis=1>
34. WILMORE, J. 2007. Fisiología del Esfuerzo y el Deporte (6ta Ed). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.