

## Actividad de enzimas séricas en deportes con pelota pertenecientes a equipos nacionales

### Activity of serum enzymes in sports with ball belonging to the national teams

Noemí Serviat Hung<sup>1</sup>; Graciela Nicot Balón<sup>2</sup>; William Carvajal Veitía<sup>3</sup>; Antonio Rodríguez Leal<sup>1</sup>; Yuliet Massip Nicot<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Máster en Control Médico del Entrenamiento Deportivo

<sup>2</sup> Máster en Control Médico del Entrenamiento Deportivo, Profesora Auxiliar

<sup>3</sup> Máster en Antropología

<sup>4</sup> Especialista en Bioestadística [gnb@infomed.sld.cu](mailto:gnb@infomed.sld.cu)

#### RESUMEN

Se realizó un estudio documental de medición de variables independientes a partir de datos secundarios a nivel exploratorio. Con el objetivo de establecer las características del perfil enzimático en deportes con pelota como el Fútbol(n=22), Voleibol (n=20) y Beisbol(n=36). Los valores de las enzimas Alanino-aminotransferasa (ALT), Aspartato-aminotransferasa (AST), Gammaglutamil-transpeptidasa (GGT) y Creatinkinasa (CK) expresados en U/I fueron recogidos del pasaporte hematológico realizado a cada deportista durante el ciclo olímpico 2004-2008. Los datos Media, Mediana, Desviación Estándar, Máximo, Mínimo fueron obtenidos para todos los deportes. Los contrastes de igualdad de medianas entre deportes para cada una de las enzimas y las asociaciones estudiadas fueron resueltos con las pruebas de Krushall-Wallis y la correlación de Pearson. El nivel de significación para los contrastes citados fue de  $p \leq 0,05$  y  $p \leq 0,01$ . El procesamiento estadístico se realizó con el paquete SPSS17.0. Se encontraron diferencias en la actividad enzimática de voleibolistas, futbolistas y beisbolistas ( $p \leq 0,05$ ). Los jugadores de voleibol mostraron los valores más discretos en las enzimas ALT, AST y GGT y el Fútbol mostró los valores más elevados en la CK y la relación AST/ALT. Se encontraron correlaciones significativas y positivas entre las enzimas AST vs ALT, GGT vs ALT; CK vs AST y GGT vs ALT ( $p \leq 0,01$ ) en correspondencia a lo encontrado en la literatura internacional. La única enzima que mostró valores normales pos ejercicio fue la GGT, lo que coincide con los reportes de la literatura especializada.

**Palabras Clave:** Enzimas, Perfil enzimático, deportes con pelota

## ABSTRACT

A documentary study of measurement of independent variables as from level exploratory secondary data was done. With the aim of establishing the characteristics of the enzymatic profile in sports with ball like Soccer ( n= 22 ), Volleyball ( n =20 ) and Baseball ( n=36 ). The normal values of enzymes Alanino aminotransferasa ( ALT ), Aspartato aminotransferasa ( AST ), Gammaglutamil transpeptidasa ( GGT ) and Creatinkinasa ( CK ) expressed in U I they were shrunk of the haematologic passport requested to each sportsman during the Olympic cycle 2004-2008. Data Halfway, Medium, Standard Deviation, Maximal, Minimum were obtained for all the sports. The contrasts of equality of medians among sports for each join about them enzyme them studied they were solved with Krushall Wallis's tests and Pearson's correlation. The significance level for aforementioned contrasts went from  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ . The statistical processing accomplished with the Program SPSS 17.0. Differences in volleyball players's enzymatic activity, soccer players and baseball players met (  $p < 0.05$  ). The players of volleyball showed the more discreet media values in enzymes ALT, AST and GGT and Soccer evidenced the more media values raised in the CK and the relation AST ALT. Significant correlations and positive prints among enzymes found AST vs ALT, GGT vs ALT; CK vs AST and GGT vs ALT (  $p < 0.01$  ) in correspondense with what found in international literature. The one and only enzyme the fact that exercise evidenced normal values behind was the GGT, that agrees with the reports of specialized literature.

**Key words:** Enzymes, enzymatic Profile, sports with ball

## INTRODUCCIÓN

Es conocido que el ejercicio físico tiene como resultante la elevación de algunas enzimas hepáticas y musculares<sup>1,2,3</sup>. Los niveles de las enzimas hepáticas Alaninoamino-transferasa(ALT) y Aspartato-aminotransferasa(AST) pueden incrementarse en siete días posterior al ejercicio y en adición las enzimas musculares Lactato Deshidrogenasa(LDH), Creatinquinasa(CK) muestran elevadas concentraciones<sup>4,5,6</sup>.

Los niveles séricos de las enzimas del músculo esquelético se consideran marcadores del estado funcional del tejido muscular y van a variar ampliamente tanto en condiciones patológicas como fisiológicas. Un incremento de estas enzimas puede representar un indicio de necrosis celular y daño tisular siguiendo lesiones musculares agudas. Se encuentran cambios en los niveles séricos de enzimas e izoenzimas musculares en sujetos normales y atletas después de ejercicios muy vigorosos, siendo la cantidad de enzimas que sale del tejido muscular a la sangre influenciado por la intensidad y duración del ejercicio físico realizado<sup>7,8,9</sup>.

Algunos autores han encontrado que en sujetos sanos, en levantadores de peso, maratonistas, etc. con intensa actividad deportiva pueden mostrar pruebas de la función hepática alteradas por elevación de la ALT y AST<sup>1,2,3</sup>. De algunos de estos artículos publicados deriva el planteamiento realizado por Pettersson y colaboradores<sup>1</sup> el cual esboza que los mecanismos de la elevación asintomática de los parámetros bioquímicos son ampliamente conocidos, pero están pobremente estudiados.

Se han realizados numerosos trabajos estudiando la respuesta inmediata al ejercicio de las enzimas séricas en atletas pertenecientes a diferentes deportes como la natación, el futbol americano, el futbol rugby, el atletismo y el ciclismo<sup>10,11,12,13,14,15</sup>, sin embargo otros deportes han sido escasamente estudiados.

No se cuenta con información en este campo en deportes que gozan de gran popularidad en el mundo y del cual se escriben múltiples investigaciones científicas y populares como lo son el Fútbol, el Voleibol y el Béisbol.

La práctica de estos deportes exige la ejecución de ejercicios dependientes de diversas fuentes de energía, con participación bastante pareja de actividades aerobias y anaerobias. Estas características de ejecución que están presentes tanto en la competencia como en el entrenamiento hacen necesario explorar la utilidad del análisis de la actividad enzimática sérica para el control de entrenamiento deportivo.

Debido a esto en este estudio los autores se proponen realizar un estudio exploratorio que permita:

1. Identificar las diferencias existentes en la actividad enzimática sérica de deportistas de Fútbol, Voleibol y Béisbol.
2. Determinar el grado de asociación entre los niveles de enzimas séricas en atletas de deportes de conjunto sometidos a un sistema de entrenamiento.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Se realizó un estudio documental de medición de variables independientes a partir de datos secundarios a nivel exploratorio. El universo estuvo constituido por todos los atletas de Fútbol(n=22), Voleibol(n=20) y Béisbol(n=36) pertenecientes a preselecciones nacionales.

En el proceso de planificación de la investigación se llevo a cabo una investigación exhaustiva de la bibliografía actualizada sobre el tema para la conformación teórico-conceptual del estudio. Se realizó la recolección de datos primarios a partir del pasaporte hematológico realizado en el ciclo olímpico 200-2008. Se recogieron los resultados de las diferentes enzimas las que fueron estudiadas en sangre venosa en condiciones de reposo y en ayunas al concluir la etapa precompetitiva (24 horas pos ejercicio). El día previo a la obtención de la muestra se solicitó que los atletas no entrenaran con cargas elevadas y tuvieran un buen descanso nocturno. A todos los atletas se les recogió la muestra de sangre en el horario de 8 a 9 am. Los análisis fueron realizados con técnicas aprobadas para estudios enzimáticos y de cinética enzimática cuando fue preciso. Se utilizó un equipo automatizado de lectura Hitachi. Los reactivos utilizados fueron producidos por la firma HELFA.

Las enzimas estudiadas fueron:

- 1- Alaninoamino-transferasa (ALT, por sus siglas en inglés)
- 2- Aspartato-aminotransferasa (AST, por sus siglas en inglés)
- 3- Gammaglutamil-transpeptidasa (GGT, por sus siglas en inglés)
- 4- Creatinkinasa (CK, por sus siglas en inglés)

También se tuvo en cuenta en el análisis la relación AST/ALT, usada en clínica para definir ciertos estados patológicos<sup>1,17</sup>.

Los valores de todas las enzimas fueron expresados en Unidades/Litro (U/L)

Se confeccionó una planilla para la recogida de la información la cual se llevó a una base de datos EXCEL para su ordenamiento. Se aplicó estadística descriptiva utilizando como medida de tendencia central la Media(X) y la Mediana y como medida de dispersión la Desviación Estándar (DE) y el rango de cada una de las enzimas por deporte. Los valores máximos y mínimos para cada una de las enzimas, también fueron reflejados en tablas.

Para la comparación de los valores promedio de las distintas enzimas por posición en el juego, dentro de los deportes se utilizó, la prueba no paramétrica de Krushall-Wallis (KW-H) con un nivel de significación de  $p \leq 0,05$ . El análisis de correlación fue desarrollado utilizando la prueba de Pearson con un nivel de significación de  $p \leq 0,01$ .

Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete estadístico Statistica 6.0.

## RESULTADOS

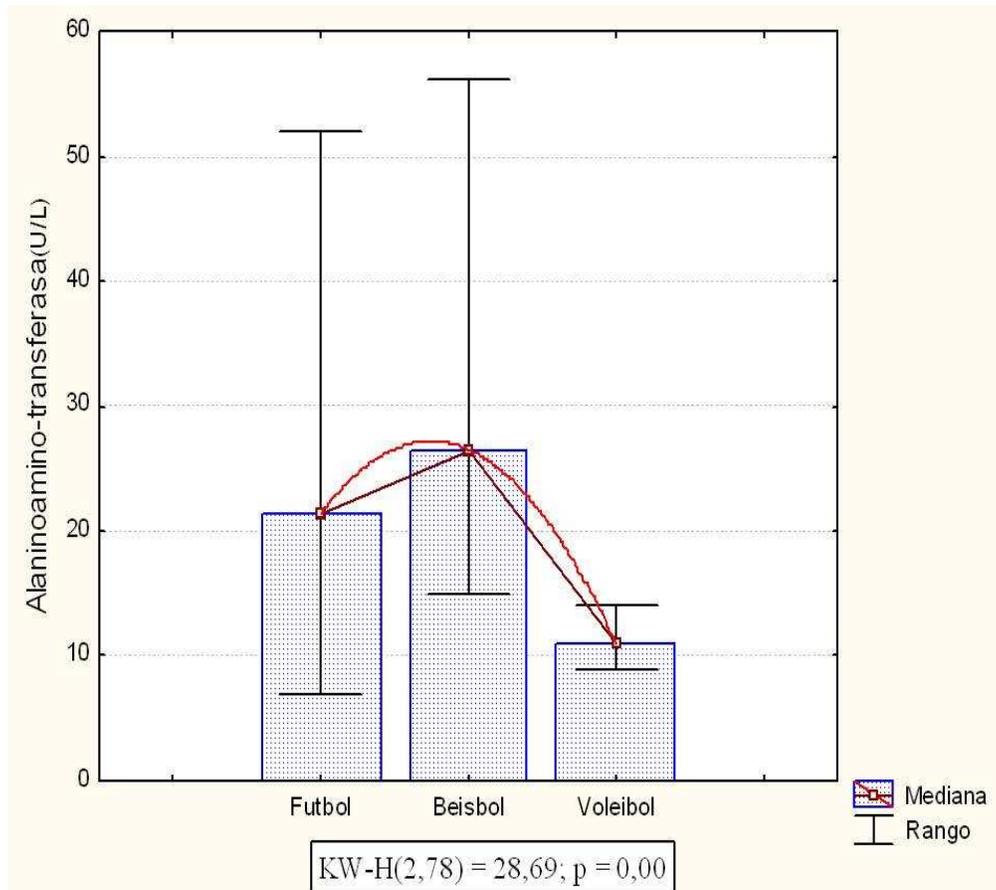
La tabla 1 muestra la estadística descriptiva para las enzimas AST, ALT, GGT, CK y para la relación existente entre las enzimas AST/ALT teniendo en cuenta los deportes separados.

**Tabla 1.** Estadística descriptiva de las enzimas considerando los deportes individuales.

| Deporte  |     | AST    | ALT    | GGT    | CK      | AST/ALT |
|----------|-----|--------|--------|--------|---------|---------|
| Fútbol   | X   | 44,27  | 23,05  | 16,95  | 614,95  | 2,31    |
|          | Me  | 40,50  | 21,50  | 16,00  | 587,00  | 2,02    |
|          | DE  | 10,11  | 11,59  | 6,45   | 288,41  | 0,96    |
|          | Mín | 28,00  | 7,00   | 9,00   | 150,00  | 0,96    |
|          | Máx | 65,00  | 52,00  | 30,00  | 1256,00 | 4,43    |
| Béisbol  | X   | 40,71  | 36,52  | 25,76  | 282,69  | 1,26    |
|          | Me  | 34,00  | 26,50  | 16,00  | 292,00  | 1,27    |
|          | DE  | 17,48  | 22,79  | 23,58  | 158,88  | 0,37    |
|          | Mín | 19,00  | 15,00  | 9,00   | 55,00   | 0,57    |
|          | Máx | 105,00 | 103,00 | 104,00 | 652,00  | 2,13    |
| Voleibol | X   | 20,07  | 12,43  | 13,00  | 327,14  | 1,71    |
|          | Me  | 19,00  | 11,00  | 12,00  | 345,00  | 1,66    |
|          | DE  | 6,32   | 5,68   | 6,36   | 214,62  | 0,33    |
|          | Mín | 13,00  | 6,00   | 6,00   | 67,00   | 1,05    |
|          | Máx | 40,00  | 29,00  | 32,00  | 665,00  | 2,22    |

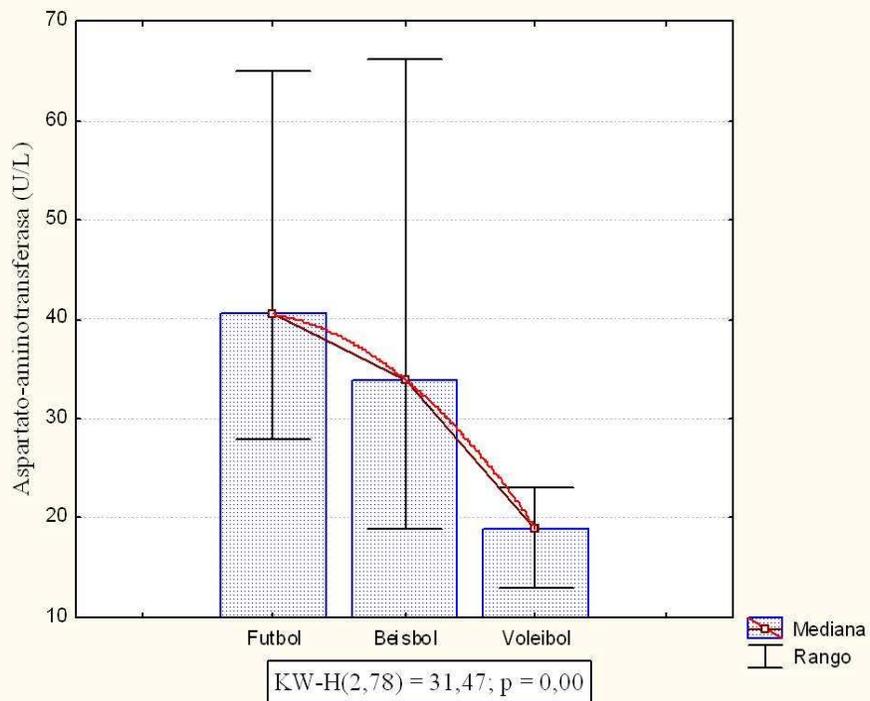
Las figuras de la 1 a la 5 muestran el análisis comparativo de cada una de las enzimas y la relación AST/ALT con el objetivo de hacer más ilustrativo el fenómeno del comportamiento enzimático.

La figura 1 muestra que el deporte de beisbol fue el que mostró los valores de ALT más elevados con diferencias significativas para  $p \leq 0,01$  que fueron constatadas cuando se contrastó la hipótesis de igualdad de medianas entre deportes a través de la prueba no paramétrica de Krushall-Wallis (KW-H). En la misma se observa que el voleibol mostró los valores más discretos para esta enzima.



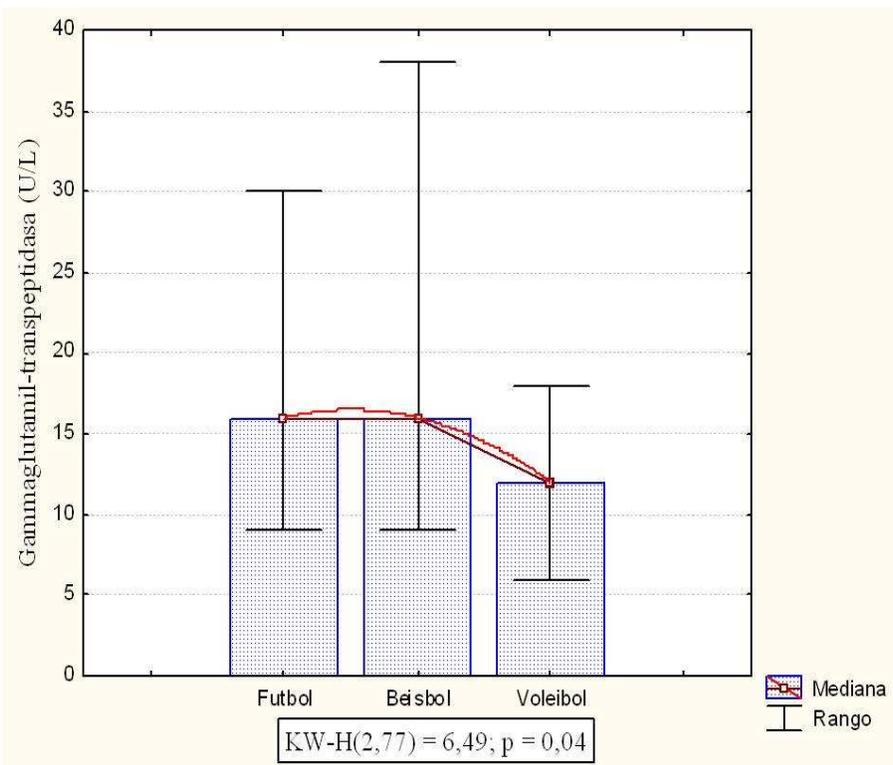
**Figura 1.** Comportamiento enzimático y comparación de la enzima Alaninoamino-transferasa entre deportes.

En la ALT el comportamiento enzimático mostró al voleibol con las cifras más discretas con respecto al béisbol y al fútbol que tuvieron los valores más elevados en ese orden. Cuando se contrastó la hipótesis de igualdad de medianas se pudo determinar que existen diferencias significativas entre los deportes para un nivel de  $p \leq 0,01$  (Figura 2).



**Figura 2.** Comportamiento enzimático y comparación de la enzima Aspartatoamino-transferasa entre deportes.

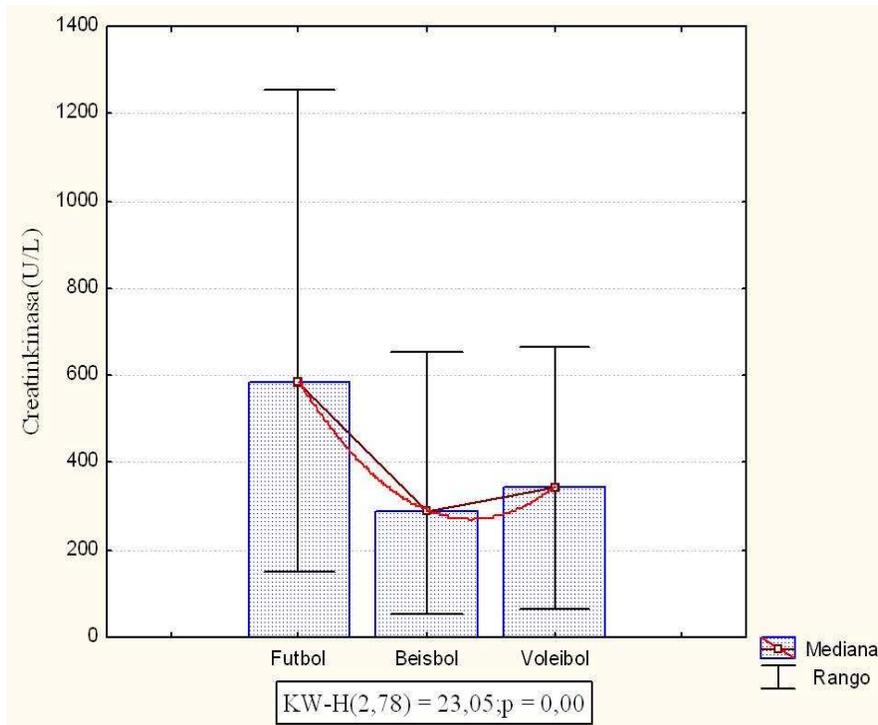
El fútbol y el béisbol mostraron valores de mediana similares y se diferenciaron significativamente del voleibol que fue el deporte que mostró los resultados más discretos y significativamente inferiores cuando se aplicó el contraste de Krushall-Wallis de comparación de medianas para  $p \leq 0,05$  (Figura 3).



**Figura 3.** Comportamiento enzimático y comparación de la enzima Gammaglutamil-transpeptidasa entre deportes.

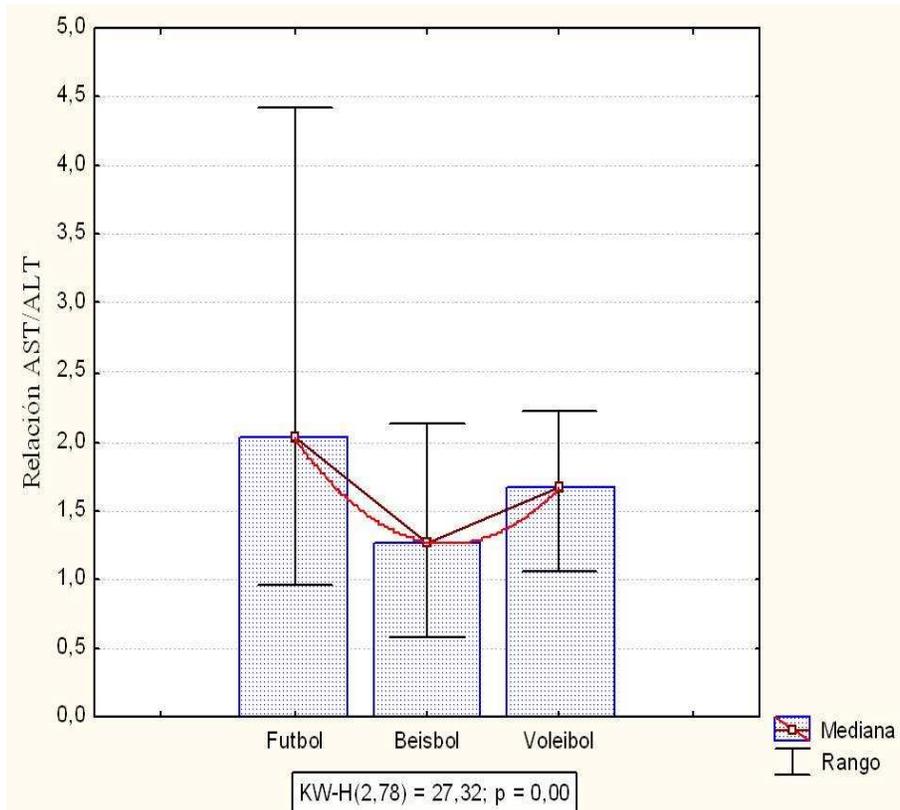
La enzima Creatinkinasa mostró valores notoriamente más elevados para el fútbol con respecto al voleibol y béisbol que fueron los deportes de niveles enzimáticos más discretos.

Cuando se contrastó la hipótesis de igualdad de medianas entre deportes se encontraron diferencias significativas para  $p \leq 0,05$  marcadas para el fútbol con respecto al resto (Figura 4).



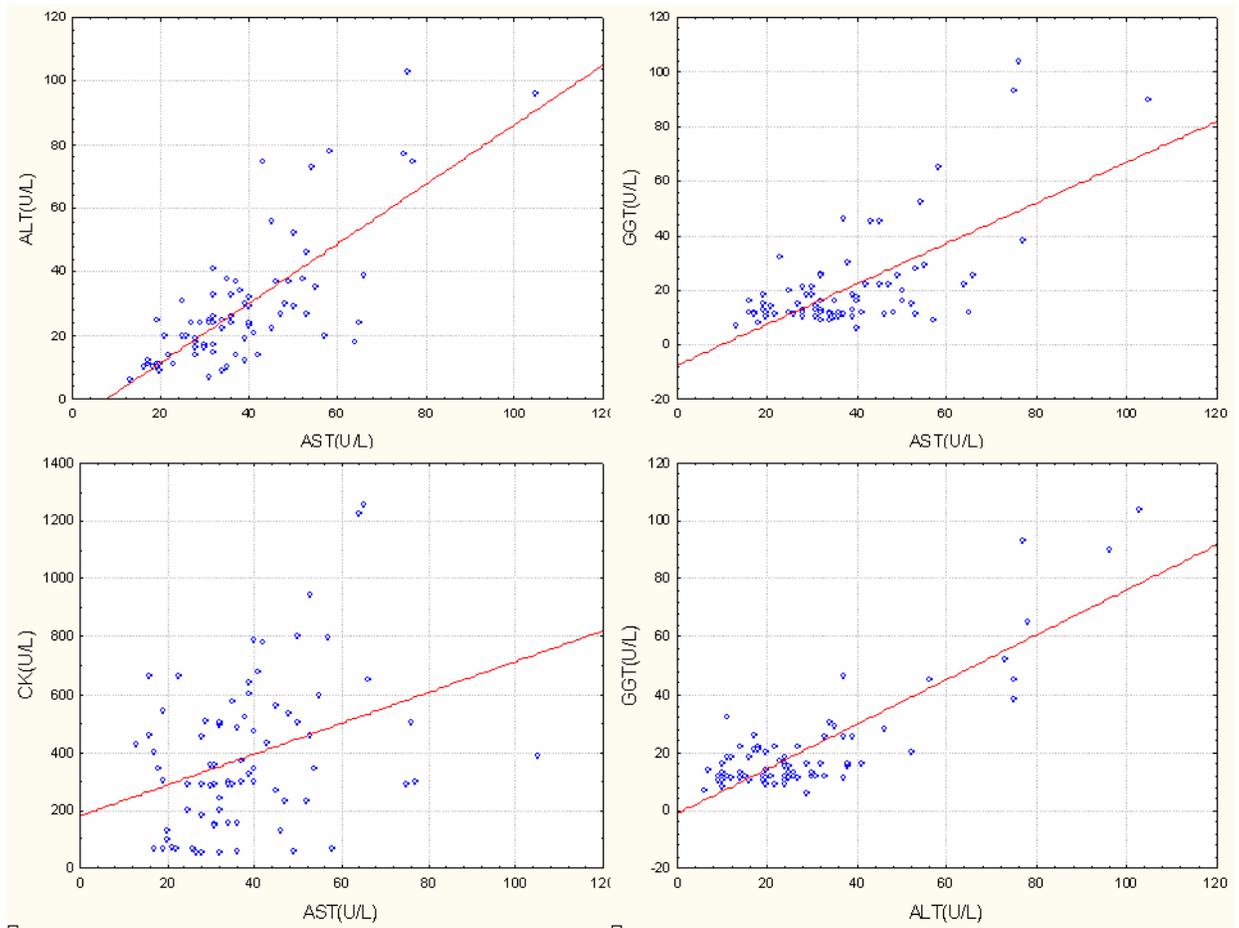
**Figura 4.** Comportamiento enzimático y comparación de la enzima Creatinquinasa entre deportes.

La relación enzimática AST/ALT mostró un comportamiento cualitativo similar a la enzima Creatinkinasa con valores muy elevados para el fútbol y mucho más discretos para el voleibol y el béisbol respectivamente. También aparecieron diferencias significativas para la prueba KW-H para un nivel de significación de  $p \leq 0,01$  (Figura 5).



**Figura 5.** Comportamiento enzimático y comparación de la relación enzimática Aspartatoamino-transferasa/Alaninoamino-transferasa entre deportes.

Cuando se realizaron las correlaciones globales entre las cuatro enzimas estudiadas se encontraron asociaciones significativas para la ALT vs GGT ( $r=0,84$ ), AST vs ALT ( $r=0,76$ ), AST vs GGT ( $r=0,66$ ) ( $p \leq 0,01$ ) y la más discreta se encontró para la asociación entre las enzimas AST vs CK ( $r=0,34$ ), todas para un nivel de significación de  $p \leq 0,01$ . La figura 6 muestra la dispersión de las correlaciones señaladas.



**Figura 6.** Relación entre las concentraciones enzimáticas de ALT vs AST, GGT vs AST, CK vs AST y GGT vs ALT (n=78).

## DISCUSIÓN

El monitoreo constante de los parámetros bioquímicos es un procedimiento muy difundido en el control médico del entrenamiento deportivo<sup>18,19,20</sup>, así como difundida ha sido la utilidad de algunos indicadores bioquímicos en la práctica del control bioquímico. A pesar de esto existen interrogantes, como: ¿tienen los investigadores las herramientas de valoración capaces de discriminar los ligeros matices biológicos que se producen?

Los métodos analíticos disponibles en la actualidad son cada vez más precisos, pero con frecuencia los coeficientes de variación y los rangos de aceptabilidad son mayores que las variaciones producidas por el entrenamiento, de manera que es difícil discernir cambios puntuales de forma precisa. Esta aseveración se basa en diferentes estudios realizados con deportistas de élite o subélite, igualmente resumidos en libros monográficos, tesis doctorales y trabajos de revisión por citar algunos<sup>21,22,23</sup>.

Según plantea Smith "estamos en los inicios del conocimiento biológico que permita explicar el rendimiento deportivo"<sup>24</sup> por lo tanto es necesario acumular la

mayor cantidad de evidencias sobre indicadores que pudieran discriminar en diferentes sentidos las características de la población deportiva.

En primer lugar hay que acumular valores de referencias que evidencien hasta qué punto puede ser patológica o no la concentración de una determinada sustancia, en segundo lugar hay que verificar hasta qué punto los deportes diferentes se distinguen en una enzima específica y si esta diferencia se justifica con las características fisiológicas del deporte en cuestión, en tercer lugar se debe verificar si el elemento monitoreado es buen discriminante de las intensidades impuestas según el plan de entrenamiento establecido.

El monitoreo del nivel de enzimas, según describe la literatura, no solo sirve para verificar como marcha el entrenamiento deportivo sino para todo lo opuesto; es decir, para valorar el estado de fatiga crónica<sup>21,22,23</sup>.

En el presente estudio se han obtenido valores de referencia que permiten obtener una apreciación del perfil enzimático general de los deportes de fútbol, beisbol y voleibol.

Los resultados obtenidos en las concentraciones de AST fueron superiores al rango de referencia planteado por Fallon<sup>25</sup> que es de 0-38U/L. Aunque se plantea que el entrenamiento deportivo modifica estos valores, también se ha dicho que el aumento de AST y ALT se relacionan con linfocitosis serología positiva o infección por el virus de Epstein-Barr<sup>25</sup>.

Algunos especialistas han planteado que cual es la utilidad de la AST para el control médico del entrenamiento. Su estudio se justifica en el hecho de que el aumento de los niveles de la AST, por tratarse de una enzima mitocondrial y citosólica, es más tardío que el aumento de creatínfosfoquinasa (CK), ya que su salida hacia la circulación generalmente requiere de la presencia de daño celular, por lo tanto posee un valor diagnóstico en el control médico ya que es una enzima capaz de predecir el daño<sup>5</sup>.

Petterson y colaboradores<sup>1</sup> encontraron valores máximos de 16 mkat/L en 4 días posterior al ejercicio hasta que fueron alcanzando valores de cercanos al 0 hasta los 10 o 12 días. La ALT alcanzó valores máximos de 4 mkat/L alrededor de los 5 o 6 días y hacia los 12 días estas cantidades alcanzaron la normalidad.

Por ser este un estudio exploratorio, en el presente no se realizó una entrevista a los deportistas para recoger algunos antecedentes patológicos u factores que pudieran redundar en el nivel enzimático específico, pero se ha planteado que el comportamiento de algunas enzimas, además de estar relacionado con el entrenamiento deportivo se relaciona con determinadas patologías y hábitos. Por ejemplo, el incremento en GGT puede relacionarse con la ingestión de alcohol<sup>25</sup>.

La enzima GGT, en la muestra general, mostró valores que están en correspondencia a los establecidos como punto de corte (11-49 U/L) para esta enzima a nivel internacional<sup>25</sup>.

En estudios realizados sobre el comportamiento de la GGT se demuestra que esta mantiene una estabilidad independientemente del deporte y del tiempo<sup>1,25</sup>. Petterson y colaboradores demostraron que en deportistas de halterofilia la GGT, la fosfatasa alcalina y la bilirrubina permanecieron en los rangos internacionales normales después de 7 días de entrenamiento deportivo.

La CK, que posee unos puntos de corte situados entre 24 y 195 U/L según la firma que produce el reactivo (HELFA) con el que se efectuó la valoración enzimática en este estudio. La misma mostró en el presente estudio, un valor promedio total de valores 614, 282 y 327U/L para el fútbol, beisbol y voleibol respectivamente que están muy por encima del rango de referencia señalado.

En estudio en los cual se explora la cinética postejercicio de la CK han aparecido cifras de 900 mkat/L en el pico máximo para algunos individuos que practican halterofilia<sup>1</sup>. Para individuos que practican fútbol se han establecido estimaciones puntuales de la media e intervalos de confianza (IC) para la media de 83(IC=53–84) U/L para el comportamiento alrededor del percentil 2,5 y para los individuos con valores extremos (percentil 97) entre 1492 (IC=924–1908) UL<sup>15</sup>.

Aunque el objetivo de este estudio más que comparar los valores obtenidos con los de población normal está centrado en los valores en sí y en las diferencias entre deportes es importante dar una panorámica de los factores que pudieran afectar dichas concentraciones porque a veces se piensa en el hecho de que todo deportista es sano completamente y no es así. En el estudio realizado por Fallón en el año 2007<sup>25</sup> este reportó la variación de múltiples parámetros bioquímicos en asociación con algunos factores y hábitos tóxicos que encontró en una muestra de deportistas.

De manera general no se encontraron variaciones dentro de los deportes que llamen la atención o que definan que un determinado role de desempeño tenga valores de enzimas que estén en concordancia con las características de su metabolismo.

Sobre el último párrafo, hay que señalar que desde la perspectiva medico-biológica no existen discrepancias en los resultados con respecto a lo que se esperaba, habría que determinar cuáles son las causas que condicionen que un deporte como el beisbol de intensidades más bajas que el fútbol y voleibol posea valores más elevados de AST, ALT y la relación AST/ALT mostró valores que no están alejados de lo encontrado en la literatura especializada para deportistas<sup>1,17</sup>. Petterson y colaboradores encontraron que individuos sometidos a un nivel de entrenamiento muestran valores de AST/ALT superiores a 1 en un periodo de 6 horas a siete días en pos ejercicio que llegan al alcanzar cifras de 3 hasta 6 mkat/L en el día 4 o 5 del experimento<sup>1</sup>. En un estudio realizado con maratonistas se constató que el cociente AST/ALT fue superior a 1, al igual que ocurre en la hepatopatía alcohólica o en hepatopatía metastásica, cirrosis hepática o enfermedad de Wilson<sup>17</sup>.

Aunque la relación AST/ALT no ha sido empleada en el deporte con frecuencia, los autores consideran que es de gran importancia establecer patrones para población cubana que de alguna manera reflejen la normalidad para deportistas de estas disciplinas que poseen estudios enzimáticos escasos.

Se ha planteado que el aumento de la AST, ALT y GGT en el plasma puede estar relacionado con el aumento de la CK debido al daño o lesión muscular<sup>9, 25,26</sup>.

Estos resultados coinciden con lo que se ha reportado en la literatura, ya que se encontraron correlaciones significativas y linealmente positivas entre la enzimas AST vs ALT, GGT vs ALT; CK vs AST y GGT vs ALT

Se ha planteado por algunos autores que la mayoría de las enzimas poseen un valor clínico en población normal<sup>17,25</sup>, sin embargo existen escasas evidencias del uso de estos marcadores bioquímicos en individuos entrenados que apoyen este planteamiento. Este estudio busca valores de referencias preliminares para la

población atlética de deportes con pelota que sirvan como punto de partida para estudios más complejos en los cuales se profundice en la dinámica de la enzimología deportiva.

Los valores obtenidos servirán como referencia para estudios venideros en los que habrá que confirmar las diferencias encontradas en el perfil enzimático de los deportes de fútbol, beisbol y voleibol o en los que habrá que averiguar los factores que pudieron incidir en este comportamiento que tal vez no sea el adecuado.

Según Hopkins<sup>27</sup> la validez se refiere a la reproducibilidad de los valores de un test, ensayo y otras mediciones de pruebas repetidas en un mismo individuo. Mejor fiabilidad implica mejor precisión en mediciones simples y mejor monitoreo en investigaciones o pruebas prácticas.

Dándole respuesta al problema de la investigación se encontraron diferencias significativas en el perfil enzimático de los deportes fútbol, beisbol y voleibol con niveles enzimáticos que están en concordancia con lo encontrado en etapas pos ejercicio para deportistas elites de otros deportes. Las correlaciones encontradas, entre las enzimas, sirven de apoyo al control médico del entrenamiento deportivo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Pettersson J, Hindorf U, Persson, Bengtsson T, Malmqvist U, Werkstrom V, Ekelund M. Muscular exercise can cause highly pathological liver function test in healthy men. *Br J Clin Pharmacol* 2008 Feb; 65(2):253-9.
2. King SW, Statland LM, Lopez RE. Creatine kinase elevations in marathon runners: relationship to training and competition. *Yale J Biol Med.* 1990 Jul-Aug; 53(4):275-9.
3. Starzyk J, Kowalski D. Changes in serum aspartate and alanine aminotransferase, lactate dehydrogenase, gamma-glutamyltransferase and creatine kinase activities and the myoglobin level during hemodialysis. *Wiad Lek* 1999 Oct 15; 41(20):1357-60.
4. Zapico AG, Calderón FJ, Benito PJ, González CB, Parisi A, Pigozzi F, Di Salvo V. Evolution of physiological and haematological parameters with training load in elite male road cyclists: a longitudinal study. *J Sports Med Phys Fitness* 2007 Jun; 47(2):191-6.
5. Brancaccio P, Limongelli FM, Maffulli N. Monitoring of serum enzymes in sport. *Br J Sports Med* 2006;40:96-97.
6. Skenderi KP, Kavouras SA, Anastasiou CA, Yiannakouris N, Matalas A-L. Exertional rhabdomyolysis during a 246-km continuous running race. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38:1054-1057.
7. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med* 2007.
8. Fallon KE. Screening for haematological and iron-related abnormalities in elite athletes – Analysis of 576 cases. *J Sci Med Sport* 2007; In Press.

9. Noakes TD. Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. *Sports Med* 1987.
10. Miyata<sup>1</sup> M, Kasai H, Kawai K, Yamada N, Tokudome M, Ichikawa<sup>1</sup> H et al. Changes of Urinary 8-Hydroxydeoxyguanosine Levels during a Two-Day Ultramarathon Race Period in Japanese Non-Professional Runners. *Int J Sports Med* 2008; 29: 27-33.
11. Kargotich S, Keast<sup>1</sup> D, Goodman C, Bhagat CI, Joske DJL, Dawson B, Morton AR. Monitoring 6 Weeks of Progressive Endurance Training with Plasma. *Int J Sports Med* 2007; 28: 211-216.
12. Saunders CJ, Milander L, Hew- Butler T, Xenophontos SL, Cariolou MA, Anastassiades LC, Noakes TD, Collins M. Dipsogenic genes associated with weight changes during Ironman Triathlons. *Human Molecular Genetics* 2006 15(20):2980-2987; doi:10.1093/hmg/ddl240.
13. Cameron AB, Sweet E, Bottino A, Bittar C, Veiga C, Cameron LC Effect of caffeine supplementation on haematological and biochemical variables in elite soccer players under physical stress conditions. *Br J Sports Med* 2007; 41:523-530.
14. Lekhi CH, Gupta PH, Singh B. Influence of exercise on oxidant stress products in elite Indian cyclists. *Br J Sports Med* 2007; 41:691-693.
15. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes, *Br. J. Sport Med.* 2007, Oct; 41 (10): 674-8, Epub 2007 may. 25.
16. Bruguera M. Hígado y Deporte. *Med Clin (Barc)* 2004; 122(3):111-4.
17. Sorbi D, Boynton J, Lindor KD. The ratio of aspartate aminotransferase to alanine aminotransferase: potential value in differentiating nonalcoholic steatohepatitis from alcoholic liver disease. *Am J Gastroenterol* 1999; 94:1018-22.
18. Lippi G, Schena F, Salvagno GL, Montagnana M, Ballestrieri F, Guidi GS. Comparison of the lipid profile and lipoprotein a between sedentary and highly trained subjects. *Clin Chem Lab Med* 2006; 44: 322-326.
19. Kulaputana O, Thanakomsirichot S, Anomasiri W. Ginseng supplementation does not change lactate threshold and physical performances in physically active Thai men. *J Med Assoc Thai* 2007 Jun; 90(6):1172-9. Links
20. Shing CM, Peake JM, Ahern SM, Strobel NA, Wilson G, Jenkins DG, Coombes JS. The effect of consecutive days of exercise on markers of oxidative stress. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007 Aug; 32(4):677-85.
21. Viru A & Viru M. Biochemical monitoring of sport training. Champaign Illinois: Human Kinetics 1999.
22. García Zapico A. Evolución comparada de los parámetros fisiológicos en triatletas y ciclistas de élite, a lo largo de una temporada. Unpublished Universidad politécnica de Madrid, Madrid 2004.
23. Pardo FJ. Evolución de los parámetros fisiológicos en ciclistas profesionales a lo largo de una temporada. Unpublished Tesis, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid 2001.

24. Smith DJA. Framework for understanding the training process leading to elite performance. Sports Med 2003; 33(15), 1103-1126.
25. Fallon KE. The clinical utility of screening of biochemical parameters in elite athletes Analysis of 100 cases. Br.J.Sports Med.Published online 10 Dec 2007.
26. Skenderi KP, Kavouras SA, Anastasiou CA, Yiannakouris N, Matalas A-L. Exertional rhabdomyolysis during a 246-km continuous running race. Med Sci Sports Exerc 2006; 38:1054-1057.
27. Hopkins WG. Measures of Reliability in Sports Medicine and Science.Sports Med 2000 Jul; 30 (1): 1-15.

**© 2010 1999, Editorial Ciencias Médicas**

**Calle 23 # 177 entre N y O - Edificio Soto, Piso 2  
Vedado, Ciudad de La Habana, CP 10400  
Cuba**

[ecimed@infomed.sld.cu](mailto:ecimed@infomed.sld.cu)