

Comportamiento hídrico y de los volúmenes sanguíneo, plasmático y celular en entrenamientos de Tennis

Behavior of the hydric sanguine, plasmatic and celular volume in the training of table tennis

Dr. Bernardo García Muñoz¹; Dr. Oscar A. Ramírez Martínez²; Dra. Graciela Nicot Balón³

¹ Master en Control Médico del entrenamiento deportivo

² Especialista de 1er y 2do grados en Medicina del deporte

³ Especialista de 1er y 20 grados en Medicina del deporte y Master en Control Médico del entrenamiento deportivo. gnb@infomed.sld.cu

RESUMEN

Se realizó un estudio con 10 atletas de la Selección Nacional de Tenis Juvenil, con edad cronológica de 15 ± 2 años y una edad deportiva de 6 ± 2 años, durante la etapa de Preparación Especial del ciclo 2000-2001; realizando partidos de 3 sets. Se administraron bebidas de diferente composición y diferentes ritmos de ingestión. Se pesaron los atletas antes y después de las sesiones de entrenamiento para calcular el agua corporal total y se extrajo sangre para evaluar hemoglobina y hematocrito antes, al finalizar y 2 horas después de terminado el entrenamiento para calcular el porcentaje de variación de los volúmenes sanguíneo, plasmático y celular a partir de las formulas elaboradas por Dill, Costill. Se analizaron los valores a partir de las medias y desviación estándar para evaluar la significación estadística con $p = 0,01$. Se obtuvieron los siguientes resultados: a) los volúmenes sanguíneo y plasmático aumentan con una bebida hidroelectrolítica; b) el volumen celular depende del grado de hemoconcentración o hemodilución, y c) la ingestión libre de agua no es suficiente para mantener un adecuado estado de hidratación.

Palabras claves: volumen sanguíneo, electrolito, plasma, tenis

ABSTRACT

A study was performed including 10 athletes of the National Selection of Tennis belonging to the Young Presection, with chronological age of $15 + 2$ years and $6 +$'s sports age 2 years, during stage Special's Preparation of the cycle 2000-2001; Accomplishing games of 3 sets. They administrated drinks of different composition and different rhythms of ingestion. The elks weighed the athletes themselves and after the sessions of workout stop to calculate corporal total water and blood to evaluate hemoglobin and hematocrite before, when finalizing and 2 hours were extracted after of once the workout was finished off to calculate the percent of variation of sanguine volumens, plasmatic and celular according to the method described by Dill, Costill. Values were analyzed using the media and standard deviation. Values of $P < 0.01$ were considered statistically significant. The following results were obtained: To) the sanguine and plasmatic volume increases with a drink a hidroelectrolitic fluid; B) the cell volume depends on the grade of hemoconcentration or hemodilution, and c) the free ingestion of water is not enough for maintaining an adequate status of hydration.

Keyword: sanguine volume, electrolite, plasma, tennis

INTRODUCCIÓN

La práctica del tennis se realiza en condiciones de temperatura y humedad relativamente elevadas en nuestro país ya que éstas son altas durante prácticamente todo el año, lo que obliga que los mecanismos de termorregulación actúen de manera eficiente; estos mecanismos son regulados por el hipotálamo.

Durante el ejercicio intenso y especialmente en el realizado en climas calurosos y húmedos el enfriamiento sólo es posible mediante la evaporación del sudor (1,2) trayendo como consecuencia la disminución del agua corporal total (3).

Las glándulas ecrinas, son las verdaderas sudoríparas, pueden segregar hasta 3 lt. de sudor por hora (1); Bergeron M.F. y col (4) plantean que "la magnitud de las pérdidas de líquidos por el sudor se relacionan con: edad, sexo, estado de hidratación, condición física y grado de aclimatación al calor además de las condiciones ambientales como: temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, siendo un factor importante la intensidad y duración del juego". Negrete E. (5) relaciona la temperatura del exterior y el nivel de pérdida hídrica en relación con la actividad deportiva:

Temperatura del aire	Pérdida hídrica (l/h)	
	Entrenamiento	Competencia
Menor de 5° C	0,3	0,6 a 1,4
6 a 10° C	0,6	1,2 a 1,8
11 a 20° C	0,9	1,6 a 2,4
21 a 30° C	1,1	2,0 a 2,6

De esto se deduce que en nuestras condiciones, donde habitualmente la temperatura de la cancha de tennis supera los 30°C las pérdidas rondarían los 3 lt/h, si agregamos que los partidos duran unas 2 h. Las pérdidas hídricas serían de aproximadamente 6 lt. o más.

Son conocidas las nefastas consecuencias de la deshidratación relacionadas con el rendimiento y la salud del atleta; esta dificultad puede evitarse si el atleta tiene un adecuado nivel de hidratación que compense e incluso supere las pérdidas de líquidos y electrolitos por el sudor (4, 6).

La disminución del rendimiento es proporcional al nivel de deshidratación expresado en porcentaje de peso corporal (7, 8), la deshidratación superior al 4% de pérdida de peso corporal es peligrosa y altera el rendimiento de casi todos los sujetos en competencia y entrenamiento (9).

Los cambios de volumen plasmático se asocian con la aclimatación al calor, estado de hidratación, grado de entrenamiento y cambios posturales, inclusive, todos pueden diferir de un estudio a otro y hasta dentro del mismo estudio y esto debe tenerse en cuenta (10); los métodos expuestos valoran si el aporte de líquidos fue adecuado durante la ejercitación con el fin de mantener el estado de euhidratación. En este trabajo se utilizará la relación Hb/Hto, ya que ésta refleja con más claridad cualquier modificación de los volúmenes sanguíneo, plasmático y celular, algunos autores (11,12,13) plantean que existe una pérdida considerable de proteínas durante las cargas lo que haría que éstas disminuyeran con el ejercicio por lo que no se conocería con certeza la influencia real sobre ellas de la pérdida de líquidos.

Widmann F. K (14) y otros autores (10, 15, 16, 17, 18, 19) son del criterio que "el cálculo de estos volúmenes no pueden realizarse de forma directa sino que se calcula por medio del principio de dilución, utilizando sustancias como la seroalbumina marcada con I 131 para determinar volumen plasmático y hematíes marcados con Cr51 para permitir un cálculo más exacto del volumen celular (14).

Generalmente los valores de los volúmenes sanguíneo, plasmático y celular son mayores en el hombre que en la mujer, siendo estos valores en la población no deportista los siguientes:

	Hombres	Mujeres
Volumen sanguíneo	7,5% del peso corporal	6,5% del peso corporal
Volumen plasmático	44 ml/Kg	34 ml/kg
Volumen celular	30ml/kg	24 ml/kg

Yoshida T. (20) encontró en 12 atletas masculinos universitarios con un MVO₂ entre 42-59 ml/kg/min que los valores de los volúmenes no difieren de la población no-atleta.

Los cálculos de los volúmenes permiten conocer el estado del Agua Corporal Total (ACT) del organismo que estaría distribuida de la siguiente manera:

ACT - 2/3 líquido intracelular
 1/3 líquido extracelular --- ¾ líquido intersticial y ¼ plasma (21)

Algunos autores (21, 22, 23) plantean que: "el volumen plasmático constituye el 4,5 - 5% del peso corporal".

Existen diferentes fórmulas, menos costosas que los marcadores radioactivos, para calcular la variación de los volúmenes con un alto grado de exactitud (11, 12) las que utilizaremos en este trabajo para determinar el porcentaje de variación de estas variables y así conocer su comportamiento durante las sesiones de entrenamiento de tenis.

OBJETIVOS

General

1.- Valorar el comportamiento hídrico a partir de las modificaciones de los volúmenes sanguíneo, plasmático y celular como respuesta a diferentes esquemas de administración y composición de líquidos durante las sesiones de entrenamiento del Equipo Nacional Juvenil de Tenis.

Específicos

- 1.- Establecer la magnitud de las pérdidas hídricas durante las sesiones de entrenamiento del Equipo Nacional Juvenil de Tenis.
- 2.- Cuantificar las variaciones en los volúmenes sanguíneo, plasmático y celular en las sesiones de entrenamiento del Equipo Nacional Juvenil de Tenis.
- 3.- Evaluar la influencia de bebidas de diferente composición y diferentes ritmos de ingestión sobre los volúmenes sanguíneo, plasmático y celular en entrenamientos del Equipo Nacional de Tenis.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron a 10 tenistas (4 masculinos y 6 femeninas) pertenecientes a Selección Nacional Juvenil de Tennis, con un edad cronológica de 15 ± 2 años y una edad deportiva de 6 ± 2 años.

Se realizó un estudio experimental con autocontroles.

Las pruebas se realizaron en dos momentos diferentes durante el período de preparación especial, en la mañana, con entrenamiento de aproximadamente 2h 30 min., efectuando partidos de 3 sets teniendo los atletas similar nivel de preparación y calidad; ambas pruebas tuvieron condiciones ambientales similares.

Inicialmente la ingesta de líquidos fue sólo de agua, luego se le administró en la siguiente prueba 200 ml cada 15 minutos a temperatura de nevera, dividiéndose en dos grupos: uno tomando sólo agua y otro una bebida hidroelectrolítica compuesta por:

- | | | | |
|----------------------|--------|--------------------|--------|
| - cloruro de potasio | 0,072% | - cloruro de sodio | 0,168% |
| - citrato de sodio | 0,140% | - dextrosa anhidra | 0,96% |
| - sacarosa | 5,2% | | |

Se pesaron los tenistas en una balanza de electrónica con precisión de 100 gr., estando los sujetos en trusa, antes y después de ambas sesiones de entrenamiento, para calcular la variación del estado hídrico a partir del peso corporal.

Se les extrajeron 2 ml. de sangre de la vena antecubital del antebrazo, antes, al finalizar y a las 2 horas de finalizada la sesión de entrenamiento para evaluar Hb y Hto. en cada uno de estos momentos; la Hb se determinó por el método de cianometahemoglobina y el Hto por centrifugación y lectura del tubo de hematocrito (Método de Wintrobe) (14).

Se calculó el agua corporal total (ACT) por la fórmula: $ACT = 0,611 (\text{peso en Kg}) + 0,251$ (21,22)

El porcentaje de variación de los volúmenes sanguíneo, plasmático y celular se calculó a partir de los valores de Hb y Hto mediante las fórmulas establecidas por Dill, Costill (1974):

$$V_{Sn} = V_{Si} (H_{bi} / H_{bn})$$

$$V_{Pn} = V_{Sn} - V_{Cn}$$

$$V_{Cn} = V_{Sn} (H_{to. n})$$

$$\%VVP = \frac{100 (V_{Sn} - V_{Si})}{V_{Si}}$$

$$\%VVP = \frac{100 (V_{Pn} - V_{Pi})}{V_{Pi}}$$

$$\%VVC = \frac{100 (V_{Cn} - V_{Ci})}{V_{Ci}}$$

Variables y algunas definiciones

Hb = Hemoglobina

Hto = Hematocrito

VS = Volumen sanguíneo. Masa total de la sangre en el cuerpo. (24).

VP = Volumen plasmático. Parte líquida de la sangre en la que están suspendidos los elementos figurados (24).

VC = Volumen celular. = Hematocrito.

Los valores de cada toma se representarán con las letras: n= muestra; i = las iniciales; f= las finales y r2 las tomas realizadas 2 horas después de finalizado el entrenamiento.

Los valores obtenidos se muestran en tablas con X y DS de todas las variables, comparando los valores de las tomas obtenidas sin esquema y con esquema de hidratación.

Para la prueba de hipótesis se utilizó el test de Student con un nivel de significación de $p= 0.01$.

Tanto la estadística descriptiva como los estudios de comparación de (X) y (%) se realizaron con el paquete estadístico SPSS – PC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La variación aguda o brusca del peso corporal se debe fundamentalmente a la pérdida de líquidos, reconociéndose que una modesta cifra del 2% de pérdida de peso corporal produce efectos negativos sobre el rendimiento (26) y provoca afectación psicológica (27) y en variables fisiológicas (28).

En la tabla 1 se muestra el comportamiento del peso corporal medido antes y después del entrenamiento observándose que al ingerir agua libremente existen diferencias significativas en el peso corporal con disminución de 2,47 kgs de peso; al respecto Bergeron M:F: y col. (29)

Plantean que "los tenistas juveniles mantienen un balance hídrico adecuado debido a que la intensidad de sus partidos es inferior a la de los mayores y a que se conocen los efectos de la disminución brusca de peso corporal en el rendimiento deportivo", aspecto que no coincide con los resultados de nuestro trabajo porque en estos atletas las pérdidas se deben al desconocimiento de la importancia del mantenimiento del estado de hidratación para obtener mejores resultados. En esto concordamos con el estudio realizado por Ríos, A. (30) el cual encontró disminución (4,8%) del peso corporal en tenistas juveniles destacándose igualmente que en este deporte las pérdidas de peso corporal son importantes tanto en las sesiones de entrenamiento como en competencias.

Sin embargo es necesario notar que al aplicar un esquema de hidratación con una bebida que contenga electrolitos y carbohidratos la variación en el peso corporal es mucho menor, 0,37 kg y un porcentaje de variación no significativa estadísticamente (0,73%), por esto numerosos autores:

González E. (1984); Melin B., Jiménez C.J. (1994) Grappel J. (1997) y Rotstein A., Falñnik B. (1998) recalcan la importancia del uso en la práctica deportiva de una bebida que aporte electrolitos y carbohidratos (33), aspecto con el que estamos totalmente de acuerdo y que coincide con los resultados de este trabajo.

La mayoría de los cambios hematológicos corespondientes a la serie roja se han descrito con relación a ejercicios de larga duración, también hay estudios que demuestran modificaciones durante actividades de corta duración y elevada intensidad (34, 35). En este estudio encontramos que al finalizar la sesión de entrenamiento se produce incremento de las cifras de hemoglobina y hematocrito cuando se ingiere agua libremente y estas cifras disminuyen 2 horas después; tal como refieren López Chicharro J., y Fernández Vaquero A. (35) al decir que: "la hemoglobina y el hematocrito sufren cambios similares, durante la realización de un ejercicio pueden aumentar por hemoconcentración para a continuación descender tras el esfuerzo".

Al valorar los efectos de la ingestión de una bebida hidroelectrolítica encontramos diferencias significativas con disminución de la hemoglobina y el hematocrito al final de la práctica deportiva como muestra de la hemodilución pero 2 horas después las cifras se mantienen sin diferencias con relación al post esfuerzo inmediato.

Al comparar las variaciones del ACT (Tabla 3) encontramos que existió disminución significativa entre el inicio y el final del entrenamiento cuando se ingirió ad libitum con pérdida de 1,50 lt (4,46%) del contenido del agua corporal total, al controlarse la ingestión de agua se producen pérdidas de líquido pero éstas son menores en comparación a la ingestión libre, sin ser significativas con relación al reposo. Cuando se administra sales y líquidos no se producen pérdidas significativas del agua corporal total, éstas son mucho menores con relación a la ingesta libre de agua con mejoría en el mantenimiento del estado de hidratación, es ampliamente aceptado que la presencia de sodio y carbohidratos en la bebida estimula la absorción de líquidos. Ryan A.J. y col. (36).

Cuando los atletas ingirieron agua sin control (Tabla 4) existió una disminución significativa del volumen sanguíneo (- 4.99%) que 2 horas después, a pesar de haberse recuperado (0.93%), aún el balance continua siendo negativo. Existe ganancia significativa, tanto al final del entrenamiento (+ 2.43%) como 2 horas después de haber terminado la práctica deportiva (+1.51%), cuando se ingiere una bebida hidroelectrolítica, relacionándose esto con la presencia de electrolitos en la bebida. Martin D.J. y col. (37) encontraron que al comparar la ingestión de agua sola y una solución hidroelectrolítica existe un fallo en el mantenimiento del volumen sanguíneo al tomar agua sola, sin embargo al ingerir una solución hidroelectrolítica los cambios en el volumen sanguíneo son mínimos al igual que la variación en la concentración de electrolitos; otros autores como Greenleaf y col (33, 38) y Bergeron M.F. y col. (29) refieren que: "el contenido de sodio en la bebida es más importante que el contenido osmótico total para incrementar el volumen sanguíneo tanto en reposo como durante el ejercicio"; Ray M.L. y col (39) refiere que: "la inclusión de sodio en las bebidas para hidratación incrementa la retención de fluidos y por tanto mejora la restitución del volumen sanguíneo". Estos criterios son aceptados por otros autores (4, 30, 31, 40, 41, 42) y coinciden con los resultados obtenidos en este estudio.

Algunos autores (34, 35, 43) plantean que después de ejercicios de larga o corta duración se describen descensos del volumen sanguíneo del 10% y del plasmático del 5 al 15%, que dan lugar a una hemoconcentración.

En esta investigación encontramos que el volumen plasmático disminuyó ostensiblemente (Tabla 5) cuando se ingirió agua de manera libre (-4.65%) así como controlada (- 4.58%), sin existir diferencias significativas entre los valores del porcentaje de variación del volumen plasmático con relación a la frecuencia de ingestión del líquido; sin embargo, 2 horas después la restitución de este volumen es mayor cuando el agua se ingiere de forma controlada con una disminución del 0.23% en

comparación al -2.20% de la ingestión libre; a nuestro criterio la diferencia se debe a que es reconocida que la ingestión cada 15 ó 20 minutos de cualquier líquido mejora la absorción de éste en comparación a la ingestión desordenada (44). Cuando la bebida ingerida contiene electrolitos y carbohidratos existe un incremento significativo en la variación del volumen plasmático tanto al finalizar la práctica deportiva (+6.65%) como 2 horas post esfuerzo (+5,72%); Bergeron M.F. y col (4) recomiendan que: "para un entrenamiento y competencia de tenis en ambiente caluroso es importante seguir un plan de hidratación que minimice el déficit de líquidos en la cancha para optimizar la disponibilidad de líquidos, consumo y absorción de éstos; para partidos de tenis de más de 1 hora de duración es recomendable el uso de una bebida que aporte además, electrolitos y carbohidratos".

Maughan R.J. y Leiper J.B. (40) realizaron un estudio en el cual investigaron la relación entre concentración de sodio en una bebida y el mantenimiento del volumen plasmático, encontrando que se relaciona directamente con la concentración de sodio en la bebida, o sea, a mayor concentración de sodio mayor mantenimiento del volumen plasmático; este fue el comportamiento hasta el valor máximo de la concentración de sodio en este estudio. Estos criterios son aceptados por autores como Luetkemeier M.J. (1995), Bergeron M.F. (1995) y Jiménez C. (1999). Yges Peña C. (43) plantea que: "entre 1 y 3 horas después del ejercicio los volúmenes sanguíneo y plasmático vuelven a los valores de reposo y este proceso está mediado tanto por hormonas renales y vasomotoras específicas de la retención de sodio y agua así como por las proteínas plasmáticas"; esto justifica la variación del volumen plasmático a las 2 horas post esfuerzo en nuestro estudio en el cual los valores se acercan a los de reposo.

En la tabla 6 de nuestro estudio encontramos que el volumen celular se incrementa significativamente cuando los atletas ingirieron agua, independientemente de que sea libre (+1.49%) o controlada (+1.21%), siendo el incremento mayor cuando no se controla la ingestión aunque la diferencia entre estos valores no es significativa; a las 2 horas post esfuerzo el comportamiento es similar con incrementos significativos cuando no se controla la ingestión, siendo muestra de la hemoconcentración que ocurre durante la práctica de ejercicios de media y larga duración y se relaciona con la disminución de los volúmenes sanguíneo y plasmático. Al administrar una bebida hidroelectrolítica encontramos disminución relativa de los valores del volumen celular (-2.93% post esfuerzo y -0.32 % 2 horas después) relacionándose esto con la hemodilución producida por un adecuado aporte de líquidos y electrolitos. Es necesario destacar que las variaciones del volumen celular son relativas ya que dependen de cómo se modifiquen los volúmenes sanguíneo y plasmático.

CONCLUSIONES

- 1.- Las pérdidas hídricas son menores cuando se utiliza un adecuado esquema de hidratación y éstas se minimizan cuando se utiliza una bebida que contenga electrolitos.
- 2.- Los volúmenes sanguíneo y plasmático aumentan cuando se adopta un sistema de hidratación que contenga electrolitos, a diferencia de lo que ocurre cuando se administra agua sola que se produce una disminución de éstos.
- 3.- Se confirma que el volumen celular va a ser dependiente del grado de hemoconcentración o hemodilución que ocurra como resultado del ejercicio.
- 4.- La ingestión de líquidos en tenistas juveniles no es suficiente para evitar estados de deshidratación que afectan los resultados deportivos.

5.- Aún cuando la ingestión de agua ad libitum modifica ligeramente estos volúmenes se hace evidente que la ingestión controlada de agua o bebidas hidroelectrolíticas resultan la opción más ventajosa para el mantenimiento del balance hídrico dentro de niveles fisiológicos.

RECOMENDACIONES

1.- Establecer un esquema de hidratación que contenga agua, electrolitos y carbohidratos antes, durante y después del entrenamiento y competencia para mantener los volúmenes sanguíneo y plasmático y lograr un mejor rendimiento.

2.- Realizar un estudio con un universo de trabajo mayor en categoría y deportes diferentes para comparar los resultados y evaluar el comportamiento de estas variables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- Marcos Becerro J.F.- "Calor y frío. La respuesta del organismo a su acción". Arch. Med.Dep.; Vol. XIII; No. 52; Pág. 47-56; 1996.

2.- Guyton A.- "Tratado de Fisiología Médica". Editora Científico-Técnica. Ciudad de la Habana. Tomo I. Pág. 248; 1987.

3.- Caldas R. Y col.- "Influencia del estado de hidratación sobre la capacidad física y las variables urinarias y plasmáticas en corredores de largas distancias". Rev. Antioqueña de Med. Dep. No. 1; Pág. 16-26. Sept. 1998.

4.- Bergeron M.F., Armstrong L.E., Maresh C.M.- "Fluid and electrolyte losses during tennis in the heat" Clin. Sport Med. 14 (1); Pág. 23-32; 1995.

5.- Negrete E.- "Hidratación del atleta". Folleto mimeografiado. Biblioteca CEAR "Giraldo Cordova Cardín". Habana 1998.

6.- Geor R.J., McCutcheon L.J.- "Thermoregulatory adaptations associated with training and heat acclimation". Vet. Clin. North. Am. Equine Pract. 14 (1) pag. 97-120; 1998.

7.- Noakes T.- "Reemplazo de fluidos durante el ejercicio". Med. Sci. Sport Excer. Pág. 68-90; 1992.

8.- Melin B., Jiménez C.J.- "Hidratación en la práctica deportiva". Cinesiología No. 157 Pág. 133-140; 1994.

9.- González E.- "Equilibrio de elementos inorgánicos (agua y minerales) durante la competición deportiva y su relación con las condiciones climatológicas". Arch. Med. Deport.Vol. 1, No. 2; Pág. 17-21; 1984.

10.- Kargotich S., Goodman C., Keast D., Morton A.R.- "The influence or exercise induced plasma volume changes on the interpretation of biochemical parameters used for monitoring exercise , training and sport". Sport Med. 26 (2), pag. 101-117; 1998.

11.- Dill D.B. Costill D.L.- "Calculation of percentage changes in volumen of blood, plasma and red cells in deshydration". J. Apply. Physiol. 37 (2), pag. 247-248; 1974.

- 12.- Van Beumont W., Greenleaf J.-E., Juhos L.- "Disproportional change in hematocrit, plasma volume and proteins during exercise and bed rest". J. Apply. Physiolog. 33 (1) pag. 55-62; 1972.
- 13.- Geysant A. Et al.- "Plasma vasopresin renin activity and aldosterone; effects of exercise and training". Eur. J. Apply. Physiolog. Vol. 46, No. 1, pag. 21-30Ñ 1981.
- 14.- Widmann F.K.- "Interpretación clínica de las pruebas de laboratorio". Edit. Científico-Técnica, pag. 19, 34-35. Ciudad Habana, 1987.
- 15.- Wolski L.A., McKenzie D,C.- "Diferences in red cells volume, plasma volume and hematocrit in splenectomized and normal subjects before and after 30 mins of exercise".C.J. Apply. Physiolog. 22; 1997.
- 16.- Pearson T.C. et al.- "Interpretation of measured red cell mass and plasma volume in adults. Expert Panel of Radionuclides of the International Council for Standardization in Haematology". Br. J. Haematolog. 89 (4): pag. 748-756; 1995.
- 17.- Fallon K.E. et al.- "Changes in haematological parameters and iron metabolism associated with a 1600 kms ultramarathon". Br. J. Sport Medic. 33 (1); pag. 27-32; 1999.
- 18.- Jiménez C. Et al.- "Plasma volume changes during and after acute variations of body hydration level in humans". Eur. J. Apply. Physiolog. 80 (1), pag. 1-8; 1999.
- 19.- Sawka M.N. el al.- "Erythrocyte, plasma and blood volume of healthy young men". Med.Sci. Sports Exerc. Vol. 24 No. 4 pag. 447-453; 1992.
- 20.-Yoshida T. Et al.- "Relationship between aerobic power, blood volume and thermorregulatory responses to exercise heat stress". Med. Sci. Sports Exerc. Vol. 29 No. 7; 1997.
- 21.- Freitag J.J., Miller L.W.- "Manual de Terapéutica Médica". Editorial Científico-Técnica pag. 33-41, Ciudad Habana, 1998.
- 22.- Behrmann R.E., Vaughan V.C.- "Tratado de Pediatría". Editorial Científico-Técnica, pag. 214-217, Ciudad Habana; 1998.
- 23.- Llanio R.- "Propedéutica Clínica y Fisiopatológica" Editot. Científico-Técnica Pág. 218 Ciudad Habana; 1984.
- 24.- "Diccionario Terminológico de Ciencias Médicas". Edit. Científico-Técnica. Ciudad Habana; 1984.
- 25.- De Diego A.M. y col.- "Valoración funcional de hormonas sexuales, gonadales y percusores adrenales en sujetos sedentarios según modificaciones del volumen plasmático durante esfuerzo máximo y recuperación". Arch. Med. Dep. Vol. XIII No. 51, pag. 9-18 1996.
- 26.- Barr S.I.- "Effects of dehydration on exercise perfomance". Camn. J. Apply. Physiol. 24 (2); pag. 164-172; 1999.
- 27.- Choma C.W., Sforzo G.A., Keller B.A.- "Impact of rapid weight lost on cognitive function on collegiate wrestlers". Me. Sci. Sport Exerc. 30 (5), pag. 746-749; 1998.

- 28.- Fogelholm M.- "Effects of body weight reduction on sport performance". *Sport Medic.* 18 (4); 249-267; 1994.
- 29.- Bergeron M.F. et al.- "Fluid electrolyte balance associated with tennis match play in a hot environment". *Int. J. Sport Nutr.* 5 (3); pag. 180-193; 1995.
- 30.- Ríos Hernández A.- "Variables hidroelectrolíticas azoadas y lipídicas durante dos cargas físicas de diferentes intensidades en tenistas juveniles". Trabajo para optar por el título de Master en Control Médico del Entrenamiento Deportivo. IMD 1999.
- 31.- Grappel J.- "Ingesta de líquidos en jugadores de tenis" ITF. *Coach Review* No. 11, pag. 1-20. Mayo 1997.
- 32.- Rotstein A., Falk B., Einbinder M., Zigel L.- "Changes in plasma volume following intense intermittent exercise in neutral and hot environmental conditions". *J. Sports.Med. Phys. Fitness.* 38 (1); pag. 24-29; 1998.
- 33.- Greenleaf J.E. et al.- "Plasma volume expansion with oral fluids in hypohydrated men at and during exercise". *Aviat., Space Environ. Med.* 69 (9); pag 837-844; 1998.
- 34.- El-Sayed M.S.- "Effects of exercise and training on blood rheology". *Sports Med.* 26 (5); pag. 281-292; 1998.
- 35.- López Chicharro J., Fernández Vaquero A.- "Fisiología del Ejercicio". Edit. Panamericana 2da. Edición, pag. 115-131; Barcelona, 1998.
- 36.- Ryan A.J. et al.- "Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal absorption during exercise". *J. Apply. Physiol.* 84 (5); pag. 1581-1588; 1998
- 37.- Marlin D.J. et al.- Rehydration following exercise: effects of administration of water versus an isotonic rehydration solution (ORS)". *Vet. Jour.* 156 (1), pag 41-49; 1998.
- 38.- Greenleaf J.E. et al.- "Hypervolemia in men from fluid ingestion at rest and during exercise". *Aviat. Space Environm. Med.* 69 (4); pag. 374-386; 1998.
- 39.- Ray M.L. et al.- "Effect of sodium in a rehydration beverage when consumed as a fluid or meal". *J. Appl. Physiol.* 85 (4); pag. 1329-1336; 1998.
- 40.- Maughan R.J., Lepper J.B.- "Sodium intake and post exercise rehydration in man". *Eur.J. Appl. Physiology.* 71 (4); pag. 311-319; 1995.
- 41.- Luetkemeier M.J.- "Dietary sodium intake and changes in plasma volume during shortterm exercise training". *Int. J. Sport Med.* 16 (7); pag. 435-438; 1995.
- 42.- Castellani J.W. et al.- "Endocrine responses during exercise heat stress: effects of prior isotonic and hypotonic intravenous rehydration". *Eur. J. Appl. Physiology* 77 (3); pag. 242-244; 1998.
- 43.- Yges Peña C. Et al.- "Serie roja y ejercicio (I): Respuestas plasmáticas y eritrocitarias". *Arch. Med. Dep.* Vol. XIII, No. 52, pag. 127-132; 1996.
- 44.- Gisolfi E.V., Duchman S.M.- "Guidelines for optimal replacement beverage for different athletic events". *Med. Sci. Sport Exercise* 24 (6); pag. 679-687; 1992.

45.- Jiménez C., et al.- "Plasma volume changes during and after acute variations of body hydration level in humans". Eur. J. Appl. Physiol. 80 (1); pag. 1-8; 1999.

ANEXOS

Tabla 1: Comportamiento del peso corporal (kg)

		Ingestión libre de agua	Ingestión controlada de agua	Bebida hidroelectrolítica
Antes del entrenamiento	X	54.65	60.50	51.07
	DS	7.73	9.52	3.21
Post entrenamiento	X	52.18*	59.25 *	50.70
	DS	7.20	9.30	3.62
Modificación del peso corporal		-2.47*	- 1.25 *	- 0.37
% Variación del peso corporal		4.53*	2.10 *	0.73

Leyenda:

X : Media

DS : Desviación Estándar

* : Variación significativa

Tabla 2: Valores de hemoglobina y Hematocrito

		Inicio del entrenamiento		Final del entrenamiento		2 horas port entrenamiento	
		Hb	Hto	Hb	Hto	Hb	Hto
Ingestión libre de agua	X	138.60	0.43	139.44	0.44	138.11	0.43
	DS	10.89	0.04	12.07	0.04	10.11	0.03
Ingestión controlada de agua	X	143.75	0.44	144.65	0.45	143.70	0.44
	DS	11.72	0.04	10.15	0.03	10.07	0.04
Bebida hidroelectrolítica	X	136.00	0.43	132.75 *	0.41 *	132.25 *	0.41 *
	DS	11.88	0.04	12.04	0.04	10.12	0.03

Leyenda:

X : Media

DS : Desviación Estándar

* : Variación significativa

Tabla 3: Comportamiento hídrico (Lt.)

		Ingestión libre de agua	Ingestión controlada de agua	Bebida hidroelectrítica
ACT antes del entrenamiento	X	33.63	37.21	31.45
	DS	4.72	7.08	2.87
ACT post-entrenamiento	X	32.13 *	36.45	31.22
	DS	4.40	6.87	2.04
Modificación del ACT	X	- 1.50 *	- 0.76	- 0.23
% Variación del ACT	X	4.46 *	2.04	0.73

Leyenda:

X : Media

DS : Desviación Estándar

* : Variación significativa

Tabla 4: Variación del volumen sanguíneo (%)

		Ingestión libre de agua	Ingestión controlada de agua	Bebida hidroelectrolítica
Port entrenamiento	X	- 4.99 *	- 2.05 *	+ 2.43 *
	DS	5.89	1.41	4.65
2 horas port entrenamiento	X	- 0.93	-0.04	+ 1.51 *
	DS	0.82	1.45	3.14

Leyenda :

X : Media

DS: Desviación Estándar

* : Variación significativa

Tabla 5: Variación del volumen plasmático (%)

		Ingestión libre de agua	Ingestión controlada de agua	Bebida hidroelectrolítica
Post entrenamiento	X	- 4.65 *	- 4.58 *	6.65 *
	DS	7.65	5.57	7.29
2 horas port entrenamiento	X	- 2.20 *	- 0.23	+ 5.72 *
	DS	1.79	6.95	4.10

Leyenda :

X : Media

DS : Desviación Estándar

* : Variación significativa

Tabla 6: Variación del volumen celular (%)

		Ingestión libre de agua	Ingestión controlada de agua	Bebida hidroelectrolítica
Post entrenamiento	X	+ 1.49 *	+ 1.21 *	- 2.93 *
	DS	1.16	5.06	7.11
2 horas post entrenamiento	X	+ 1.21 *	+ 0.64	- 0.32
	DS	3.57	2.36	1.90

Leyenda :

X : Media

DS : Desviación Estándar

* : Variación significativa