

# Control biomédico del entrenamiento en tenis de mesa. Ejemplo de test de campo

## CARLOS MELERO ROMERO

Licenciado en Medicina y Cirugía. Doctor Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte.  
Centro Andaluz de Medicina Deportiva. Málaga

## FRANCISCO PRADAS DE LA FUENTE

Master Alto Rendimiento Deportivo Comité Olímpico Español. Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.  
Director del Programa Nacional de Tecnificación Deportiva de la Real Federación Española de Tenis de Mesa.  
Escuela Nacional de Entrenadores. Real Federación Española de Tenis de Mesa

## M.ª CARMEN VARGAS CORZO

Licenciada en Medicina y Cirugía. Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte.  
Centro Andaluz de Medicina Deportiva. Granada

### Resumen

El tenis de mesa es una disciplina deportiva poco conocida, tanto en lo que respecta a la condición física ideal de sus jugadores, como en lo referente a los métodos específicos de control del entrenamiento, dos aspectos considerados hoy día de gran interés por su aplicabilidad en la planificación de las cargas de trabajo y por su repercusión en el rendimiento deportivo. Objetivos: Estandarizar el control específico del entrenamiento mediante el diseño de un protocolo de pruebas, que aplicado a través de una metodología sencilla y fiable, pueda aportar una información útil sobre el estado de salud y la condición física de los deportistas y evaluar posteriormente, con esta batería de test, a 3 grupos de jugadores de diferentes categorías. La muestra estaba formada por 16 jugadores: 4 varones, deportistas de élite y 12 promesas nacionales de las categorías alevín, benjamín, infantil y juvenil, 7 de sexo masculino y 5 femenino. La batería de pruebas incluyó: impedanciometría, analítica sanguínea y test de campo, con determinaciones de lactato en sangre capilar y monitorización de la frecuencia cardíaca. Los datos obtenidos evidenciaron un mejor estado de condición física de los jugadores de élite, en relación a los otros dos grupos de categoría deportiva inferior, existiendo además una correlación directa entre las variables analíticas consideradas indicadores de un buen estado físico y el rendimiento deportivo evidenciado a través de los resultados del test de campo. Conclusión: Aunque el protocolo de pruebas aplicado podría ser útil para los objetivos marcados, es preciso continuar ampliando los estudios en este sentido.

### Palabras clave

Tenis de mesa, Hematología, Lactato, Rendimiento, Test de campo.

### Abstract

*Table tennis is a not very well-known sport discipline, so much in what concerns to the ideal physical condition of its players, like regarding the specific methods of control of training, two aspects, considered nowadays of enormous interest by its applicability in the planning of the work loads, and for its repercussion in the sport yield. Objectives: To standardize the specific control of the training by means of the design of a protocol of tests that applied through a simple and reliable methodology can give an useful information on the state of health and of the sportsmen's physical condition, and to evaluate later on with this test battery, to 3 groups of players of different sport categories. Sample was formed by 16 players: 4 elite sportsmen, and 12 young national promises of the alevin, benjamin, infantile and juvenile categories, 7 boys and 5 girls.. The battery of tests included: impedanciometry, sanguine analytic, and field test, with lactato determinations in capillary blood, and control of heart frequency.. The data obtained evidenced a better state of the elite players' physical condition, in relation to the other two groups of inferior sport category, also existing a direct correlation among the variables considered like indicators of a good physical state, and the sport yield evidenced through the results of the field test. Conclusion: Although the applied protocol of tests has demonstrated to be useful for the marked objectives, it is necessary to continue enlarging the studies in this sense.*

### Key words

*Table tennis, Hematology, Lactate, Performance, Field test.*

## Introducción

El Tenis de Mesa se clasifica dentro de las especialidades deportivas predominantemente perceptivas, en donde se realizan tareas motrices abiertas y de regulación externa (Pradas, 2002). El carácter preciso y explosivo de sus ejecuciones técnicas, realizadas a altas velo-

idades, unido a una baja predecibilidad de las acciones del rival, son circunstancias que confieren a este deporte una gran complejidad en las tareas que se desarrollan durante el transcurso de los partidos.

Sin embargo, la actividad de un jugador de tenis de mesa, no sólo se caracteriza por la complejidad de las

técnicas de coordinación, desarrolladas a un ritmo extremadamente rápido, sino también por el carácter acumulativo-explosivo del esfuerzo físico, por la alta precisión de los movimientos ejecutados y por la repetitividad de interacciones entre el sistema neuromuscular y el estímulo que constituye la pelota en movimiento (Pradas, 2005).

La coordinación y los desplazamientos necesarios para llevar a cabo los golpes repetidos, a un objeto que se mueve a gran velocidad, exigen que la lógica motriz o toma de decisión deba ser aplicada precozmente por el jugador. Este contexto deportivo implica, por tanto, la rápida puesta en escena de toda una serie de tareas cognitivas (sensaciones, percepciones, representaciones, pensamiento, memoria) (Corso e Inouye, 1998; Demetrovic, 1977) que a su vez, se encuentran estrechamente vinculadas a procesos neurofisiológicos.

Las particularidades del juego condicionan también el hecho de que la velocidad se exprese en sus diversas manifestaciones integrales, interviniendo a su vez, un gran número de elementos corporales de forma segmentaria (brazo/pierna) o global (más de dos elementos) (Pradas, 2002).

En Tenis de Mesa, la resistencia que debe vencer el tren superior al golpear la pelota, es relativamente pequeña. El objetivo prioritario es llevar a cabo el gesto deportivo de forma eficaz y a la máxima velocidad de ejecución, por lo tanto, aunque la fuerza generada no alcance valores muy elevados, la rapidez de movimientos durante el juego requiere que toda la musculatura implicada, sobre todo a nivel de miembros superiores, desarrolle una potencia considerable. Además, los frecuentes cambios de posición necesarios para reequilibrarse y situarse en el lugar óptimo para golpear, unido a los continuos desplazamientos laterales rápidos y cortos durante los partidos, confieren por su parte, a las manifestaciones explosiva y reactiva de la fuerza de los miembros inferiores (Corso e Inouye, 1988; Demetrovic, 1977; Lievoux, 1981; Orfeuill, 1982), un papel fundamental en estos deportistas.

La elasticidad, definida como la capacidad de estiramiento y de relajación muscular, también se considera determinante en el juego. Un estado deficitario de la misma, no sólo implica una reducción de la amplitud gestual, sino también un deterioro de la coordinación neuromuscular, y consecuentemente de la velocidad (Pradas, 2002).

Además de la automatización y puesta en práctica de los golpes entrenados, el jugador de Tenis de Mesa debe integrar correctamente sus conocimientos técnicos, su

energía física, y su preparación psicológica, para poder lograr unos resultados óptimos (Pradas, 2002). La lucha intelectual continua que se produce en la mente de estos deportistas en el transcurso de la competición, confiere por su parte a la táctica de juego, un papel crucial en la consecución del éxito deportivo (Lievoux, 1981; Orfeuill, 1982).

Desde el punto de vista de las demandas energéticas, el tenis de mesa se considera un deporte mixto aeróbico-anaeróbico (Faccini, Faina, Scarpellini y Dal-Monte, 1989). Durante las competiciones se dan ciclos de trabajo muy intensos, interrumpidos por pequeñas pausas que permiten la reposición relativa de los sistemas energéticos deplecionados. La resistencia aeróbica tiene un papel sumamente importante, como cualidad física que permite al jugador afrontar adecuadamente la duración de la competición y recuperarse rápidamente en las frecuentes interrupciones que tienen lugar a lo largo del juego, ayudándole a mantener, en definitiva, la intensidad del esfuerzo a lo largo del juego, e incrementando el rendimiento deportivo.

Aunque se conocen de forma genérica e intuitiva las exigencias físicas más relevantes en este deporte, aún existen muchos interrogantes en relación a la condición física ideal de sus deportistas y a los métodos concretos de control del entrenamiento, hechos, que justifican el interés e incluso la necesidad de diseñar unos test adecuados, que sean capaces de aportar datos fiables y eminentemente prácticos, a la hora de planificar los entrenamientos para obtener mejoras en el rendimiento deportivo.

Uno de los parámetros más importantes en la planificación del entrenamiento, tanto en Tenis de Mesa como en cualquier otra disciplina deportiva, es la elección individualizada de las cargas de trabajo. Tal es así, que éstas, deben ser, y de hecho normalmente son aplicadas en relación a la capacidad funcional del sujeto (Corso e Inouye, 1988; Demetrovic, 1977; Lievoux, 1981).

El medio habitual en el que se desarrolla el entrenamiento, es sin lugar a dudas el escenario idóneo para llevar a cabo este tipo de evaluaciones. Aquí, el entrenador y/o el médico deportivo pueden aplicar test de campo, más o menos específicos, con el fin de determinar las intensidades de trabajo adecuadas a partir de las respuestas fisiológicas al esfuerzo físico realizado. Así pues, variables como la frecuencia cardiaca o los niveles sanguíneos de ácido láctico, se consideran fieles indicadores de las respuestas y adaptaciones del organismo al entrenamiento.

Una vez establecidas las intensidades de trabajo con ayuda de estos u otros medios, y después de haber sido llevadas a la práctica, es muy importante verificar que el plan de entrenamiento aplicado, responde adecuadamente a las expectativas iniciales. Para este fin, es habitual la realización de controles periódicos sobre algunas de los entrenamientos llevados a cabo, siendo fundamental respetar el desarrollo normal de la sesión de ejercicio, tanto en lo que respecta a las cargas de trabajo, como al escenario habitual de dicho entrenamiento.

Por ello, son los evaluadores quienes suelen desplazarse al campo, aplicando allí las pruebas, y midiendo los parámetros necesarios para ajustar posteriormente el plan de trabajo. La utilización de equipos portátiles y sistemas de telemetría, permite efectuar este tipo de evaluaciones con gran precisión y rapidez, pudiendo cuantificar sobre el terreno y de forma fiable, toda una serie de variables fisiológicas que pueden informar (Corso e Inouye, 1988; Demetrovic, 1977; Lievoux, 1981; Orfeuill, 1982; Barchukova y Salakova, 1991) de los cambios experimentados por el organismo, en respuesta al ejercicio.

## Objetivos

Partiendo de la necesidad de ampliar los conocimientos actuales acerca de los métodos específicos de control del entrenamiento en Tenis de Mesa, así como de la condición física ideal sus jugadores, el objetivo prioritario de este estudio se centró en el diseño de un protocolo de pruebas, que aplicadas a través de una metodología sencilla y fiable, pudiesen aportar una información específica a los médicos y entrenadores, sobre el estado de salud y la condición física de los jugadores, con el objeto de estandarizar de alguna forma, el control específico del entrenamiento en esta disciplina deportiva.

El objetivo secundario se dirigió a evidenciar, a partir del análisis comparativo de las variables incluidas en el protocolo de la investigación, las posibles diferencias en relación al estado de salud y de condición física de 3 grupos de jugadores de diferente sexo y categoría deportiva.

## Sujetos, material y métodos

El estudio fue llevado a cabo con 16 jugadores de Tenis de Mesa, 4 eran jugadores de élite de nivel internacional, todos ellos varones, mientras que los

12 restantes pertenecían al programa de Talentos Deportivos de la Real Federación Española de Tenis de Mesa (RFETM), en las categorías benjamín, alevín, infantil y juvenil, 7 de sexo masculino y 5 de sexo femenino.

Los resultados del estudio fueron analizados por grupos, según criterios de categoría deportiva y de género. Para ello, se estratificó inicialmente la muestra en dos niveles: jugadores de categoría absoluta o grupo élite y jugadores nacionales, subdividiendo posteriormente al segundo grupo en dos: grupo niños y grupo niñas. Las edades medias y las correspondientes desviaciones típicas de cada uno de los 3 grupos, expresadas en años, fueron  $24,3 \pm 3,76$  para el grupo élite,  $12,47 \pm 1,69$  para el grupo nacional de sexo masculino, y  $13,61 \pm 1,83$  para el femenino.

El protocolo de estudio incluyó: determinación de peso, talla, estudio de la composición corporal y grado de hidratación, analítica sanguínea, test de campo con medición de niveles de lactato y registro de la frecuencia cardiaca, en situación pretest, final de test y posttest.

La **composición corporal y el estado de hidratación**, se cuantificaron antes de la realización de las pruebas analíticas sanguíneas y el test de campo. Para ello, se utilizó un analizador de bioimpedancia marca Biodinamics, Modelo 310 V6.1, previa determinación del peso y la talla de cada uno de los sujetos, y teniendo en cuenta las consideraciones de aplicación necesarias para asegurar la exactitud y fiabilidad de esta técnica bioeléctrica: ausencia de ingesta alimenticia durante las 5 horas previas a la prueba, no realización de ejercicio físico durante las 12 horas anteriores, y no consumo de alcohol, ni cafeína, en el transcurso de las 24 horas anteriores a la misma.

La bioimpedancia es un procedimiento rápido, no invasivo y reproducible, que basándose en la resistencia del organismo a un flujo bajo de corriente eléctrica, permite cuantificar de forma directa la proporción de los diferentes componentes corporales, en este caso, según un modelo bicompartimental: peso graso y peso libre de grasa o peso magro. Aunque la variante empleada en nuestro estudio fue la de frecuencia única, con menos ventajas que la tecnología multifrecuencia, al no discriminar entre agua intra y extracelular, se descartó a través de anamnesis y exploración física, la presencia de trastornos importantes de hidratación entre los participantes, con el fin de obviar, o al menos reducir significativamente posibles errores en la interpretación de los resultados.

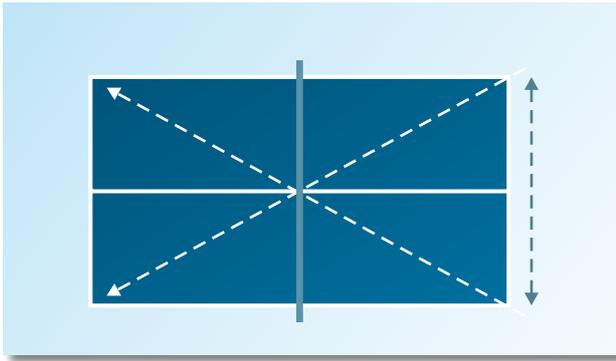


Figura 1

Vista cenital del test.

El **análisis sanguíneo** incluyó la determinación de diversos parámetros bioquímicos. De entre ellos y por tener una especial relevancia en el ámbito del rendimiento deportivo, se analizaron: urea, creatinina, LDH y CPK. Para el estudio hematológico se realizó hemograma completo y fórmula leucocitaria. La obtención de la muestra sanguínea se llevó a cabo mediante venopunción periférica, con el deportista en ayunas a primera hora de la mañana, empleando para la recogida tubos de vacío con EDTA para el análisis hematológico y sin aditivos para la obtención de suero.

La valoración hematológica se efectuó mediante un analizador marca Coulter modelo A<sup>c</sup>T diff, cuya medición se fundamenta en el principio coulter, que consiste en la discriminación de la diferencia en la resistencia al paso de una suspensión de células sanguíneas, a través de un pequeño orificio, condicionada por el diferente tamaño de las mismas, cuando se aplica simultáneamente,

una corriente eléctrica. El análisis bioquímico, se efectuó mediante un Chemistry System modelo Advia 1650 de los Laboratorios Bayer, por centrifugación de suero en la muestra sanguínea venosa. Ambas determinaciones, hematológica y bioquímica, se realizaron en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada.

El **test de campo** diseñado para el estudio consistía en realizar una secuencia de golpes durante un tiempo determinado: un golpeo de derecha, un desplazamiento en paralelo y un golpeo de revés de forma continuada durante treinta segundos (*figura 1*). El jugador debía golpear las pelotas enviadas sin efecto, sobre ambos ángulos de la mesa, mediante la habilidad técnica específica denominada *topspin de derecha y de revés*, a la vez que intentaba introducir la pelota golpeada sobre la diagonal natural. La frecuencia de lanzamiento de las pelotas era de una por segundo. Se diseñó para la recogida de los datos una hoja de registro para anotar los aciertos realizados sobre la zona prediseñada, la frecuencia cardíaca y las diferentes tomas de lactato. El material empleado para la prueba fue el específico de este deporte: mesa y red homologadas por la RFETM, modelo ENEBE, pelotas Nittaku\*\*\* de 40 mm y raquetas.

Antes de iniciarse el test, los jugadores realizaron un calentamiento estandarizado de 10 minutos de duración.

El *topspin* (*figura 2*) es el principal golpe ofensivo del tenis de mesa moderno. Su ejecución técnica final es el resultado de una cadena cinética de movimientos iniciados en las extremidades inferiores, que finalizan cuando la extremidad superior dominante impacta, mediante la raqueta, sobre la pelota. Es un movimiento que



Figura 2

Topspin de derecha (A) y Topspin de revés (B).

se ejecuta de abajo hacia arriba y desde atrás hacia delante con una velocidad y aceleración máxima. Su objetivo es el de imprimir a la pelota una gran rotación (efecto), debido sobre todo a la fricción producida, a una elevada velocidad, entre el conjunto de la raqueta (madera y revestimiento) y la pelota.

Con el fin de asemejar el test a la situación real del juego, se estableció una duración máxima del mismo en 30 segundos, no considerándose que una prolongación de la prueba más allá de este tiempo fuese adecuada, por el hecho de que en competición, la disputa de un punto no alcanza el medio minuto de tiempo. Por otra parte, una duración inferior a esta, limitaría sensiblemente la valoración de las respuestas fisiológicas al esfuerzo físico realizado.

La **frecuencia cardiaca** de cada sujeto, fue monitorizada mediante un pulsómetro tipo Polar Vantage NV, registrando los valores en tres situaciones: al concluir el período de calentamiento previo al test de campo, al finalizar dicho test y al alcanzar el primer minuto de recuperación.

Las 3 muestras de sangre capilar para las **determinaciones de lactato**, fueron tomadas en las mismas circunstancias que la frecuencia cardiaca, obteniéndose a través de punción digital en la mano no dominante. Para el análisis de lactemias, se empleó un Microfotómetro marca Dr. Lange Cuvette Test modelo LKM-140 con un filtro de 520 nm, y el método usado para su determinación fue el LOX-PAP. (Fig. 3)

En cuanto al **tratamiento estadístico** de los datos, el parámetro de tendencia central empleado para expresar los valores de las variables cuantitativas incluidas en el protocolo de estudio, fue la media aritmética, utilizándose como medida de dispersión la desviación estándar de dicha media. Para la estadística inferencial se utilizó el test de Kruskal Wallis, un método no paramétrico para la comparación de más de dos muestras independientes, considerando significativas aquellas diferencias cuyo valor de probabilidad debido al azar ( $p$ ) resultó inferior a 0,05. La asociación entre variables se realizó a través del coeficiente de correlación de Pearson.

## Resultados

Los datos obtenidos a partir del estudio de impedancia bioeléctrica, mostraron unos niveles de hidratación adecuados para el grupo de élite, aceptables pero susceptibles de mejora, para el grupo niños y deficientes para el grupo niñas, considerándose como adecuados los va-

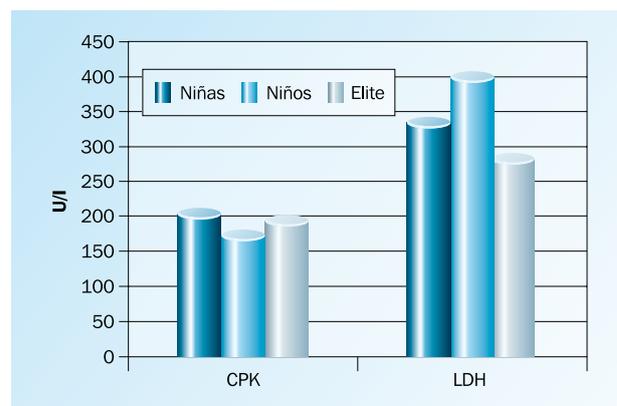


**Figura 3**

Punción digital para la extracción de sangre.

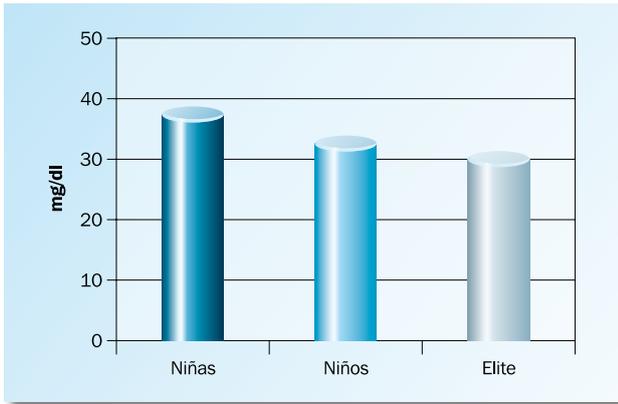
lores superiores al 60 % del peso corporal total y como deficientes los situados por debajo del mismo. En cuanto al porcentaje de tejido graso, el rango correspondiente al grupo de élite se situó entre un 9,6 y un 12,6 %, el del grupo de niños entre un 10,1 y un 18,6 %, y el de las niñas entre un 18,6 y un 29,5 %, que expresados como porcentajes medios corresponden a un 10,1 %, 25,4 %, 14,02 % y 23,45 %.

Los únicos parámetros bioquímicos que mostraron diferencias significativas entre los grupos de estudio, fueron la creatin fosfo quinasa (CPK) y la láctico deshidrogenasa (LDH). La primera de estas enzimas, manifestó los niveles más elevados en el grupo de niñas ( $259,8 \pm 59,5$  U/I), seguido del grupo de jugadores de élite ( $218,0 \pm 109,8$  U/I). En cuanto a la LDH, las medias más altas correspondieron al grupo de niños ( $406,0 \pm 117,3$  U/I), detectándose las cifras más bajas en los jugadores de la categoría absoluta ( $306,0 \pm 23,0$  U/I). (Gráfica 1)

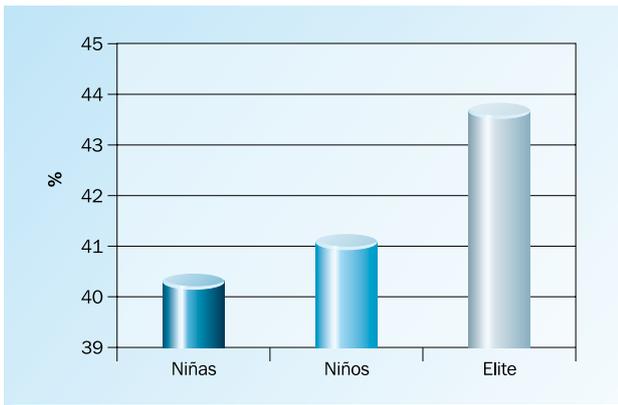


**Gráfica 1**

Valores medios de CPK y LDH.



**Gráfica 2**  
Valores medios de urea.

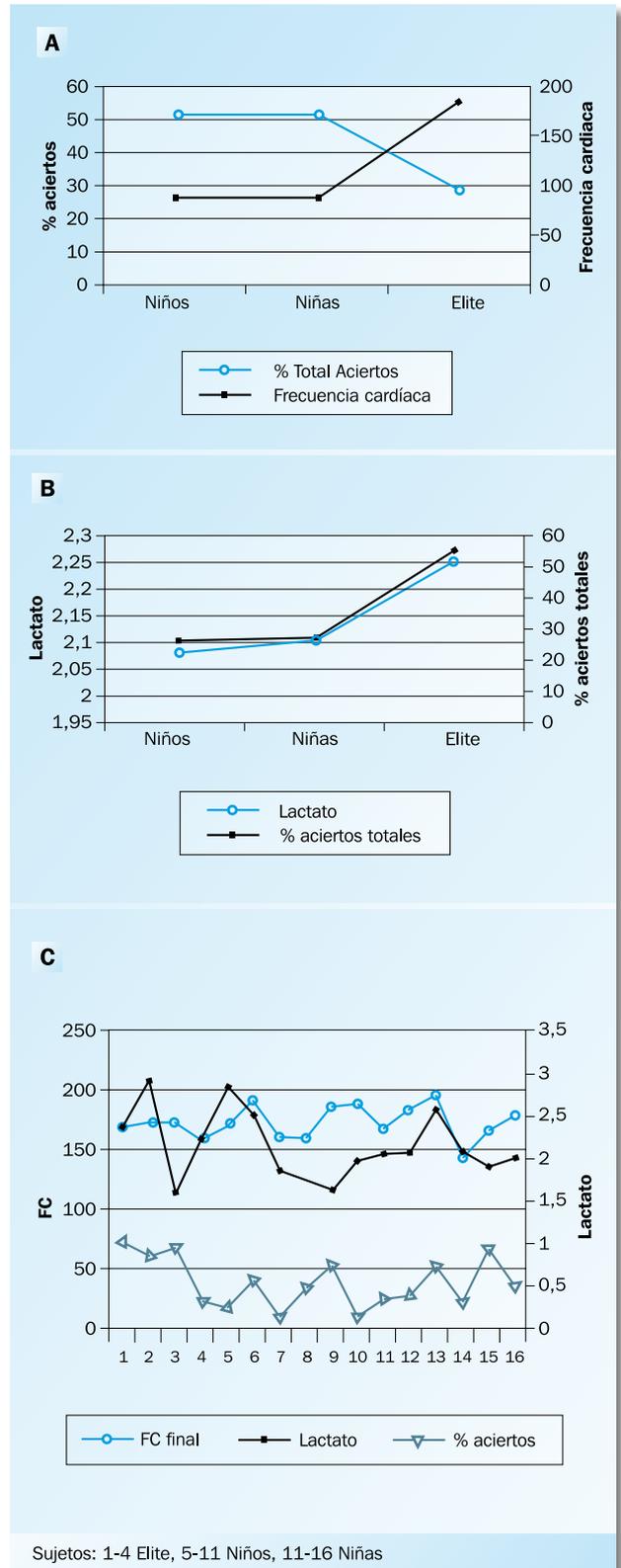


**Gráfica 3**  
Valores medios de hematocrito.

Los valores más elevados de urea, se hallaron en el grupo de jugadoras ( $38,8 \pm 12,3$  mg/dl) y los más bajos en el grupo élite ( $33,25 \pm 7,84$  mg/dl). (Gráfica 2)

El análisis hematológico de los parámetros de la serie roja (eritrocitos, hemoglobina y hematocrito), evidenció las cifras más bajas en el grupo de las niñas, mientras que las más altas, fueron encontradas en el grupo de jugadores de élite. (Gráfica 3)

En cuanto a los datos obtenidos a partir del test de campo aplicado, el porcentaje medio de aciertos totales obtenido en el grupo de jugadores de élite (56,7 %) resultó significativamente más elevado que el de los otros dos grupos (26,6 % en las niñas y 26,4 % en niños). Analizando el porcentaje de aciertos por golpes (derecha y revés), se obtuvieron los siguientes resultados: 55,6 % y 57,5 % respectivamente para el grupo élite, 25,1 % y 28,15 % para el grupo niños y 47,28 % y 32,3 % para el grupo niñas. (Gráfica 4a, b y c)



**Gráfica 4**  
Relación frecuencia cardiaca, lactato y % de aciertos.

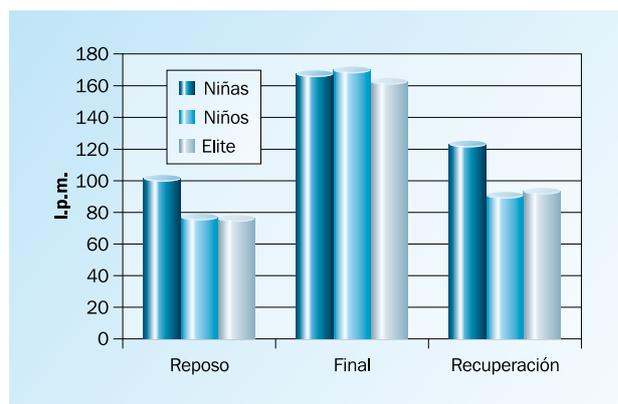
Las frecuencias cardiacas medias más elevadas se hallaron en el grupo femenino, aunque las diferencias con respecto a los otros dos grupos, sólo fueron significativas en las determinaciones pretest y de recuperación. Las frecuencias cardiacas medias de los grupos élite y niños resultaron muy similares en los tres registros: antes del comienzo de la prueba, al finalizar la misma y tras el primer minuto de recuperación. (Gráfica 5)

Los niveles de lactato previos al test de campo, manifestaron las cifras más altas en el grupo femenino. En cuanto a los valores detectados al finalizar la prueba, prácticamente no evidenciaron diferencias entre los tres grupos. Sin embargo, los correspondientes al período de recuperación resultaron más altos en el grupo de categoría absoluta. (Gráfica 6)

El test de Pearson aplicado mostró una correlación muy débil entre el número de aciertos totales y las frecuencias cardiacas medias al final de la prueba, vinculándose ambos parámetros de forma inversa.

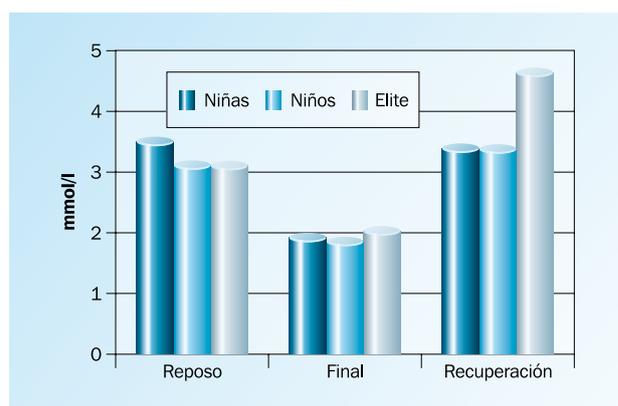
## Discusión

El estado general de hidratación de los jugadores, valorado a través de bioimpedancia, mostró la conveniencia de reforzar la ingesta hídrica en estos deportistas, sobre todo en los dos grupos más jóvenes y especialmente en el grupo femenino (Chen, Wang, Li, Zhao, Wang, Jiao y Hou, 1989; Leso, Demetrovic y Piric, 1982; Pillardeau, Vaysse, Garnier, Joublin y Valeri, 1979). Algunos estudios llevados a cabo en competiciones de tenis de mesa, han llegado a cuantificar pérdidas hídricas de hasta 1,6-1,8 litros, durante sesiones de 3 horas de duración, cifras que vendrían a representar aproximadamente entre un 1,4 y un 2,9 % del peso total. Se ha comprobado que una disminución de agua corporal de tan solo un 2 % del peso del sujeto, puede hacer descender hasta en un 20 % el rendimiento deportivo y deshidrataciones superiores al 5 %, podrían provocar además, perjuicios considerables para la salud. Si el ambiente en el que se desarrolla el juego además de caluroso es muy húmedo, también podrían comprometerse las funciones de termorregulación, por la dificultad del organismo para descender, en estas circunstancias, la temperatura corporal mediante evaporación. Todos estos datos vienen a subrayar la importancia que posee un buen estado de hidratación entre los deportistas, no sólo por razones de rendimiento, sino también y prioritariamente, por cuestiones de salud.



▲  
**Gráfica 5**

Valores medios de la frecuencia cardíaca.



▲  
**Gráfica 6**

Valores medios de lactato.

A tenor de la escasez de datos bibliográficos disponibles en torno al estudio de la composición corporal de los jugadores de tenis de mesa, es posible evidenciar que la bioimpedancia eléctrica, no ha sido hasta el momento, un procedimiento muy utilizado en los controles de salud llevados a cabo en estos deportistas. Aunque la falta de valores de referencia específicos en este sentido, no permite la evaluación precisa de los resultados obtenidos, diversos estudios científicos han demostrado la gran correlación existente entre los porcentajes grasos obtenidos mediante dicha técnica, y los determinados a través de procedimientos clásicos, como la medición de pliegues cutáneos, sobre los que sí existen algunas publicaciones.

Por tanto, al comparar los niveles de grasa corporal de estos jugadores, con las referencias existentes en la literatura (valores medios calculados a partir de datos aportados por diversos centros nacionales, Centro Regional de Medicina Deportiva de Castilla y León y datos

procedentes de un estudio realizado con jugadores de tenis de mesa a nivel europeo), se puede deducir que sólo el grupo élite, presentó unos valores adecuados para su deporte y sexo, manifestando el grupo de niños unas cifras situadas en el límite superior de la normalidad y el de niñas, unos porcentajes que sobrepasaron de forma evidente los rangos óptimos establecidos. No obstante, los datos de composición corporal del grupo femenino, diferían ligeramente según la referencia consultada; el somatotipo medio de las jugadoras de tenis de mesa, calculado a partir de los datos procedentes de centros nacionales, muestra un predominio del componente muscular sobre el graso, mientras que el estudio de Eiben y Eiben a nivel Europeo, refleja un somatotipo mesoendomórfico, esto es, un predominio del compartimento de tejido graso sobre el muscular (Canda, 1993).

Es preciso considerar también, que aunque el porcentaje de tejido graso de los dos grupos de jugadores más jóvenes, sobre todo el de las niñas, manifestó unos valores sensiblemente elevados, las cifras podrían haber sido sobrevaloradas debido al deficiente estado de hidratación de las mismas. No olvidemos que el agua es un excelente medio conductor de la electricidad y por tanto, una reducción de líquidos corporales se traduciría en un incremento de la bioimpedancia, es decir, de la resistencia al paso de la corriente eléctrica a través de los tejidos, lo que sería reflejado por el aparato analizador, como unos niveles grasos por encima de los reales. Por ello, con el fin de minimizar el grado de error atribuible a estas circunstancias, se descartó a través de los medios descritos en el apartado de metodología, la presencia de trastornos importantes de hidratación, entre los participantes en el estudio (Gómez, Maravall, Gómez y Soler, 2000).

El porcentaje de peso magro, más elevado en el grupo de categoría absoluta con respecto a los otros dos, concuerda con el somatotipo de predominio mesomórfico, característico de los jugadores de tenis de mesa mejor entrenados.

A pesar de los inconvenientes ligados a esta técnica bioeléctrica, su reproductibilidad, facilidad de manejo, rapidez de aplicación y lectura, y bajo costo, la convierten en un instrumento de gran ayuda en el control de cambios del estado nutricional y en el balance hídrico durante el periodo de entrenamiento, tanto de esta, como de otras disciplinas deportivas.

En relación a la bioquímica sanguínea, la creatín fosfoquinasa, un enzima muscular sérico cuyos niveles plasmáticos vienen determinados por la duración y el tipo de ejercicio, se utiliza habitualmente como indicador de in-

tensidad del esfuerzo físico realizado, y del daño estructural provocado por el mismo. Sus rangos normales, que en situación basal se sitúan en torno a las 40-50 UI en varones y 30-40 UI en mujeres, superan frecuentemente las 200 UI tras esfuerzos relativamente intensos, considerándose cifras superiores a 300 UI, muy sugerentes de sobreesfuerzo en ausencia de patologías musculoesqueléticas o cardíacas de base, que puedan justificar estos incrementos. El ejercicio físico intenso suele modificar significativamente los niveles de CPK en las primeras 24 horas, descendiendo de forma sensible a partir de este momento. La cuantificación periódica de esta proteína, junto a la valoración de las características del esfuerzo físico realizado, resultan de gran valor para el conocimiento de las cargas de trabajo a las que están siendo sometidos los deportistas.

Los valores más elevados de CPK detectados en el grupo femenino, podría ser atribuido a un peor nivel de condición física y a un sistema metabólico aún inmaduro, que impide a las deportistas asimilar adecuadamente cargas elevadas y reiteradas de esfuerzo físico (Orfeuill, 1982; Pueschel, 1978). Los niveles más elevados de otro de los marcadores asociados a daño muscular, el enzima láctico deshidrogenasa, en los dos grupos de jugadores más jóvenes, podrían ser interpretados de forma análoga a los de la CPK.

La urea, se utiliza frecuentemente, como marcador del funcionalismo renal, pero también se relaciona con la deshidratación y con el catabolismo proteico. Por tanto, las cifras más altas en el grupo femenino, resultan compatibles con el peor estado de hidratación de estas jugadoras y con el considerable estado catabólico evidenciado a través de los elevados niveles de proteínas de daño muscular.

En cuanto al análisis hematológico, las cifras más bajas de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito, fueron detectadas en el grupo femenino, tal y como se esperaba, teniendo en cuenta la relación que guardan estas variables con el sexo. Aunque no se hallaron valores patológicos en ninguna de las analíticas, las cifras correspondientes a los parámetros de serie roja podrían ser susceptibles de mejora a través de un entrenamiento físico adecuado, entre los dos grupos más jóvenes, con el fin de obtener beneficios en el rendimiento deportivo (Lievoix, 1981; Orfeuill, 1982; Allen, 1986; Madhosingh, 1984).

Ya se comentó en el apartado introductorio de este artículo, que el tenis de mesa, desde el punto de vista del metabolismo energético, posee características mix-

tas aeróbico-anaeróbicas. Concretamente, la resistencia aeróbica posee un papel fundamental en estos jugadores, puesto que les permite afrontar adecuadamente la duración de la competición, posibilitando por otra parte, la recuperación de sus sistemas energéticos anaeróbicos rápidamente agotados durante esta actividad.

El consumo máximo de oxígeno, es una medida objetiva de la capacidad aeróbica de un sujeto, relacionándose directamente con la captación de oxígeno del exterior, su transporte a través de la sangre, y el consumo del mismo por parte de los tejidos (músculo), con el fin de obtener energía a través de la metabolización de diversos sustratos. Puesto que uno de los eslabones básicos que intervienen en este proceso, es el transporte de oxígeno a través de la hemoglobina, unos valores de esta proteína situados en el rango superior de la normalidad, podrían mejorar de alguna forma, la capacidad aeróbica del sujeto, tal y como se comentó, al hacer referencia a los resultados hematológicos.

Las frecuencias cardiacas medias más bajas, registradas antes de aplicar el test de campo, tanto en el grupo de élite como en el de niños, concuerdan con la mejor condición física de sus componentes. Las frecuencias medias correspondientes al primer minuto de la finalización del test, situadas por debajo de los 100 lpm tanto en el grupo de élite, como en el de niños, evidenció una recuperación aceptable de estos jugadores; por el contrario, los valores superiores a los 120 lpm en las niñas, sugirieron una recuperación cardiaca deficiente, condicionada probablemente, por un peor acondicionamiento físico (Faccini, Faina, Scarpellini y Dal-Monte, 1989; Al-Kurdi, 1992; Dal Monte, Faina, Maglio, Sardella y Guide, 1982).

Anteriormente, se resaltó la importancia del metabolismo aeróbico en esta actividad deportiva, no obstante, si se tienen en cuenta las particularidades del juego, es posible evidenciar que la rapidez de movimientos desarrollados durante el mismo, otorga también al trabajo anaeróbico, un papel muy relevante en la consecución del éxito de la competición, un aspecto que fue valorado en este estudio, a través del test de campo aplicado. Por otra parte, las frecuencias cardiacas medias registradas durante la competición (150-175 pulsaciones por minuto) (Orfeuill, 1981; Biener y Oeschlin, 1975) sensiblemente inferiores a las de otros deportes, podrían apuntar a unas exigencias cardiopulmonares relativamente más bajas en este juego.

Los rangos de lactatemias en jugadores de tenis de mesa, a los que hace referencia la bibliografía, oscilan

entre 3,0 y 6,2 mmol/L aproximadamente, unas cifras situadas por debajo de las obtenidas en otros deportes. Recordemos, que el ácido láctico es un metabolito producido a partir de la degradación de glucosa en ausencia de oxígeno (glucólisis anaeróbica), por lo tanto, unas concentraciones sanguíneas medias relativamente bajas, pueden hacer pensar que el metabolismo anaeróbico utilizado, depende fundamentalmente del sistema aláctico o sistema de la fosfocreatina, que permite afrontar grandes e imprevistas demandas de energía, para cumplir trabajos musculares intensos, pero durante un tiempo muy limitado.

No obstante, la mayor parte de los datos encontrados en la literatura médico-deportiva, no especifican si las determinaciones llevadas a cabo corresponden a concentraciones de ácido láctico sistémicas, o locales, un dato importante a considerar, ya que los valores detectados a nivel de los músculos más activamente implicados en los movimientos habituales del juego (como es la mano dominante), probablemente reflejen cifras superiores a los niveles generales.

En este estudio, los niveles más elevados de lactato capilar, determinado antes de aplicar el test, correspondieron al grupo de las niñas, tal y como se esperaba, dado su peor estado de condición física. Los valores del final de la prueba, que se mostraron en torno a los 2 mmol/l en los tres grupos, podrían identificarse más con unas cifras de reposo o del inicio de una actividad física, que con las del final de un ejercicio. La razón fundamental de este hallazgo, podría tener su explicación en la dinámica de participación de los sistemas energéticos durante el ejercicio, en relación al tiempo.

Aunque existen ligeras diferencias según la fuente bibliográfica consultada, la mayoría de las referencias coinciden en afirmar que el sistema anaeróbico aláctico en el ejercicio, se inicia de forma instantánea, y que su capacidad se prolonga durante los primeros 15-20 segundos del esfuerzo; por el contrario, los procesos anaeróbicos lácticos de obtención de energía, suelen tardar unos segundos en ponerse en marcha, alcanzando su potencia máxima, a los 20-50 segundos del inicio del ejercicio, y prolongándose su capacidad durante 10 minutos aproximadamente.

Por tanto, la brevedad y las características del test aplicado, podrían sugerir la intervención predominante del metabolismo de la fosfocreatina, sobre el sistema anaeróbico láctico, lo cual, es congruente con las lactatemias relativamente bajas alcanzadas al final de esta prueba, teniendo en cuenta que el primero de los sistemas

mencionados, no implica la producción de este metabolito ácido. Por otra parte, los niveles alcanzados en el primer minuto de recuperación, superiores a 4 mmol/l en el grupo de categoría absoluta, y en torno a los 3,5 mmol/l en niños y niñas (cifras similares a las aportadas por Marchant y obtenidas mediante test de laboratorio (Corso e Inouye, 1988; Faccini, Faina, Scarpellini y Dal-Monte, 1989; Marchant, 1995; Seliger, 1968), informan fundamentalmente, sobre un proceso glucolítico de carácter anaeróbico, iniciado durante el test físico, y que debido a la corta duración de la prueba, no pudo ser valorado adecuadamente en el momento en que finalizó la misma.

En conclusión, las pruebas incluidas en el protocolo aplicado, pueden aportar una información útil sobre el estado de salud y de condición física de los jugadores de tenis de mesa. No obstante, aunque el test de campo proporciona datos de interés acerca del funcionamiento de los sistemas energéticos de tipo anaeróbico, tan importante en estos deportistas, podría ser conveniente ampliar el número de tomas de muestras sanguíneas así como del registro de frecuencias cardíacas, durante el período de recuperación.

## Bibliografía

- Al-Kurdi, Z. (1992). Methods for obtaining dynamic data during table tennis performance. *International Journal of Table Tennis*, 1, 69-72.
- Allen, G. D. (1986). *Physiological characteristics of elite table tennis athletes and their responses to high level competition*. Belconnen: National Sports Research Program of the Australian Sports, 16.
- Barchukova, G. V.; Salakova, E. V. (1991). Ergometric characteristics of table tennis. *Soviet sports review, Dec*, 4, 164.
- Biener, K.; Oeschlin, M. (1979). Sportmedizinisches profil des tischtennispielers. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 12, 406-409.
- Canda, A. (1993). Valores cineantropométricos de referencia. Esparza, E. *Monografías FEMEDE. Manual de cineantropometría*. 171-215. Pamplona: FEMEDE.
- Chen, J.D.; Wang, J. F., Li, K. J., Zhao, Y. W., Wang, S. W., Jiao, Y. y Hou, X. Y. (1989). Nutritional problems and measures in elite and amateur athletes. *Am. J. Clin. Nutr.*, 5, 1084-1089.
- Corso, M.; Inouye, C. (1988). Table tennis takes a test. *Table tennis topics, Junio-Julio*, 5, 50 y 80.
- Dal Monte, A., Faina, M., Maglio, A., Sardella, F. y Guide, G (1982). Cardiotelemetric and blood lactate investigations in paraplegic subjects during several sports activities. *J. Sports Med. Phy. Fitness*, 2, 172-184.
- Demetrovic, E. (1977). Structure of sports performance of top level table tennis players. *Trener, Febrero*, 2, 8-11.
- Faccini, P.; Faina, M.; Scarpellini, E. y Dal-Monte, A. (1989). Il costo energetico nel tennistavolo. (Energy cost in table tennis.) *Scuola dello sport, Oct-Dec*, 17, 38-42.
- Gómez, J. M.; Maravall, J.; Gómez, N. y Soler, R. (2000). Antropometría y valores de referencia de la composición corporal y bioimpedancia en la población adulta de L'Hospitalet de Llobregat. *Med Clin* 115, 451-454.
- Leso, J.; Demetrovic, E. y Piric, J. (1982). Fyziologicke pozadavky na hrace vrcholoveho stolniho tenisu. (Physiological requirements of superior table tennis players). *Teorie a praxe telesne vychovy*, 2, 81-86.
- Lievoux, O. (1981). Point de vue medical sur le record de France. *Technique pour tous. Jan-Feb-Mar*, 35, 62-63.
- Madhosingh, C. (1984). Exercise and human condition. *OTTA update*, 19-20.
- Marchant, F. (1995). Importance of the evaluation of the anaerobic lactic acid pathway in table tennis. Ann Arbor, Michigan: University Microfilme International.
- Orfeuill, F. (1982). *Le tennis de table: physiologie et entraînement*. Paris: Institut national du sport et de l'éducation physique (I.N.S.E.P).
- Pilardeau, P.; Vaysse, J.; Garnier, M.; Joublin, M. y Valeri, L. (1979). "Secretion of eccrine sweat glands during exercise". *Br J Sports Med*, 3, 118-121.
- Pradas, F. (2002). De la iniciación al perfeccionamiento en el juego de dobles. Un caso práctico en tenis de mesa. En D. Cabello, *Fundamentos y enseñanza de los deportes de raqueta y pala* (95-110). Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Granada.
- (2005). Evaluation of the isometric maximal force of the superior extremities in high level table tennis players. *Journal of Sports Sciences*, number 6. Shanghai International Table Tennis Federation (In press).
- Pueschel, K. (1978). Physiology of table tennis. *Deutsche Zeitschrift fuer Sportmedizin, Dec*, 112, 357-360.
- Rittel, H. F. y Waterloh, E. (1975). Radiotelemetric tests during tennis, badminton and table tennis matches. *Sportarzt & Sportmedizin, Aug* 8, 177-178; 180-181.
- Seliger, V. (1968). Energy metabolism in selected physical exercises. *Internationale Zeitschrift fuer angewandte Physiologie* 2. 104-120.