

Volumen 3 / Número 4 / 2011

Revista mexicana de investigación en cultura física y deporte



Sinade
REVISTA NACIONAL DE CULTURA FÍSICA Y DEPORTE



Volumen 3/ Número 4/ 2011

Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte

Comité ejecutivo

Lic. Bernardo de la Garza Herrera, director general de la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte.
Lic. Jaime Gutiérrez Jones, subdirector general del Deporte de la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte.

Director de la revista

Dr. William Alfonso Maldonado Mauregui, director de la Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos y presidente de la Comisión de Formación, Capacitación, Certificación e Investigación del SINADE.

Coordinador de la revista

Dr. Oswaldo Ceballos Gurrola, director de la Facultad de Organización Deportiva de la UANL.

Comité editorial

Mtro. Paulino Rafael Pérez Prado, subdirector técnico de Capacitación para el Deporte de la Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos.
Mtro. Pedro Ezequiel Gómez Castañeda, subdirector académico de la Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos.
M.C. William Vargas Cano, secretario administrativo de la Facultad de Medicina de la UADY.
Mtro. José Luis Vidal Ávila, coordinador de Investigación de la Escuela Superior de Deporte del CODE de Jalisco.

Dr. Javier Álvarez Bermúdez, profesor investigador de la Facultad de Psicología de la UANL.

Dra. Claudia Carrasco Legleu, profesora investigadora de la Facultad de Educación Física y Ciencias del Deporte de la UACH.

Dra. Jeannette M. López Walle, profesora investigadora de la Facultad de Organización Deportiva de la UANL.

Mtro. José Arízaga Ibarra, jefe del Departamento de Titulación de la Escuela Superior de Deportes del CODE de Jalisco.

Dr. Jesús Jasso Reyes, profesor investigador de la Facultad de Educación Física y Ciencias del Deporte de la UACH.

Dr. Francisco Muñoz Beltrán, director de Posgrado de la Facultad de Educación Física y Ciencias del Deporte de la UACH.

Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivera, investigador de la Facultad de Organización Deportiva de la UANL.

Coordinador administrativo

Ing. Alejandro Chávez Cruz

Equipo de redacción

Lic. María Antonieta Gómez Dávila
Lic. Xóchitl González Covarrubias
Lic. Anayelli Acosta Padilla
Lic. Montserrat Salustia Vázquez Martínez
Lic. Brenda Rodríguez Vieyra

Diseño de portada: Patricia Luna Robles

Volumen 3/ Número 4/ 2011

La *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte* publica trabajos de carácter científico que contribuyan al desarrollo de la cultura física y el deporte.

Es una publicación semestral editada por la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, Camino a Santa Teresa 482, Colonia Peña Pobre, Tlalpan, México, D.F., C.P. 14060. Todos los textos se publican con la debida autorización de sus autores y sus derechos están protegidos por la ley. Toda correspondencia y comentarios deben dirigirse a la Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos, ubicada en Añil puerta 10, acceso J de Ciudad Deportiva Magdalena Mixhuca, Colonia Granjas México, Iztacalco, México, D.F., C.P. 08400, revistainvestigacion@conade.gob.mx. La edición consta de 2 000 ejemplares y se terminó de imprimir en diciembre de 2011 en los talleres de Ocelote, Servicios Editoriales, S.A. de C.V., donde también se realizó la composición tipográfica y el cuidado editorial. Registro de título e ISSN en trámite.

Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse de ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico o de fotocopia, sin la previa autorización por parte de los editores.

Impreso y hecho en México

Contenido

Editorial

7

Actividad Física y Salud

Suplementación con creatina en gimnastas de modalidad artística

Hugo Daniel Cerón Pérez

11

Ciencias Aplicadas

Polimorfismos genéticos para el aprovechamiento en el desarrollo del entrenamiento de alto rendimiento

José Alberto Valadez Lira

25

Clima motivacional percibido en gimnastas mexicanos

Heriberto Antonio Pineda Espejel

41

Habilidades psicológicas en atletas mexicanos de nivel de elite y preelite

Raquel Morquecho Sánchez

55

Biomecánica de ejecución en clavadistas mexicanos de elite

Adrián Jefe Elías Jiménez

71

Educación Física

Comportamiento del profesor en la clase de educación física de nivel primaria

José Leandro Tristán Rodríguez

93

Valoración de capacidades físicas en estudiantes de la Universidad de Colima

Santiago Ruiz Orozco

111

Transferencia de habilidades del balonmano al baloncesto en la clase de educación física

Adrián Alonso Ramírez García

121

Gestión del Deporte

Satisfacción con los servicios del Programa de Intervención de Actividad Física con Orientación Nutricional

Óscar Alberto Carranza García

139

Rendimiento Deportivo

Conceptualización, análisis y control de las capacidades coordinativas en el entrenamiento del tenis

Fernando Ochoa Ahmed

155

Desarrollo de la fuerza muscular en nadadores de rendimiento, su conversión y transferencia

Óscar Ramírez Contreras

171

Fatiga muscular en la recuperación activa por medio de la electromiografía superficial

Adriana Romero Gómez Pedroso

185

Alteración de la manifestación de la fuerza explosiva-elástica en función de la intensidad de nado previa en triatletas de nivel internacional

Javier Mon Fernández

191

Editorial



Mtro. José Arízaga Ibarra

Jefe del Departamento de
Titulación de la Escuela Superior
de Deportes del CODE de Jalisco

En pocos años, el Certamen Nacional de Investigación en Cultura Física y Deporte se ha convertido en el acontecimiento toral de la investigación de la cultura física en México. Parece tan cercano el 4 de mayo de 2007, fecha en que se aprobó su organización en el seno de la Comisión de Formación, Capacitación, Certificación e Investigación (CFCCI) del SINADE. Desde entonces, el Dr. William Alfonso Maldonado Mauregui, coordinador general del certamen, ha dirigido el proceso, dinámico e incluyente y fortalecido por la presente revista, a fin de que se convierta en el medio idóneo para aglutinar el trabajo científico de esta área del conocimiento en nuestro país.

Para los que hemos tenido la fortuna de seguir la evolución del certamen y de la revista que el lector tiene en sus manos, dicho desarrollo ha representado una reconfortante oportunidad para apoyar a la más noble e innata de las actividades humanas: la investigación. Con la labor académica que realizamos diariamente en la Escuela Superior de Deportes del CODE Jalisco, y con la participación de la comunidad de profesores, alumnos y especialmente de los directivos, hemos podido justipreciar el apoyo y la iniciativa de estos últimos para permitirnos ser parte activa de este esfuerzo común. Con su apoyo y preocupación por el trabajo intelectual ha sido posible que los alumnos de nuestra institución acudieran a las distintas sedes de las premiaciones, donde se llevaron a cabo exposiciones de los trabajos ganadores del Certamen Nacional de Investigación en sus tres ediciones (Pachuca, Puerto Vallarta y Monterrey). Ellos, futuros entrenadores, han sido testigos, con el aprendizaje y la retroalimentación correspondiente que les ha aportado, del trabajo que están haciendo las instituciones, sus estudiantes e investigadores.

Tanto las diferentes escuelas del país como los institutos del deporte han demostrado un empeño cada vez mayor, con el aporte de estudios hechos por mexicanos al corpus del conocimiento en la materia. Aquella antigua preocupación del Dr. Ignacio Chávez de producir nuestra propia investigación para ya no tener que importar estudios hechos en otros países, bajo otras condiciones, parece ser un hito en la labor de la CFCCI.

Entre esos esfuerzos cabe destacar el realizado por la Coordinación de Investigación de la ESUDE, que, como otras instituciones, ha trabajado infundiendo a los alumnos el interés por la investigación y las publicaciones, convencida de que ésta debe ser la principal herramienta de los nuevos profesionistas del deporte y la cultura física.

En este número 4 de la *Revista Mexicana de Investigación en Cultura Física y Deporte* presentamos los trabajos ganadores del Tercer Certamen Nacional, con una temática sugestiva, para ponerlos a consideración de la comunidad nacional e internacional, como el paso final de un valioso proceso: la comunicación científica. Sirva este editorial para reconocer el trabajo realizado por todos los estudiantes e investigadores que han participado enviando sus artículos y por los responsables que tomaron el reto de echarse a costas la producción de la presente publicación, convencidos de lo imprescindible de su existencia para cerrar el mencionado ciclo.

Actividad Física y Salud

Resumen

Se realizó un estudio de suplementación con creatina de cuatro semanas de duración con sujetos sometidos a un entrenamiento de fuerza básica, con una semana de carga (con dosis de 0.3 g/kg) y tres semanas de mantenimiento (con dosis de 0.05 g/kg); se compararon los cambios en pruebas tales como carrera de 15 m, saltos en plataforma (sj y cmj), comparativos de fuerza máxima en aparatos de gimnasio, y una antropometría inicial y final para comparar los cambios en los componentes en que la creatina puede llegar a tener algún efecto, como esfuerzos explosivos y/o de potencia. Así, con una población de cuatro sujetos, se corroboraron los promedios alcanzados y si había diferencias significativas entre el inicio de la suplementación y el final de la misma.

Palabras clave

Creatina, suplementación, gimnasia artística.

Abstract

A study on creatine supplementation was performed over 4 subjects undergoing basic strength training for a period of 4 weeks. The study contemplated one week of loading (0.3 g/kg dosage) and three weeks of maintenance (0.05 g/kg dosage). The changes were compared in events such as a 15 m race and platform jumps (sj and cmj). Comparisons in maximal strength with fitness equipment and an anthropometry at the beginning and at the end of the study were performed to compare changes in the components where the creatine can have some effect, such as explosive efforts and/or power efforts. The average scores on the 4 subjects were corroborated and the existence of any significant differences regarding the beginning and the end of the study were recorded.

Keywords

Creatine supplementation, basic strength training.

Suplementación con creatina en gimnastas de modalidad artística

Hugo Daniel Cerón Pérez^{1,3}

Daniel García Salazar¹

Julio César Dávila Ulloa¹

Lucía Rodríguez Camacho¹

Adrián Jéfté Elías Jiménez²

Adriana Romero Gómez Pedroso¹

Introducción

En la actualidad se ponen de moda las suplementaciones con muchos productos casi para cualquier tipo de deporte y prácticamente con indiferencia de las características de la actividad física practicada, su duración o el tipo de esfuerzo que ésta represente; además estos suplementos pueden conseguirse casi sin restricciones y prácticamente sin ninguna orientación. Por ello, se estudió uno de los suplementos más populares en la práctica de las actividades con esfuerzos explosivos, como es el caso de la creatina.

También se hizo referencia a un estudio con un panorama de distribución del suplemento entre jóvenes estudiantes que practicaban alguna actividad física.

Por otro lado, se planteó un bosquejo de la forma de acción del suplemento, así como su uso más eficiente según su acción biológica, las concentraciones de suplementación por individuo, posibles repercusiones de la ingesta del producto y controles para corroborar si hay una diferencia significativa a favor del sujeto que consume el producto, con pruebas y *tests*, como carreras de 15 m, saltos en plataforma de contactos SJ (*squat jump*) y CMJ (*counter movement jump*), comparativos de fuerza

máxima en aparatos de gimnasio en tren inferior y tren superior, así como también una antropometría inicial y final durante el estudio de la suplementación.

Marco teórico

Para poder tener un panorama de la suplementación con creatina tomamos en cuenta un estudio realizado en los Estados Unidos de América, en el cual se afirma que no existen datos suficientes para excluir los posibles riesgos a la salud de niños y adolescentes; asimismo, en el artículo se menciona la frecuencia de uso y los factores de riesgo en el uso de creatina, para lo cual se realizaron exámenes físicos previos a la práctica deportiva en cinco escuelas, en la primavera de 1999. Se incluyó a todos los estudiantes del 6° al 12° grado que participaran en cualquier deporte durante un año. El acopio de los datos y la evaluación fueron efectuados por personal no-relacionado, tras lo cual se entregó una encuesta confidencial. En ésta se preguntaba a los jóvenes si habían pensado en usar creatina, si sabían de alguien que la usaba o si ellos mismos la habían probado. También se les preguntó acerca de los factores que influyeron en sus decisiones. Las variables que se analizaron fueron:

¹ Tercer lugar del área Actividad Física y Salud en la categoría Abierta. Seudónimo: PierreCurie. Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos (ENED), Distrito Federal (zanzezs@gmail.com).

² Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

³ Instituto Politécnico Nacional (IPN).

edad, sexo, actividad física, conocimiento de la creatina y las razones por las cuales cada estudiante escogió o no usar creatina.

Con lo cual encontraron que sólo 5.6% admitieron el uso de la creatina, prevaleciendo el uso en escuelas privadas y entre el género masculino; fue también más significativo el predominio de la suplementación en deportes de fuerza, si bien se presenta en muchos deportes, incluidos los de resistencia. Las razones más comunes para no tomar creatina fueron: la seguridad, la falta de conocimiento, la falta de beneficio percibido y el alto costo. Además, 32.9% de los participantes sabían del uso por parte de otros deportistas y 13.6% habían pensado en probarla (Metzl, Small, Levine & Gershel, 2001).

A continuación se hace una breve descripción de la creatina y su forma de acción en el organismo:

Creatina

La creatina (Cr) es un compuesto nitrogenado natural, muy similar a los aminoácidos, que se combina con fosfato originando fosfocreatina (PCr) (Barbany, 2002; Guillén & Linares, 2002). Se sintetiza de forma endógena en el hígado, el páncreas y los riñones a partir de los aminoácidos arginina, glicina y metionina (Mújika & Padilla, 1997; Barbany, 2002; Waldron, Pendlay, Kilgore, Haff, Reeves & Kilgore, 2002). La creatina puede obtenerse de tres diferentes formas:

1. *Alimentación* (principalmente en el pescado, en la carne y en otros productos animales como la leche o los huevos).
2. *Síntesis endógena* (Barbany, 2002). El organismo humano precisa una cantidad total de 2 gramos de

creatina diarios, de los cuales el 50% es sintetizado por el propio organismo mientras que el otro 50% debe ser aportado a través de la dieta.

3. *Suplementación*. El requerimiento diario de un individuo normal es de 2 g/día; la ingesta diaria de creatina de la mayoría de la gente es de 1 g/día, es decir, la mitad de la cantidad diaria requerida (Barbero, 2006).

El 95% se almacena primariamente en el músculo esquelético en concentraciones normales de 100 a 150 mmol/kg de peso de músculo seco (ps). El restante 5% se reparte en otros tejidos orgánicos, como el corazón, los espermatozoides, la retina y el cerebro, fundamentalmente (Centro de Medicina Deportiva Mediplan Sport, 1996). Entre 60 y 65% de esta creatina se encuentra fosforilada.

Las funciones principales de la creatina son:

- *Almacén de energía*. La PCr tiene una gran importancia en el metabolismo energético durante la contracción del músculo esquelético y la recuperación tras un esfuerzo físico debido a su papel de “acumulador” de energía. Este compuesto es el responsable de la resíntesis de ATP a partir de ADP por medio de una reacción catalizada por la encima creatinkinasa (CK) (Centro de Medicina Deportiva Mediplan Sport, 1996; Guillén & Linares, 2002). Numerosos investigadores afirman que la PCr juega un papel importantísimo en la resíntesis de ATP durante las fases iniciales de un ejercicio intenso y de corta duración, debido a que el metabolismo anaeróbico aláctico en la pro-

ducción de ATP a partir de este compuesto predomina sobre otras rutas metabólicas (Izquierdo *et al.*, 2002; Kilduff, Vidakovic, Cooney, Twycross-Lewis, Amuna, Parker, Pablo & Pitsiladis, 2002).

- *Transporte de fosfatos de alta energía de la mitocondria a las miofibrillas.* El transporte de creatina y fosfocreatina se produce por la hidrólisis de fosfocreatina hacia la mitocondria, donde la creatinquinasa ejerce un control oxidativo, y desde ahí la fosfocreatina es transportada hacia el lugar donde será requerida por la célula durante la contracción muscular (Centro de Medicina Deportiva Mediplan Sport, 1996; Rico-Sanz, 1997; Mújika & Padilla, 1997).

Otras funciones de la creatina, según Rico-Sanz (1997), son las siguientes:

- *Búfer de protones.* En la hidrólisis de la fosfocreatina la reacción de la creatinquinasa utiliza iones de hidrógeno con un potencial tal que provoca una alcalinización de la célula muscular al comienzo del ejercicio.
- *Controladora de la fosforilación oxidativa.* Según el autor –con base en estudios realizados con animales en los que dosis de creatina aumentaban el $\dot{V}O_{2\text{MAX}}$ –, es probable que la creatina pueda ejercer un control del metabolismo aeróbico si se eleva la producción de ATP mediante la vía oxidativa; sin embargo, es algo que aún no está demostrado en humanos.
- *Función anabólica.* La suplementación con creatina provoca un aumento de la masa muscular

sin un incremento del volumen de agua, por lo cual es probable que la creatina influya en dicho aumento, especialmente en el diámetro de las fibras Tipo II (Mújika & Padilla, 1997; Rico-Sanz, 1997).

El recambio diario de creatina, eliminada como tal, es aproximadamente de 1-2 g/día. Esto puede ser parcialmente recuperado con la ingesta diaria de creatina.

El resto de la creatina necesaria se sintetiza en forma endógena, a partir de los aminoácidos glicina y arginina, en el riñón, lo cual da como resultado un producto intermedio que posteriormente va hacia el hígado, donde se completa la molécula con la participación del aminoácido llamado metionina; luego ésta es transportada al músculo en contra de un gradiente de concentración, a través de un transporte estimulado por la insulina (Barbero, 2006).

Es por esto que su consumo como suplemento debe acompañarse con una ingesta de hidratos de carbono, ya que éstos estimulan la liberación de insulina.

El beneficio que proporciona la suplementación con creatina es el aumento en la concentración intramuscular de fosfocreatina (en una fase de carga puede llegar a 160 mmol/kg de ps) para asegurar un incremento en la síntesis de creatina fosfato durante la recuperación entre ejercicios de alta intensidad, lo que produce niveles mayores de creatina fosfato al comienzo de cada ejercicio subsecuente.

La suplementación con creatina puede mejorar el rendimiento de los esfuerzos máximos repetidos cada 6 a 30 segundos, intercalados con periodos cortos de

recuperación (20 segundos a 5 minutos), lo cual puede atenuar el descenso normal de la fuerza que ocurre durante el curso de una sesión. La suplementación puede ser beneficiosa para un evento en el que se repitan intervalos de gran intensidad con breves periodos de recuperación.

Efectos sobre la masa muscular

- Aumento total de masa muscular.
- Aumento del tejido muscular magro.
- Disminución en el porcentaje de tejido graso.

Se supone que estos efectos se deben a la retención de líquidos ocurrida al principio y luego a la síntesis de proteínas estimuladas por el aumento de la calidad y cantidad del entrenamiento (Janezic, O'Conor, Bazán & Gancedo, 2010).

Efectos ergogénicos

- Aumento de una repetición máxima (1 RM).
- Aumento del número total de repeticiones con 70% de RM.
- Incremento del rendimiento de la potencia.
- Mejora el rendimiento en salto vertical y saltos repetitivos.
- Reducción de la formación de la fatiga (pues asegura que el reciclado del ATP no se interrumpa).
- Aumento del tiempo anterior al agotamiento durante la ejecución de cualquier esprint.
- Aumenta el Umbral de Lactato.

Sistemas de administración

1. Sistema Carga + Mantenimiento.
2. Sistema de mantenimiento solamente.

Una carga rápida de creatina se hace consumiendo dosis diarias de 20-25 g (0.3 g/kg de peso) divididas a lo largo del día y fraccionadas en dosis cada 2 horas. Hay quienes creen que es mejor iniciarse directamente con una dosis de mantenimiento de 3 a 5 g diarios, consumidos de acuerdo con el objetivo del deportista. Es decir, se sabe que en un lapso de entre 30 minutos y una hora se tendrá la máxima concentración en plasma, la cual durará aproximadamente 2 horas.

En ausencia de suplementación se requiere de cuatro a cinco semanas para regresar a los valores normales (Janezic, O'Conor, Bazán & Gancedo, 2010).

Sistema de Carga + Mantenimiento

- Fase de carga (5-7 días, 9 días para los vegetarianos): 0.30 g/kg/día.

Dividir la dosis diaria total en 5 tomas.

- Fase de mantenimiento: 0.03 g/kg/día.

Consumirla antes del entrenamiento o durante la realización del mismo en función del objetivo deseado.

Sistema de mantenimiento

- Fase de mantenimiento: 0.03 g/kg/día.

Consumirla antes del entrenamiento o durante la realización del mismo en función del objetivo deseado.

La creatina debe tomarse con una abundante cantidad de líquido (un vaso aproximadamente) por su alta osmolaridad. Además, se recomienda consumir una relación creatina/hidratos de carbono de 1/6. Es decir, que si en cada toma debemos consumir 5 g de creatina, ésta deberá ser acompañada de 30 g de hidratos de carbono. Esta cantidad se puede cubrir con bebidas deportivas, jugos de frutas, etc. Por eso es importante conocer la concentración de este macronutriente que contienen las bebidas a fin de determinar la cantidad que conviene ingerir de cada una (Janezic, O'Connor, Bazán & Gancedo, 2010).

Consideraciones en torno al uso de la creatina

Algunas consideraciones que deben tenerse en cuenta en la suplementación son las dosis idóneas, ya que puede ser perjudicial el consumo de altas dosis, pues su alta osmolaridad podría producir retención de líquidos y sobrepeso, problemas de riñón y de hígado. Además, los especialistas coinciden en que no se recomienda su utilización a sujetos que padezcan de afecciones renales cuando éstos realicen ejercicios intensos a una temperatura ambiente elevada (González, García & Herrero, 2003).

Hasta el momento no se han encontrado problemas importantes relacionados con el consumo de creatina, pero aún falta información que permita asegurar que su uso prolongado no genera efectos adversos (González, García & Herrero, 2003).

Actualmente hay varios estudios que aseveran los beneficios del uso de la creatina en diferentes tipos de poblaciones con diferentes tipos de actividades; tal es el caso de: jugadores de balonmano, corredores de resistencia, luchadores, ancianos con actividad física regular,

mujeres jóvenes con actividad regular y adultos no-entrenados. De la misma forma, hay estudios en los que no se reportaron beneficios obtenidos con su uso en poblaciones de varones no-entrenados y varones entrenados (González, García & Herrero, 2003).

Para la preparación de la dosis debe tenerse en cuenta que la solubilidad en agua de la creatina a 20° C es de 13 g/l.

Por otro lado, las variables fisiológicas en la etapa de suplementación, consideramos controlar sobre la orina los siguientes parámetros, considerados para personas saludables (Martínez, Rodicio & Herrera-Acosta, 1999):

- pH, que podrá variar desde un pH neutro de 7 hasta el límite inferior de 4.5 y límite superior de 7.5, con un promedio de 6.
- Osmolaridad de la orina con un intervalo de 900 (en condiciones de privación de agua), hasta 1,200 mOsmoles/kg H₂O. Los cambios de osmolaridad son un indicador que nos permite controlar el balance hídrico en el organismo, ya que cambios de 2 a 3 mOsm/l pueden presentar efectos sobre la segregación de la hormona antidiurética, lo que produce orina hipertónica o hipotónica, según sea el caso.
- Densidad de la orina con intervalos de 1.023 a 1.040 g/ml.

Método

1. Participantes o sujetos

Se trató a una población de cuatro atletas varones de elite con un promedio de edad de 20 ± 0.0 años, peso de 61 ± 1.42 kg, estatura promedio de 163 ± 2.0 cm, con una actividad física de gimnasia artística y una su-

plementación de creatina en una fase de carga (0.30 g/kg/día) de siete días, seguida de una fase de mantenimiento (0.03 g/kg/día) de dos semanas; en total, tres semanas de suplementación.

2. Herramientas o materiales

- Se utilizó una balanza analítica serie PCE-LS (clase II).
- Jugo de manzana con una concentración de azúcar de 34 g por porción de 240 ml.
- Cronómetro Ultrak 495.
- Cinta métrica de acero Pretul, de 30 m.
- Máquinas de gimnasio para *press* de pecho, extensión de pierna y flexión de pierna (en libras).
- Hardware y software Chronojump (Chronopic 3 y Chronojump versión 0.9, respectivamente).
- Plataforma de saltos Chronojump.
- Instrumentos para antropometría Harpenden.

3. Procedimiento

Se realizaron tres tomas de datos: una al inicio de la suplementación (día 1); otra después de la semana de carga (día 8), y una final al término de la suplementación (día 21).

Se realizó la toma de datos el primer día, al comienzo de la suplementación, en ayunas, por la mañana, antes de comenzar con cualquier actividad física. Para la primera toma de datos se obtiene: estatura en cm; masa en kg; edad en años; perfil antropométrico según el protocolo ISAK; valores de SJ y CMJ; promedio de los tiempos en ocho arrancones de 15 m, hasta centésimas de segundo, con descansos de 30 s; valores de fuerza

máxima en *press* de pecho, extensión de pierna, y flexión de pierna en libras.

Para la segunda toma se obtiene: masa en kg; valores de SJ y CMJ; el promedio de los arrancones, hasta centésimas de segundo, con descansos de 30 s entre repeticiones; valores de fuerza máxima de los ejercicios anteriores en los mismos aparatos.

Para la tercera toma de datos se retomaron todas las lecturas de la primera toma a fin de generar una comparación.

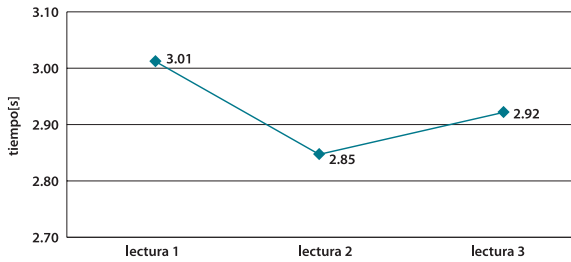
Cada toma de datos se realizó por la mañana y en ayunas para tomas de masa y medidas antropométricas; el resto de los *tests* se realizó en el siguiente orden: *test* de saltos, arrancones y 1 RM, tras calentamiento previo de 10 minutos.

Resultados

A continuación se muestran los resultados en forma de promedios, ya que en todos los casos se mostró una misma tendencia para cada sujeto. Tomando esto en cuenta, se podrán mostrar los comportamientos de las variables en una gráfica según la toma de datos con los valores de las pruebas correspondientes; se tiene, entonces, lo siguiente:

Para la evolución de los arrancones de 15 m con 30 s de descanso, a lo largo de las tomas de datos, se tiene la gráfica 1. Los datos se obtuvieron con el promedio de cada sujeto en cada sesión de toma de datos. Al observar que todos presentaron un mismo comportamiento en cada sesión, se promedió el grupo de sujetos por día y se obtuvo un valor para cada día con el promedio de los tiempos obtenidos diariamente. Lo cual se aprecia enseguida:

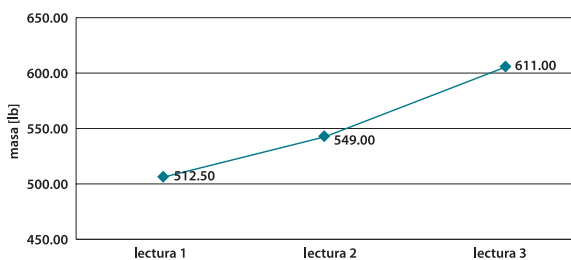
■ Gráfica 1. Evolución temporal de los arrancones



Como se puede observar, en la segunda toma de datos hay una mejora del tiempo promedio de los arrancones, lo cual puede atribuirse a la finalización de la semana de carga de la creatina. Por otra parte, en la última semana con carga de mantenimiento se aprecia un aumento del tiempo, lo que puede sugerir que el reabastecimiento del ATP no es tan ágil como al finalizar la semana de carga; sin embargo, se mantiene un comportamiento de mejora respecto del inicio de la suplementación. También debe observarse que la mejora está en el orden de las décimas de segundo, ya que se trata de esfuerzos muy cortos y, por consiguiente, las diferencias son poco apreciables.

Para los resultados de fuerza máxima, véase la gráfica 2.

■ Gráfica 2. Evolución temporal de la fuerza máxima



Para la obtención de los datos de fuerza máxima se sumaron las cantidades de libras levantadas por sujeto

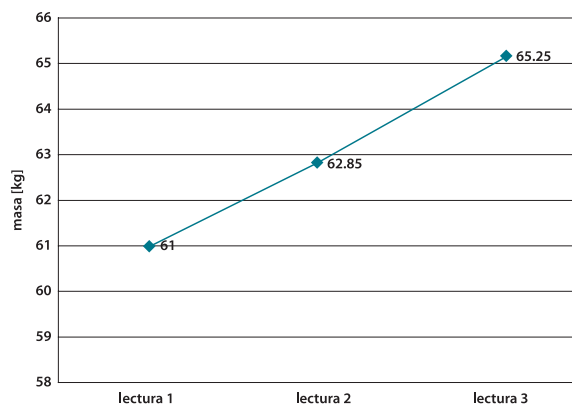
en cada sesión y se obtuvo un promedio de lo conseguido por los sujetos en cada sesión de toma de datos.

En este caso se aprecia un aumento continuo de las libras levantadas después de cada control. Puede observarse que, en la semana de carga, el porcentaje de mejora respecto del total es de 37%, y en las dos semanas de mantenimiento de 63%; si se divide por semana, el porcentaje de las dos semanas es de 31.5% por semana de mantenimiento, y se observa que en la semana de carga es mayor el incremento que en la etapa de mantenimiento.

La toma de datos se realizó en forma indirecta, ya que se obtuvieron hasta tres repeticiones usando la fórmula de Welay para calcular el peso máximo en los controles que así lo requirieron.

Para la obtención de datos del peso corporal de los sujetos se efectuó un promedio del grupo, ya que presentaron el mismo comportamiento nuevamente, lo cual se muestra en la gráfica 3.

■ Gráfica 3. Evolución temporal del promedio del peso de los participantes



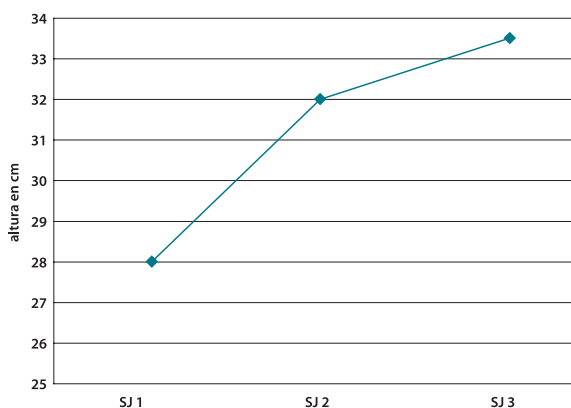
Como se aprecia en la gráfica 3, en el primer intervalo se gana casi la mitad del peso (43%) del total obtenido en

las tres semanas; y en las semanas de carga se gana más de la mitad (56.5%) que, dividido entre las dos semanas, resulta en 28.25%, cantidad menor que la obtenida (43%) en la semana de carga. Esto puede atribuirse a que en la primera semana se acumula agua y en las semanas consecuentes se anaboliza el músculo que quedará como masa magra.

Para los saltos SJ y CMJ, de la misma forma que en las variables anteriores, tenemos un comportamiento semejante en todos los sujetos con la diferencia mayor en la semana de carga, con 58.6% de mejora para el CMJ y 70.8% para el SJ. La diferencia del salto SJ puede atribuirse al hecho de que la técnica de salto no era tan pulida en el primer control como lo fue en el segundo y tercero; por lo tanto, un valor más confiable es el del salto CMJ, ya que se trata de un movimiento más natural.

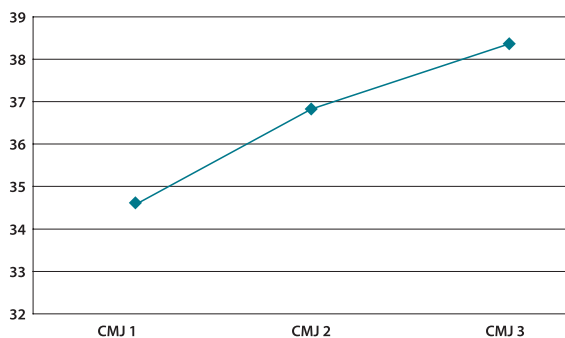
Para cada lectura de datos se realizaron tres saltos de cada uno, y en cada lectura se realizó un promedio por sujeto; a su vez, se realizó el promedio de alturas de todos los sujetos por día, lo que dio por resultado lo que a continuación se muestra en las gráficas 4 y 5 para SJ y CMJ, respectivamente.

■ Gráfica 4. Evolución temporal del salto SJ del grupo



En la gráfica 4 se aprecia mayor incremento en la primera semana de carga que en las semanas de mantenimiento, ya que se consigue 70.8% de la ganancia neta del salto SJ; contrariamente, la ganancia conseguida en las semanas de mantenimiento es mínima, 14.6% por semana; sin embargo, hay que tener en cuenta que la técnica de salto del SJ en el primer control costó mucho más trabajo que en los controles subsiguientes.

■ Gráfica 5. Evolución temporal del salto CMJ del grupo

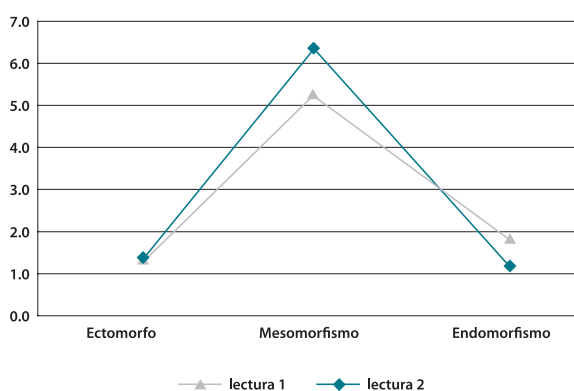


Para el CMJ se obtiene una ganancia mayor en la semana de carga que en las semanas de mantenimiento; en la semana de carga la ganancia es de 58.6% y en la semana de mantenimiento de 20.7 por ciento.

Finalmente, para los resultados de los somatotipos se tienen los siguientes datos. A partir de promedios del grupo, se realizó la antropometría de cada sujeto al inicio y al final y se obtuvo un comportamiento muy parecido en todos, lo que permitió hacer promedios del somatotipo y mostrarlo en las temporalidades con un incremento en el componente mesomorfo de 0.9 unidades y una disminución en su componente endomorfo de 0.4 unidades; los mayores cambios se observaron en

su componente mesomorfo y el componente ectomorfo se mantuvo estable, como se muestra en la gráfica 6.

■ Gráfica 6. Evolución temporal del somatotipo del grupo



Como es evidente, en la segunda lectura se apreció un mayor componente mesomorfo y una disminución del componente endomorfo, por lo cual sería conveniente buscar una tercera antropometría al terminar la semana de carga con el fin de observar los cambios en cada fase del estudio.

Discusión

Con los resultados obtenidos se puede apreciar que los cambios más significativos se alcanzaron en la primera semana de suplementación (la semana de carga), prác-

ticamente en todos los controles: arrancones, ganancia de peso, aumento de 1RM y ganancia de altura en saltos SJ y CMJ. La diferencia menos notable se observa en la fuerza; sin embargo, se respeta la ganancia superior en la semana de carga que en la de mantenimiento.

Para una conclusión más categórica se sugiere realizar una antropometría al final de la semana de carga con el fin de corroborar que todos los datos sean congruentes, ya que el protocolo sólo incluyó una antropometría efectuada al inicio y otra al final.

Conclusiones

Para una suplementación con creatina, se puede buscar un incremento rápido de las variables medidas en el estudio, esperando grandes cambios con una semana de carga, si así se requiere; sin embargo, los cambios pueden obtenerse con la dosis de mantenimiento.

Al aplicarse la suplementación, principalmente durante la semana de carga de creatina, deben controlarse los valores fisiológicos de la orina para no causar afecciones renales. Los valores para personas saludables están en los siguientes intervalos:

- pH = 7 (entre 4.5 y 7.5, con promedios de 6).
- Osmolaridad = (900 a 1,200 mosmoles/kg de H₂O).
- Densidad = (1.023 a 1.040 g/ml).

Referencias

- BARBANY, J. (2002), *Alimentación para el deporte y la salud*, Barcelona: Martínez Roca.
- BARBERO, J. (IX/2006), *Fundamentación y consideraciones sobre la suplementación con creatina: moda o ayuda ergogénica*, Madrid: futsalcoach.com (recuperado el 30/VI/2010, de http://www.futsalcoach.es/futsalcoacheb_v1/area_tecnica/archivos/214_suplementacion_con_creatina.pdf).
- Centro de Medicina Deportiva Mediplan Sport (1996), *La suplementación con creatina como ayuda ergogénica para el rendimiento deportivo*, Diputación Foral de Álava, Departamento de Cultura y Euskera (Novedades Técnicas, vol. 11).
- GONZÁLEZ, R., García, D. & Herrero, J. (2003), “La suplementación con creatina en el deporte y su relación con el rendimiento deportivo”, *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. 3, núm. 12, pp. 242-259.
- GUILLÉN, M. & Linares, D. (2002), *Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano*, Madrid, Médica Panamericana.
- IZQUIERDO, M., Ibáñez, J., González-Badillo, J. & Gorostiaga, E. (2002), “Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance” (Efectos de la suplementación con creatina sobre la fuerza muscular, la resistencia y el rendimiento de esprint), *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, núm. 2, pp. 332-343.
- JANEZIC, X., O’Conor, C., Bazán, N. & Gancedo, M. (2010), en Bazán, N., *Manual LAFYS. Nutrición y Deporte* (cap. 7, suplementos), Buenos Aires: Instituto Superior de Deportes.
- KILDUFF, L., Vidakovic, P., Cooney, G., Twycross-Lewis, R., Amuna, P., Parker, M., Pablo, L. & Pitsiladis (2002), “Effects of creatine on isometric bench-press performance in resistance-trained humans” (Efectos de la creatina en el desempeño de presión isométrica de banca en humanos entrenados en resistencia), *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. 34, núm. 7, pp. 1176-1183.
- MARTÍNEZ, M., Rodicio, J. & Herrera-Acosta, J. (1999), *Tratado de Nefrología*, Madrid: Ediciones Norma.
- METZL, J., Small, E., Levine, S. & Gershel, J. (2001), “Uso de creatina entre los jóvenes atletas”, Buenos Aires: Sociedad Argentina de Pediatría (recuperado el 26/VI/2010, de http://www.sap.org.ar/staticfiles/publicaciones/correo/cor3_02/1009.pdf).

- MÚJICA, I. & Padilla, S. (1997), "Creatine supplementation as an ergogenic aid for sports performance in highly trained athletes: A critical review" (La suplementación con creatina como refuerzo ergogénico para el rendimiento deportivo en atletas altamente entrenados: una revisión crítica), *International Journal of Sports Medicine*, núm. 18, pp. 491-496.
- RICO-SANZ, J. (1997), "Efectos de suplementación de creatina en el metabolismo muscular y energético", *Archivos de Medicina del Deporte*, núm. 61, pp. 391-396.
- WALDRON, J., Pendlay, G., Kilgore, T., Haff, G. & Reeves, J. (2002), "Concurrent creatine monohydrate supplementation and resistance training does not affect markers of hepatic function in trained weightlifters" (La suplementación de monohidrato de creatina y el simultáneo entrenamiento de resistencia no afecta los marcadores de la función hepática de los levantadores de pesas entrenados), *Journal of Exercise Physiology*, vol. 5, núm. 1, pp. 57-64.

Ciencias Aplicadas

Resumen

Con el conocimiento de genes que predisponen al alto desempeño deportivo se ha propuesto la biología molecular como herramienta aplicada al deporte. Esta investigación analizó polimorfismos del gen ACE, relacionado con la resistencia, en atletas nacionales de pista y campo. Los polimorfismos asociados con resistencia/velocidad se analizaron en ADN mediante la técnica de PCR (reacción en cadena de la polimerasa, por sus siglas en inglés), usando oligonucleótidos específicos para el gen ACE. Los resultados indicaron una relación de mayor frecuencia en las variantes genéticas *DD* en velocistas; asimismo, como punto de partida para emplear un conjunto multidisciplinario en el diseño de entrenamientos para el atletismo mexicano de alto rendimiento con el fin de favorecer al máximo sus cualidades genéticas y físicas.

Palabras clave

Polimorfismo, gen ACE, alto rendimiento.

Abstract

Based on the genetic endowment that predisposes high performance on sport, the application of molecular biology has been proposed as a determinant tool for sports. This research examined ACE gene polymorphisms related to resistance on Mexican track and field athletes. The polymorphisms associated with resistance/speed DNA were analyzed by PCR (Polymerase Chain Reaction) with the use of specific oligonucleotides for the ACE gene. The results indicated a highly frequent association of *DD* genetic variants among the sprinters. Also, our findings could support multidisciplinary on the training design of high performance Mexican athletics to encourage maximum genetic and physical qualities.

Keywords

Polymorphism, ACE gene, high performance.

Polimorfismos genéticos para el aprovechamiento en el desarrollo del entrenamiento de alto rendimiento

José Alberto Valadez Lira¹

Juan Manuel Alcocer González

Edgar Treviño García

Cristina Rodríguez Padilla

Deyanira Quistián Martínez

Introducción

El desempeño físico es un elemento heredado de aspecto multifactorial en el que influyen la carga genética y los factores ambientales, de tal forma que las disparidades encontradas en el desempeño físico humano podrían explicarse en parte por las diferencias genéticas y la interacción con el medio ambiente.

En años recientes se han realizado estudios científicos con el fin de encontrar genes candidato que influyan en el desempeño físico. Existen diversas características morfológicas en las que se ha estudiado la posible base genética y que influyen positivamente en el esfuerzo físico; éstas incluyen la capacidad de resistencia al esfuerzo, el desempeño muscular, la habilidad de los tendones y ligamentos para resistir daños durante el esfuerzo físico y la alta disposición fisiológica para el entrenamiento. Dichas características dependen del sexo del atleta, del grupo étnico al que pertenece y del tipo de deporte practicado.

En el caso del atletismo, las distintas disciplinas comprenden acciones físicas que involucran tanto fuerza como velocidad y/o resistencia, y el desarrollo de cada una de estas características es el objetivo de un buen plan de entrenamiento en el deporte de alto rendimiento.

Debido a que la condición física tiene un fuerte componente genético, los atletas pueden presentar cierta predisposición al incremento en el desempeño de una actividad deportiva específica, y la determinación de tal condición puede ser importante para el avance y desarrollo de su carrera deportiva.

En el mundo existen empresas privadas que se dedican al diagnóstico de los genes que predisponen a un alto desempeño deportivo con base en la presencia o ausencia de tal condición. Sin embargo, no se ha desarrollado un protocolo que aplique específicamente la predisposición o asociación genética a la actividad deportiva del atleta, a fin de que incida positivamente sobre su desempeño y formación, debido a la falta de seguimiento y correlación mediante la validación con pruebas físicas y metabólicas.

Con el conocimiento de los genes que predisponen al alto desempeño deportivo, esta propuesta busca el desarrollo e implementación de un protocolo en el que se aplique y se relacione la base genética en conjunto con validación física o valoración fisiológica para la mejora en el desarrollo de programas de entrenamiento específicos para cada atleta mediante el máximo aprovechamiento de tal condición genética. Para la aplicación de

¹ Primer lugar del área Ciencias Aplicadas en la categoría Abierta. Seudónimo: Cito12. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. jalvali79@yahoo.com.mx, quistian05@yahoo.com.mx

tal conocimiento en el deporte nacional es necesario, en primera instancia como plataforma, conocer la existencia de la predisposición o gen en un grupo de atletas consolidados con gran desempeño para, posteriormente, relacionarlo con su disciplina y rendimiento. De esta forma, esta investigación intenta aportar la base científica que permita aplicar las herramientas de la biología molecular en el desarrollo de los programas de entrenamiento y formación de atletas de alto rendimiento y prospectos en nuestro país.

Marco teórico

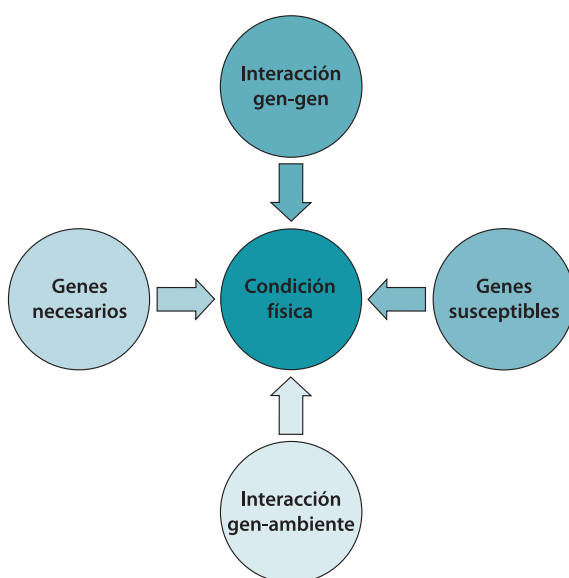
Existen diversos reportes de análisis genéticos realizados en deportistas de la rama del atletismo y otros perfiles deportivos en los que se han aplicado pruebas genéticas para determinar la existencia de predisposición a cierta actividad física y, además, para relacionar estos genes con el rendimiento en otros deportes. Por otra parte, el rendimiento físico de los atletas en proceso se basa en la evaluación de un conjunto de características complejas, definidas como fundamentales para la mejora y la eficiencia de los programas de entrenamiento en la búsqueda de un mejor desempeño en competencias. Dichas características se enfocan en diagnósticos fisiológicos, psicológicos, métodos antropométricos y cualidades físicas.

Por otro lado, debemos tener una visión mendeliana del individuo por lo que se refiere a los fenotipos de la condición física, ya que son muchos los factores que interaccionan: aspectos sociales, fisiológicos, metabólicos, celulares y moleculares. Además, los efectos del material genético sobre los fenotipos de la condición

física también son determinados por genes susceptibles que pueden predisponer a un fenotipo y por las interacciones entre diferentes genes, cuestiones ambas que hoy en día aún se están estudiando. Es por ello que los fenotipos de la condición física son llamados “complejos”, como ocurre con los fenotipos de las enfermedades complejas (véase la figura 1). Una de las alternativas más utilizadas son los estudios de *asociación de genes candidato*. Se trata de buscar un gen candidato que se sospeche tiene alguna influencia en la regulación de alguno de los fenotipos de la condición física. A partir de aquí se intenta estudiar las variaciones más comunes de este gen (alelo) en un gran número de sujetos. En este bloque se pueden encontrar dos tipos de investigaciones: una que estudia una única variación del gen (alelo) de unos sujetos en concreto, y la otra que estudia la de los casos-control, donde se intenta ver si un gen o una variación de éste es más común en atletas de elite que en la población normal. Estas dos opciones de investigación son las que se han utilizado para identificar un número de genes asociados a la condición física, ya sea en la población en general, ya en atletas de elite (Sancheza, 2009).

La enzima convertidora de angiotensina, regulador importante de las funciones relacionadas con la circulación y los sistemas vasculares endoteliales, se ha utilizado para estudiar una condición genética o gen; esta enzima se encuentra ligada a membranas o circula en distintos fluidos corporales. La angiotensina II es un potente agente vasoconstrictor, lo que provoca que se eleve la resistencia vascular periférica y, por ende, aumente la tensión arterial. Actúa de forma específica sobre las ar-

■ Figura 1. Interacción de los diferentes elementos en la condición física (Sancheza, 2009)



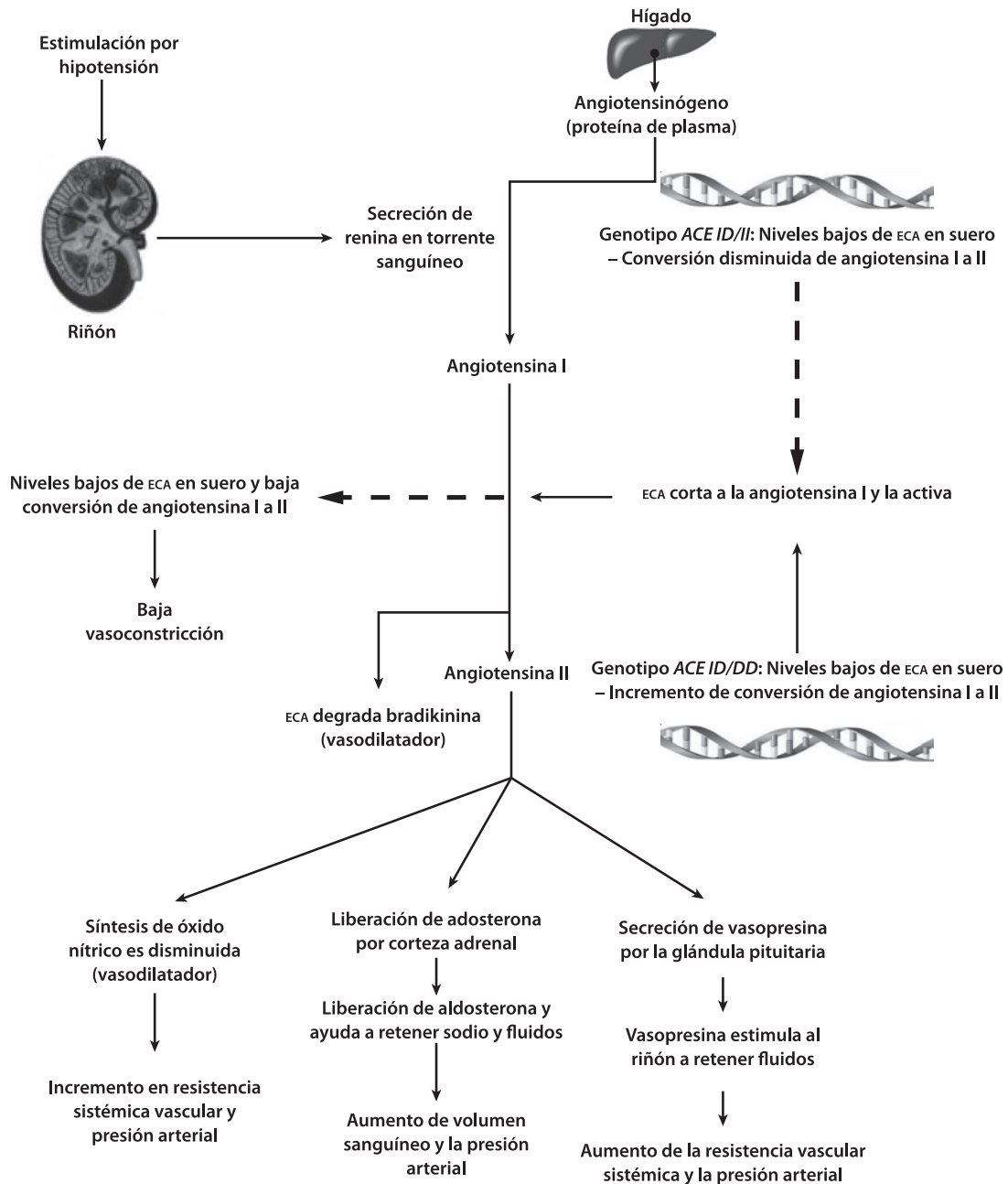
teriolas, aunque también actúa sobre las vénulas. En las glándulas suprarrenales, la angiotensina II estimula la secreción de la hormona aldosterona, que trabaja en el contexto renal, produciendo una reabsorción de sodio y agua y promoviendo la excreción de potasio, lo que provoca aumento de la presión arterial. Esta enzima es codificada por el gen ACE, localizado en el cromosoma 17, e incluye tres genotipos distintos: el *DD* homocigoto, el *ID* heterocigoto y el genotipo *II* homocigoto; este último es responsable de producir altos niveles de la enzima convertidora de angiotensina en el plasma, así como de la conversión de angiotensina *II*, que actúa como un potente regulador de la estabilidad de las funciones vasculares (véase la figura 2). Las variantes polimórficas del gen ACE denominadas alelos (forma alternativa de un gen) se caracterizan por una inserción en el alelo (*i*) o

una deleción en el alelo (*D*), examinada extensivamente en el campo de la medicina para un gran número de condiciones y patologías como la diabetes, la insuficiencia renal, el Alzheimer y muchas otras enfermedades cardiovasculares (Tanriverdi, 2005). También se ha estudiado en las poblaciones de todo el mundo debido a su papel central en el funcionamiento general del cuerpo humano en relación con la circulación. La importancia del gen ACE ha llevado a los investigadores a examinar sus efectos en los deportistas de elite y determinar si las variantes polimórficas del gen ACE están ligadas con la resistencia y el rendimiento del deportista.

Durante el periodo de la posgenómica se han asociado características genéticas que han demostrado la fiabilidad de marcadores moleculares genéticos para pronóstico de rendimiento físico humano (Ahmetov, 2008).

Se han descrito alrededor de 200 genes utilizados como marcadores moleculares en distintos deportes y estos análisis se han enfocado en atletas que sobresalen por su desempeño. Entre los genes más comunes que se relacionan con el desempeño se encuentran: el gen ACE; el genotipo *II* –que predispone a un incremento en la resistencia brindando una homeostasis vascular y desarrollo anaerobio y aerobio–, y el genotipo *DD* –que brinda incremento en las condiciones vasculares y predisposición al desarrollo de velocidad de fuerza (Nazarov, 2001). Por otro lado, el gen *ACTN3* predispone al individuo a generar cualidades de fuerza y velocidad en un tiempo breve (esprint) (Yang, 2003). En cuanto al gen *NOS3*, incrementa la síntesis de óxido nítrico y desarrolla resistencia a la hipoxia en condiciones de

■ Figura 2. Sistema renina angiotensina y su relación en la presión arterial de los genotipos del gen ACE mediante los mecanismos de interacción con las funciones de la ECA (enzima convertidora de angiotensina). Modificado de Mayne, 2006



extraordinaria altitud. Entre otros fenotipos estudiados está el $VO_{2\text{máx}}$, que se encuentra asociado a genes como los siguientes: *ADRB2*, *H1AA*, *CFTR* y *HIF1A* (véase la tabla 1) (Lippi, 2009). Por último hay que mencionar el gen *UCP*, encargado de regular las vías involucradas en la respiración, la termorregulación y el incremento en el desarrollo de la actividad muscular (Buemann, 2001).

■ **Tabla 1. Principales genes asociados con el deporte.**
Modificada de Lippi, 2009

Función	Gen
Resistencia	<i>PPARD</i> Factores respiratorios nucleares (<i>NRF2</i>) <i>PGC-1alfa</i> <i>HIF-1alfa</i> <i>EPAS-1</i> y <i>HIF-2alfa</i> Hemoglobina Sintasa glucógeno del músculo esquelético (<i>GYS1</i>) <i>ADRB2</i> <i>CHRM2</i> <i>VEGF</i>
Muscular	<i>CK-MM</i> <i>ACTN3</i> <i>MLCK</i> <i>ACE</i> <i>AMPD1</i> <i>IGF-1</i>
Tendones	Grupo sanguíneo <i>ABO</i> <i>COL1A1</i> y <i>COLSA1</i> <i>TNC</i>
Psicológica	Gen transportador de serotonina (<i>SHTT</i>) <i>BDNF</i> <i>UCP2</i>

En otro estudio realizado con atletas rusos se relacionó el alelo *DD* del gen *ACE* con velocistas en 35% y al alelo *II* con atletas de media distancia y fondo en 65%; por otra parte, en esta misma investigación se encontró una alta frecuencia del alelo *DD* en atletas de pista y campo, polimorfismo que destacó en las disciplinas

de corta distancia y velocidad (Nazarov, 2001). En una investigación se relacionó al gen *ACE* y su alelo *II* con corredores de Kenia en distancias de 3 000 y 10 000 m, al encontrar una alta frecuencia de este genotipo, tras lo cual se le relacionó con la resistencia en carreras de fondo (Scott, 2005). De igual manera (Moran, 2004) se analizó y se encontró con mayor frecuencia el alelo *II* en 43% de los corredores de larga distancia de Etiopía.

Por otro lado, Myerson (1999) encontró que la frecuencia del alelo *II* en militares británicos estaba relacionado con el incremento y la duración repetitiva de flexión de bíceps después de un programa de ejercicio. Otra investigación relacionó la combinación y el impacto de polimorfismos genéticos en atletas de elite, pues se encontró que el polimorfismo que determina el alelo *II* se relaciona con atletas con condiciones de resistencia, mientras que el alelo *DD* lo relacionó a deportes y aptitudes de velocidad, fuerza y potencia (Ahmetov, 2009). En un estudio en el que se comparó a población europea con población asiática se observó que en la frecuencia de polimorfismos del gen *ACE* se encontraban las variantes alélicas *I/D* en mayor proporción, tanto en una población como en la otra; sin embargo, también se observó que el alelo *DD* se presentaba con mayor frecuencia en europeos que en asiáticos (Sekerli, 2008). En otra investigación realizada con atletas israelíes de resistencia y de elite se encontró que se manifestaba en mayor proporción el alelo *DD* en maratonistas, lo cual sugiere que este tipo de alelo en esta población de atletas está vinculado con un grupo étnico en el desempeño de resistencia (Amir *et al.*, 2007).

Método

Grupo de estudio. Los estudios se realizaron con 21 atletas del estado de Nuevo León (11 mujeres y 10 hombres) que conforman el equipo estatal registrado en el Centro de Alto Rendimiento (Care), perteneciente al Instituto Estatal de Cultura Física y Deporte (Inde). Los atletas son de las categorías juvenil y de elite, y fueron seleccionados con base en su alto desempeño y su participación en competencias nacionales e internacionales (campeones nacionales de la Olimpiada Nacional 2009, campeones de la Universiada Nacional 2010, y participantes en los Juegos Centroamericanos y del Caribe Mayagüez 2010), todos ellos caracterizados por ser atletas consolidados, con más de cinco años de constancia y empeño en la práctica del atletismo neoleonés. Los individuos fueron agrupados de la siguiente forma: grupo A: salto (de longitud, triple, de altura); grupo B: velocidad I (100 m, 110 m/vallas, 200 m); grupo C: velocidad II (200 m, 400 m, 400 m/vallas); grupo D: medio fondo (800 m); grupo E: fondo (21 km, maratón).

Análisis genético. A todo los atletas y al entrenador se les informó previamente acerca del tipo de estudio al que iban a someterse, y cada atleta (o su tutor, en el caso de menores de 18 años) firmó voluntariamente una carta de consentimiento. La muestra del epitelio bucal se hizo a doble ciego y se tomó mediante un hisopo estéril; posteriormente se colocó en un microtubo de 1.5 ml con 0.6 ml de una solución de hidróxido de sodio (50 mM). Para el proceso de extracción de ADN (ácido desoxirribonucleico) se procedió a un calentamiento de la muestra a una temperatura de 95° C durante 10 minutos. Posteriormente se agregaron 0.1 ml de una solu-

ción de Tris-HCl 1M pH 8. Finalmente, estas muestras se almacenaron a una temperatura de -20° C para su posterior análisis.

Análisis de la muestra. Se analizó la calidad de la muestra y el proceso de extracción de ADN por medio de la técnica de PCR (reacción en cadena de la polimerasa, por sus siglas en inglés), lo cual consistió en analizar una región de ADN de fácil detección para comprobar la calidad del ADN extraído. El gen que se utilizó para estandarizar la extracción fue el gen ribosomal 18S, el cual se utiliza generalmente como control interno o gen endógeno.

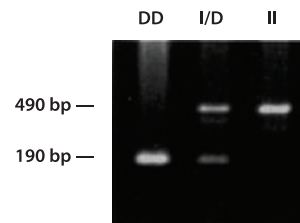
Técnica de PCR para la detección génica. En este experimento se estandarizó la amplificación del gen constitutivo (ribosomal 18S); el tamaño del producto es de 251 pares de bases. La reacción de PCR que se utilizó para la detección de este gen y para el gen de interés (gen ACE) se efectuó en un microtubo de 0.6 ml y el volumen de la reacción fue de 50 µl, en presencia de 5 µl de muestra (ADN), Buffer 1X (200 mM Tris-HCl pH 8.4, 500 mM KCl), 1.5 mM MgCl₂, 800 µM dNTP's, 20 pmol de cada oligonucleótido para el gen 18S (F.- GCCCCCTCGATGCTCTTAG y R.- AAATGCTTTTCGCTCTGGTCC) (Thellin, 1999) y para el gen ACE (F.- CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT y R.- GATGTGGCCATCACATTCGTCAGAT) (Collins, 2004), 1 U de Gotaq Flexi DNA polimerasa (Promega). Las muestras se colocaron en un termociclador (PTC-200, MJ RESEARCH) para llevar a cabo la reacción de amplificación. La reacción de PCR se inició con un programa en el equipo con una fase de desnaturalización inicial de 94° C por 6 min y, posteriormente, 35

ciclos; cada ciclo consistió de 92° C por 1 min; la fase de alineamiento a 60° C por 1 min, y una extensión por 2 min; finalmente, una extensión final a 72° C por 7 minutos. Se tomaron 8 µl de la reacción de PCR para observar la amplificación y detección en un gel de agarosa al 1.0%; para su tinción se utilizó bromuro de etidio y la visualización de la señal se hizo mediante la exposición a luz ultravioleta en un transiluminador. Posteriormente a la estandarización de la extracción de ADN, se verificó su integridad por el gen endógeno 18S. Luego se procedió a analizar las muestras de ADN de los atletas para la detección del gen de interés ACE.

Distinción e interpretación de polimorfismos y variantes genéticas. Para la distinción de las variantes de cada uno de los genes se procedió a realizar comparaciones entre los patrones de migración en las bandas amplificadas por PCR; en el caso del gen ACE se hace distinción de formas alternativas del gen (alelos), como una variante alélica o polimorfismo que da la conformación de la presencia de características, cualidades de resistencia (alelo *II*) y velocidad (alelo *DD*). Para el caso del alelo *II* se observará un patrón por electroforesis en gel de agarosa con el peso molecular de 490 pares de bases, y para el alelo *DD* un peso de 190 pares de bases; en cuanto a la variante *I/D*, se observarán los dos tamaños respectivos de los dos alelos: 490 y 190 pares de bases (véase la figura 3).

En cuanto a la interpretación de resultados, ésta fue descriptiva y cualitativa respecto de la relación de variantes genéticas por medio de presencia o ausencia de tal alelo. A los atletas se les detectó la presencia de variantes alélicas para cada polimorfismo del gen ACE y

■ **Figura 3. Esquema representativo de los tamaños en pares de bases de los tres distintos alelos (*DD*, *I/D* y *II*) del gen ACE**



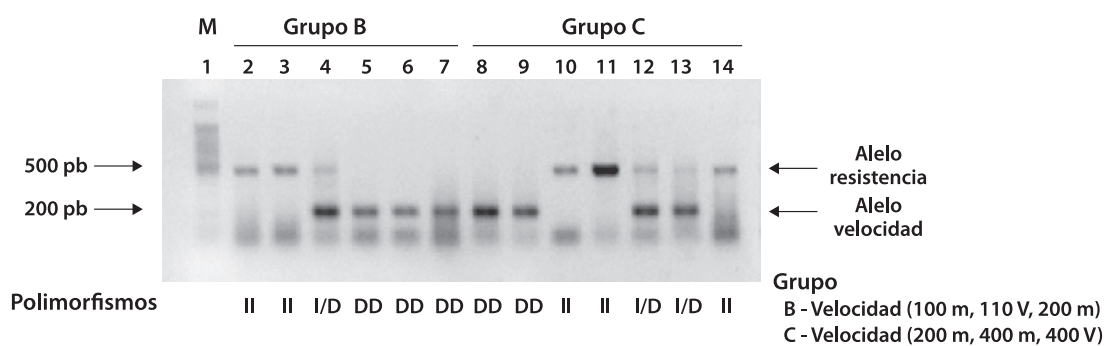
se determinaron las diferencias existentes en los alelos *II* homocigoto, *I/D* heterocigoto y *DD* homocigoto. Los resultados se agruparon en frecuencias y se compararon por medio de una Chi-cuadrada (X^2), la cual se consideró significativamente para valores de $P = <0.05$.

Resultados

Se logró aislar ADN de atletas por medio de la técnica de frotis del epitelio bucal, utilizado para detectar, por medio de la técnica de PCR, la presencia del gen ribosomal 18S como control positivo-endógeno para verificar la presencia de ADN en la muestra. Posteriormente se realizó la detección del gen ACE y se obtuvo un tamaño de 490 pb para el genotipo correspondiente al alelo *II*, y para el polimorfismo correspondiente al alelo *DD*, un tamaño de 190 pb. Entre los resultados obtenidos, se encontraron en los grupos B y C los tres distintos polimorfismos, correspondientes a las características de velocidad y resistencia (véase la figura 4).

En cuanto al grupo D, sólo se encontró el polimorfismo del alelo *DD* asociado a la velocidad. En el grupo E, con un atleta de fondo como un posible control, se encontró el alelo *II* correspondiente a resistencia, mien-

- **Figura 4. Detección por PCR de polimorfismos del gen ACE en gel de agarosa al 1 por ciento. Carril 1: marcador de 100 pb (Promega); carriles 2-7: velocistas de 100 m, 110 m/vallas, 200 m; carriles 8-14: velocistas de 200 m, 400 m, 400 m/vallas**



tras que en el grupo A se hallaron dos distintos alelos: el *DD* y el *I/D* (véase la figura 5). Estos resultados determinan la presencia de los polimorfismos del gen ACE en sus distintas formas alternas. En las muestras analizadas se encontraron los tres polimorfismos distintos en las diferentes disciplinas; tras ello, se separó en grupos a los atletas evaluados (véase la tabla 2).

■ **Tabla 2. Presencia de polimorfismos genéticos del gen ACE en las distintas disciplinas**

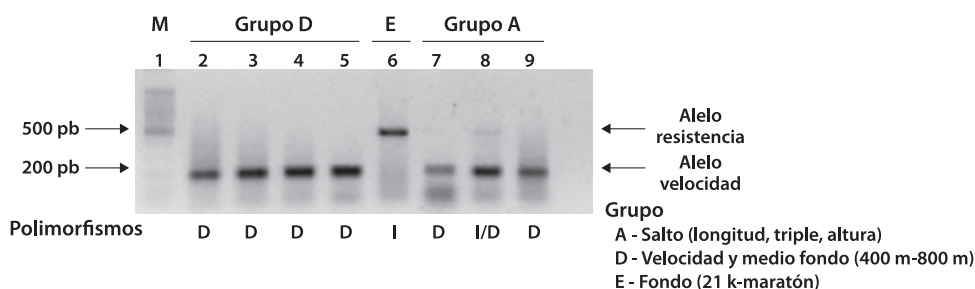
Disciplina	Polimorfismos genéticos del gen ACE		
	I	D	I/D
100 m-100 m/V-200 m	+	+	+
200 m-400 m-400 m/V	+	+	+
400 m-800 m	+	+	-
Fondo 21k-maratón	+	-	-
Salto de longitud	-	+	-
Salto triple	-	-	+
Salto de altura	-	+	-

Con mayor frecuencia, el polimorfismo se manifiesta en mujeres y hombres de manera similar en cuanto

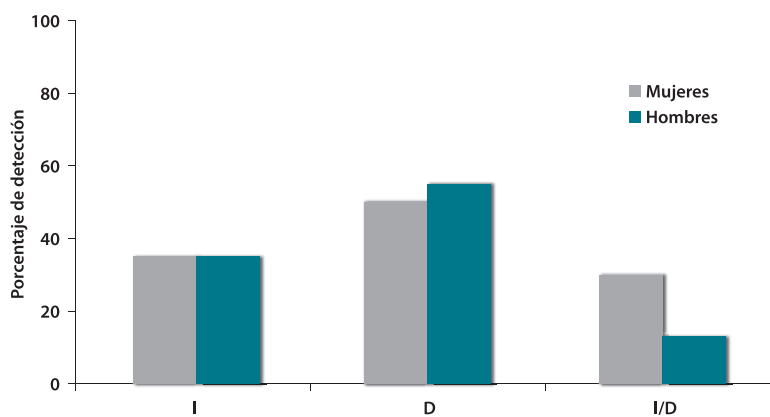
a la predisposición del alelo; se observó que la variante polimórfica del gen ACE más detectada fue el alelo *DD*, le siguió el alelo *II* y, finalmente, el *I/D* (véase la figura 6).

En el análisis detallado de los polimorfismos del gen ACE por medio de la distinción de los alelos se encontró una relación amplia en las prácticas de los atletas que implican procesos de velocidad con una mayor prevalencia del alelo *DD*; sin embargo, este alelo también aparece en las disciplinas que se caracterizan por resistencia y velocidad, como es el caso de los 400 y 800 m. Otro dato interesante es la presencia marcada del alelo correspondiente *II* en un atleta consolidado en 21 km-maratón, lo cual ya ha sido reportado; sin embargo, este alelo también apareció en atletas que se desempeñan en 200-400 m (véase la figura 7). En los resultados obtenidos, sólo el grupo D mostró diferencia significativa entre toda la población estudiada con una $X^2 = 10.3$, $P = 0.036$, siendo éste el único grupo homogéneo en relación con la variante alélica *DD*.

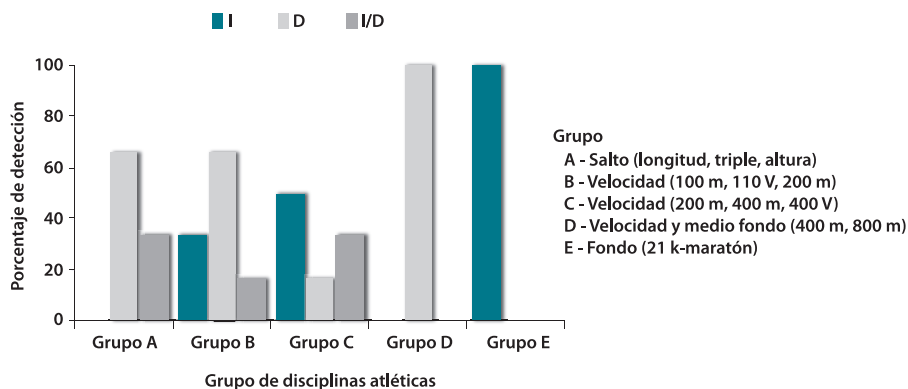
■ Figura 5. Detección por PCR de polimorfismos del gen ACE en gel de agarosa al 1 por ciento. Carril 1: marcador 100 pb (Promega); carril 2-5: velocidad 400 m y medio fondo 800 m; carril 6: fondista 21 km-maratón; carril 7: salto de longitud; carril 8: salto triple; carril 9: salto de altura



■ Figura 6. Frecuencias de polimorfismos del gen ACE en hombres y mujeres atletas de las distintas disciplinas de pista y campo



■ Figura 7. Frecuencias de polimorfismos del gen ACE en las distintas disciplinas de los diferentes grupos



Discusión

Anteriormente se había reportado la existencia de genes predispuestos o de predisposiciones genéticas al alto desempeño deportivo (Ahmetov, 2008). En este estudio se confirma la existencia de los polimorfismos o alelos ventajosos en este sentido y su prevalencia en atletas agrupados específicamente por tipo de prueba y requerimientos de velocidad y/o resistencia. En primera instancia se detecta la presencia de alelos considerados como favorables en atletas destacados del estado de Nuevo León, lo que confirma la asociación positiva entre la presencia de esta condición y el desempeño físico.

Entre los resultados obtenidos en pruebas que involucran características de fuerza, resistencia y esprint, como son las pruebas de velocidad (100-400 m planos) que presentan el polimorfismo *DD*, se encontró que los atletas con este alelo son probables candidatos para la práctica de dichas pruebas, además de mantener la continuidad de su formación. Resultados similares se encontraron en atletas rusos de pista y campo que manifestaron la presencia del alelo *DD* en disciplinas de velocidad (Nazarov, 2001) y en atletas que se desempeñaban en disciplinas de fuerza y potencia (Ahmetov, 2009). En atletas de velocidad con presencia del alelo *II* asociado a resistencia, podría usarse como alternativa el desarrollo de estrategias de entrenamiento en el trabajo de velocidad y validarlo físicamente para aplicarse directamente como estrategia en la competencia o ajustarse en su momento en la incorporación en otra disciplina o prueba. En los grupos que se formaron por sus características de resistencia (grupos D y E) con polimorfismo *II* se confirman los atletas como candidatos para la

continuidad de procesos; este resultado se relaciona con lo encontrado en atletas de elite y resistencia (Moran, 2004; Scott, 2005). Sin embargo, aquellos atletas dedicados a pruebas de media distancia (800 m) –las cuales involucran desplazamientos de resistencia y velocidad durante la competencia– que manifestaron el alelo *DD* asociado con la velocidad, podrían ajustar su disciplina a distancias más cortas de acuerdo con su predisposición o utilizar estrategias de competencia siempre y cuando se valide su predisposición genética con pruebas físicas y fisiológicas; sin embargo, estas variantes alélicas *DD* se han localizado en atletas de elite y resistencia durante la realización de pruebas de maratón en Israel, relacionando este hallazgo como parte de su integridad genética de un grupo étnico el cual en conjunto con otras cualidades, estas variantes alélicas en conjunto con otros factores ambientales y genéticos lo utilizan como una posible variante de resistencia (Amir, 2007). Los grupos de medio fondo y fondo (grupos D y E) se caracterizan por la presencia frecuente de resistencia, con lo cual se confirma la existencia de una relación entre la predisposición genética y su desempeño; sin embargo, en algunos de ellos es menos frecuente encontrar el polimorfismo de velocidad, como lo ha reportado Amir (2007). Por otra parte, la presencia frecuente del alelo *II* en los grupos de resistencia (grupos D y E) se asocia con lo encontrado en atletas británicos que realizaban repeticiones de fuerza y duración repetitiva de flexión de bíceps después de un programa de ejercicio en el que se mezclaban componentes de fuerza y resistencia, lo cual relacionaron con el alelo *II* (Myerson, 1999). Dicha comparación de resultados obtenidos del grupo D y E en comparación

con lo reportado de que en atletas de resistencia podría encontrarse ambos alelos tanto de resistencia como de velocidad en menor frecuencia, mientras que los atletas de velocidad (sprint) de los grupos A, B y C reflejan más la tendencia con mayor frecuencia de encontrarse el alelo *DD*, sin embargo a diferencia de los demás grupos entre A, B, C en el grupo A no se detectó la variante *II* asociada a resistencia, dando una asociación posible de que los atletas son de desempeño en disciplinas sólo para velocidad y potencia como en lo reportado (Yang, 2003). Por lo tanto se determinó que el polimorfismo que se encuentra con mayor frecuencia entre los atletas es el alelo *DD*, el cual se relaciona con velocistas, asociando así este perfil con la población seleccionada. De conformidad con lo encontrado en nuestra investigación, es conveniente que estas características genéticas puedan utilizarse como criterio de inclusión en el proceso de formación de los atletas y validarlas más a fondo con pruebas antropométricas, físicas, fisiológico-metabólicas, celulares, moleculares, nutricionales, psicológicas y de desempeño deportivo. Asimismo, para complementar y enriquecer los diseños de entrenamiento a fin de obtener un mejor provecho de las condiciones individuales de cada atleta.

Por otra parte, este tipo de pruebas genéticas de diagnóstico, implementado para deportistas estatales de Nuevo León y de selección nacional, se ha diseñado con fines de investigación, deportivos y éticos, y está dirigido al apoyo de instituciones deportivas estatales y nacionales de alto rendimiento, para valorar el perfil del atleta de alto desempeño y en proceso, así como para

aprovechar mejor sus condiciones personales. Esta implementación se desarrolló sin fines de discriminación o exclusión y con el objetivo único de elaborar un perfil y la valoración genética del atleta consolidado o prospecto para ingresar posteriormente en un programa de planeación de proyectos de iniciación, preparación, seguimiento y desarrollo de mejoras en el entrenamiento.

Esta información y los análisis realizados son el resultado de las primeras investigaciones de este tipo en el país. Ambos son altamente aprovechables en lo relacionado con las condiciones genético-atléticas y la existencia de posibles genes favorables en deportistas mexicanos con un gran desempeño o en formación. Por tal motivo, los diagnósticos obtenidos deben extenderse y comprobar su eficacia en atletas consolidados; además, existe una amplia probabilidad de que puedan utilizarse en distintos deportes que impliquen características de resistencia y velocidad. A su vez podrán aplicarse como alternativa para reforzar la formación mediante el fortalecimiento del entrenamiento y el aprovechamiento de las cualidades y carencias físico-fisiológicas validadas, el desempeño en procesos de pretemporada o en estrategias de competencia y de juego que impliquen funciones específicas de respuesta física (resistencia y/o velocidad) de cada posición, dependiendo del deporte y su disciplina. Este estudio representa un enfoque vanguardista del conocimiento genético con aplicación a la posible mejora del atletismo de alto rendimiento y con amplias aportaciones de investigación, en el corto y largo plazos, para el deporte nacional en un proceso de obtención de resultados.

Referencias

- АХМЕТОВ, I., Popov, D., Astratenkova, I., Druzhevskaya, A., Missina, S., Vinogradova, O. & Rogozkin, V. (2008), "The use of molecular genetic methods for prognosis of aerobic and anaerobic performance in athletes" (El uso de métodos de genética molecular para el pronóstico de rendimiento aeróbico y anaeróbico en atletas), *Human Physiology*, vol. 34, núm. 3, pp. 338-342.
- АХМЕТОВ, I., Williams, A., Popov, D., Lyubaeva, E. & Hakimullina, A. (2009), "The combined impact of metabolic gene polymorphisms on elite endurance athlete status and related phenotypes" (El impacto combinado de los polimorfismos metabólicos de los genes en el estado de resistencia de los atletas de elite y fenotipos relacionados), *Human Genetic*, vol. 126, núm. 6, pp. 751-761.
- AMIR, O., Amir, R., Yamin, C., Attias, E., Eynon, N., Sagiv, M. & Meckel, Y. (2007), "The ACE deletion allele is associated with Israeli elite endurance athletes" (El alelo de delección del gen ACE está relacionado con atletas de elite en resistencia de Israel), *Experimental Physiology*, vol. 92, núm. 5, pp. 881-886.
- BUEMANN, B., Schierning, B. & Toubro, S. (2001), "The association between the Val/Ala-55 polymorphism of the uncoupling protein 2 gene and exercise efficiency" (La relación existente entre el polimorfismo Val/Ala-55 del gen de la proteína desvinculante 2 y la eficiencia del ejercicio), *International Journal of Obesity*, vol. 25, núm. 4, p. 467.
- COLLINS, M., Xenophontos, S., Cariolou, M., Mokone, G., Hudson, D., Anastasiades, L. & Noakes, T. (2004), "The ACE gene and endurance performance during the South African Ironman Triathlons" (El gen de la ECA y la capacidad de resistencia durante el triatlón Ironman de Sudáfrica), *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 36, núm. 8, pp. 1314-1320.
- LIPPI, G., Longo, U.G. & Maffulli, N. (2009), "Genetics and sports" (Genética y deporte), *British Medical Bulletin*, vol. 93, núm. 1, pp. 27-47.
- MAYNE, Ian (2006), "Examination of the ACE and ACTN3 Genes in Varsity Athletes and Sedentary Students" (Examen de los genes ACE y ACTN3 en atletas universitarios y estudiantes sedentarios), en Departmental Honors Thesis, Biology, The University of Tennessee, pp. 13-14 (acceso web: www.utc.edu/Administration/DepartmentalHonors/MayneIan.pdf).

- MORAN, C., Scott, R., Wilson, R., Georgiades, E., Goodwin, W., Wolde, B. & Pitsiladis, Y. (2004), "Increased frequency of an ACE polymorphism in Ethiopian elite marathon runners" (Aumento de la frecuencia de un polimorfismo de la ECA en maratonistas etíopes de elite), *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 36, núm. 5, p. 259.
- MYERSON, S., Hemmingway, H., Budget, R., Martin, J., Humphries, S. & Montgomery, H. (1999), "Human angiotensin I-converting enzyme gene and endurance performance" (El gen de la enzima de conversión de angiotensina humana I y el rendimiento de resistencia), *Journal of Applied Physiology*, vol. 87, núm. 4, pp. 1313-1316.
- NAZAROV, I., Woods, D. & Montgomery, H. (2001), "The angiotensin-converting enzyme I/D polymorphism in russian athletes" (La enzima convertidora de angiotensina del polimorfismo I/D en atletas rusos), *European Journal of Human Genetics*, vol. 9, núm. 10, pp. 797-801.
- SANCHEZA, J., Campuzano, O. Iglesias A. & Brugada, R. (2009), "Genética y deporte", *Apunts. Medicina de l'Esport*, vol. 44, núm. 162, pp. 86-97 (http://www.apunts.org/apunts/ctl_servlet?_f=40&cidet=13139841).
- SEKERLI, E., Katsanidis, D., Papadopoulou, V., Makedou, A., Vavatsi, N. & Gatzola, M. (2008), "Angiotensin-I converting enzyme gene and I/D polymorphism distribution in the Greek population and a comparison with other European populations" (La enzima convertidora de angiotensina y la distribución del polimorfismo I/D en Grecia y su comparación con otras poblaciones europeas), *Journal of Genetics*, vol. 87, núm. 1, pp. 91-93.
- SCOTT, R., Moran, C., Wilson, R., Onywera, V., Boit, M., Goodwin, W., Gohlke, P., Payne, J., Montgomery, H. & Pitsiladis, Y. (2005), "No association between Angiotensin Converting Enzyme (ACE) gene variation and endurance athlete status in Kenyans" (No se encontró relación entre la variación genética de la enzima convertidora de angiotensina [ACE] y el estado de resistencia en atletas kenianos), *Comparative Biochemistry and Physiology*, vol. 141, pp. 169-175.
- TANRIVERDI, H., Evrengul, H., Tanriverdi, S., Turgut, S., Akdag, B., Kaftan, H. & Semiz, E. (2005), "Improved endothelium dependent vasodilation in endurance athletes and its relation with ACE I/D polymorphism" (Mejora de la vasodilatación

dependiente del endotelio en los atletas de resistencia y su relación con el ACE polimorfismo I/D), *Circulation Journal*, vol. 69, pp. 1105-1110.

THELLIN, O., Zorzi, W., Lakaye, B., Borman, B., Coumans, B., Hennen, G., Grisar, T., Igout, A. & Heinen, E. (1999), "Housekeeping genes as internal standards: Use and limits" (Genes endógenos como control interno: uso y límites), *Journal of Biotechnology*, vol. 75, pp. 291-295.

YANG, N., MacArthur, D. & Gulbin, J. (2003), "ACTN3 Genotype is associated with human elite athletic performance" (Los genotipos ACTN3 se relacionan con el rendimiento atlético de elite), *American Journal of Human Genetics*, vol. 73, núm. 3, pp. 627-631.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo valorar el tipo de clima motivacional que crea el entrenador en el contexto deportivo según lo perciben los gimnastas mexicanos. Se evaluó a 107 atletas de gimnasia artística de ambas ramas, los cuales habían participado en el Campeonato Nacional de Gimnasia Artística 2010; se les aplicó el Cuestionario de Clima Motivacional Percibido en el Deporte versión dos (PMCSQ-2, Newton, Duda & Yin, 2000), traducido al español (Balaguer, Guivernau, Duda y Crespo, 1997). Las gimnastas perciben que su entrenador crea un clima motivacional más orientado a la tarea en el contexto deportivo, sin importar la categoría de la competición; los varones, por su parte, perciben un clima más orientado al ego, siendo éste más acentuado en los gimnastas juveniles que en los infantiles.

Palabras clave

Gimnasia artística, clima-tarea y clima-ego.

Abstract

The aim of this study was to value the perceived motivational climate in Mexican gymnasts. A sample of 107 artistic gymnasts (62 female, 45 male), that participated in the National Gymnastics Championship 2010, responded The Perceived Motivational Climate in Sport Questionnaire version two (PMCSQ-2, Balaguer, Guivernau, Duda & Crespo, 1997). Results demonstrated that the female gymnasts perceived that their coach creates a more task-oriented climate regardless of the competition level, and that male gymnasts perceived that their coach creates a more ego-oriented climate, being the ego factor particularly detected in junior gymnasts.

Keywords

Artistic gymnastics, task-climate, ego-climate and Mexican athletes.

Clima motivacional percibido en gimnastas mexicanos

Heriberto Antonio Pineda Espejel¹

Introducción

En la actualidad, la psicología del deporte ha cobrado relevancia en la preparación de los deportistas debido a su carácter holístico, pues ahora se sabe que el rendimiento deportivo no sólo depende de factores físicos, corpóreos, sino también mentales. Así, la psicología del deporte evalúa necesidades psicológicas, genera resultados y conclusiones para dar paso a la planificación. Una de sus tareas es detectar riesgos psicológicos potenciales generados en el entorno del grupo de entrenamiento para solucionarlos y optimizar el rendimiento deportivo. En este tenor, el clima motivacional –es decir, el conjunto de señales creadas por los agentes sociales significativos para la persona, como los familiares, entrenadores, directivos y compañeros (Reyes, 2009)– desempeña un papel relevante para el rendimiento deportivo. Por lo que la presencia de un clima motivacional adecuado, esto es, en el que haya relaciones sanas entre la comunidad deportiva, adecuada retroalimentación (Duda, 1992), y gozo del deportista en el desempeño de las tareas, permitirá una exitosa actividad deportiva, tanto en entrenamiento como en competencia.

De este modo se planteó el objetivo de valorar el tipo de clima motivacional que los gimnastas mexicanos perciben

que crea el entrenador en el contexto deportivo y comparar los resultados por género y categoría de competición.

Marco teórico

Una habilidad psicológica que puede verse afectada en el entorno deportivo es la motivación, que conviene definir como la dirección (sentirse atraído por ciertas situaciones) e intensidad (cantidad de empeño que pone la persona en una situación determinada) del esfuerzo (Sage, 1977). La motivación no deriva únicamente de factores propios del deportista –como su personalidad y sus necesidades u objetivos– ni de factores situacionales –como el estilo del entrenador o el historial de triunfos o derrotas del deportista–, sino de la interacción entre ambos. De ahí que esta habilidad pueda estar sujeta a factores intrínsecos –como el realizar una actividad por el disfrute que brinda su ejecución– o extrínsecos –como el logro de recompensas o ganancias que justifiquen su participación. Los factores intrínsecos y extrínsecos son importantes en diferentes etapas de la vida deportiva y ambos aportan conjuntamente la motivación para la persistencia en el entrenamiento, la obtención de metas y logros en general, y la consideración del deporte como el aspecto fundamental en la vida del deportista.

¹ Segundo lugar del área Ciencias Aplicadas en la categoría Abierta. Seudónimo: Raducan. Estado de México. bondarenko2@hotmail.com

Un concepto derivado, referente a los factores situacionales, que conviene tratar es el del clima motivacional; esto es, el de la interpretación individual del conjunto de señales creadas por los agentes sociales significativos para el atleta, como familiares, entrenadores, directivos y compañeros (Reyes, 2009) en el contexto deportivo y que condicionan la determinación de sus orientaciones motivacionales. Aquí conviene considerar la teoría de las metas de logro, una de las actuales teorías cognitivo-sociales de la motivación, la cual argumenta que, en los entornos de logro, los sujetos desarrollan una serie de procesos cognitivos (estrategias) que definen sus formas de conducta con miras a la consecución de objetivos y metas personales previamente establecidos con el fin de demostrar capacidad o competencia (Ames, 1984) y que coloca, además, como uno de sus constructos centrales, al clima motivacional percibido (metas de logro que se destacan en una situación) (Balaguer, 2007), el cual se caracteriza por un conjunto de facetas que incluyen las metas que se quieren conseguir, la evaluación del proceso de recompensa y la manera en que se les pide a los sujetos que se relacionen unos con otros (Ames & Archer, 1988). “La premisa de la investigación desde la perspectiva situacional es que la naturaleza de las experiencias individuales y la forma en que éstas son interpretadas influye en el grado en el que uno se percibe con una orientación a la maestría o al rendimiento como rasgo más sobresaliente” (Treasure, 2001), en función de los estilos de enseñanza y las creencias del entrenador acerca del éxito y el fracaso. Es decir, que el tipo de interacción que mantiene el entrenador con los deportistas, los valores que transmite y la manera de instruirlos

juegan un papel importante en la predicción de las percepciones y conductas de los mismos y pueden tener efectos diferentes sobre su motivación intrínseca y extrínseca. Por lo que ha mostrado ser una variable determinante para predecir el rendimiento deportivo.

Se considera que dicha percepción del ambiente social aumentará la probabilidad de que los sujetos se involucren en la tarea o en el ego. Esto es, si perciben que el entrenador valora a sus deportistas en función del esfuerzo y el progreso, y promueve de forma clara aspectos relativos al esfuerzo y el dominio de la tarea, entonces existirá una alta probabilidad de que los deportistas se involucren en la tarea. Si lo que se valora en el equipo es ser el mejor y se premian cuestiones relativas a la demostración de superioridad de competencia, entonces aumentará la probabilidad de que el deportista se implique en el ego (Balaguer, 2007). Para reforzar lo anterior, otros estudios (Peiró, 1999; Cervelló & Santos-Rosa, 2000) muestran que aquellos entornos o ambientes donde se fomenta la competición interpersonal, la evaluación pública y la retroalimentación normativa sobre el desempeño en las tareas o actividades de la clase ayudan a que aparezca un estado de involucración respecto del ego. Los ambientes que enfatizan un proceso de aprendizaje, la participación activa y el dominio de la tarea en forma individual y personalizada tienden a fomentar la aparición de una concentración en la tarea.

Las investigaciones que se han venido desarrollando acerca de la socialización deportiva demuestran que los entrenadores son uno de los principales agentes de influencia social (Higginson, 1985). Estos estudios han encontrado que las creencias, valores y conductas de los

otros individuos que son significativos para la persona tienen un importante efecto en la participación de ésta en las actividades deportivas y en su motivación para la práctica del deporte, especialmente en la infancia y la adolescencia (Calvo, Ureña, Martínez & Cervelló, 2000).

En este orden de cosas se describen dos tipos de clima motivacional percibido que se diferencian fundamentalmente por las dimensiones evaluativas dentro del contexto: el clima-tarea y el clima-ego. Ames (1995) los caracterizó de la siguiente forma: en el clima-tarea existiría un reconocimiento privado, basado en el propio progreso y la evaluación del mismo, considerando el error como parte natural del proceso de mejoramiento. En el clima-ego, por otra parte, el reconocimiento es público y se basa en la comparación social por medio del triunfo o la superioridad sobre el otro, y el error es considerado como algo que debe evitarse.

En el clima motivacional orientado a la tarea existiría entonces menos rivalidad entre los deportistas y menor frustración generada por las comparaciones, pues en él, el deportista es parte activa y consciente de su propio desempeño. Además Cervelló, Santos-Rosa, Jiménez, Nerea y García (2002) refieren que en el clima-tarea los deportistas perciben que su entorno valora el aprendizaje, el progreso, la maestría en la ejecución y la participación; y que en el clima-ego los deportistas perciben que su entorno pondera la comparación y la competitividad entre deportistas o equipos, que los entrenadores se preocupan por obtener un excesivo control en la dinámica de la sesión y suelen recompensar siempre a los deportistas mejor dotados frente a los menos hábiles, al

usar criterios externos de evaluación (Flórez, Salguero & Márquez, 2008).

Un clima motivacional orientado a la tarea implica mayor motivación por alcanzar la maestría deportiva sin necesidad de recompensas externas o amenazas porque la mejor recompensa es el logro en sí mismo (Roberts, 2001).

En un clima motivacional orientado al ego, el éxito significa hacer las cosas mejor que el resto de los compañeros, logrando mejor puntuación o realizando una ejecución que se considera buena con base en ciertos patrones normativos. En esta situación, los deportistas están extrínsecamente motivados porque conciben el aprendizaje como un medio para lograr el reconocimiento público de su superioridad y experimentan sentimientos negativos cuando fracasan en su intento de demostrar una habilidad superlativa (Digelidis & Papaioannou, 1999).

Un instrumento utilizado para medir las diferencias individuales en la percepción del clima motivacional en su grupo de entrenamiento para los deportes individuales es el Cuestionario de Clima Motivacional Percibido en el Deporte 2 (Perception of Motivational Climate in Sport Questionnaire, PMCSQ-2) de Newton, Duda y Yin (2000).

Según el estudio de Balaguer y colegas (1997), el clima-tarea se relacionaba con estrategias de aprendizaje más efectivas, por la preferencia de tareas más desafiantes, actitudes más positivas hacia la clase y creencias en que el esfuerzo conducía al éxito. Enfocados principalmente en la tarea, los deportistas sentían que se les recompensaba por entrenar duro al tiempo que eran

alentados por el entrenador. Contrariamente, en el clima-ego, los deportistas percibían que el entrenador únicamente destacaba y recompensaba a los jugadores que mostraban mayor talento. Los mismos autores señalan que los deportistas que perciben un clima motivacional enfocado en la tarea tienen mayor motivación intrínseca, se esfuerzan más, se divierten más, sus cogniciones se centran en el aprendizaje y son más persistentes en la consecución de sus objetivos. Por otra parte, los deportistas que perciben un clima motivacional concentrado en el ego tienen menor motivación intrínseca, sus cogniciones son poco adaptativas, tienden a reducir el esfuerzo y a disminuir la persistencia en la consecución de sus objetivos.

La investigación de Salinero, Ruiz y Sánchez (2006) reflejó que sus sujetos de estudio perciben en los entrenadores una alta orientación a la tarea, aunque los valores para la orientación al ego son menores pero también sensiblemente elevados.

Por otra parte, Moreno, Cervelló y González-Cutré (2007) revelan que los varones perciben un clima motivacional más inclinado al ego que las mujeres y que los deportistas más jóvenes perciben un mayor clima-tarea.

El estudio de Reyes (2009) reflejó que los futbolistas peruanos perciben que su ambiente toma en cuenta la mejora de su rendimiento mediante el esfuerzo constante, a pesar de ser una población de elite, y no reflejó diferencias significativas entre grupos de edad. Al respecto, González (2009) explica que podría suceder que el clima imperante en deportistas de alta competición no estuviera tan fuertemente relacionado con las auto-percepciones.

Por su parte, la investigación de Duda (1999) apoya la promoción de un clima-tarea en el deporte, incluso entre deportistas de elite.

En un estudio llevado a cabo por Halliburton y Wiss (2002) con un grupo de mujeres gimnastas de diferentes edades y niveles se planteó que las gimnastas podrían percibir el clima motivacional orientado a la maestría (tarea) y orientado al rendimiento (ego) en diferentes grados y en función de su nivel deportivo. Se esperaría que las gimnastas que compiten en los niveles más bajos percibieran un clima más orientado a la tarea, mientras que las que compiten en los niveles más altos percibieran un clima más orientado al ego. Sin embargo, no existieron diferencias significativas y prevaleció un clima motivacional orientado a la tarea.

Carratalá (2004) apunta que parece ser que los deportistas interpretan el clima orientado al ego como fuente de información acerca de su competencia, y definen la alta exigencia del entorno como indicador de que poseen capacidad para alcanzar las metas y retos que se les plantean por medio del esfuerzo y el aprendizaje.

Debido a la formación académica del entrenador deportivo, el mayor campo de acción está en la motivación extrínseca a partir de la creación de un clima motivacional adecuado en los entrenamientos y competencias, que garantice el máximo provecho del potencial de sus deportistas.

Método

El tipo de investigación es descriptivo-comparativo; en este sentido, el presente trabajo pretende comparar cada

una de las variables de estudio según el género y el nivel de competencia.

Participantes

Mediante un muestreo intencional se estudió a 107 atletas de gimnasia artística afiliados a la Federación Mexicana de Gimnasia, A.C. (FMG), de los cuales 62 eran de la rama femenil –de las clases I (mayores de 16 años de edad), II (de 14 a 15 años) y III (13 y 14 años de edad) categoría A–, y 45 de la rama varonil, niveles de elite –10 (17 y 18 años de edad), 9 (15 y 16 años) y 8 (13 y 14 años)– categorías A y que participaron en el Campeonato Nacional de Gimnasia 2010.

Todos ellos pertenecían a diferentes asociaciones estatales de gimnasia en México y tenían licencia federativa oficial para participar en campeonatos nacionales de la especialidad, organizados por la FMG. Los gimnastas de la muestra tenían clasificación nacional, y algunos de ellos incluso clasificación internacional.

Según categoría de competición, en la rama varonil se evaluó a 69% de la población competitiva del nivel 8, 80% del nivel 9, 66% del nivel 10 y 81% del nivel de elite. En lo que se refiere a la rama femenil, se estudió a 56% de la población competitiva de la clase III, 45% de la clase II y al total de la clase I.

Instrumento de medida

Para medir la percepción que tienen los gimnastas del clima motivacional que genera el entrenador en su contexto deportivo se utilizó el Cuestionario de Clima Motivacional Percibido en el Deporte (PMCSQ-2, Newton, Duda y Yin, 2000) en su versión traducida

al español por Balaguer y colaboradores (1997). El instrumento está compuesto de 24 ítems, los cuales constan de dos dimensiones (13 ítems que miden la percepción del clima motivacional orientado al ego y otros 11, la percepción del clima motivacional orientado a la tarea), que a su vez se estructuran en cinco subescalas denominadas: 1) aprendizaje cooperativo, 2) esfuerzo/mejora, 3) reconocimiento desigual, 4) castigo por errores y 5) rivalidad intragrupo. Las dos primeras refieren a la dimensión clima-tarea y el resto a clima-ego.

Este cuestionario muestra valores de fiabilidad para el clima-tarea ($\alpha = 0.85$) y para el clima-ego ($\alpha = 0.91$) (Moreno *et al.*, 2007). Según el estudio de Balaguer y colegas (1997), la fiabilidad de las diferentes subescalas fue así: aprendizaje cooperativo ($\alpha = .79$), esfuerzo/mejora ($\alpha = .75$), castigo por errores ($\alpha = .82$), reconocimiento desigual ($\alpha = .86$) y rivalidad intragrupo ($\alpha = .54$). La forma de responderlo se efectuó mediante una escala tipo Likert de cinco puntos (1 = “muy en desacuerdo” a 5 = “muy de acuerdo”).

Procedimiento

Previamente a la aplicación del cuestionario se estableció el contacto, vía telemática, con la Federación Mexicana de Gimnasia, A.C., a la cual se le solicitó su apoyo para la realización de la investigación. La recolección de datos se efectuó después de la sesión de competencia, una vez que se localizó a los entrenadores para explicarles las características del estudio y pedirles su colaboración. Antes de administrar el test psicológico se explicó a los gimnastas las características del cuestionario; asimismo,

se les indicó que la participación era voluntaria y que los cuestionarios eran anónimos.

Variables dependientes por evaluar

Clima orientado a la tarea. Existiría un reconocimiento privado, basado en el propio progreso, y una evaluación basada en el progreso individual, considerando el error como parte natural del proceso de mejora (Ames, 1995).

Clima orientado al ego. El reconocimiento es público, se basa en la comparación social y en una evaluación determinada por el triunfo o por la comparación con otros competidores (Ames, 1995).

Variables independientes por evaluar

Nivel competitivo y género de los gimnastas.

Análisis estadístico

Una vez finalizado el trabajo de campo, se realizó el análisis estadístico utilizando el paquete de programas informático SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows, versión 16.0. Se examinaron las comparaciones de grupos a través del ANOVA de un factor y las comparaciones múltiples *post hoc* (prueba de Scheffé). El nivel de significancia establecido fue de .05.

Debido al reducido número de la muestra, sólo se analizaron las dimensiones de primer orden, o sea, la percepción de un clima motivacional orientado a la tarea y la percepción de un clima orientado al ego.

Resultados

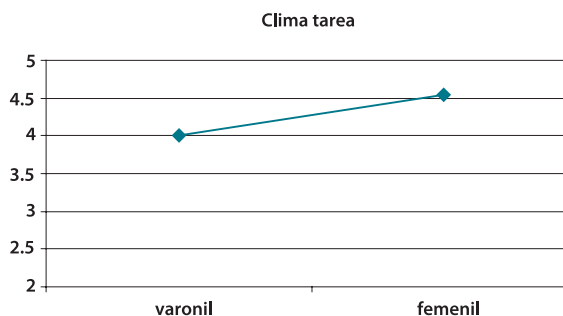
En este apartado se muestra el clima motivacional que crea el entrenador en el entorno deportivo según lo perciben los gimnastas.

La tabla 1 presenta los valores descriptivos de los climas motivacionales percibidos por género y categoría de competición, lo cual refleja un alto clima motivacional orientado a la tarea en las mujeres y arroja una diferencia estadísticamente significativa ($p = .000$); mientras que los varones perciben un clima más orientado al ego ($p = .007$).

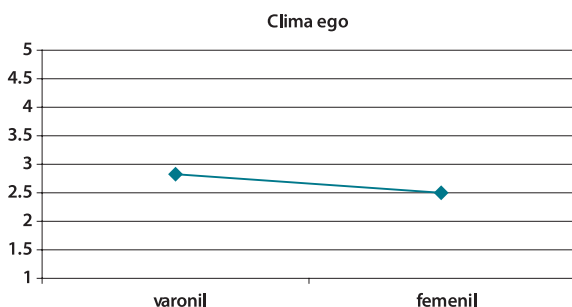
■ **Tabla 1. Valores descriptivos de los climas motivacionales percibidos por género y categoría de competición**

	Nivel	N	Clima-tarea		Clima-ego	
			Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Varonil	8	18	4.23	0.57	2.47	0.59
	9	12	4.04	0.63	2.89	0.72
	10	6	4.39	0.42	3.52	0.71
	Elite	9	3.71	0.70	2.94	0.35
		45	4.103	0.626	2.83	0.68
Femenil	III	35	4.49	0.70	2.55	0.58
	II	18	4.55	0.31	2.42	0.50
	I	9	4.67	0.17	2.47	0.47
		62	4.354	0.354	2.50	0.62

■ **Figura 1. Gráfica de las medias obtenidas en el clima orientado a la tarea según el género**



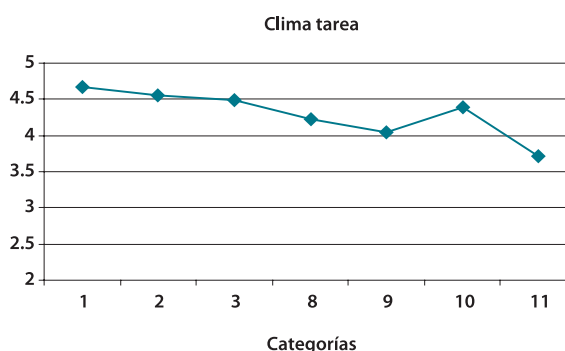
■ Figura 2. Gráfica de las medias obtenidas en el clima orientado al ego según el género



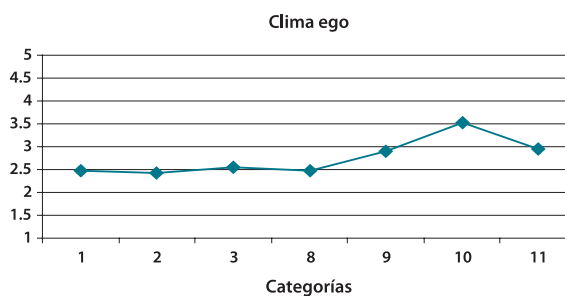
Al comparar las medias y la varianza de las variables mediante el ANOVA de un factor por grupos de competición y género, se observa que el valor p (significancia) es igual a .000 para el clima-tarea y de .001 para el clima-ego. Mediante la prueba *post hoc* de Scheffé, se observa que la significancia en el clima-tarea está presente en el nivel de elite varonil y en cada una de las clases de la rama femenil ($p = .008$ para clases 1 y 2, y $p = .007$ para la clase 3). Además de no mostrar diferencias estadísticamente significativas por categorías de competición en cada rama.

Con respecto al clima-ego, el ANOVA mostró una diferencia de $p = .001$ en la comparación entre grupos e intragrupos. La prueba *post hoc* revela que la diferencia significativa se presenta entre las clases 8 y 10 varonil ($p = .028$) y, por género, entre el nivel 10 y las clases 2 y 3 femenil ($p = .017$ y $p = .031$, respectivamente).

■ Figura 3. Gráfico de las medias del clima-tarea obtenidas por clase (1, 2 y 3 femenil) o nivel (8, 9, 10 y 11) de competición. El valor 11 refiere al nivel de elite varonil



■ Figura 4. Gráfico de las medias del clima-ego obtenidas por clase (1, 2 y 3 femenil) o nivel (8, 9, 10 y 11) de competición. El valor 11 refiere al nivel de elite varonil



Discusión

En cuanto a la medición del rasgo más sobresaliente que perciben los deportistas objeto de estudio en torno del estilo de enseñanza y creencias del entrenador sobre el éxito y el fracaso, los resultados que arroja la presente investigación coinciden con lo reportado por Moreno y colegas (2007), quienes observan que los varones perciben un clima motivacional más orientado al ego que las mujeres.

Por otra parte, el hecho de que en los gimnastas de nivel de elite se observe significativamente menor clima-tarea respecto de las mujeres puede deberse a las exigencias competitivas presentes en dicho nivel.

Conviene señalar que, al igual que en el estudio de Halliburton y Wiss (2002), no existieron diferencias significativas en ambos climas entre las gimnastas que compiten en niveles más bajos y los que compiten en niveles más altos.

No obstante, este trabajo muestra que, entre los varones, los gimnastas juveniles (nivel 10) perciben significativamente un mayor clima-ego respecto de los más jóvenes (nivel 8). Esto puede deberse a que en el nivel 10 comienza la contienda por conformar equipos representativos para primeras justas internacionales, aunado a las exigencias presentes en las mismas.

Las percepciones del clima motivacional creado se orientan a la tarea en la rama femenil, donde sobresale que el entrenador anima a las deportistas a trabajar en equipo y ayudarse entre sí para aprender, así como a mejorar en sus puntos débiles y a sentirse bien cuando lo logran. Es decir, las formas de apoyo para que su motivación se oriente a alcanzar la maestría deportiva.

Siguiendo las aproximaciones teóricas de Balaguer y colaboradores (1997), aumenta así la probabilidad de que las gimnastas se orienten a la tarea y a tener mayor motivación intrínseca, a esforzarse y divertirse más, a centrar sus cogniciones en el aprendizaje y a ser más persistentes en la consecución de sus objetivos. Aunque para ello habría que plantearse una futura línea de investigación.

Las percepciones del clima motivacional prevalente en la rama varonil se orientan hacia el clima-ego en aquellos casos en que el entrenador anima a los deportistas a competir entre sí y sobresalir por encima de sus compañeros. En teoría, según Balaguer y colegas (1997), aumenta la probabilidad de que los gimnastas se orienten al ego, lo que conllevaría una desventaja puesto que manifestarán menor motivación intrínseca, sus cogniciones serán poco adaptativas, tenderán a reducir el esfuerzo y a disminuir la persistencia en la consecución de sus objetivos. Sin embargo, esto no es necesariamente perjudicial, pues, aunque los datos apoyan cada vez más un clima orientado a la tarea, cada contexto presenta necesidades diferentes para lograr que el deportista trabaje con el máximo de sus capacidades, por lo que, actualmente, se prefiere hablar de un clima motivacional adecuado.

Luego, entonces, estos resultados aún deben profundizarse, ya que conviene apuntar que, en el ámbito deportivo, además del clima motivacional que genera el entrenador, también son de importancia los que crean los demás agentes del entorno, por lo que se precisa la consideración de más variables, como el proceso de socialización del deportista, la orientación motivacional de los padres, directores técnicos y dirigentes, entre otras.

Las gimnastas mujeres perciben que su entrenador crea un clima motivacional más orientado a la tarea en el contexto deportivo, en comparación con los varones, sin importar la categoría de competición; por su

parte, los varones perciben un clima más orientado al ego, tendencia superior entre los gimnastas de 17 y 18 años de edad (nivel 10) que entre los infantiles (13 a 14 años).

Referencias

- AMES, C. (1984), "Achievement attributions and self-instructions under competitive and individualistic goal structures", *Journal of Educational Psychology*, vol. 76, núm. 3, pp. 478-487.
- AMES, C. (1995), "Metas de ejecución, clima motivacional y procesos motivacionales", en Roberts, G. (ed.), *Motivación en el deporte y el ejercicio*, Bilbao: Desclée de Brouwer, pp. 197-214.
- AMES, C. & Archer, J. (1988), "Achievement goals in the classroom: Student's learning strategies and motivation processes", *Journal of Educational Psychology*, vol. 80, núm. 3, pp. 260-267.
- BALAGUER, I. (2007), "Clima motivacional, calidad de la implicación y bienestar psicológico: una propuesta de intervención en equipos deportivos", en Blanco, A. & Rodríguez, J. (eds.), *Intervención psicossocial*, Madrid: Pearson Education, pp. 156-162.
- BALAGUER, I., Guivernau, M., Duda, J. & Crespo, M. (1997), "Análisis de la validez de constructo y de la validez predictiva del Cuestionario de Clima Motivacional Percibido en el Deporte (PMCSQ-2) con tenistas españoles de competición", *Revista de Psicología del Deporte*, vol. 6, núm. 1, pp. 41-58.
- CALVO, R., Ureña, A., Martínez, M. & Cervelló, E. (2000), "Estudio de la relación entre el clima social motivacional percibido en los entrenamientos, la orientación motivacional y la diversión en jugadoras de voleibol", Memoria del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte, realizado en Cáceres, Extremadura, pp. 379-387 (artículo electrónico recuperado el 12 de septiembre del 2009 en <http://www1.unex.es/eweb/cienciadeporte/congreso/00%20cac/RD/PC/9clima.pdf>).
- CARRATALÁ, E. (2004), "Análisis de la teoría de metas de logro y de la autodeterminación en los planos de especialización deportiva de la Generalitat Valenciana", Universitat de Valencia (tesis doctoral).

- CERVELLÓ, E. & Santos-Rosa, F. (2000), "Motivación en las clases de educación física: un estudio de la perspectiva de las metas de logro en el contexto educativo", *Revista de Psicología del Deporte*, vol. 9, núms. 1-2, pp. 51-70.
- CERVELLÓ, E., Santos-Rosa, F., Jiménez, R., Nerea, A. & García, T. (2002), "Motivación y ansiedad en jugadores de tenis", *Revista Motricidad*, vol. 9, pp. 141-161.
- DIGELIDIS, N. & Papaioannou, A. (1999), "Age-group differences in intrinsic motivation, goal orientations and perceptions of athletic competence, physical appearance and motivational climate in Greek physical education", *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, vol. 9, núm. 6, pp. 375-380.
- DUDA, J. (1992), "Motivation in sport settings: A goal perspective analysis", en Roberts, G.C. (ed.), *Motivation in Sport and Exercise*, Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- DUDA, J. (1999), "El clima motivacional y sus implicaciones para la motivación, la salud y el desarrollo de los desórdenes de alimentación en gimnastas", *Revista de Psicología Social Aplicada*, vol. 9, núm. 1, pp. 7-24.
- FLÓREZ, J., Salguero, A. & Márquez, S. (2008), "Relación de género, curso y tipo de colegio con el clima motivacional percibido en la educación escolar en estudiantes colombianos", *Revista de Educación*, núm. 347, pp. 203-229.
- GONZÁLEZ, L. (2009), "Valoración crítica de la teoría de las perspectivas de metas y de su aplicación en los diferentes niveles de participación deportiva", *Revista Cubana de Medicina del Deporte y la Cultura Física*, vol. 4, núm. 1, pp. 1-18.
- HALLIBURTON, A.L. & Wiss, M.R. (2002), "Sources of competence information and perceived motivational climate among adolescent female gymnasts varying in skill level", *Journal of Sport and Exercise Psychology*, vol. 24, núm. 4, pp. 396-419.
- HIGGINSON, D.C. (1985), "The Influence of Socializing Agents in Female Sports-Participation Process", *Adolescence*, vol. 20, núm. 77, pp. 73-82.
- MORENO, J., Cervelló, E. & González-Cutré, D. (2007), "Analizando la motivación en el deporte: un estudio a través de la teoría de la autodeterminación", *Apuntes de Psicología*, vol. 25, núm. 1, pp. 35-51.
- NEWTON, M. & Duda, J. (1993), "The Perceived Motivational Climate in Sport Questionnaire: Construct and Predictive Utility", *Journal of Sport and Exercise Psychology*, vol. 15, pp. 5-56.

- NEWTON, M., Duda, J. & Yin, Z. (2000), "Examination of the Psychometric Properties of the Perceived Motivational Climate in Sport Questionnaire-2 in a Sample of Female Athletes", *Journal of Sports Sciences*, vol. 18, núm. 4, pp. 275-290.
- PEIRÓ, C. (1999), "La teoría de las perspectivas de meta y la educación física: un estudio sobre los climas motivacionales", *Revista de Psicología Social Aplicada*, vol. 9, núm. 1, pp. 25-44.
- REYES, M. (2009), "Clima motivacional y orientación de meta en futbolistas peruanos de primera división", *Cuadernos de Psicología del Deporte*, vol. 9, núm. 1, pp. 5-20.
- ROBERTS, G. (2001), *Advances in motivation in sport and exercise*, Champaign Illinois: Human Kinetics, 446 pp.
- SAGE, G. (1977), *Introduction to motor behavior: A neuropsychological approach*, Reading, Massachusetts, Addison-Wesley Publishing Co.
- SALINERO, J., Ruiz, G. & Sánchez, F. (2006), "Orientación y clima motivacional, motivación de logro, atribución de éxito y diversión en un deporte individual", *Apuntes. Educación Física y Deportes*, vol. 83, pp. 5-11.
- TREASURE, D.C. (2001), "Enhancing young people's motivation in youth sport: An achievement goal perspective", en Roberts, G.C. (ed.), *Advances in motivation in sport and exercise*, Champaign, Illinois, Human Kinetics, pp. 79-100.

APÉNDICE A

PMCSQ-2

Piensa sobre como es tu ambiente de entrenamiento EN GENERAL e indica a continuación como percibes la forma en la que entrena tu entrenador. Rellenando completamente la opción deseada. Ejemplo: 1 2 3 4 5

EN MI GRUPO DE ENTRENAMIENTO...	Muy en desacuerdo	En Desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Muy de Acuerdo
1. El entrenador se enfada cuando falla un deportista	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
2. El entrenador presta más atención a los deportistas "estrella".	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
3. El entrenador sólo felicita a los deportistas cuando destacan unos de otros.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
4. Los deportistas se sienten bien cuando intentan hacerlo lo mejor posible.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
5. Los deportistas se ayudan entre sí para aprender.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
6. Se anima a que los deportistas compitan entre sí.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
7. El entrenador tiene sus deportistas preferidos.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
8. El entrenador ayuda a mejorar a los deportistas en los aspectos en los que no son buenos.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
9. El entrenador grita a los deportistas cuando fallan.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
10. Los deportistas sienten que han tenido éxito cuando mejoran.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
11. Sólo los deportistas con mejores resultados reciben felicitaciones.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
12. Los deportistas son castigados cuando fallan.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
13. Se premia el esfuerzo.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
14. El entrenador anima a que los deportistas se animen unos a otros para aprender.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
15. El entrenador deja claro quiénes son los mejores deportistas.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
16. Los deportistas se motivan cuando juegan mejor que sus compañeros.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
17. El entrenador le da importancia al esfuerzo personal de los deportistas.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
18. El entrenador sólo se fija en los mejores deportistas.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
19. Los deportistas tienen miedo a fallar.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
20. Se anima a que los deportistas mejoren en sus puntos débiles.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
21. El entrenador favorece a algunos deportistas más que a otros.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
22. El entrenador le da importancia a que los deportistas mejoren en cada partido o en cada entrenamiento	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
23. Los deportistas trabajan "conjuntamente como equipo".	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5
24. Los deportistas se ayudan a mejorar y a superarse.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5

Resumen

En el presente trabajo se muestra una comparación de las habilidades psicológicas entre deportistas mexicanos de nivel de elite y preelite mediante el Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (Psychological Skills Inventory for Sports, 5th Revision; en adelante, PSIS R-5), adaptado al español por López-Walle (2002). El objetivo es conocer las diferencias entre las habilidades psicológicas según el género y nivel de rendimiento. Se obtuvo una muestra total de 298 atletas, divididos en 33 de CIMA (Compromiso Integral de México con sus Atletas) y 265 de los equipos representativos de los Tigres de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). En los resultados se utilizaron los estimadores básicos de la estadística descriptiva. Las conclusiones más representativas muestran que, al diferenciar los atletas por nivel de rendimiento, únicamente los deportistas pertenecientes a Tigres presentan la habilidad de control de ansiedad como altamente relacionada con las demás habilidades; de manera opuesta, en los deportistas de alto rendimiento (becados por CIMA) únicamente se relacionan el alto control de la ansiedad con la motivación y la concentración.

Palabras clave

Habilidades psicológicas, deportistas de elite, PSIS R-5.

Abstract

The study shows a psychological skill comparison between gender and endurance in a sample of 298 Mexican elite and pre-elite athletes. Thirty-three athletes from CIMA (Complete Integral Commitment of Mexico with its Athletes) and 265 athletes from representative teams of Tigres of the Autonomous University of Nuevo León (UANL) answered the Psychological Sport Skills Inventory R-5, adapted to Spanish by López-Walle (2002). The basic estimations of descriptive statistics, the *T* Test, correlations and ANOVA were used for the group comparison. The research showed that, when differentiated by their level of endurance, only the athletes from Tigres presented control of anxiety as highly related to the rest of the skills; in contrast, the elite athletes from CIMA only related high control of anxiety with the motivation and concentration skills.

Keywords

Psychological skills, elite sportsmen, PSIS R-5.

Habilidades psicológicas en atletas mexicanos de nivel de elite y preelite

Raquel Morquecho Sánchez¹

Introducción

El conocimiento a partir del cual se ha desarrollado el entrenamiento en habilidades psicológicas (PST, por sus siglas en inglés), en esencia procede principalmente de dos fuentes: una la constituyen los primeros estudios de investigación llevados a cabo con competidores de elite, y la otra, la experiencia de entrenadores y deportistas. También hay trabajos que cuestionaron la efectividad del PST como fuente del conocimiento (Weinberg & Gould, 1996).

El Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (Mahoney, Gabriel & Perkins, 1987) ha sido uno de los instrumentos más empleados en la evaluación global de habilidades psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (Duda, 1998; Cox & Liu, 1993). Este instrumento mide de forma genérica distintas habilidades: control de la ansiedad, concentración, confianza, visualización, motivación y énfasis de equipo.

Por lo anterior, y con base en la adaptación al español del Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (López-Walle, 2002), el presente estudio pretendió conocer las diferencias entre atletas mexicanos de los niveles de elite y preelite. Además de contribuir a la validación del instrumento de medición en el contexto mexicano.

En la actualidad, el deporte es un conjunto estructural de diversos factores: físicos, técnicos, tácticos y psicológicos. Para lograr resultados positivos es necesario trabajar de forma conjunta todos estos aspectos. El entrenamiento físico incide sobre variables del rendimiento deportivo como la resistencia, la fuerza, la flexibilidad, la velocidad, etc., mientras que el trabajo psicológico se centra en variables y habilidades psicológicas tales como la motivación, el estrés, la confianza, la concentración, la ansiedad y el trabajo de equipo, tomando en consideración las condiciones ambientales y personales que afectan a estas variables, así como las estrategias que pueden guiarlas en la dirección adecuada (Buceta, 1993). Es por eso que este trabajo se enfoca en el factor psicológico de la práctica deportiva, en especial en las habilidades psicológicas de los atletas, las cuales constituyen una rama de la preparación global de los mismos.

El principal objetivo del deporte es alcanzar resultados: ganar una prueba, romper un récord, no descender de categoría, quedar entre los primeros lugares (*ranking*), etcétera. Todo el esfuerzo que exige la preparación del deportista en su conjunto consiste en optimizar sus posibilidades de rendimiento para poder alcanzar sus objetivos (Buceta, 1993).

¹ Tercer lugar del área Ciencias Aplicadas en la categoría Abierta. Seudónimo: Kelly. Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León. rmorecho7@hotmail.com

Incrementar el rendimiento de los deportistas aumenta la probabilidad de que consigan el resultado deseado, y es aquí donde tiene cabida la contribución de las ciencias aplicadas como la psicología. Esta ciencia tiene como uno de sus objetivos ayudar a que los deportistas rindan al máximo para así poder conseguir los resultados deportivos que se propongan; sin embargo, al ser éste un fin común a todos los deportistas de competición, al tiempo que las circunstancias son diferentes para cada uno de ellos, el camino de una intervención psicológica que pretenda ser eficaz debe ser diferente para cada caso en particular.

En términos generales, deben tomarse en cuenta las diferencias deportivas determinantes, tales como el ciclo de competición, el entrenamiento por disciplina deportiva, los objetivos específicos de dicha actividad deportiva, la edad, el género, el apoyo de los padres, etcétera. En definitiva, cada deportista tiene circunstancias deportivas distintas que plantean necesidades psicológicas específicas.

El objetivo general de este trabajo es comparar las habilidades psicológicas entre los atletas de elite y preelite. Y sus objetivos específicos, conocer las diferencias en las habilidades psicológicas en función del género, y correlacionar las habilidades psicológicas del *PSIS R-5* según el nivel de rendimiento.

Marco teórico

En este apartado se abordan temas comparativos entre la psicología del deporte y la psicología diferencial entre tipo de deporte, nivel de rendimiento y género.

Las características significativas en los deportistas de elite son: establecen un fuerte compromiso con el depor-

te que practican, sus entrenamientos son mejores cualitativamente hablando, establecen objetivos, emplean técnicas de imaginación, planifican la precompetición y la competición, controlan las distracciones, reconocen las situaciones de presión y evalúan la competición, a diferencia de los deportistas de preelite y no-elite.

Por otro lado, independientemente del nivel deportivo, la preparación deportiva general debe contar con la capacidad para controlar los procesos de pensamiento a fin de concentrarse en una tarea, lo cual es una de las claves más importantes para lograr una actuación exitosa en el deporte. El control mental es, por tanto, un factor importante en la competición, tanto en deportes de conjunto como en individuales, así como en niveles deportivos de elite y preelite.

Se concluye que los deportistas que practican deportes colectivos, en oposición a los que practican los individuales, se caracterizan por tener mayores niveles de autorrealización y espíritu humanitario, lo cual redundará en mayor confianza, buen humor, mayor autodominio y responsabilidad social.

Igualmente, en los deportes individuales el factor emotividad presenta una puntuación más elevada, lo que redundará en una mayor inestabilidad emocional, al tiempo que los deportistas son más frágiles y recelosos que los que participan en deportes colectivos.

Estos resultados parecen apuntar a la existencia de diferencias en las características psicológicas existentes entre esos dos tipos de deportistas. La intervención psicológica en el deportista es cada vez más valorada; ya que los propios atletas y sus entrenadores la solicitan como parte esencial de su preparación.

En lo referente a la variable género, se han realizado múltiples estudios en un intento por descubrir las posibles diferencias y analogías motivacionales existentes entre participantes de uno y otro sexo.

Martín-Albo (1998) afirma haber encontrado diferencias significativas en los motivos alegados por hombres y mujeres para participar en deportes colectivos. La muestra femenina mostró mayores puntuaciones en aspectos de tipo afiliativo, de crecimiento personal, de búsqueda de esfuerzo y relaciones con el entrenador. Los hombres presentaron puntuaciones más altas en la búsqueda de la competición y de la fama.

Castillo, Balaguer y Duda (2000) consideraron diferentes orientaciones y valoraciones en los motivos para la práctica deportiva entre participantes de ambos sexos. Los hombres mostraron mayores puntuaciones en aspectos de maestría, afiliación y orientación al ego. Por otro lado, tanto los hombres como las mujeres expresaron la misma consideración hacia cuestiones relacionadas con la salud y la orientación a la tarea.

Castillo y Balaguer (2001) observaron en su trabajo con adolescentes valencianos que los hombres tienen niveles más altos en motivos de aprobación social y de demostración de capacidad. No encontraron diferencias significativas en los motivos de salud entre hombres y mujeres, y entre los motivos de afiliación encontraron que los hombres tenían un nivel ligeramente más alto que el grupo de las mujeres.

Navarro (2002), en su trabajo con deportes colectivos e individuales, encontró que los hombres lograron puntuaciones más altas que las mujeres en aspectos rela-

cionados con la comparación entre pares, recompensas económicas, aprendizaje y dominio de estrategias y de búsqueda de resultados.

Martín-Albo, Núñez y Navarro (2002) encontraron que los resultados obtenidos presentan diferencias significativas entre hombres y mujeres en tres de las cinco categorías deportivas propuestas: deportes individuales, deportes colectivos y deportes de combate.

En los deportes individuales, los resultados mostraron que las mujeres son menos competitivas que los hombres, resultados coincidentes con los obtenidos en otras investigaciones (Navarro, 2002).

Las diferencias encontradas entre hombres y mujeres parecen haber sido influidas por el tipo de categoría deportiva. Esta variable podría explicar los resultados encontrados en otras investigaciones, las cuales han puesto de manifiesto diferentes motivos, en ocasiones contradictorios, en los que se diferencian hombres y mujeres para involucrarse o mantenerse en la práctica de actividades deportivas (Navarro, 2002).

Método

Participantes

En esta investigación se definió una muestra de un subgrupo de población probabilística de la selección de elementos de un listado. Teniendo en cuenta que el tamaño mínimo de una muestra en las investigaciones cuantitativas descriptivas es de 30 casos por grupo o segmento del universo, se hizo en México con 33 de los 35 atletas de alto rendimiento becados por CIMA en diferentes deportes, los cuales representan 94.2% del total de la lista oficial dada a conocer en 2009.

En la muestra de equipos representativos de Tigres de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) participaron 178 hombres, lo que representa un porcentaje de 67.2, y 80 mujeres, lo que representa 30.2% de la muestra, lo que a su vez arroja un total de 265 atletas de 10 diferentes disciplinas deportivas. Con respecto al género, la edad difiere significativamente [$t(177) = 2.707, p < 0.05$]. La media de los hombres fue de 20.11 años ($DT = 2.269$) y la de las mujeres de 19.36 años ($DT = 1.931$).

Instrumento/herramientas

El Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (PSIS R-5) (Mahoney *et al.*, 1987), como ya se señaló, fue adaptado al español por López-Walle (2002). El cuestionario cuenta con 45 ítems, con cinco alternativas de respuesta formato tipo Likert, de acuerdo con las opciones “completamente en desacuerdo” y “completa-

mente de acuerdo” en relación al grado representado para cada individuo, y mide seis factores: motivación, concentración, confianza, visualización, énfasis de equipo y control de ansiedad.

La puntuación de las respuestas a los ítems se realizó de acuerdo con la siguiente regla: “completamente en desacuerdo”, un valor de “1”; la siguiente opción de respuesta, que no tiene asignado un nombre, “2”; la siguiente, “3”; la penúltima, también sin nombre, “4”, y, por último, “completamente de acuerdo”, con un valor de “5”; y los valores opuestos para los ítems negativos.

La tabla 1 presenta el sistema de puntuación propuesto por Mahoney *et al.* (1987) y López-Walle (2002) para cada uno de los ítems de las distintas escalas.

Al lado del número de algunos ítems aparece el signo negativo (-), lo que indica que el sistema de puntuación para esos ítems debe invertirse respecto de los ítems con un enunciado positivo.

■ Tabla 1. Ítems positivos y negativos según la escala

Control de ansiedad	Concentración	Confianza	Visualización	Motivación	Énfasis de equipo
6	2 (-)	4	3	1	5 (-)
11	8	14	7	9 (-)	10
15	16	18 (-)	13	12	19 (-)
20 (-)	17 (-)	23 (-)	33 (-)	22 (-)	27
25 (-)	21 (-)	28 (-)	35	24	31
29 (-)	26 (-)	30 (-)	45 (-)	39	37
32 (-)		34		42	43
38 (-)		36 (-)			
40		44			
41					
n = 10	n = 6	n = 9	n = 6	n = 7	n = 7

Procedimiento

Se solicitó al Comité Olímpico Mexicano (COM) información acerca de los atletas, así como la forma para poder establecer contacto con ellos a fin de lograr que participaran en esta investigación.

Considerando las peculiaridades de los atletas de alto rendimiento, se realizaron las entrevistas de manera personal y en el sitio que ellos eligieron; el día y la hora se acordaron mediante llamada telefónica. Por lo tanto, se acudió a diferentes ciudades para recopilar los datos: a los de tiro con arco, judo, canotaje y gimnasia rítmica, en la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte (Conade) y a los de clavados, en el Centro Deportivo Olímpico Mexicano (CDOM), ambas instituciones ubicadas en la ciudad de México; a los de nado sincronizado, en el Centro de Alto Rendimiento “La Loma” en San Luis Potosí, y a los de tae kwon do, en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Querétaro; vela, en Mérida; levantamiento de pesas, en Chetumal, Quintana Roo; natación, en Tucson, Arizona; ciclismo, en Santiago Tianguistengo, Estado de México; atletismo, en Tlaxala, Tlaxcala, y Ontario, California. A la mayoría de los atletas se les aplicó el instrumento de medición en sus domicilios particulares, con excepción de dos: uno en la gala atlética de Monterrey y otro en el COM en México, en los periodos agosto de 2005-enero de 2006 y agosto de 2006-enero de 2007.

En relación con la muestra de equipos representativos de la UANL, se procedió a solicitar autorización de la Dirección General de Deportes (DGD) de la UANL para la participación de los deportistas en la aplicación del inventario.

La aplicación se realizó al inicio de los entrenamientos; con el conocimiento previo de los horarios y lugares de entrenamiento de cada equipo representativo, se realizaron entrevistas de forma individual para la recopilación de los datos.

Resultados

Análisis estadístico/descriptivo

Los resultados de las frecuencias indican un total de 298 atletas participantes en este estudio. Al igual que en otros estudios que emplean cuestionarios para evaluar algún fenómeno psicosocial existen pérdidas y omisiones de datos; se presentaron aquí siete casos de ausencia de información respecto del género, 32 omisiones del estado de procedencia y seis de la edad.

En la siguiente tabla se presentan las frecuencias según el origen de participación, es decir, el número y porcentaje de atletas pertenecientes al programa CIMA y a los equipos representativos de Tigres de la UANL. Como se observa, la mayor participación (88.9%) fue de los equipos representativos de Tigres, resultado coherente con la poca cantidad de atletas becados por CIMA, que en ese año ascendía a 35 atletas, por lo que en esta investigación se logró recolectar 94.2% de la muestra total de atletas becados.

■ **Tabla 2. Frecuencia y porcentaje de participación según el origen de la muestra**

	Frecuencia	Porcentaje
Equipos representativos de Tigres	265	88.9
CIMA	33	11.1
Total	298	100.0

Respecto de la distribución por género, significativamente existió mayor participación de los hombres que de las mujeres. En la tabla 3 se muestran la frecuencia y el porcentaje de cada género.

■ **Tabla 3. Frecuencia y porcentaje de participación según el género**

	Frecuencia	Porcentaje
Hombres	195	65.4
Mujeres	96	32.2
Total	291	97.7

En la distribución de la participación por deporte, encontramos que el fútbol americano fue el deporte con mayor participación en nuestro estudio, con una frecuencia de 95 atletas (31.9%); y, en segundo lugar, el levantamiento de pesas, con una frecuencia de 31 (10.4%).

Al condensar la información descriptiva respecto del deporte que se practica, se clasificó el tipo de deporte según la modalidad individual o de conjunto.

En la tabla 4 se muestra que el mayor porcentaje de participación (61.7%) ocurrió en deportes individuales, mientras que para los deportes de conjunto la frecuencia fue de 114 (38.3%).

■ **Tabla 4. Frecuencia y porcentaje de participación según el tipo de deporte**

	Frecuencia	Porcentaje
Individual	184	61.7
Equipo o conjunto	114	38.3
Total	298	100.0

Considerando únicamente a los deportistas de CIMA, comprobamos que la mayor parte de los atletas que go-

zan de esa beca cuentan con palmarés de gran elite en su trayectoria. Esto nos da la pauta para establecer que las muestras deportivas que empleamos en nuestro estudio difieren en gran medida respecto de su rendimiento deportivo, principalmente en relación con su trayectoria de participación en eventos de carácter internacional.

Entre los deportistas de CIMA, la competencia más importante en que han participado ha sido el mundial de la especialidad, con un 70 por ciento.

Otro resultado que debe tomarse en consideración en el grupo de atletas becados por CIMA es el promedio del *ranking* que han ocupado en competencias mundiales en su especialidad, que, en promedio, ha sido el segundo lugar; y en relación con el número de deportistas pertenecientes a dicho fideicomiso que han participado en esas justas, los deportes de combate representan 35% de dicha participación.

Análisis inferencial

Uno de los objetivos de este estudio era conocer las habilidades psicológicas en las dos muestras (deportistas becados por CIMA y deportistas representativos de Tigres).

Como primer paso se calculó la media (M) y la desviación típica (DT) de cada habilidad según se muestra en la tabla 5.

El siguiente paso consistió en comprobar la existencia de diferencias significativas de las habilidades psicológicas entre los promedios de cada grupo. Los resultados de la prueba t para muestras independientes mostraron tres diferencias significativas, en las habilidades de motivación, visualización y control de ansiedad (véase la tabla 6).

■ Tabla 5. Media y desviación típica por habilidades psicológicas según origen

Habilidad psicológica	Origen	M	DT
Motivación	Representativos Tigres	26.9358	3.13817
	CIMA	28.6061	2.54877
Concentración	Representativos Tigres	16.7849	2.92115
	CIMA	17.0909	2.98291
Visualización	Representativos Tigres	19.5094	3.73975
	CIMA	20.8788	3.21867
Confianza	Representativos Tigres	27.5358	3.26709
	CIMA	28.4545	3.68350
Énfasis de equipo	Representativos Tigres	27.8868	3.22197
	CIMA	27.9394	3.39981
Control de ansiedad	Representativos Tigres	28.9057	4.72527
	CIMA	30.9091	4.63926

■ Tabla 6. Prueba t de habilidades psicológicas por origen

Habilidad psicológica	t	gl	p	Δm
Motivación	-2.938	296	.004	-1.67021
Concentración	-.566	296	.572	-.30600
Visualización	-2.012	296	.045	-1.36935
Confianza	-1.501	296	.134	-.91870
Énfasis de equipo	-.088	296	.930	-.05260
Control de ansiedad	-2.301	296	.022	-2.00343

Como siguiente objetivo se evaluó la diferencia de los promedios por habilidad según el género. En la tabla

7 se observan la media y la desviación típica por cada una de las habilidades psicológicas según el género.

■ **Tabla 7. Media y desviación típica por habilidades psicológicas según el género**

	Género	M	DT
Motivación	hombres	27.1744	3.08811
	mujeres	27.3750	2.72319
Concentración	hombres	16.8821	2.78831
	mujeres	16.8125	3.19971
Visualización	hombres	19.8462	3.84586
	mujeres	19.3958	3.33555
Confianza	hombres	27.8615	3.38680
	mujeres	27.2500	3.20197
Énfasis de equipo	hombres	28.2462	3.44783
	mujeres	27.2188	2.67229
Control de ansiedad	hombres	29.1744	4.84719
	mujeres	29.2292	4.45203

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la prueba t para muestras independientes; en ella se observa que únicamente la habilidad de énfasis de equipo presenta diferencia significativa por el género, habilidad cuyo desarrollo favorece a los hombres.

■ **Tabla 8. Prueba t de habilidades psicológicas por género**

	t	gl	p	ΔM
Motivación	-.541	289	.589	-.20064
Concentración	.190	289	.849	.06955
Visualización	.980	289	.328	.45032
Confianza	1.474	289	.142	.61154
Énfasis de equipo	2.564	289	.011	1.02740
Control de ansiedad	-.093	289	.926	-.05481

Correlaciones

El último objetivo de esta tesis fue conocer el grado de relación existente entre las seis habilidades psicológicas, a fin de conocer si, en cierta forma, existe alguna habilidad que predomine sobre otras.

En la tabla 9 se observa la correlación entre las habilidades psicológicas de toda la población. Como puede observarse, el hecho de contar con un alto grado de control de ansiedad se relaciona positiva y significativamente con las demás habilidades psicológicas.

■ **Tabla 9. Correlación entre habilidades psicológicas**

	1	2	3	4	5
Motivación	1				
Concentración	.171(**)	1			
Visualización	.288(**)	.189(**)	1		
Confianza	.101	.446(**)	.278(**)	1	
Énfasis de equipo	.275(**)	.108	.266(**)	.110	1
Control de ansiedad	.273(**)	.457(**)	.296(**)	.410(**)	.299(**)

** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

* La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

Al realizar el mismo análisis de correlación por muestras separadas, se puede observar que únicamente se replica el mismo fenómeno del control de ansiedad en la muestra de equipos representativos, por lo que, en

la muestra de deportistas becados por CIMA (alto rendimiento), el hecho de contar con un alto control de la ansiedad no garantiza las habilidades de visualización, confianza y énfasis de equipo.

■ Tabla 10. Correlación de habilidades psicológicas según el origen

		1	2	3	4	5
Equipos representativos Tigres	Motivación	1				
	Concentración	.159(**)	1			
	Visualización	.266(**)	.171(**)	1		
	Confianza	.101	.445(**)	.261(**)	1	
	Énfasis de equipo	.282(**)	.136(*)	.283(**)	.132(*)	1
	(6) Control de ansiedad	.238(**)	.464(**)	.307(**)	.434(**)	.305(**)
CIMA	Motivación	1				
	Concentración	.256	1			
	Visualización	.363(*)	.343	1		
	Confianza	-.024	.445(**)	.366(*)	1	
	Énfasis de equipo	.257	-.113	.125	-.045	1
	(6) Control de ansiedad	.449(**)	.396(*)	.072	.180	.271

** La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

* La correlación es significante en el nivel 0.05 (bilateral).

Discusión

Como en el estudio realizado por Castillo y Balaguer (2001) con deportistas valencianos, en el presente estudio se muestra que los deportistas representativos de Tigres tienen más motivación que los deportistas becados por CIMA (alto rendimiento); sin embargo, tienen menor habilidad en la visualización y el control de la ansiedad en comparación con los atletas de alto rendimiento. Los hombres y las mujeres difieren únicamente en la habilidad de énfasis de equipo, ya que aquéllos

muestran mayor desarrollo en la habilidad de integrar y cohesionar a los equipos. Esto se relaciona con los resultados de Castillo y Balaguer (2001), quienes no encontraron diferencia significativa en los motivos de la práctica deportiva, sino sólo en los motivos de afiliación, ya que en éstos los hombres mostraron un nivel ligeramente más alto que las mujeres. El deportista que tiene una alta habilidad para controlar su ansiedad generalmente presenta a la vez las habilidades de visualización, concentración, autoconfianza, motivación

e integración en un equipo deportivo. Al diferenciar a los atletas por nivel de rendimiento, únicamente los representantes de Tigres mostraron que su habilidad de control de ansiedad está fuertemente relacionada con las

demás habilidades; en contraste, en los deportistas de alto rendimiento (becados por CIMA) el alto control de la ansiedad únicamente se relaciona con la motivación y la concentración.

Referencias

- BUCETA, J.M. (1993), "Intervención psicológica con el equipo nacional olímpico de hockey hierba femenino", *Revista de Psicología del Deporte*, vol. 2, núm. 1, pp. 87-100.
- CASTILLO, I. & Balaguer, I. (2001), "Dimensiones de los motivos de práctica deportiva de los adolescentes valencianos escolarizados", *Apuntes.*, núm. 63, pp. 22-29.
- CASTILLO, I., Balaguer, I. & Duda, J. (2000), "Las orientaciones de meta y los motivos de práctica deportiva en los jóvenes deportistas valencianos escolarizados", *Revista de Psicología del Deporte*, vol. 9, núms. 1-2, pp. 37-50.
- COX, R.H. & Liu, Z. (1993), "Psychological skills: A cross cultural investigation" (Habilidades psicológicas: una investigación transcultural), *International Journal of Sport Psychology*, vol. 24, núm. 3, pp. 326-340.
- DUDA, J.L. & Whitehead, J. (1998), "Measurement of goal perspectives in the physical domain", en J.L. Duda (ed.), *Advances in Sport and Exercise Psychology Measurement*, Morgantown, West Virginia: Fitness Information Technology, pp. 21-48.
- LÓPEZ-WALLE, J. (2002), "Adaptación al español del Inventario de Habilidades Psicológicas para el Deporte (PSIS R-5)", Granada: Universidad de Granada (tesis doctoral).
- MAHONEY, M., Gabriel, T.J. & Perkins, T.S. (1987), "Psychological Skills and Exceptional Athletic Performance" (Habilidades psicológicas y rendimiento deportivo excepcional), *The Sport Psychologist*, vol. 1, núm 3, pp. 181-199.
- MARTÍN-ALBO, J. (1998), "Análisis de las motivaciones de inicio, mantenimiento, cambio y abandono deportivo. Un programa piloto de intervención", Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (tesis doctoral).
- MARTÍN-ALBO, J., Núñez, J.L. & Navarro, J. (2002), "Clasificación de los deportes en función de la evolución de los motivos atendiendo al tiempo de práctica y el gé-

nero”, *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*: http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/clasificacion-deportes-funcion-evolucion-motivos-atendiendo-tiempo-practica-genero/id/1076079.html.

NAVARRO, J. (2002), *Motivos de inicio, mantenimiento, cambio y abandono deportivos en la provincia de Palencia*, Palencia: Diputación de Deportes.

WEINBERG, R. & Gould, D. (1996), *Fundamentos de psicología del deporte y el ejercicio físico*, Barcelona, Ariel.

Apéndice

inventario de habilidades psicológicas para el deporte

Forma R-5

Instrucciones. Las frases de abajo tratan acerca de varios aspectos del rendimiento y la competición atlética. Valore por favor cada frase según describa mejor su propia experiencia. Escriba una cruz dentro del paréntesis (x) que mejor represente su grado de acuerdo con la idea expresada en la frase. Por favor conteste con sinceridad, **no hay respuestas buenas ni malas**. Sus respuestas son confidenciales.

	Completamente en desacuerdo		Completamente de acuerdo	
1. Estoy muy motivado para practicar bien mi deporte.	()	()	()	()
2. A menudo tengo problemas para concentrarme durante mi actuación deportiva.	()	()	()	()
3. Frecuentemente sueño con la competición.	()	()	()	()
4. Estoy muy seguro de mis habilidades atléticas.	()	()	()	()
5. Me siento muy frustrado cuando un compañero de equipo lo hace mal.	()	()	()	()
6. Estoy mucho más tenso <u>antes</u> de realizar la ejecución que durante la <u>misma</u> ejecución.	()	()	()	()
7. Trato de <u>no</u> pensar acerca de mi participación durante las 24 horas previas a la competición.	()	()	()	()
8. Siento frecuentes momentos de "buenas vibraciones" cuando mi ejecución es insólitamente buena.	()	()	()	()
9. A veces me falta motivación para entrenar.	()	()	()	()
10. Me llevo bien con mis compañeros de equipo.	()	()	()	()
11. Raras veces estoy tan tenso como para que eso interfiera en mi desempeño.	()	()	()	()
12. Ganar es <u>muy</u> importante para mí.	()	()	()	()
13. Suelo visualizar mi ejecución, justo antes de realizarla.	()	()	()	()
14. A la mayoría de las competiciones, voy seguro de que lo haré bien.	()	()	()	()
15. Suelo actuar mejor cuando me siento más tenso que cuando no lo estoy.	()	()	()	()
16. Cuando estoy ejecutando, ignoro casi totalmente al público.	()	()	()	()
17. Cuando realizo algo mal, tiendo a perder la concentración.	()	()	()	()
18. No tardo mucho en perder la confianza en mí mismo.	()	()	()	()
19. Me concentro más en mi ejecución que en la ejecución del equipo.	()	()	()	()

	Completamente en desacuerdo			Completamente de acuerdo		
20. A menudo siento pánico durante los momentos previos a mi ejecución.	()	()	()	()	()	()
21. Cuando cometo un error, me cuesta trabajo olvidarlo para concentrarme en mi siguiente ejecución.	()	()	()	()	()	()
22. Me gustaría tener más motivación.	()	()	()	()	()	()
23. Una lesión leve o una mala práctica disminuyen la confianza en mí mismo.	()	()	()	()	()	()
24. Me fijo mis propias metas y generalmente las logro.	()	()	()	()	()	()
25. A veces siento una intensa ansiedad en plena ejecución.	()	()	()	()	()	()
26. Durante la ejecución, mi atención se dispersa de un lado a otro.	()	()	()	()	()	()
27. Disfruto trabajando con mis compañeros de equipo.	()	()	()	()	()	()
28. Frecuentemente tengo dudas acerca de mis habilidades atléticas.	()	()	()	()	()	()
29. Gasto mucha energía al tratar de permanecer calmado antes de una competición.	()	()	()	()	()	()
30. Cuando empiezo a equivocarme, mi confianza disminuye muy rápidamente.	()	()	()	()	()	()
31. Pienso que el espíritu de equipo es muy importante.	()	()	()	()	()	()
32. Me preocupa mucho cometer errores en una competición importante.	()	()	()	()	()	()
33. Cuando practico mentalmente mi ejecución, "me veo" realizándola (como si me mirara en un video).	()	()	()	()	()	()
34. Generalmente puedo permanecer seguro, incluso durante una de mis peores actuaciones.	()	()	()	()	()	()
35. Cuando me preparo para la ejecución, trato de imaginar lo que sentirán mis músculos.	()	()	()	()	()	()
36. Mi autoconfianza experimenta altibajos.	()	()	()	()	()	()
37. Cuando mi equipo pierde, me siento mal (sin importar si yo actué bien o no).	()	()	()	()	()	()
38. Cuando me equivoco en mi ejecución, me siento angustiado.	()	()	()	()	()	()
39. Ahora mismo, lo más importante en mi vida es ir bien en mi deporte.	()	()	()	()	()	()
40. Soy bueno en controlar mi nivel de tensión.	()	()	()	()	()	()
41. Mi nivel de ansiedad baja rápidamente cuando comienzo mi actuación.	()	()	()	()	()	()
42. Mi deporte es mi vida entera.	()	()	()	()	()	()
43. Siempre he trabajado bien con mis entrenadores.	()	()	()	()	()	()
44. Tengo fe en mí mismo.	()	()	()	()	()	()
45. Cuando se aproximan las últimas horas antes de la competición, a menudo me gustaría estar mejor preparado.	()	()	()	()	()	()

Datos demográficos

1) Edad: _____ 2) Género: _____ 3) Deporte: _____

4) ¿Cuántos años lleva practicando ese deporte? _____

5) De las siguientes opciones, elija sólo una. ¿Cuál es la competición más importante en que ha participado en el último año?

Mundial de la especialidad () Olimpiadas de Sydney 2000 () Campeonatos europeos ()

Campeonatos de España () Campeonatos universitarios y/o de la comunidad ()

6) Considerando su respuesta anterior, ¿cuál fue su resultado o posición (*ranking*)? _____

© 1987 Michael J. Mahoney. © 2002 Jeanette M. López-Walle (adaptación al español).

Resumen

En esta investigación del comportamiento cinemático angular del clavadista y el trampolín se describen y explican las diferencias en el aprovechamiento del momento angular y la velocidad de rotación entre varios clavadistas de elite de diferentes niveles a partir del estudio de sus segmentos principales. Se presenta la relación entre el cierre de ángulo y la velocidad de rotación en la muestra de clavadistas, y se explican las variables más importantes que modifican el resultado final del clavado.

Palabras clave

Momento angular, centro de gravedad, clavados.

Abstract

Through the research of angular cinematics behavior in a diver and the springboard, this study will describe and explain the differences between the angular moment and rotation speed with several elite divers of different levels, based on the study of their principal segments. The study will show the relation between the existing angle between upper and inferior body segments and rotation speed in divers, and explain the primordial variables that modify the final results.

Keywords

Angular momentum, center of gravity, diving.

Biomecánica de ejecución en clavadistas mexicanos de elite

Adrián Jefte Elías Jiménez¹

Daniel García Salazar

César Dávila Ulloa

Lucía Rodríguez Camacho

Hugo Cerón Pérez

Adriana Romero Gómez Pedroso

Introducción

El estudio de las rotaciones al frente que ejecutan los clavadistas requiere, para su comprensión, de conceptos de física clásica aplicados al cuerpo humano y a los elementos externos (el agua y el trampolín). Este trabajo está enfocado en el estudio de despegue del trampolín y las rotaciones que incluyen los segmentos principales de un clavado. Para esto es necesario saber la definición de algunos conceptos básicos.

El propósito de este trabajo es describir de qué manera estos elementos afectan la ejecución técnica del clavadista –en la posición de salida en V, en clavadistas de elite mexicanos– con el fin de compararlos y describir de manera más detallada lo que ocurre durante la ejecución, así como para generar datos que le resulten útiles al entrenador a fin de desmenuzar la técnica desde un punto de vista biomecánico. Esta investigación contribuye a la detección de las mejores parejas para pruebas de clavados sincronizados y para la selección de talentos.

La comparación entre dos atletas olímpicos proporciona una idea más clara de cómo aprovechar los segmentos del cuerpo para una mejor ejecución de la rotación hacia el frente.

Marco teórico

La fuerza es un fenómeno que sucede a diario, y aunque no seamos conscientes de la manera en que esto ocurre, todo mundo tiene un concepto bastante acertado de lo que es “la fuerza”. A grandes rasgos, fuerza es toda causa que pone en movimiento a un cuerpo o segmento; si el cuerpo o segmento ya está en movimiento, la fuerza es la causante de modificar su estado. La cuantificación de la fuerza se puede obtener mediante una vieja ecuación del siglo XVII, pero plenamente vigente: $F = ma$ –ésta es la ley de conservación del momento lineal aplicada a objetos rígidos de masa constante. Donde:

F = fuerza, expresada en Newtons (N)

m = masa, expresada en kilogramos (kg)

a = aceleración, expresada en metros por segundo (m/s)

O, lo que es lo mismo: $a = F/m$; es decir, que la aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza aplicada al mismo (esto es, a más fuerza, más aceleración) e inversamente proporcional a la masa del cuerpo (cuanta más masa, menos se acelerará el cuerpo, dada la misma fuerza).

¹ Primer lugar del área Ciencias Aplicadas en la categoría Estudiante. Seudónimo: Renato Cartesio. Facultad de Ingeniería de la UNAM, Instituto de Investigación en Ciencia de Materiales UNAM, Conade, Distrito Federal. renatocartesio2010@gmail.com

Ley de la conservación del momento lineal (o segunda ley de Newton) para cuerpos rígidos aplicada en el estudio del clavado

Un clavadista de mayor masa necesita mayor fuerza para lograr acelerar su cuerpo que la que requiere un clavadista más ligero. Aplicado lo anterior al cuerpo humano, los segmentos más pesados del cuerpo necesitan mayor fuerza para lograr una aceleración igual a la conseguida por un segmento más ligero.

Comportamiento de los cuerpos elásticos

La propiedad elástica de los cuerpos se define como la capacidad que tienen para regresar a su estado inicial después de sufrir una deformación mediante la aplicación de un esfuerzo. Por ejemplo, resortes, ligas, la piel, etcétera.

Comportamiento elástico del trampolín

Cuando se aplican fuerzas en los cuerpos elásticos, como en el trampolín, se logra deformarlos para acumular energía, la cual regresa en forma de movimiento. El acoplamiento adecuado de los movimientos del cuerpo y los movimientos del trampolín permite conseguir una ejecución de mayor altura y rotación. La salida del trampolín para empezar la ejecución en el aire no garantiza la calidad, pero sí promueve una mejor entrada al agua, ya que da el tiempo y la fuerza inicial para ejecutar las rotaciones necesarias antes de entrar en el agua.

Para fines prácticos, todo atleta es consciente de que, para la ejecución de un determinado ejercicio, la “fuerza muscular” puede aplicarse durante mayor o menor tiempo, y el resultado será muy distinto en uno y otro caso.

Si lo anterior se toma como premisa y se considera el fenómeno de manera sencilla, un clavadista sabe que, para una rigidez de trampolín dada, cuanto más se deforme éste, el clavadista saldrá despedido con mayor velocidad porque el trampolín le devuelve la fuerza durante más tiempo y, de esta manera, él puede también aplicar fuerza en el trampolín por mayor tiempo.

Esto pone en evidencia que no solamente es importante el concepto de fuerza, sino también el intervalo de tiempo que hay para aplicarla. Esto es lo que los deportistas y los entrenadores conocen como “impulso”, y en física se denomina *impulso mecánico*. Así, el impulso mecánico es el responsable de que el clavadista salga despedido del trampolín, y su valor resulta de multiplicar la fuerza generada por el tiempo de aplicación de la misma. Pero, como las fuerzas aplicadas al sistema no son constantes, para poder cuantificar el impulso es necesario recurrir al cálculo integral, de manera que:

$$IM = \int Ft$$

Donde:

IM = impulso mecánico expresado en N

f = fuerza aplicada en N

t = tiempo en el que se aplica la fuerza, en segundos

El cuerpo humano no puede generar impulsos mecánicos en el aire. Por lo tanto, el impulso mecánico se genera durante el tiempo de contacto con el trampolín y, una vez que el clavadista se encuentra en el aire, la trayectoria de su centro de gravedad es invariable, a menos que choque con algún objeto en el aire.

Además, el impulso mecánico generado es causante del momento angular, el cual también permanece constante después de la salida del trampolín y puede transmitirse y aprovecharse por los segmentos según sea la magnitud, dirección y duración aplicada por el cuerpo humano. En síntesis, lo que determina la calidad de ejecución de la rotación en un clavado es el aprovechamiento de las fuerzas musculares sacando el máximo provecho a la ley de conservación del momento angular.

Conservación del momento lineal y angular

La conservación del momento lineal se define como $(m_1 v_1) = (m_2 v_2)$, donde el producto de la masa por la velocidad se conserva con el movimiento (Ferdinand, 2004).

La conservación de momento angular se define como el producto vectorial siguiente:

$$r_1 \times (m_1 v_1) = r_2 \times (m_2 v_2)$$

r_i es el radio de giro que tiene el objeto respecto a su eje

m_i es la masa del segmento

v_i es la velocidad que toma el segmento en la dirección tangencial

Esto significa que conforme el radio, la velocidad y la masa sean mayores, mayor debe ser el momento angular que se tiene que aplicar. Éste se conserva con la rotación y puede pasar de un segmento a otro en el cuerpo humano. El producto vectorial expresado con el signo “ \times ” es una operación matemática del vector de posición y del vector de la velocidad. Cuando la velocidad y el vector de posición están en el mismo plano, su relación se expresa como una multiplicación ordinaria de magnitudes.

Después del último contacto en el trampolín para iniciar las fases de rotación en el aire, aparecen dos fuerzas que interactúan con el clavadista: la fuerza de rozamiento con el aire y la fuerza de atracción gravitatoria (gravedad). La primera es tan pequeña que puede despreciarse. Contrariamente, la fuerza de gravedad curva el recorrido y es la responsable de que el clavadista describa una trayectoria denominada “parabólica”.

Centro de gravedad

Cuando concebimos (idealmente) un cuerpo como rígido, el punto geométrico de ese cuerpo que representa el lugar en el que están aplicadas todas las fuerzas gravitatorias se llama centro de gravedad.

Método

Comparación de clavados con rotaciones al frente entre diferentes clavadistas

El clavado que ahora se quiere analizar es un doble mortal y medio hacia el frente, ejecutado desde una plataforma de un metro de altura. Las clavadistas que se analizan son:

- | | |
|---|---|
| a | Atleta juvenil |
| b | Atleta de nivel mundial |
| c | Atleta de nivel olímpico |
| d | Atleta de nivel centroamericano |
| e | Campeona de FINA World Championships, Roma 2009 |

Cada una de las clavadistas tiene una forma distinta de moverse en el espacio-tiempo; sin embargo, las diferencias técnicas pueden relacionarse con valores matemáticos que informan acerca de la parte del desarrollo del clavado que diferencia cada ejecución.

Factores que se intentó determinar:

- Velocidad angular y ángulo de tren superior (tronco y cabeza).
- Velocidad angular y ángulo de tren inferior (pierna).
- Velocidad de cierre y ángulo de cierre (entre tren superior y tren inferior).

Material empleado:

- Cámara de alta velocidad.
- Programa de análisis de movimiento Kinovea.

Validez de la instrumentación utilizada:

La cámara utilizada filmó a 220 cuadros por segundo para conseguir un material que se analizó cuadro por cuadro con el programa Kinovea. El porcentaje de error fue mínimo para los ángulos medidos, ya que, para fines de esta investigación, se buscó la naturaleza de las evoluciones y en caso de error éste fue mínimo respecto del ángulo avanzado.

Análisis numérico-estadístico

Se analizó la eficiencia angular de cada clavadista con la técnica aplicada en un clavado en competencia. Este análisis puede ser una útil herramienta para jueces y entrenadores, quienes deben observar el manejo de los segmentos en una competencia en función de su eficiencia angular y calidad de ejecución a partir de un clavado por atleta (como se hizo en esta investigación). En caso de aplicarse en entrenamiento, de manera estadística, se filma varias veces para analizar los diferentes resultados obtenidos en los manejos de los segmentos corporales durante su evolución en el espacio.

Diferencias y observaciones en diferentes clavadistas

El resultado final del estudio de las variables angulares por segmento señala quién aprovecha su cuerpo para tener una mejor ejecución. La velocidad de cierre es una variable muy importante para saber qué clavadista logra terminar con mejor ángulo para entrar al agua y con la menor velocidad de rotación posible.

Cada clavadista tiene diferencias anatómicas: en la proporción entre tronco y piernas, en la distribución de masa, en capacidades coordinativas, así como en la aplicación de la fuerza de su cuerpo durante el clavado.

Para este clavado, la maestría deportiva se demuestra, en el aspecto biomecánico, por el aprovechamiento del trampolín para mover los segmentos hacia un cierre explosivo, una rotación rápida y controlada, y una abertura del ángulo interno entre los trenes superior e inferior a fin de lograr una entrada perpendicular y recta en el agua. El tiempo transcurrido entre el momento de despegue del trampolín y el de contacto con el agua es mayor conforme la altura conseguida sea mayor.

El objetivo principal de esta investigación es encontrar las variables angulares principales en un clavado 105b de doble rotación y media al frente en V para el trampolín de un metro. El estudio cinemático angular de la fase de rotación es el objetivo principal.

El procedimiento se describe a continuación. En primer lugar se revisaron las fases previas al análisis.

Antesalto

En esta fase debe aprovecharse la propiedad elástica del trampolín a partir de la deformación. Un elemento importante para el aprovechamiento del trampolín es el

acoplamiento de las fuerzas concéntricas que generan los clavadistas en los cuádriceps, gracias a la extensión de éstos en sincronía con la energía elástica que tiene acumulada el trampolín para regresar a su estado inicial debido a la energía potencial del mismo.

Del último paso a altura máxima alcanzada

Esta fase define la altura del presalto y requiere una gran coordinación de movimientos para lograr la máxima altura posible.

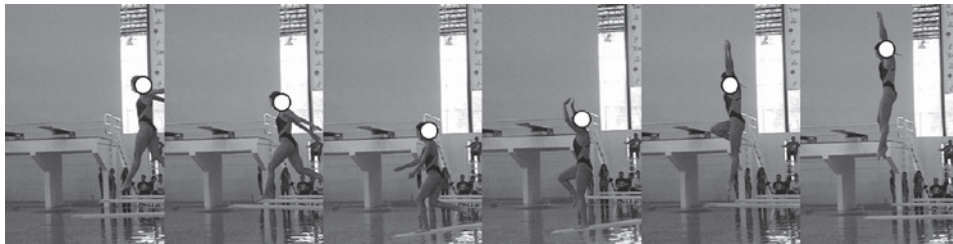
De último salto a contacto inicial

Después de una extensión coordinada, el salto con las dos piernas garantiza la suficiente energía potencial, debido a la altura alcanzada, para poder recibir el trampolín. En la explicación del comportamiento del trampolín se expondrá el mejor aprovechamiento de sus propiedades elásticas junto con el movimiento del centro de gravedad del clavadista.

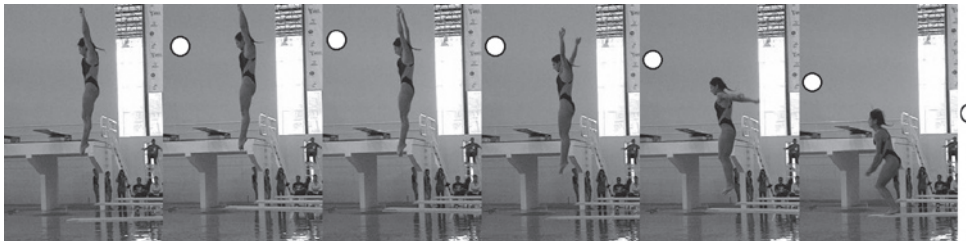
De contacto inicial a depresión máxima

Esta fase empieza donde se tiene el primer contacto con el trampolín y se extiende hasta que el clavadista, a par-

■ Figura 1. Deformación del trampolín con la última pierna para la atleta c



■ Figura 2. El último salto para preparar la salida se toma hasta el contacto inicial para la atleta c



■ Figura 3. Esta fase se lleva a cabo desde que empieza hasta que termina contacto de los pies con el trampolín



tir de la energía potencial y la fuerza que genera con las piernas, logra desplazar el trampolín con su flexión máxima posible, con lo cual garantiza la mayor cantidad de energía potencial elástica acumulada.

De depresión máxima a último contacto

Durante esta fase es cuando los segmentos más alejados del centro de gravedad, como brazo y pierna, promue-

ven la rotación mediante energía cinética que transmiten a todo el cuerpo gracias a su momento angular. La pierna la suscita con la extensión, transmitiendo su momento angular para elevar la cadera y, en el caso del brazo, éste la transmite al moverse hacia el tronco. La actividad que realizan estos segmentos determina la salida del trampolín.

- **Figura 4.** El trampolín es un cuerpo elástico que, ante la aplicación de una fuerza, reacciona en sentido contrario, lo cual la clavadista debe aprovechar para convertirlo en altura y velocidad de rotación



Comportamiento del trampolín

La deformación que logra imprimir el cuerpo humano al trampolín tiene tres parámetros principales que dependen de las características del trampolín y de la fuerza que se le aplique.

$$F = -M\ddot{Y} + B\dot{Y} + K\Delta Y \dots \dots \dots \text{(Ecuación 1)}$$

M Representa la fuerza inercial del trampolín

B es la fuerza de arrastre generada con el aire al trampolín

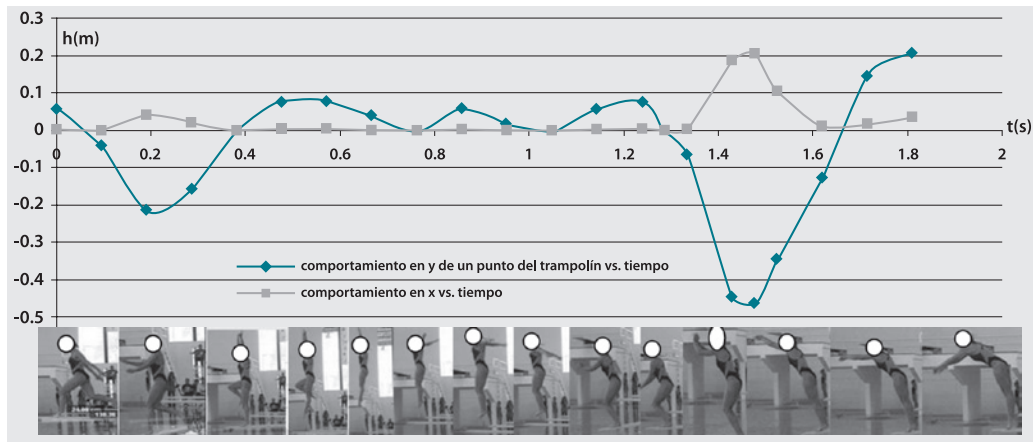
K es la fuerza lograda por las propiedades elásticas del trampolín

ΔY es el desplazamiento respecto al estado de reposo del trampolín

La relación de las fuerzas con la deformación que sufre el trampolín depende proporcionalmente con el parámetro *M* y la distancia respecto al punto de apoyo (Sprigings, 1989).

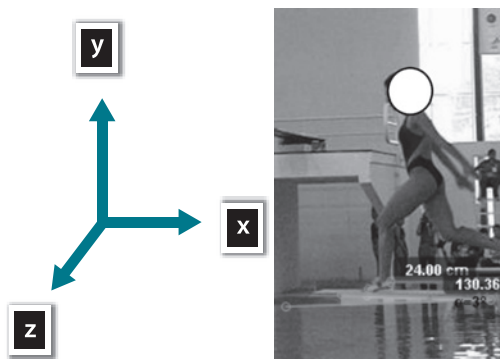
La ecuación 1 no se aplica para el análisis bidimensional que se utilizó, pero da a entender el comportamiento del trampolín y las variables que lo determinan. Por ejemplo, entre más lejos se esté del fulcro, mayor será la variable *M* y también la fuerza que se aplica al trampolín. El estudio del comportamiento del trampolín y el centro de gravedad delatan qué tanto interfiere la vibración del trampolín después del salto respecto de la aplicación de la fuerza, debido al movimiento del centro de gravedad del clavadista en el eje vertical *y*. De esta manera, lo que siente el clavadista puede explicarse con variables físicas.

- Figura 5.1. Puede observarse aquí un análisis conjunto de la manera en que se comporta el trampolín respecto del eje x y el eje y para la atleta c



La aplicación de este estudio es de gran ayuda para mejorar las condiciones de recepción del trampolín, cuando se aprovecha la oscilación del trampolín en el sentido de la dirección del cuerpo.

- Figura 5.2. Ejes que se toman para analizar la deformación del trampolín. El eje x es el eje horizontal; el eje y, el vertical



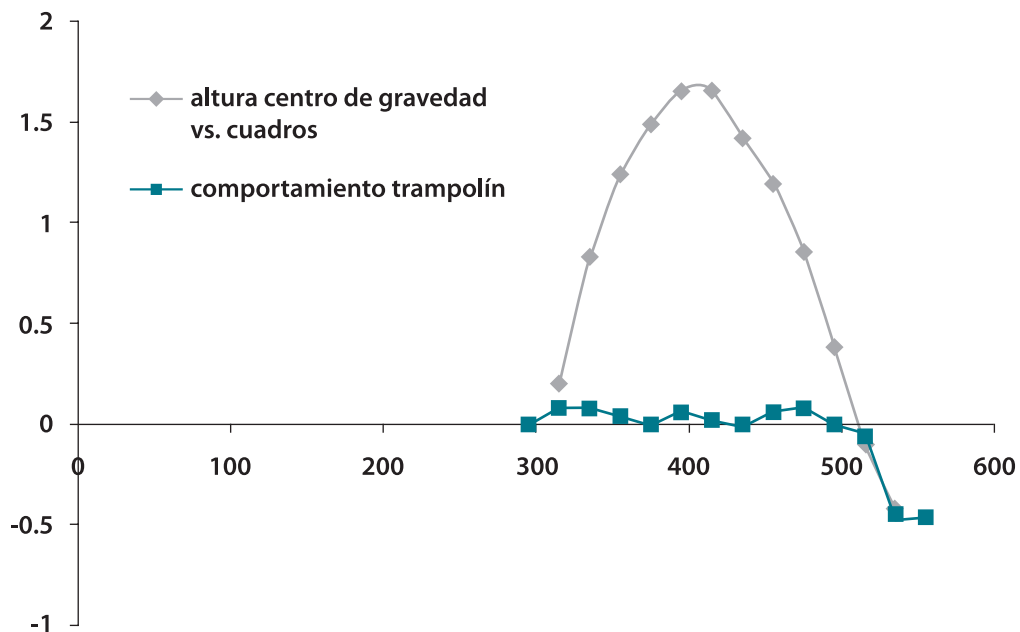
Comportamiento del trampolín y el centro de gravedad

Un clavadista que aprovecha la oscilación, como en este caso la atleta c para dos vueltas y media al frente, recibe el trampolín de manera tal que se coordinan el descenso del centro de gravedad de la atleta c con la oscilación hacia abajo del trampolín, lo cual favorece la deformación de éste cerca del segundo 1.4, como puede verse en la figura 5.2.

Comportamiento angular de la rotación

Despegue o preparación. Después de alcanzar la altura máxima se prepara para utilizar los segmentos más alejados del centro de gravedad con el fin de promover la rotación.

- Figura 5.3. Un salto donde se aprovecha la frecuencia de vibración del trampolín ayuda a que se aproveche mejor la energía y la deformación elástica del trampolín ayuda a una salida más alta en el clavadista. Esta gráfica está hecha para la atleta c para un clavado de dos vueltas y media al frente para un trampolín de un metro de altura



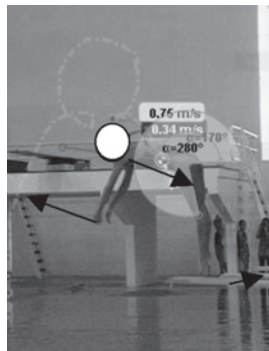
- Figura 6. El salto para la salida establece el ángulo de salida para comenzar la rotación al frente, lo cual puede observarse en el último cuadro de la derecha



Primera vuelta. En la primera vuelta se aplican dos fuerzas principales en el aire que generan un par de rotaciones. Estas fuerzas se generan sobre los segmentos más alejados del centro de gravedad. La primera fuerza

se garantiza con la extensión de pierna, y la segunda, con el momento angular transmitido por los brazos y la cabeza.

■ Figura 6.1. Representación vectorial de las fuerzas que actúan para producir el momento angular



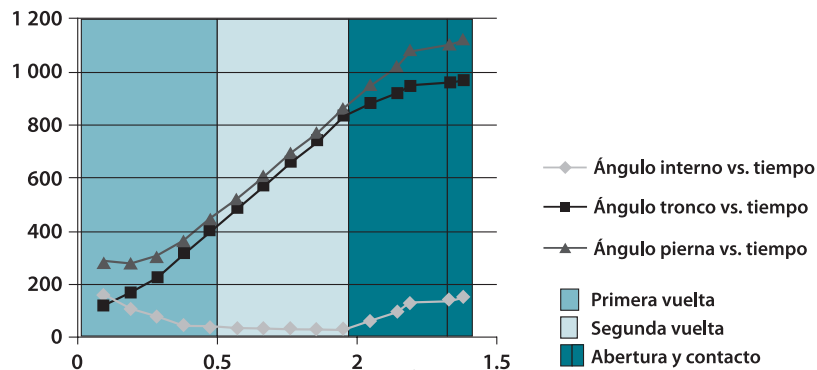
La rotación iniciada por el momento angular en extensión de pierna y el par generado por los brazos y la cabeza hacen que el cuerpo convierta su movimiento lineal en un movimiento angular.

La parte enmarcada de la curva de la figura 7 para la atleta c refleja cómo se comportan los segmentos para la primera rotación en la zona amarilla. Los ángulos del tren inferior y el tren superior van en forma descendente y es ahí cuando se aplica la fuerza de cierre para poder unir tanto como sea posible el tren inferior con el tren superior.

■ Figura 7. En la primera vuelta es donde debe transformarse la velocidad rectilínea de los segmentos tronco y pierna en velocidad de rotación. El estudio ayuda a decir cómo se comportan los segmentos en el aire y el aprovechamiento de la conservación del momento lineal para los componentes del cuerpo, indirectamente por análisis cinemático



■ Figura 7.1. Comportamiento del ángulo para primera, segunda y media vuelta a fin de conseguir la rotación al frente para la atleta c



Gráficamente, cuando el ángulo de cierre disminuye, ello significa un ángulo más cerrado entre el tren inferior y el tren superior. Esto aumenta la velocidad de rotación, favoreciéndola sobre todo si se aprovecha la fuerza de los brazos antes de que la gravedad actúe.

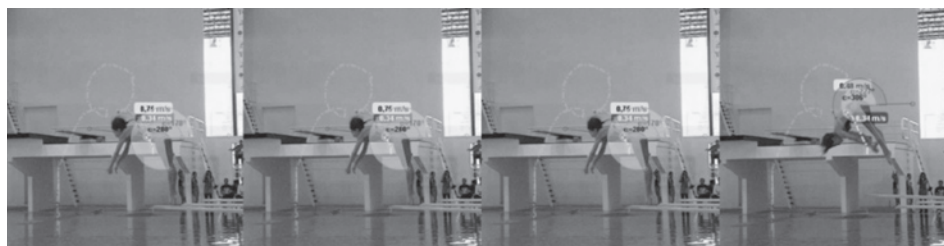
Segunda vuelta. El momento angular alcanzado en la primera vuelta se transmite a la segunda vuelta y depen-

de de la fuerza para cerrar los trenes superior e inferior a fin de conservar o incrementar la velocidad de rotación.

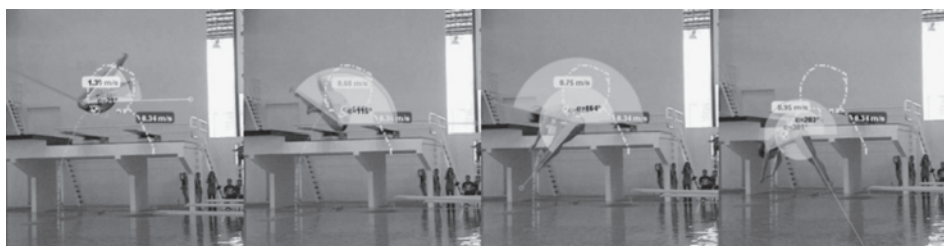
Abertura angular interna para la entrada en el agua.

Cuando la clavadista suelta las piernas, su velocidad de rotación empieza a descender, aumentando su momento de inercia y separando sus segmentos del centro de gravedad.

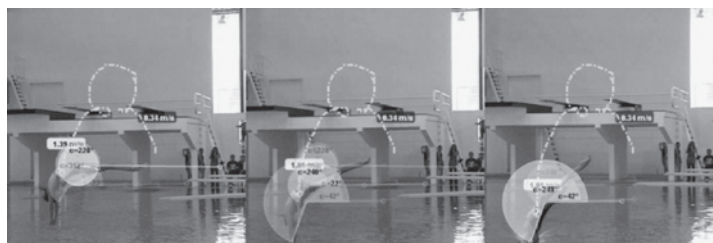
■ Figura 7.2. Rotación de los segmentos a partir del estudio angular y su comportamiento en el aire



■ Figura 8. En la segunda vuelta se tiene el máximo cierre y comienza a abrirse el ángulo interno entre el tren superior y el inferior



■ Figura 9. Fase en la que el ángulo interno se abre y se intenta conseguir la máxima amplitud

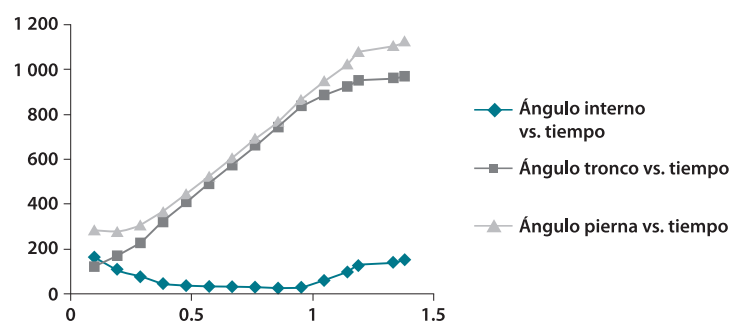


Análisis angular en la atleta c para el selectivo de competencia en centroamericanos

La gráfica que muestra la relación del ángulo y el tiempo refleja el ángulo que tiene la clavadista respecto del tiempo por porción. Los segmentos corporales principa-

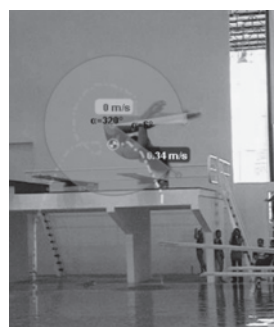
les que se tomaron en cuenta fueron los trenes superior e inferior, teniendo como eje de rotación las articulaciones coxofemorales. Para el análisis de video se tomó el lado derecho de todas las clavadistas, a partir de una filmación perpendicular al eje de rotación coxofemoral visible.

■ Figura 9.1. A partir de un análisis de video se obtienen las velocidades angulares de los segmentos principales de la clavadista para rotaciones al frente

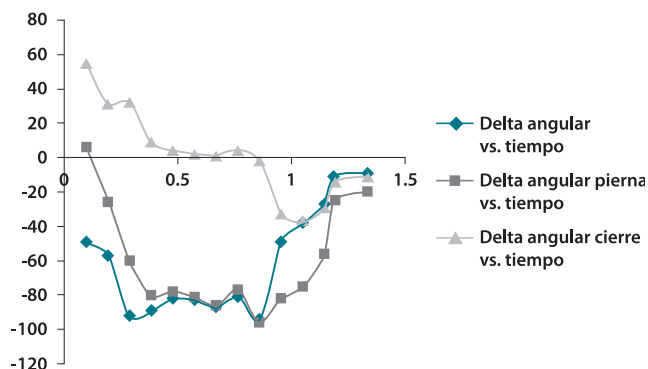


El plano que se filmó es el eje xy, con el eje de rotación coxofemoral paralelo al eje z. Las rotaciones positivas van en el sentido contrario a las manecillas del reloj. Es decir, tomando el lado derecho de la clavadista en video mientras ejecuta rotaciones al frente, éstas van en sentido contrario a las manecillas del reloj.

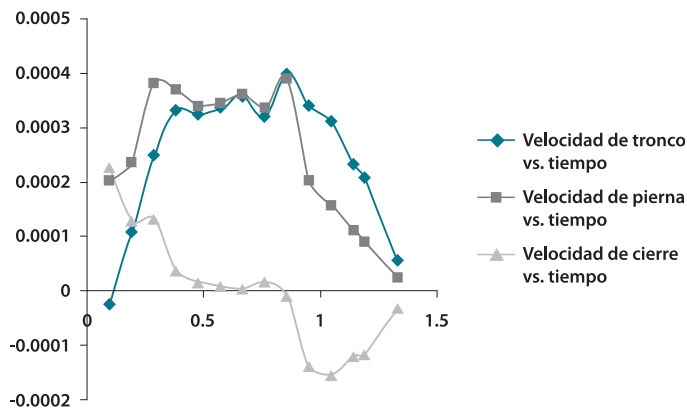
■ Figura 10. El cierre del ángulo que forman el tren superior y el inferior da una diferencia negativa angular. La abertura de un ángulo en una rotación al frente da una diferencia positiva angular, lo cual se observa en la figura 11



■ Figura 11. Cambio de ángulo del tren superior, tren inferior y cambio del ángulo entre segmentos



■ Figura 12. La velocidad angular, medida en radianes por segundo, nos puede informar acerca de la variación del ángulo con respecto al tiempo en una dimensión unitaria



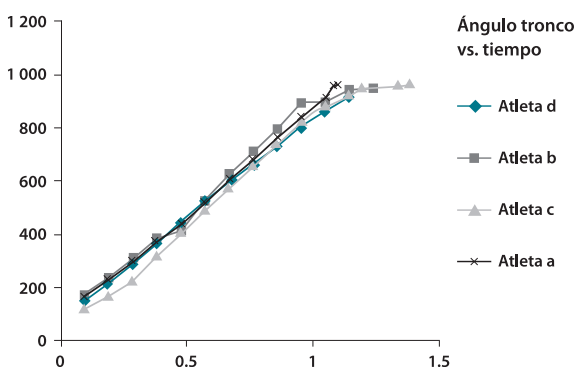
El cambio de ángulo de cada segmento con respecto al tiempo refleja qué tanto se modifica el ángulo respecto del tiempo. Esta tasa de cambio nos indica qué segmento rota más rápidamente.

El tren superior es el primero en entrar al agua, por eso las gráficas del segmento tronco garantizan que, con una buena velocidad de rotación, se puede entrar al agua en un ángulo exacto. Este estudio de la atleta c demuestra que la velocidad de rotación aumenta considerablemente en la salida del trampolín para el tren inferior y el superior.

Comparación entre cuatro clavadistas de diferentes niveles competitivos en México

El análisis angular por segmentos muestra gráficamente varios detalles que no se ven a simple vista en clavados ejecutados por distintas clavadistas con diferentes técnicas. En este estudio se observa en qué parte de la rotación se hacen los cierres de los segmentos corporales y, de esta manera, se puede ver qué clavadista logra aprovechar mejor su fuerza de cierre para tener las rotaciones necesarias.

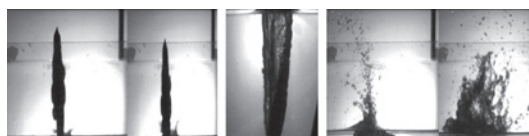
- **Figura 13. El ángulo que tiene el tronco es un factor importante, sobre todo si consigue llegar a los 1 000 grados, tanto para el tren superior como para el tren inferior**



Las curvas de las figuras 13 y 14 demuestran que la atleta c cumple con varias características principales que se pueden ver a nivel gráfico para tener una buena ejecución de un clavado con 1 080 grados respecto de la vertical (dos vueltas y media) hacia el frente. Una pendiente continua demuestra el aprovechamiento de las fuerzas de manera continua, y una curva más larga (en el eje x) demuestra mayor altura. Además, el cambio de pendiente para buscar el agua entre los 1 000 y 1 080 grados muestra una abertura fuerte. Estas diferencias en las curvas explican por qué la calidad de ejecución en la rotación es mejor que en las otras clavadistas. La atleta b tiene una aplicación fluctuante de la fuerza de cierre y, aunque logra un buen ángulo de entrada, no aprovecha al máximo sus fuerzas para poder reducir su velocidad de rotación antes de los 1 000 grados, lo cual ocurre entre los 1.2 y los 1.5 segundos para la curva de color rojo en la figura 13. Una abertura del ángulo entre el tren superior e inferior para buscar

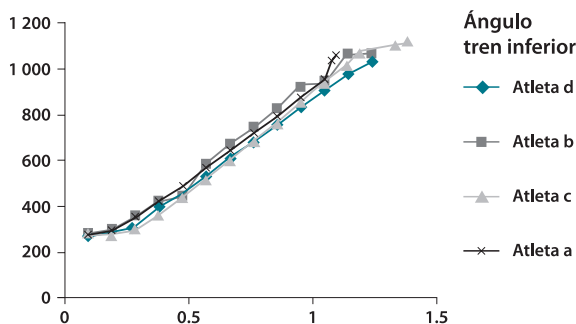
el agua reduce la cantidad de agua que se expulsa tras la entrada al agua.

- **Figura 13.1. Choque del clavadista con una velocidad angular mínima. Formación de la cavidad después del choque del clavadista y el colapso al final**



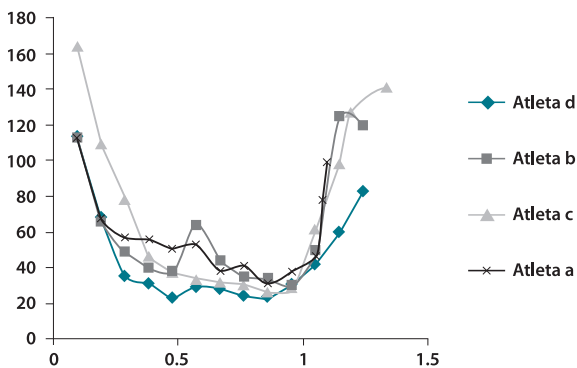
El ángulo de la pierna depende de la fuerza que se aplique en el momento de cierre. Un cierre rápido en la fase de inicio de la rotación hace que el tren inferior rote más rápidamente alrededor del centro de gravedad. Entra en juego la fuerza y la flexibilidad de cada atleta para cerrar sus segmentos principales.

- **Figura 14. Ángulo del tren inferior con respecto al tiempo**



El cierre de ángulo de las cuatro clavadistas mexicanas sometidas a análisis muestra que son las que pueden cerrar y abrir más rápidamente. En los casos de la atleta c y la atleta b es muy evidente cómo se logra un cierre más rápidamente si se tiene una pendiente más inclinada hacia abajo. Este cierre asegura una mejor rotación antes de terminar la primera vuelta.

■ **Figura 15.** El desarrollo del clavado depende de qué tanto se pueda hacer un cambio de ángulo con respecto al tiempo. Conforme, en la fase anterior, sea mayor la diferencia angular en menor tiempo, y conforme los segmentos libres estén más cerca del centro de gravedad instantáneo, más rápida será la rotación. Esto significa que, al momento del cierre, a menor ángulo, mayor velocidad de rotación

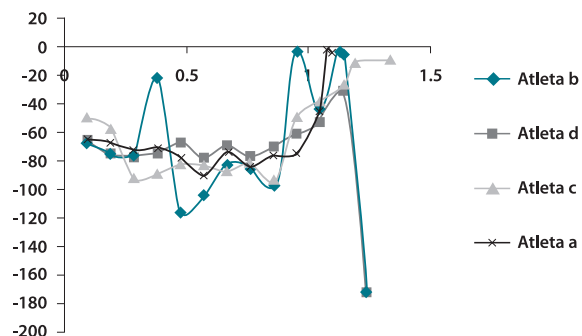


Desviación angular con respecto al tiempo

En el caso de las siguientes gráficas, las unidades aplicadas fueron grados por segundo. Es decir que se mide el cambio de ángulo de dos segmentos respecto al tiempo. En el caso de las siguientes gráficas, las unidades aplicadas fueron grados por segundo. La atleta b es la que tiene velocidades más grandes pero poco constantes. Los valores más altos enseñan una velocidad alta de rotación, los valores más bajos de cada curva muestran una disminución de la velocidad de rotación según el segmento. Por ende, la atleta b logra las velocidades más altas, pero pierde rotación en las segundas mitades de cada rotación. Mediante un análisis como éste y una comparación de distintos clavados, se puede mejorar la

ejecución a partir de la comprensión de las curvas para cada atleta. El entrenador, el metodólogo y el biomecánico pueden recomendar el cambio de las variables de manera analítica para cada clavadista a fin de mejorar su ejecución. Se puede lograr mayor altura y mayor rotación dependiendo del instante en que se apliquen las fuerzas. Dependiendo de las capacidades físicas y de ubicación del espacio-tiempo de cada atleta, se puede ir modificando su técnica para una mayor eficiencia y calidad de ejecución según sea la variable que se necesite mejorar. Es necesario entender todas las variables que entran en juego para poder proponer a cada atleta distintos movimientos.

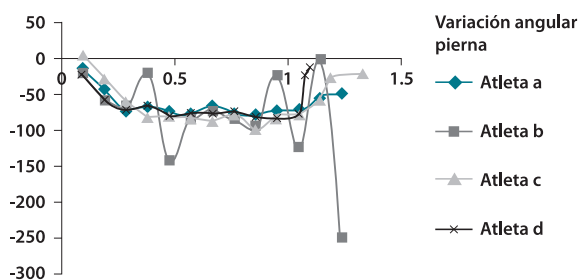
■ **Figura 16.** El aprovechamiento de los segmentos es más eficiente conforme menos fluctuantes sean las curvas



La naturaleza de las gráficas para el comportamiento de los trenes inferior y superior son similares. La diferencia depende de la velocidad de cierre y la fuerza que se aplique para mantenerse cerrado en los dos segmentos. En el caso de que la fuerza que ejerza el clavadista para mantenerse con un ángulo cerrado entre el tren inferior y el tren superior sea menor que la fuerza cen-

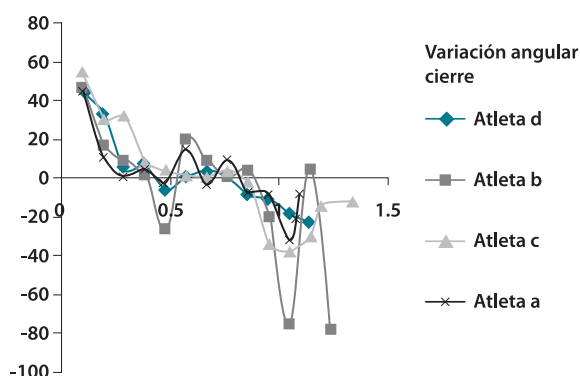
trífuga de los segmentos principales, se podrá tener una pérdida de velocidad de rotación debido a que es más difícil rotar cuando los segmentos están más alejados del centro de gravedad. En este caso, un buen cierre en la primera rotación requiere mantener el ángulo cerrado después de pasar la cadera por la vertical para todas las clavadistas. En otras palabras, un buen cierre sólo requiere mantener la posición lo más cerrada posible para la segunda vuelta.

- **Figura 17.** Se puede deducir que si se tiene una curva más corta en el eje horizontal (tiempo), entonces se consigue menos altura; también se puede notar que con una abertura más rápida se tiene una entrada con el cuerpo más recto



Entre más cerca esté la curva del valor mínimo (-80 grados) en la fase para recibir el agua se observa una abertura del ángulo interno y una disminución de la velocidad angular del cuerpo, lo cual disminuye la cantidad de agua expulsada.

- **Figura 18.** Conforme más rápido sea el cierre entre el tren superior y el inferior, más alta estará la curva respecto de otras curvas

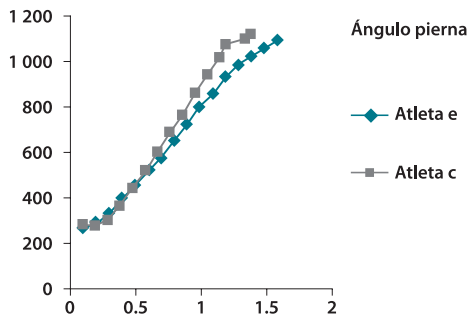


Resultados

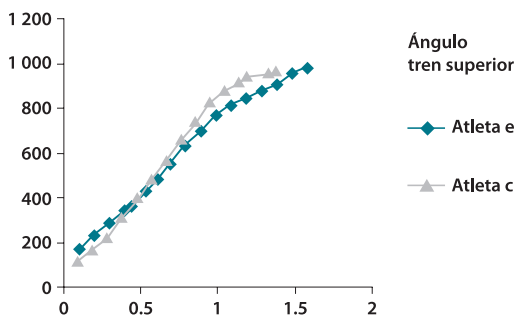
Después de haber analizado a las cuatro atletas mexicanas en su respectivo nivel, se realizó un análisis más detallado con dos clavadistas de nivel olímpico (atleta c y atleta e). En el caso de la atleta e y la atleta c se puede observar que las curvas tienen diferentes comportamientos para lograr un resultado final óptimo. La atleta e tiene un mejor aprovechamiento de las fuerzas para conseguir mayor altura; sin embargo, su velocidad de rotación es menor que para la atleta c, tanto para el tren superior como para el inferior, lo cual se puede ver en las figuras 19 y 20. La atleta, de nacionalidad china, desarrolla una mejor ejecución técnica, por lo cual es interesante comparar su actuación a fin de saber qué le ayuda a tener mejores resultados.

Comparación de la atleta e y la atleta c:

■ **Figura 19. Comparación de la atleta e y la atleta c.**
El ángulo del tren inferior queda graficado en el eje y; el tiempo, en el eje x



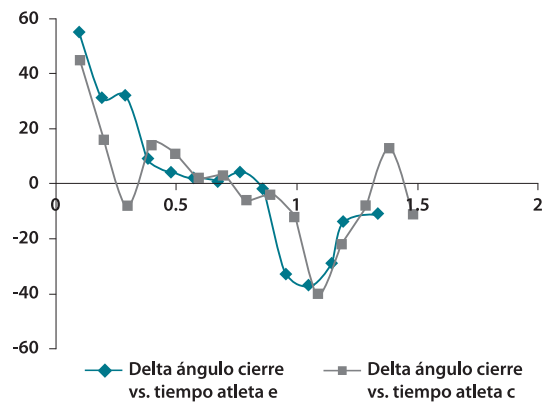
■ **Figura 20. Comportamiento del ángulo del tronco con respecto a la horizontal y al tiempo tomado desde la salida**



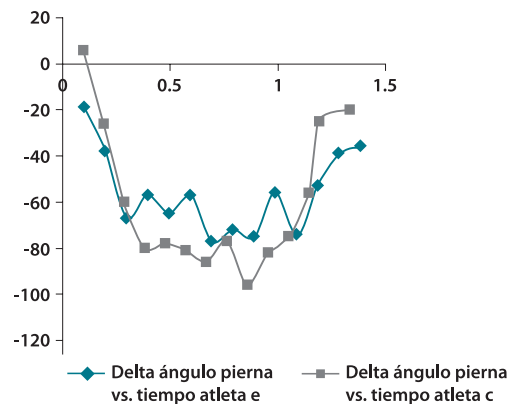
Esta curva demuestra que la energía potencial del trampolín y la respuesta del cuerpo para convertirla en rotación o altura puede tener un resultado final similar en el ángulo de entrada al agua. Sin embargo, puesto que la abertura del ángulo interno se aprovecha mejor para buscar el agua por parte de la clavadista china, ésta logra una desviación menor respecto de la vertical y una menor velocidad de rotación. Dadas las capacidades físicas que tiene cada clavadista, el apoyo que puede brindar la biomecánica consiste en encontrar los factores que

la atleta puede modificar para tener un resultado final de mayor calidad.

■ **Figura 21. Comportamiento del ángulo de cierre entre tren superior e inferior respecto al tiempo.**
Entre mayor sea la pendiente mayor es la velocidad de cierre



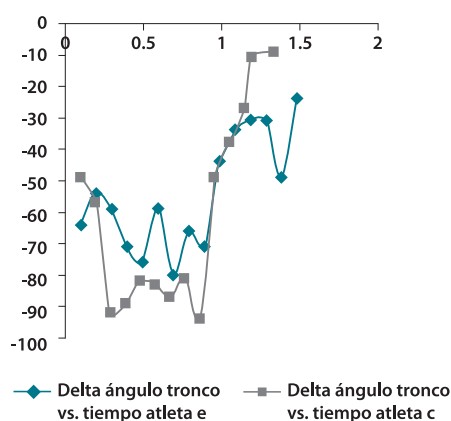
■ **Figura 22. En el caso de la pierna, la clavadista china de nivel olímpico utiliza mejor los movimientos para conseguir una velocidad mayor**



Lo que se explicó para las figuras 21 y 22 puede verse más claramente en las figuras 23 y 24. Después de dar dos rotaciones hacia el frente, una vez que la deportista

suelta las piernas con la ayuda de los brazos, el efecto de aumentar el ángulo interno se observa como una reducción de la velocidad de rotación tanto del tronco como de la pierna. En la figura 23, la curva de la clavadista china (atleta e) está por abajo, lo que provoca menos agua expulsada gracias a la menor velocidad de rotación y, en este caso, una desviación angular menor de ambos trenes (superior e inferior).

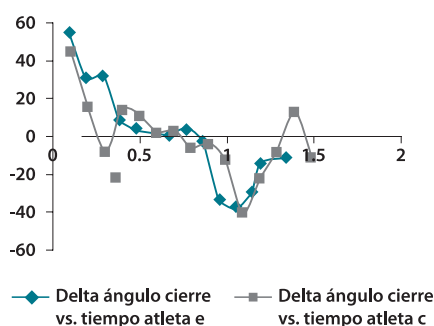
- **Figura 23.** La semejanza de las curvas de rotación de tronco de la atleta c y la atleta e muestra el modelo conveniente para ejecutar la rotación y el aprovechamiento del cierre para aumentar la velocidad



Las curvas correspondientes a la atleta c y a la atleta china "e" tienen en común tanto su geometría corporal (largo del segmento superior / largo del segmento inferior), así como su aprovechamiento del trampolín que tienen con las piernas y brazos. La técnica que usan ambas es sumamente eficiente y sirve de comparación para otras clavadistas que requieren comparar su aprovechamiento de sus fuerzas durante la salida y para las rotaciones que dan en el aire. La velocidad de cierre se va perdiendo

después de la primera rotación, y dicha pérdida debe ser lo menor posible con el fin de conseguir una rotación continua y eficiente. Para la abertura del ángulo entre el tren superior y el inferior, en el lapso comprendido entre los 1.2 y 1.5 segundos, la variación de dicho ángulo debe subir de forma abrupta, como se observa en la figura 24.

- **Figura 24.** Una aplicación de las curvas de rotación y de variación de ángulo con respecto al tiempo es la de ayudar a elegir la mejor pareja para clavados sincronizados. La semejanza de las curvas permite entender de manera analítica la ejecución de la rotación



Discusión

El resultado final de que el clavadista aplique las fuerzas en los momentos indicados, tanto en el trampolín como en el aire, es el logro de una desviación mínima respecto de la vertical. El parecido existente entre el comportamiento de la atleta e y la atleta c significa que son una pareja ideal para competir en clavados sincronizados. El análisis angular es útil para encontrar qué comportamientos son los ideales para cada clavadista. El análisis cinemático angular y del trampolín permite comparar la actuación de varios clavadistas al mismo tiempo y, con ello, observar

el desarrollo de un deportista a fin de buscar su mejor técnica. Esto se debe a que el análisis hace evidente el comportamiento de cada clavadista de manera cuantitativa, lo cual no puede observarse a simple vista. De las cinco clavadistas cuyos comportamientos se analizaron no podemos saber qué fuerzas son las que aplican, pero son evidentes las consecuencias a partir de sus velocidades angulares. El objetivo de un estudio biomecánico de esta naturaleza es aprovechar al máximo las características

de cada atleta con sus respectivos cuerpos y fuerzas que pueden producir durante su ejecución. Los movimientos estudiados de mayor calidad de ejecución tienen una representación gráfica con curvas similares a la atleta e y la atleta c. Esto ofrece muchas herramientas, tanto para detectar talentos y preparar atletas –definiendo los movimientos que les convienen más para poder mejorar sus resultados– como para encontrar clavadistas similares a las de elite proponiéndoles el uso de técnicas similares.

- **Figura 25.** El desarrollo del clavado determina el ángulo de entrada; las clavadistas más experimentadas logran rotar desde su salida la cantidad de grados necesaria para tener una mejor entrada al agua. La eficiencia angular depende del ángulo de entrada respecto de la vertical. La comparación con la atleta e de nivel olímpico indica los ángulos de las clavadistas antes de tocar el agua

Nivel	Clavadista	Ángulo final recorrido		Ángulo respecto a la vertical		Eficiencia angular		Eficiencia	
		Tronco	Pierna	Tronco	Pierna	Total	% vertical	%	%
Nivel olímpico	Atleta c	1 102	960	21	58	37	0.58888889	0.64444444	0.76666667
Nivel mundial	Atleta b	1 069	949	31	49	42	0.53333333	0.54444444	0.65555556
Juvenil nacional	Atleta a	1 080	1 121	41	134	69	0.23333333	0.51111111	0.54444444
Atleta centroamericano	Atleta d	1 062	963	25	104	66	0.26666667	0.84444444	0.72222222
Campeona de copa del mundo	Atleta e	1 095	983	8	75	39	0.56666667	0.64444444	0.91111111

Referencias

- FERDINAND, P. (2004), *Mecánica vectorial para ingenieros: dinámica*, México: McGraw Hill.
- SPRIGINGS, E. (1989), "Development of a model to represent an aluminum springboard in diving" (Desarrollo de un modelo para representar un trampolín de aluminio en clavados), *International Journal of Sports Biomechanics*, vol. 5, núm. 3, pp. 297-307.

APÉNDICE

Glosario

Aceleración. Representación vectorial que indica el ritmo o tasa de cambio de la velocidad de un móvil por unidad de tiempo.

Articulación coxofemoral. Articulación de la cadera que relaciona al hueso coxal con el fémur. Pertenecce a la familia de articulaciones diartrosis, de tipo enartrosis. La articulación está recubierta por una cápsula y tiene membrana y líquido sinovial. Junto con la enorme musculatura que la rodea, soporta el cuerpo en posturas tanto estáticas como dinámicas.

Biomecánica. Disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano. Esta área de conocimiento se apoya en diversas ciencias biomédicas –mecánica, ingeniería, anatomía, fisiología y otras disciplinas– para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido.

Centro de gravedad. Punto de aplicación de la resultante de todas las fuerzas de gravedad que actúan sobre las distintas porciones materiales de un cuerpo, de tal forma que el momento respecto de cualquier punto de esta resultante aplicada en el centro de gravedad es igual al producido por los pesos de todas las masas materiales que constituyen dicho cuerpo.

Cinemática. La cinemática (del griego κινεω, *kineo*: movimiento) es la rama de la mecánica clásica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin tener en cuenta las causas que lo producen, limitándose, esencialmente, al estudio de la trayectoria en función del tiempo.

Comportamiento elástico de los cuerpos. Un cuerpo tiene un comportamiento elástico si es capaz de regresar a su estado de reposo después de la aplicación de una fuerza.

Enartrosis. Articulación formada por una cabeza que encaja en una cavidad y que se mueve en todos los sentidos.

Producto vectorial. Operación binaria entre dos vectores de un espacio euclidiano tridimensional que da como resultado un vector ortogonal a los dos vectores originales. Con frecuencia se le denomina también *producto cruz* (pues se le denota

mediante el símbolo \times) o *producto externo* (pues está relacionado con el producto exterior).

Conservación del momento angular. El principio de conservación del momento angular afirma que si el momento de las fuerzas exteriores es cero (lo que no implica que las fuerzas exteriores sean cero, que sea un sistema aislado), el momento angular total se conserva, es decir, permanece constante.

Oscilación de cuerpos elásticos. Se llama “oscilación” al movimiento realizado por un cuerpo, sin que éste se deforme –siguiendo una función senoidal–, alrededor de un punto de equilibrio estático cuando se le aplica una fuerza exterior.

Educación Física

Resumen

El presente estudio explora la relación de los comportamientos del profesor durante la clase de educación física según el tipo de clase y experiencia práctica del profesor. Cuatro profesores pasaron por 30 minutos de la fase de planificación e interacción. Para la recolección de los datos se utilizó el instrumento “Observación del comportamiento del profesor” (OBEL/ULg; Piéron y Dohogne, 1980). Los porcentajes y frecuencias de los comportamientos de los profesores durante la interacción fueron registrados cada cinco segundos y comparados según el tipo de clase y la experiencia práctica. Los resultados indicaron que las presentaciones de las tareas parciales disminuyeron y que se incrementó la frecuencia de *feedbacks* (retroalimentaciones) cuando los profesores planificaron. Planificar tiene una relación positiva con el comportamiento del profesor.

Palabras clave

Planificación, interacción y comportamientos de los profesores.

Abstract

The aim of this case study was to seek for the existing behavioral differences among teachers, according to their experience and gender during planned and unplanned Physical Education class. Two female and two male teachers with different backgrounds participated in the study. One 30-minute unplanned class (1) and one 30-minute planned class dedicated to closed tasks (2) were given by each teacher to 30 Elementary School students. Data were gathered by systematic observation. The student behavioral instrument “Observation de l’Elève/Université de Liège” (OBEL/ULg, Piéron & Dohogne, 1980) was checked for reliability. Behaviour was recorded every 5 seconds. Results showed differences in favour of planned classes. Teacher gave less partial presentations and more feedback. Planification in all has a positive influence on teacher’s behaviour.

Keywords

Planning, interaction and behaviour of teachers.

Comportamiento del profesor en la clase de educación física de nivel primaria

José Leandro Tristán Rodríguez¹

Introducción

Existen tres fases en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La primera es la preinteractiva (planificación), la segunda es la interactiva (clase práctica) y la tercera es la postinteractiva (evaluación o reflexión) (Hall & Smith, 2006; Rink, 2010).

En educación física, durante la fase preinteractiva se toman decisiones relacionadas con la planificación de la enseñanza (Piéron, 1999), las cuales afectan de forma positiva o negativa el comportamiento del profesor y el alumno en la fase interactiva. Los resultados de diferentes investigaciones han encontrado que, durante esta fase, los profesores con experiencia toman más decisiones que los principiantes (Housner & Griffey, 1985).

En la interacción se han encontrado diferencias significativas entre los comportamientos de los profesores principiantes y con experiencia (Housner & Griffey, 1985; Piéron, 1999; Hall & Smith, 2006; Tristán, Ruiz, López-Walle & Piéron, 2009).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue conocer los comportamientos del profesor durante la clase de educación física, según el tipo de sesión (planificada y sin planificar), la experiencia práctica del profesorado y el género.

Marco teórico

Piéron (1999) y Siedentop (1998) mencionaron que los principales comportamientos que se presentan durante la clase de educación física son: organización, presentación de las tareas o actividades (parcial o completa), observación y *feedback*. Estas conductas pueden variar según el tipo de sesión (planificada y no planificada), experiencia del profesor y el género.

Se identifica a la *organización* como una de las variables más importantes que condicionan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Son intervenciones que regulan las condiciones materiales de la vida en el patio, los desplazamientos de los alumnos, las indicaciones sobre la colocación de los alumnos en el espacio, los límites en que se van a desarrollar las actividades, las indicaciones de inicio y fin de la actividad y las indicaciones relativas a la colocación de los materiales.

Luke (1989) mencionó que los estudios realizados demostraron que entre 15 y 35% del tiempo de la clase se dedica a la organización, con una media de 25% para las clases de nivel primaria. Ko (2008) analizó las clases prácticas de educación física con el sistema ALT-PE de dos profesores y cuatro profesoras con experiencia de nivel primaria. Los resultados promedio del profesorado en re-

¹ Primer lugar del área Educación Física en la categoría Abierta. Seudónimo: Kevin. Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León, t_ristan5@hotmail.com

lación con la gestión fueron de 8.42%, en las sesiones de deportes de invasión. Los resultados obtenidos por Tristán *et al.* (2009) indican que el profesor con experiencia presentó menor porcentaje de organización (10.80) que el principiante. Por otra parte, en otro estudio realizado por Tristán, Pérez, Garza y García (2010), el profesor principiante obtuvo menor porcentaje de organización en la clase planificada (16.9) que en la no planificada (27.5). Al igual que el profesor con experiencia, quien tuvo menor porcentaje en la clase planificada (23.1) que en la no planificada (26.9).

Por otra parte, la *presentación de las tareas*, que es el comportamiento de mayor importancia del profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de las funciones de instrucción, constituye una de las variables que tienden a distinguir la eficacia pedagógica de los profesores (Rink, 2010). Consiste en la explicación y/o demostración de la tarea por parte del profesor, el cual puede ayudarse con un monitor como modelo que se ha de imitar.

Werner y Rink (1989) dedujeron que la demostración asociada a la explicación verbal parecía mejorar la eficacia. Por otra parte, Siedentop (1998) mencionó que las investigaciones indicaron que el tiempo dedicado a ofrecer información varía entre 10 y 50% del tiempo de la clase y que se puede dar una explicación a partir de dos principales factores que influyen: el primero de ellos es el tipo de actividad y el segundo es el tiempo destinado a dar las explicaciones, el cual varía conforme se avanza en la unidad. Sin embargo, Piéron (1999) mencionó que la presentación de las actividades o de la materia representa entre 15 y 25% de las intervenciones del

profesor o de la interacción profesor-alumno, pero que las proporciones varían de un educador a otro, lo que indica una variabilidad interindividual muy elevada.

Los resultados obtenidos por Tristán *et al.* (2009) indicaron que el profesor con experiencia efectúa un mayor porcentaje de presentaciones completas de la tarea (10.80) que el profesor principiante. Por otra parte, en otro estudio realizado por Tristán *et al.* (2010), el profesor principiante mostró un mayor porcentaje de presentaciones completas de la tarea en la clase sin planificar (15.3) que en la planificada (6.7), y la suma de dicho porcentaje con la presentación completa de la tarea arroja un porcentaje de 22.5 del tiempo total empleado en la clase. Sin embargo, el profesor con experiencia exhibió un mayor porcentaje de presentaciones completas de la tarea (10.3) que en la clase sin planificar (8.3), y la suma del porcentaje con la presentación parcial de la tarea de la clase planificada representa 32% del total del tiempo empleado en la clase.

En relación con la capacidad de *observación* hay que señalar que es una de las competencias básicas del profesor, pues constituye el punto de partida para identificar las fortalezas y áreas de oportunidad durante la ejecución de los alumnos (Siedentop, 1998). Es la tarea que realiza el profesor cuando proporciona información a un alumno (o varios) acerca de la manera en que está (están) realizando la tarea y qué debe (deben) hacer para corregir el problema o reforzar la ejecución correcta a fin de intentar mantener y afirmar la realización exitosa.

Siedentop (1998) mencionó que una gran porción del tiempo que se utiliza durante la enseñanza se

dedica a la observación y supervisión de los alumnos durante los periodos de práctica de las actividades. De tal manera, señaló, que el tiempo de observación y supervisión representa entre 20 y 45% del tiempo de la clase. En un estudio realizado por Carreiro y Piéron (1990), en el que compararon a los profesores colocados en los extremos del *continuum* de eficacia en términos de aprendizaje, los resultados indicaron que el profesor menos eficaz invirtió una proporción más elevada de tiempo en observar en silencio (45%), y los menos eficaces, 27 por ciento. Por su parte, Tristán *et al.* (2009) señalaron que el profesor principiante emplea 18.6% en la clase sin planificar y 21.9% en la sesión planificada. El profesor con experiencia obtuvo un porcentaje de 16.1 en la clase planificada y de 31.9 en la sesión sin planificar.

Por último, el *feedback* es un elemento determinante de la relación pedagógica y una de las inquietudes de los formadores, cuando se centran en la adquisición de habilidades pedagógicas (Piéron, 1999). Consiste en el suministro de información por parte del profesor a un alumno (o varios), acerca de la forma en que está (están) realizando la tarea y de lo que debe (deben) hacer para corregir el problema o reforzar la ejecución correcta a fin de intentar mantener y afirmar la realización exitosa.

Los estudios descriptivos señalan que, generalmente, se dan de 30 a 60 *feedbacks* por cada 30 minutos (Fink & Siedentop, 1989). Los resultados del estudio de Tan (1996) indicaron que no existe diferencia entre la estructuración del *feedback* por parte de los profesores principiantes y de aquellos que cuentan con experiencia, ya que el profesor con experiencia otorgaba en pro-

medio un *feedback* cada 27.6 segundos, y el profesor principiante, uno cada 35.9 segundos.

Variables

Variable independiente: planificación (1. Sesión sin planificar y 2. Sesión planificada).

Variables dependientes: el comportamiento del profesor.

Planificación

Definición conceptual. En este estudio, por planificación se entiende “un proceso psicológico de reflexión continua en el que una persona visualiza el futuro y hace inventario de los fines y los medios, con la finalidad de tomar decisiones para construir un documento escrito que guíe su acción futura de enseñanza de manera eficaz”.

Definición operacional. 1. *Sesión sin planificar.* El profesor no tuvo oportunidad de diseñar su plan de la sesión de baloncesto que impartió. Se le informó sobre el deporte que trabajaría en la sesión cinco minutos antes de iniciar y solamente se le informó acerca del tiempo que duraría la clase y de la cantidad de alumnos que intervendrían. 2. *Sesión planificada.* El profesor diseñó su plan de clase de voleibol con actividades cerradas (el alumno no toma decisiones) y contó con 30 minutos como máximo para elaborarlo.

El comportamiento del profesor

Definición conceptual. Los principales comportamientos que se presentan durante la clase de educación física son: organización, presentación de las tareas o activi-

dades (parcial o completa), observación y *feedback* (Piéron, 1999; Siedentop, 1998).

Definición operacional. Las diferentes conductas del profesor fueron codificadas mediante registros de intervalos de observación cada cinco segundos.

Método

Participantes

El profesor Carlos tiene seis años de experiencia como docente en la clase de educación física de nivel primaria. Trabaja en una escuela que está ubicada en el municipio de Santa Catarina, Nuevo León, donde el nivel socioeconómico de los alumnos es medio-bajo. El profesor Luis tiene dos años de antigüedad como docente en educación física de nivel primaria. Trabaja en una escuela que está ubicada en el municipio de Santa Catarina, Nuevo León, donde también el nivel socioeconómico de los alumnos es medio-bajo. La profesora Ale tiene dos años de antigüedad como docente en educación física de nivel primaria. Trabaja en una escuela que está ubicada en el municipio de San Nicolás de los Garza, Nuevo León; el nivel socioeconómico de los alumnos es medio-bajo. La profesora Mary tiene 23 años de experiencia como docente de educación física de nivel primaria. Trabaja en una escuela que está ubicada en el municipio de Guadalupe, Nuevo León, y el nivel socioeconómico de los alumnos es medio-bajo.

Población

La población objeto de estudio está conformada por los profesores de educación física que trabajan en el nivel primaria de las escuelas públicas de la Secretaría

de Educación del Estado de Nuevo León, México. La educación primaria del sistema federal cuenta con 442 profesores de educación física de clase directa.

La información en el nivel de primaria se recabó mediante una matriz que contenía lo siguiente: nombre del profesor, teléfono particular y de la escuela, fecha de ingreso como docente de educación física, nombre de la escuela, dirección laboral, zona escolar, municipio, turno, número de horas de clase directa, horario y número de alumnos por grado (desglosado por hombres, mujeres y totales).

Al recabar la información se organizó a los profesores con base en los siguientes criterios: *años de servicio* en la Secretaría de Educación en el área de educación física –el número de años de trabajo en la especialidad es uno de los indicadores de la experiencia (Sharpe & Hawkins, 1992)–; profesores que impartieran la clase de educación física a los alumnos de 5º de primaria; y sexo de los docentes.

La población de profesores de nivel primaria utilizados para la selección de este estudio con base en los criterios anteriores fue de 157 (47 mujeres y 138 hombres). De las 47 mujeres, 29 tenían menos de cinco años de antigüedad y 18 más de este lapso. En lo que respecta a los hombres, 51 tenían menos de cinco años laborando en la especialidad y 87 más de cinco años.

Muestreo

El tipo de muestreo que se llevó a cabo en esta investigación fue una afijación de la muestra en forma simple por nivel y sexo, después de seleccionar a los sujetos aleatoriamente (Rodríguez, 2000). El número de participan-

tes de nivel primaria fue de cuatro profesores; dos con más de cinco años de experiencia y con un promedio de antigüedad de 12 años. De estos dos profesores con experiencia, una es mujer y otro es hombre. También se seleccionaron dos principiantes con menos de cinco años de servicio en la especialidad y con un promedio de antigüedad de dos años. Asimismo, de estos dos principiantes, una es mujer y el otro es hombre. Por otra parte, los alumnos de primaria se eligieron de forma aleatoria. Se seleccionó únicamente a 30 alumnos para la clase.

Herramientas y materiales

Un micrófono inalámbrico de diadema Radio Shack 910-921.5 MHz con rango superior a los 200 pies (61 m, aproximadamente). Un reproductor estereofónico Memorex modelo MKS-5001, con bocina integrada. Tres cámaras de video SONY, modelo DCR-DVD103. Una lente gran angular SONY modelo VCL-HG0730 y dos computadoras HP, con procesador 3200, 512 Mb de memoria, 160 Gb de capacidad en disco duro, unidad óptica DVD±RW y pantalla vs 17.

Procedimiento

Para la recolección de datos de los comportamientos del profesor durante la sesión práctica se utilizó el instrumento OBEL/ULG (Piéron & Dohogne, 1980). Consiste en tomar nota de los comportamientos (profesor/ULG-dimensión principal) durante la sesión, en los que el profesor está implicado. Después de haber revisado la literatura, el investigador decidió utilizar este sistema porque permite conocer la distribución de los comportamientos observados del profesor durante la interac-

ción; además, por haber sido utilizado en otros estudios con la finalidad de comparar las clases dirigidas por profesores con experiencia, futuros profesores y, principalmente, por haber sido utilizado en dos investigaciones realizadas en México. También porque existe una relación significativa entre las conclusiones obtenidas en los estudios que observan la duración de los comportamientos de los alumnos durante las clases y los que analizan las frecuencias de sus respuestas (Siedentop, 1998). Los componentes del OBEL/ULG del profesor (Piéron & Dohogne, 1980) son: presentación de la tarea, *feedback*, organización y observación.

Adaptación del Sistema OBEL/ULG

Mediante el Sistema OBEL/ULG se analizaron y definieron los comportamientos que se presentan durante la interacción de los profesores según las especificaciones del marco teórico. Una vez definidos los comportamientos del profesor se incluyeron ejemplos de cada uno de ellos.

Capacitación del observador

Se videograbó a cuatro profesores durante sus clases de 30 minutos para que el observador recolectara los datos a través del Sistema OBEL/ULG. Luego, utilizando el video de una clase con tareas cerradas, se determinó el índice de confiabilidad interjueces por medio del método de Bellack (Piéron, 1999). A continuación se presenta la fórmula empleada:

$$\% \text{ de aciertos} = \frac{\text{acuerdos}}{\text{acuerdos} + \text{desacuerdo}} \times 100$$

El observador obtuvo el siguiente resultado: $\frac{348}{360} \times 100 = 96.66$.

Estudio final

Para el estudio final, primero se estableció la muestra y, después, a cada uno de los profesores se les videograbó en dos clases de 30 minutos con 30 alumnos en tres diferentes situaciones: 1) clase sin planificar, y 2) clase planificada con tareas cerradas.

Registro de las clases sin planificar. Con anticipación se le indicó al profesor el día en que sería grabado. El profesor no conoció mayor información que la de presentarse a su sesión práctica con sus alumnos en un determinado horario. Cinco minutos antes de iniciar la clase, con los alumnos presentes en el lugar donde se llevó a cabo la sesión práctica, se informó al profesor sobre el deporte que tenía que trabajar. Se le explicó que podía utilizar el material que deseara, que 30 era el número de alumnos, que los estudiantes eran de 5° de primaria, que la sesión práctica sería de 30 minutos y que se le daría la indicación para iniciar, así como para terminar en caso de que no lo hubiera hecho en el tiempo establecido.

Registro de la clase planificada. Inmediatamente después de haber ingresado el sujeto al sitio donde iba a planificar se le dieron indicaciones relacionadas con el diseño del plan-clase, deporte que iba a tener en cuenta en el plan de sesión, tipo de actividades para esa clase, tiempo, alumnos y materiales. Al término de las indicaciones se solicitó al profesor que iniciara la planeación de su sesión. El objetivo de la clase fue planear tareas cerradas de voleibol, porque esto implicaba que el docente tendría más elementos para planear; se asumió que los maestros poseían conocimientos acerca de este deporte, lo que les facilitaba la elaboración de su planificación en los 30 minutos señalados. Antes de planificar su clase,

los profesores recibieron capacitación sobre las características que tienen las habilidades cerradas, ya que deberían planificar una clase con esta dinámica.

Al terminar el proceso de planificación se dio al profesor la indicación de realizar su clase práctica. Los alumnos ya se encontraban ubicados en el área delimitada para videograbar y con el material que se habría de utilizar. Se le colocó el micrófono inalámbrico al profesor. Las cámaras y camarógrafos ya estaban ubicados en sus respectivos lugares. Después se dio la indicación para iniciar y esa misma señal sirvió para que los camarógrafos empezaran a grabar. La clase terminó en el momento que el investigador sonó el silbato. En ese instante, el docente ya no dirigió ninguna indicación a los alumnos.

Análisis de los datos

El análisis de los datos de la fase interactiva se realizó a partir de un registro efectuado durante la observación de conductas del profesor en cortos lapsos (intervalos); fue entonces cuando se tomó la decisión de qué comportamientos caracterizaron mejor ese periodo de tiempo (Siedentop, 1998; Siedentop & Tannehill, 2000). El registro de intervalos cortos del comportamiento de los profesores se realizó cada cinco segundos.

Resultados

En la planificación con tareas cerradas (PTC), Carlos mostró un mayor porcentaje de presentaciones completas de la tarea (11.9) y la suma del porcentaje con la presentación completa de la tarea representa 17.5% del total del tiempo empleado en la PTC. En el comporta-

miento de *organización* refleja un porcentaje de 15 en la clase sin planificar (CSP). En la conducta de *observación* muestra un porcentaje de 17.8 en la CSP. Los resultados del comportamiento de *feedback* que otorga el profesor fueron de una frecuencia de 52 en la PTC.

En la clase sin planificar (CSP), Luis mostró un mayor porcentaje de presentaciones completas de la tarea (12.5); la suma de este porcentaje con la presentación

completa de la tarea representa 21.4% del total del tiempo empleado en la CSP. En el comportamiento de *organización*, refleja un porcentaje de 13.3 en la CSP. En la conducta de *observación* muestra un porcentaje de 39.7 en la PTC. Los resultados sobre el comportamiento de *feedback* que otorga el profesor fueron de una frecuencia de 21 en la PTC.

■ Tabla 1. Porcentaje de los comportamientos del profesor Carlos según el tipo de clase

Comportamientos	Tipos de clase		Porcentaje
	Sin planificar	Planificada	
Presentación parcial de la tarea	17.2%	5.6%	11.4
Presentación completa de la tarea	9.2%	11.9%	10.6
Organización	15.0%	26.4%	20.7
Observación	17.8%	25.0%	21.4
<i>Feedback</i>	Frecuencia 41 (11.4%)	Frecuencia 52 (14.4%)	12.9

■ Tabla 2. Porcentaje de los comportamientos del profesor Luis según el tipo de clase

Comportamientos	Tipos de clase		Porcentaje
	Sin planificar	Planificada	
Presentación parcial de la tarea	8.9%	7.5%	8.2
Presentación completa de la tarea	12.5%	7.5%	10
Organización	13.3%	16.1%	14.7
Observación	46.9%	39.7%	43.3
<i>Feedback</i>	Frecuencia 13 (3.6%)	Frecuencia 21 (5.8%)	4.7

En la clase sin planificar (CSP), Ale mostró un mayor porcentaje de presentaciones completas de la tarea (13.6) y la suma del porcentaje con la presentación completa de la tarea representa 23.9% del total de tiem-

po empleado en la CSP. En el comportamiento de *organización* refleja un porcentaje de 11.4 en la PTC. En la conducta de *observación* muestra un porcentaje de 11.4 en la PTC. Los resultados sobre el comportamiento de

feedback que otorga el profesor fueron de una frecuencia de 62 en la PTC.

En la clase planificada (PTC), Mary mostró un mayor porcentaje de presentaciones completas de la tarea (19.2) y la suma del porcentaje con la presentación completa de la tarea representa 27.5% del total de tiem-

po empleado en la PTC. En el comportamiento de *organización* refleja un porcentaje de 17.5 en la PTC. En la conducta de *observación* muestra un porcentaje de 13.6 en la CSP. Los resultados sobre el comportamiento de *feedback* que otorga el profesor fueron de una frecuencia de 23 en la PTC.

■ Tabla 3. Porcentaje de los comportamientos de la profesora Ale según el tipo de clase

Comportamientos	Tipos de clase		Porcentaje
	Sin planificar	Planificada	
Presentación parcial de la tarea	10.3%	5.0%	7.6
Presentación completa de la tarea	13.6%	12.5%	13.1
Organización	14.7%	11.4%	13.1
Observación	12.8%	11.4%	12.1
<i>Feedback</i>	Frecuencia 45 (12.5%)	Frecuencia 62 (17.2%)	14.9

■ Tabla 4. Porcentaje de los comportamientos de la profesora Mary según el tipo de clase

Comportamientos	Tipos de clase		Porcentaje
	Sin planificar	Planificada	
Presentación parcial de la tarea	18.1%	8.3%	13.2
Presentación completa de la tarea	8.9%	19.2%	14
Organización	26.4%	17.5%	21.9
Observación	13.6%	19.2%	16.4
<i>Feedback</i>	Frecuencia 0 (0%)	Frecuencia 23 (6.4%)	3.2

Discusión

Clase sin planificar del profesor Carlos. El resultado de las dos presentaciones de la tarea (26.4%) de la clase sin planificar (CSP) sobrepasa ligeramente lo obtenido por Piéron (1999) y Tristán *et al.* (2009). Por otra parte, el porcentaje de las presentaciones de Carlos es muy alto, según lo señalado por Piéron (2000).

En el comportamiento de *organización*, Carlos exhibe un porcentaje de 15, del total de frecuencias en clase. Este resultado se encuentra en el rango señalado por Piéron (2000), con escasa diferencia respecto del obtenido por Tristán *et al.* (2009) con un profesor con experiencia (13.4%), y es menor el porcentaje al señalado por Luke (1989), pero es mayor al obtenido por Ko (2008).

En el comportamiento de *observación*, Carlos refleja un porcentaje de 17.8 y este resultado es menor que el señalado por Carreiro da Costa y Piéron (1990). Sin embargo, el resultado no coincide con el obtenido por Tristán *et al.* (2009), ya que el profesor con experiencia alcanzó 8.6% en una clase sin planificar.

Los resultados sobre el comportamiento de *feedbacks* que otorga el profesor fue de 11.4%, con una frecuencia de 41. Este resultado se encuentra en el rango señalado por Fink y Siedentop (1989). Nuestros resultados también coinciden con el obtenido por Carreiro da Costa y Piéron (1990). Sin embargo, el resultado no coincide con el de la investigación de Tristán *et al.* (2009) y con el estudio de Tan (1996).

Clase planificada. Los resultados de la Tabla 1 indican que, en la planificación con tareas cerradas (PTC), Carlos tiene un mayor porcentaje (11.9%) de *presentaciones* completas de la tarea (PCT), y de la suma de los dos porcentajes resulta que la presentación de la tarea representa 17.5 por ciento. El resultado de la suma del tipo de presentaciones coincide con los rangos establecidos por Piéron (1999), pero es menor que el obtenido por Tristán *et al.* (2009). Si comparamos este resultado con el obtenido por él mismo en la CSP, se puede apreciar un incremento de PCT y una disminución, tanto de las presentaciones parciales de la tarea como de la suma de los porcentajes de los dos tipos de presentaciones de la tarea. Este resultado es similar al obtenido por Byra y Coulon (1994), quienes señalan que cuando los profesores planificaron sus clases proporcionaban una mayor cantidad de PTC. Sin embargo, con respecto al porcentaje establecido por Piéron (2000), en este caso es muy alto.

Carlos presenta un mayor porcentaje de demostraciones y, para Werner y Rink (1989), la utilización de la demostración, asociada con la explicación, mejora la eficacia. Además, para Rink (1994) es una de las características de la presentación de tareas por parte de los profesores eficaces, y para Metzler (2005), la demostración y la explicación simultáneas disminuyen los tiempos de la presentación de las tareas.

En el comportamiento de la *organización* presenta un porcentaje de 26.4, y este resultado es mayor que el señalado por otros autores (Ko, 2008; Luke, 1989; Piéron, 2000, & Tristán *et al.*, 2009); lo mismo sucede con el porcentaje que obtuvo en su CSP.

En el comportamiento de *observación* refleja un porcentaje de 25, resultado que es menor al señalado por Carreiro da Costa y Piéron (1990). Sin embargo, es mayor que el obtenido por Tristán *et al.* (2009), y que el obtenido por él mismo en su CSP.

Los resultados sobre el comportamiento de *feedbacks* que otorga el profesor fue de 14.4%, con una frecuencia de 52. Este resultado se encuentra en el rango señalado por Fink y Siedentop (1989). Sin embargo, es mayor que el obtenido por Carreiro da Costa y Piéron (1990) y que el obtenido en su clase sin planificar (CSP), pero es menor que el obtenido por Tristán *et al.* (2009) y por Tan (1996).

Clase sin planificar del profesor Luis. El resultado de las dos presentaciones de la tarea (21.4%) se encuentra dentro del rango obtenido por Piéron (1999). De igual forma, el porcentaje obtenido por Luis es ligeramente menor que el obtenido por otros autores (22%; Tristán *et al.*, 2009). Por otra parte, el porcentaje de las pre-

sentaciones de Luis es muy alto, según lo señalado por Piéron (2000). Si comparamos los resultados de Luis con los obtenidos por Carlos en la CSP, éstos favorecen a Luis, ya que en ellos se puede apreciar mayor porcentaje de PCT, menor porcentaje de presentaciones parciales y menor porcentaje de la suma de los dos tipos de presentaciones de la tarea por parte de Luis. Esto nos indica que Luis es más eficaz que Carlos en la presentación de las tareas, porque tuvo un mayor porcentaje de PCT, lo que le permite cumplir con una de las características de la presentación de las tareas de los profesores eficaces (Rink, 1994); además, al haber asociado la demostración con la explicación, mejoró su eficacia, como afirman Werner y Rink (1989). También se podría inferir que lo anterior le permitió disminuir los tiempos empleados en la presentación de las tareas (Metzler, 2005).

En el comportamiento de *organización*, Luis tiene un porcentaje de 13.3 del total de frecuencias en clase. Este resultado se encuentra en el rango señalado por Piéron (2000), es similar al obtenido por Tristán *et al.* (2009) con un profesor con experiencia (13.4), y es menor que el porcentaje señalado por Luke (1989), pero mayor que el obtenido por Ko (2008). La comparación del resultado conseguido por Luis con el obtenido por Carlos en el mismo tipo de clase favorece al primero, ya que tiene un menor porcentaje de organización.

En el comportamiento de *observación*, Luis refleja un porcentaje de 46.9, resultado superior al señalado por Carreiro da Costa y Piéron (1990) y discrepante con el obtenido por Tristán *et al.* (2009). Después de compararlo con los resultados obtenidos por los autores antes mencionados y con los de Carlos, encontramos

que el comportamiento de Luis en este parámetro presenta un porcentaje muy alto.

Los resultados sobre el comportamiento de *feedbacks* que otorga el profesor fue de 3.6%, con una frecuencia de 13. Este resultado se encuentra muy lejos del rango señalado por Fink y Siedentop (1989), y de los resultados obtenidos por Carreiro da Costa y Piéron (1990), Tristán *et al.* (2009) y Tan (1996). Además, si comparamos el resultado de Luis con el de Carlos en la CSP, continúa siendo muy baja la cantidad de *feedbacks* que otorgó Luis durante la sesión.

Clase planificada. El resultado de la suma del tipo de presentaciones (15%) coincide con los rangos establecidos por Piéron (1999), pero es menor que el obtenido por Tristán *et al.* (2009). Este resultado es diferente del obtenido por Byra y Coulon (1994). También cabe señalar que el porcentaje obtenido por Luis es muy alto respecto del establecido por Piéron (2000). Sin embargo, si se compara este resultado con el obtenido por el mismo sujeto en la CSP, se puede apreciar una disminución, tanto de las presentaciones parciales y completas de la tarea como de la suma de los porcentajes de los dos tipos de presentaciones de la tarea. Si se compara el resultado conseguido por Luis con el obtenido por Carlos en la clase PTC, la comparación favorece a Luis, si bien se puede apreciar un mayor porcentaje de PCT (11.9) y menor porcentaje de presentaciones parciales (5.6) por parte de Carlos; sin embargo, en la suma de los dos tipos de presentaciones de la tarea, Luis obtiene un menor porcentaje, además de que, por tener el mismo porcentaje en los dos tipos de presentaciones de la tarea, mejoró la eficacia (Werner & Rink, 1989) y

disminuyó los tiempos de la presentación de las tareas (Metzler, 2005).

En el comportamiento de *organización*, Luis exhibe un porcentaje de 16.1 respecto del total de frecuencias en clase. Este resultado se encuentra en el rango señalado por Piéron (2000), con poca diferencia respecto del obtenido por Tristán *et al.* (2009) y menor que el señalado por Luke (1989), pero mayor que el obtenido por Ko (2008). Sin embargo, es menor que el obtenido por Carlos en la sesión PTC. Al comparar el resultado de Luis con el obtenido por él mismo en la CSP, observamos cómo, en lugar de disminuir el porcentaje de organización por haber planificado, lo incrementa.

En el comportamiento de *observación*, Luis muestra un porcentaje de 39.7, resultado menor que el señalado por Carreiro da Costa y Piéron (1990), pero que, al ser confrontado con los más eficaces, es muy alto. También es mayor que el obtenido por Tristán *et al.* (2009) y por Carlos, pero, al ser contrapuesto con su propio resultado en la CSP, puede verse que disminuyó 6.2 por ciento.

El resultado del comportamiento de *feedbacks* que otorga el profesor fue de 5.8%, con una frecuencia de 21. Este resultado no se encuentra dentro del rango señalado por Fink y Siedentop (1989), por Carreiro da Costa y Piéron (1990), Tristán *et al.* (2009) y Tan (1996), y no coincide con el obtenido por Carlos en PTC, pero es mayor que el obtenido por él mismo en la CSP.

Clase sin planificar de la profesora Ale. El resultado de las dos presentaciones de la tarea (23.9%) se encontró dentro del rango obtenido por Piéron (1999). De igual forma, es ligeramente mayor que el de 22, obtenido por Tristán *et al.* (2009). Por otra parte, el porcentaje de las

presentaciones de Ale es muy alto, si se tiene en cuenta lo señalado por Piéron (2000). La comparación del resultado conseguido por Ale y el obtenido por Carlos en la clase sin planificar (CSP) favorece a Ale, ya que puede apreciarse un mayor porcentaje de PCT, menor porcentaje de presentaciones parciales y de la suma de los dos tipos de presentaciones. Lo anterior indica que Ale es más eficaz que Carlos en la presentación de las tareas, ya que tuvo un mayor porcentaje de PCT, lo que le permite cumplir con una de las características de los profesores eficaces (Rink, 1994): mejorar la eficacia (Werner & Rink, 1989) y disminuir los tiempos de la presentación de las tareas (Metzler, 2005). Sin embargo, la confrontación de los resultados de Ale con los de Luis en CSP favorece a Luis, si bien Ale tiene ligeramente mayor proporción de PCT (13.6 y 12.5%), pero Luis obtuvo menor porcentaje de la suma de los dos tipos de presentaciones de la tarea (21.4) y de presentaciones parciales de la tarea (8.9).

En el comportamiento de *organización*, Ale obtuvo 14.7% del total de frecuencias en clase. Este resultado se encuentra en el rango señalado por Piéron (2000), es ligeramente diferente del obtenido por Tristán *et al.* (2009) y es menor que el señalado por Luke (1989), pero mayor que el obtenido por Ko (2008). La comparación del resultado conseguido por Ale y el obtenido por Carlos en el mismo tipo de clase favorece a Ale, ya que tiene ligeramente menor proporción de organización (15%). Sin embargo, al contrastarlo con el resultado de Luis, la comparación favorece a Luis, porque obtuvo un menor porcentaje de organización (13.3).

En el comportamiento de *observación*, Ale muestra un porcentaje de 12.8, resultado menor que el señalado

por Carreiro da Costa y Piéron (1990) y diferente del obtenido por Tristán *et al.* (2009). Este comportamiento de Ale es menor que el obtenido por Carlos (12.8 y 17.8%) y que el obtenido por Luis (12.8 y 46.9%). Al comparar esta conducta de Ale con los resultados obtenidos por la mayoría de los autores antes mencionados y con los de este estudio, Ale presentó un menor porcentaje en este comportamiento, lo cual permite inferir que en esta habilidad estaría dentro del grupo de los profesores eficaces.

El resultado en el comportamiento de *feedbacks* que otorga la profesora fue de 12.5%, con una frecuencia de 45. Este resultado se encuentra en el rango señalado por Fink y Siedentop (1989) y Carreiro da Costa y Piéron (1990). Sin embargo, discrepa del obtenido por Tristán *et al.* (2009) y Tan (1996). La comparación del resultado conseguido por Ale y el obtenido por Carlos en el mismo tipo de clase favorece a Ale, ya que tiene ligeramente mayor proporción de *feedbacks* (12.5 y 11.4%). También, al contrastarlo con el resultado de Luis, la comparación favorece a Ale con una gran diferencia (12.5 y 3.6%). Los resultados en esta habilidad colocarían a Ale en el grupo de los profesores eficaces, según lo señalado por los autores antes mencionados.

Clase planificada. Los resultados que aparecen en la tabla 28 indican que en la planificación con tareas cerradas (PTC) Ale tiene un mayor porcentaje de *presentaciones* completas de la tarea (12.5) que de presentaciones parciales (5.0); y si se suman los dos porcentajes resulta que la presentación de la tarea representa 17 por ciento. El resultado de la suma del tipo de presentaciones (17%) coincide con los rangos establecidos por Piéron

(1999), pero es menor que el obtenido por Tristán *et al.* (2009). Si se compara este resultado con el obtenido por ella misma en la CSP, podrá apreciarse una disminución de PCT y una disminución, tanto de las presentaciones parciales de la tarea como de la suma de los porcentajes de los dos tipos de presentaciones de la tarea. Este resultado es similar al obtenido por Byra y Coulon (1994).

Asimismo, la comparación del resultado conseguido por Ale y el obtenido por Carlos en la clase PTC favorece a la profesora, porque muestra un mayor porcentaje de PCT, menor porcentaje de presentaciones parciales y un resultado menor tras la suma de los porcentajes de los dos tipos de presentaciones de la tarea. Sin embargo, al contrastarlos con los de Luis, los resultados favorecen a éste, ya que tiene menor porcentaje de PCT (7.5), menor porcentaje de presentaciones parciales (7.5) y menor porcentaje en la suma de los dos tipos de presentaciones de la tarea (15). En esta sesión, Ale presenta un mayor porcentaje de demostraciones, lo cual mejora su eficacia (Werner & Rink, 1989), es una de las características de los profesores eficaces (Rink, 1994) y disminuye los tiempos en la presentación de las tareas (Metzler, 2005).

En el comportamiento de *organización*, Ale exhibió un porcentaje de 11.4, resultado que se encuentra en el rango señalado por Piéron (2000), que es menor que el obtenido por Tristán *et al.* (2009) y Luke (1989), pero mayor que el obtenido por Ko (2008). Sin embargo, es menor que el obtenido por Carlos (26.4%) y por Luis (16.1%) en la sesión PTC. Al comparar el resultado de Ale con el obtenido por ella misma en la CSP, se observa una disminución del porcentaje (por haber planificado se reduce a 3.3).

En el comportamiento de *observación*, Ale exhibe un porcentaje de 11.4, resultado menor que el señalado por Carreiro da Costa y Piéron (1990). Sin embargo, el resultado no coincide con el obtenido por Tristán *et al.* (2009). Al contrastarlo con su resultado en la CSP, puede observarse que disminuyó 1.4 por ciento. Asimismo, la comparación del resultado conseguido por Ale con el obtenido por Carlos (25%) y por Luis (39.7%) en la clase PTC favorece a Ale, ya que se puede apreciar un menor porcentaje de observación de parte de Ale. Comparado con los resultados obtenidos por la mayoría de los autores antes mencionados, el comportamiento de Ale presentó un menor porcentaje en este parámetro. Esta habilidad la colocaría en el grupo de los profesores eficaces.

El resultado del comportamiento de *feedbacks* que otorga la profesora fue de 17.2%, con una frecuencia de 62. Este resultado sobrepasa el rango señalado por Fink y Siedentop (1989) y Carreiro da Costa y Piéron (1990), pero no coincide con el de Tristán *et al.* (2009) ni con el obtenido por Tan (1996). Al comparar el resultado de Ale con el obtenido por ella misma en la CSP puede observarse que hubo un incremento de 12.5 a 17.2 por ciento. Al compararlo luego con el de Carlos en el mismo tipo de clase, la diferencia favorece a Ale, ya que tiene mayor proporción de *feedbacks* (17.2 y 14.4%). También, al contrastarlo con el resultado de Luis, Ale sale favorecida con una gran diferencia (17.2 y 3.6%). Esta habilidad la colocaría entre los profesores eficaces.

Clase sin planificar de la profesora Mary. El resultado de las dos presentaciones de la tarea (27%) no se encuentra dentro del rango obtenido por Piéron (1999) y Tristán *et al.* (2009). Por otra parte, el porcentaje de

las presentaciones de Mary es muy alto, si se tiene en cuenta lo señalado por Piéron (2000). Al comparar el resultado de Mary con el obtenido por Carlos en la CSP, la diferencia favorece a Carlos, ya que puede apreciarse un porcentaje ligeramente mayor de PCT (9.2), menor porcentaje (17.2) de presentaciones parciales (PPT) y menor porcentaje de la suma de los dos tipos de presentaciones (26.4). También, al confrontar los resultados de Mary con los de Luis en la CSP, la confrontación favorece a Luis porque tiene mayor porcentaje de PCT (12.5), menor porcentaje de PPT (8.9) y menor porcentaje de la suma de los dos tipos de presentaciones (21.4). Asimismo, la comparación de los resultados de Mary y los de Ale favorece a ésta, ya que Ale exhibió mayor porcentaje de PCT, menor porcentaje de PPT (10.3) y menor porcentaje de la suma de los dos tipos de presentaciones (23.9). Todo lo anterior permite señalar que, en esta sesión, Mary no tiene una de las características de los profesores eficaces (Rink, 1994; Werner & Rink, 1989).

En el comportamiento de *organización*, Mary tiene 26.4% del total de frecuencias en clase. Este resultado no se encuentra en el rango señalado por Piéron (2000), es mayor al obtenido por Tristán *et al.* (2009), al señalado por Luke (1989) y al obtenido por Ko (2008). La comparación del resultado conseguido por Mary y el obtenido por Carlos en el mismo tipo de clase muestra una igualdad entre los mismos (26.4%). Sin embargo, al contrastarlo con el resultado de Luis, la diferencia favorece a Luis porque éste obtuvo un menor porcentaje de organización (13.3). También, al contrastarlo con el resultado de Ale, la oposición favorece a Ale porque ésta obtuvo 14.7 por ciento.

En el comportamiento de *observación*, Mary consigue un porcentaje del 13.6, resultado menor que el señalado por Carreiro da Costa y Piéron (1990) y diferente del obtenido por Tristán *et al.* (2009). Al comparar los resultados obtenidos por Mary y Carlos en el mismo tipo de clase, sucede que el de Mary es menor que el conseguido por Carlos y por Luis, pero mayor que el obtenido por Ale (12.8%). Esta habilidad la definiría como una profesora eficaz.

El resultado del comportamiento de *feedbacks* que otorga la profesora fue de 0%, resultado menor que todos los resultados obtenidos por Fink y Siedentop (1989), Carreiro da Costa y Piéron (1990), Tristán *et al.* (2009), Tan (1996), y que todos los resultados del profesorado que fue objeto de este estudio.

Clase planificada. El resultado de la suma del tipo de presentaciones (27.5%) no se encuentra dentro del rango establecido por Piéron (1999) y es mayor que el obtenido por Tristán *et al.* (2009). Si comparamos este resultado con el obtenido por ella misma en la CSP, puede apreciarse un incremento de PCT, una disminución de las PPT y un ligero incremento de la suma de los porcentajes de los dos tipos de presentaciones de la tarea. Este resultado es similar al de Byra y Coulon (1994).

Asimismo, la comparación del resultado de Mary con el obtenido por Carlos en la clase PTC favorece a Carlos, porque se aprecia un menor porcentaje de PCT (11.9), menor porcentaje de PPT (5.6), menor la suma de los porcentajes de los dos tipos de presentaciones de la tarea (17.5), y, además, el porcentaje total de presentaciones de la tarea se encuentra dentro del rango establecido por Piéron. Lo anterior indica que Carlos

realizó en menor tiempo las demostraciones y explicaciones de las actividades durante la sesión. También, al contrastar sus resultados con los de Luis, la diferencia favorece a Luis, quien obtuvo menor porcentaje de PCT (7.5), menor porcentaje de PPT (7.5) y menor porcentaje de la suma de los dos tipos de presentaciones de la tarea (15). Asimismo, al contrastarlos con los de Ale, los resultados favorecen a Ale, quien logró menor porcentaje de PCT (12.5), menor porcentaje de PPT (5) y menor porcentaje de la suma de los dos tipos de presentaciones de la tarea (17.5).

En el comportamiento de *organización*, Mary exhibió un porcentaje de 17.5 del total de frecuencias en clase. Este resultado se encuentra en el rango señalado por Piéron (2000), es menor que el obtenido por Luke (1989), pero mayor que los obtenidos por Ko (2008) y por Tristán *et al.* (2009). Por otra parte, al comparar los resultados obtenidos por Mary y por Carlos en la sesión PTC, se observa menor porcentaje en el caso de Mary, ya que Carlos obtuvo 26.4%; sin embargo, al contrastarlos con los resultados obtenidos por Luis y Ale en el mismo tipo de clase, se aprecia que los de éstos son menores (Luis, 16.1%; Ale, 11.4%). Al comparar el resultado de Mary con el obtenido por ella misma en la CSP, es posible observar una disminución del porcentaje de este componente por el hecho de haber planificado, ya que se reduce de 26.4 a 17.5 por ciento. Uno de los factores que probablemente le ayudaron a disminuir el porcentaje de organización de una sesión a otra es que tuvo el tiempo necesario para planificar su clase.

En el comportamiento de *observación*, Mary muestra un porcentaje de 19.2, resultado menor que el señalado

por Carreiro da Costa y Piéron (1990). Sin embargo, el resultado no coincide con el obtenido por Tristán *et al.* (2009). Al contrastarlo con su propio resultado en la CSP, se observa un incremento de 5.6 por ciento. Asimismo, al comparar el resultado conseguido por Mary y los obtenidos por Carlos (25%) y Luis (39.7%) en la clase PTC, la diferencia favorece a Mary, porque logró un menor porcentaje de observación. Sin embargo, es mayor que el obtenido por Ale, ya que ésta tuvo una proporción de 11.4 por ciento. Esta habilidad colocaría a Mary entre los profesores eficaces.

El resultado del comportamiento de *feedbacks* que otorga la profesora fue de 6.4%, con una frecuencia de 23. Este resultado se encuentra lejos del rango señalado por Fink y Siedentop (1989), Carreiro da Costa y Piéron (1990), Tristán *et al.* (2009) y Tan (1996). Sin embargo, al comparar el resultado de Mary con el de ella misma en la CSP, se observa un incremento significativo de 0 a 6.4 por ciento. También, al contrastar el resultado de Mary con el de Luis en la sesión PTC, se observa un mayor porcentaje de parte de Mary, ya que Luis obtuvo 5.8; pero al compararlo con los resultados de Carlos y Ale, la diferencia favorece a éstos, ya que Carlos otorgó 14.4% de *feedbacks* del total de comportamientos de la sesión y

Ale 17.2 por ciento. El porcentaje de *feedback* obtenido por Mary no la colocó entre los profesores eficaces.

Conclusiones

Primera. La acción de planificar tiene una relación positiva con el comportamiento del profesor.

Segunda. En la presentación de las tareas, los profesores con experiencia, cuando planificaron sus sesiones, proporcionaron más cantidad de presentaciones completas de la tarea que los principiantes.

Tercera. Los profesores y las profesoras, indistintamente, cuando planificaron sus sesiones, proporcionaron menor cantidad de presentaciones parciales de las tareas y mayor frecuencia de *feedbacks* en la interacción, en comparación con las sesiones sin planificar.

Cuarta. En la organización, las profesoras, cuando planificaron sus sesiones, disminuyeron el porcentaje de organización en la interacción, en comparación con las sesiones sin planificar.

Quinta. En la observación, el profesor y la profesora principiantes, cuando planificaron sus sesiones, disminuyeron el porcentaje de observación en la interacción, en comparación con las sesiones sin planificar.

Referencias

- BYRA, M. & Coulon, S.C. (1994), "The effect of planning on the instructional behaviors of preservice teachers", *Journal of Teaching in Physical Education*, vol. 13, núm. 2, pp. 123-139.
- CARREIRO, F. & Piéron, M. (1990), "Comparaison de deux enseignants classés selon les progrès de leurs élèves", *Revue de L'Éducation Physique*, vol. 30, pp. 57-63.

- FINK, J. & Siedentop, D. (1989), "The development of routines, rules, and expectations at the start of the school year", *Journal of Teaching in Physical Education*, vol. 8, núm. 3, pp. 198-212.
- HALL, T.J. & Smith, M.A. (2006), "Teacher planning, instruction and reflection: What we know about teacher cognitive processes", *Quest*, vol. 58, núm. 4, pp. 424-432.
- HOUSNER, L.D. & Griffey, D.C. (1985), "Teacher cognition: Differences in planning and interactive decision making between experienced and inexperienced teachers", *Research Quarterly for Exercise and Sport*, vol. 56, núm. 1, pp. 45-53.
- KO, B. (2008), "An examination of teaching practices of elementary physical education", Columbus, Ohio State University (tesis de doctorado).
- LUKE, M.D. (1989), "Research on class management and organization: Review with implications for current practice", *Quest*, vol. 41, pp. 55-67.
- METZLER, M. (2005), *Instructional models for physical education*, Scottsdale, Arizona: Holcomb Hathaway Publishers (2a. ed.).
- PIÉRON, M. (1999), *Para una enseñanza eficaz de las actividades físico-deportivas*, Barcelona: INDE Publicaciones.
- PIÉRON, M. (2000), "Studying teaching effectiveness in physical education, research designs and findings", Comissão de Educação em Física da União Internacional de Física Pura e Aplicada.
- PIÉRON, M. & Dohogne, A. (1980), "Comportements des élèves dans des classes d'éducation physique conduites par des enseignants en formation", *Revue de l'Education Physique*, vol. 20, núm. 4, pp. 11-18.
- RINK, J.E. (1994), "Task Presentation in Pedagogy", *Quest*, vol. 46, núm. 3, pp. 270-280.
- RINK, J.E. (2010), *Teaching physical education for learning*, Nueva York: McGraw-Hill (6a. ed.).
- SHARPE, T. & Hawkins, A. (1992), "Expert and novice elementary specialists: A comparative analysis", *Journal of Teaching in Physical Education*, vol. 12, núm. 1, pp. 55-57.
- SIEDENTOP, D. (1998), *Aprender a enseñar la educación física*, Barcelona: INDE Publicaciones.

- SIEDENTOP, D. & Tanehill, D. (2000), *Developing teaching skills in physical education*, Palo Alto, California: Mayfield Publishing Company.
- TAN, S.K.S. (1996), "Differences between experienced and inexperienced physical education teachers' augmented feedback and interactive teaching decisions", *Journal of Teaching in Physical Education*, vol. 15, núm. 2, pp. 151-170.
- TRISTÁN, J., Pérez, G., Garza, L. & García, M. (2010), "El comportamiento del profesor en la interacción en la clase de educación física del nivel primaria en un estudio de casos", *Revista Ciencias del Ejercicio* (UANL, Facultad de Organización Deportiva).
- TRISTÁN, J., Ruiz, F., López-Walle, J. & Piéron, M. (2009), "The behaviour of teachers and pupils during physical education classes at primary level in Mexico" (estudio de caso), en *12th ISSP World Congress of Sport Psychology*, Marrakech, pp. 278-279.
- WERNER, P. & Rink, J.E. (1989), "Case studies of teacher effectiveness in second grade physical education", *Journal of Teaching in Physical Education*, vol. 8, núm. 4, pp. 280-297.

Resumen

El propósito del presente trabajo fue valorar y conocer el nivel de aptitud física de los estudiantes universitarios, utilizando una batería de pruebas. Se evaluó a 94 hombres y 35 mujeres de 18 y 19 años, que presentaron examen de ingreso a la licenciatura en educación física de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Colima. A todos ellos se les aplicaron dos pruebas de la batería de la American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD, 1980 y 1976): flexión del tronco hacia el frente, salto largo con impulso y abdominales; una prueba de potencia o resistencia aeróbica diseñada y validada por Luc Léger (1982), y una prueba de coordinación motriz (SEP-Conade, 2000). Se concluyó que estas pruebas resultaron adecuadas para valorar la condición física de esta población y que los varones presentan mejor condición física que las mujeres a esa edad.

Palabras clave

Aptitud física, capacidades físicas, pruebas, resistencia aeróbica.

Abstract

The purpose of this study was to assess and meet the level of physical fitness of students, using a battery of tests. For two days, 94 men and 35 women (18-19 years), who applied for admission at the University of Colima for Bachelor of Physical Education, were evaluated. On the first day we measured their weight (kg) and height (cm), and evaluated their coordination, flexibility and muscular endurance. On day 2 they performed two tests from the AAHPERD Battery (1980, 1976): sit and reach and standing long jump, a sit ups test from B.L. Johnson & J.K. Nelson (1986), a test for strength and aerobic endurance by Luc Léger (1982) and a test of motor coordination from SEP-Conade-Condeba (2000). Descriptive statistics and one way analysis of variance (ANOVA) were used to observe mean differences. Based on the results, tests were adequate to assess the fitness level of this population and men are in better physical condition than women at that age.

Keywords

Physical fitness, aerobic endurance, battery tests.

Valoración de capacidades físicas en estudiantes de la Universidad de Colima

Santiago Ruiz Orozco¹

J. Jesús Muñiz Murguía

Arnoldo Ortiz Íñiguez

Jaime Medrano Méndez

Chrystyan Martínez Pedraza

Homero Magaña Núñez

Juan Ramírez Parra

Introducción

La condición física es importante para desarrollar y mantener la capacidad funcional que se requiere para satisfacer las demandas que exigen las diferentes etapas de la vida y para promover una salud óptima (American College of Sports Medicine [ACSM], 1988), ya que ésta se determina principalmente por los hábitos de actividad física, y puede definirse como “la suma ponderada de todas las capacidades físicas o condicionales importantes para el logro de rendimientos deportivos, realizado a través de la personalidad del deportista” (Grosser & Starischka, 1989).

Es bien sabido que una buena condición física producirá mejoras en la salud en todos los grupos de diferentes edades (reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular, de colesterol y triglicéridos, hipertensión, sobrepeso, obesidad y diabetes) y los nuevos estudios siguen reafirmando la importancia que toda actividad física habitual tiene para la salud y el bienestar físico (ACSM, 1995).

Las evaluaciones de las capacidades físicas es una parte sumamente visible e importante de los programas de educación física y de entrenamiento deportivo. Por ello

es preciso fortalecer esta evaluación mediante el establecimiento de parámetros que brinden información acerca del desempeño y el desarrollo físico del educando, ya que la aplicación de estas pruebas de valoración en todo el país permitirá realizar estudios comparativos entre estados y regiones, pero, sobre todo, ayudará a que el estudiante pueda comparar el grado de avance que ha tenido con su participación en las clases de educación física.

En nuestro país no se ha logrado consolidar la importancia de la valoración del estado físico y de salud del educando o del deportista, mucho menos en el diseño y la aplicación de baterías de pruebas para determinar su condición física, pues hasta nuestros días no se cuenta con una batería de pruebas propias válidas y confiables para determinar la aptitud física de algún sector de nuestra población. Además de que éstas ofrecen una información relevante, mediante resultados objetivos, fiables y válidos, que sirve de base para llevar a cabo una planificación correcta y adecuada de los objetivos planteados.

De esta manera, el principal propósito de este estudio fue valorar y conocer la aptitud física de jóvenes universitarios que ingresarían al nivel superior.

¹ Segundo lugar del área Educación Física en la categoría Abierta. Seudónimo: Maruz. Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Colima. sanruiz@uacol.mx

Método

En este estudio participaron 129 sujetos (94 hombres y 35 mujeres), de 19 y 18 años de edad, respectivamente, quienes realizaron examen de ingreso para cursar la licenciatura en educación física de la Universidad de Colima. Para ello se contó con la previa aprobación de las autoridades de la facultad y con el consentimiento por escrito y firmado por ellos mismos. A cada sujeto se le midieron peso (kg) y talla (cm) y se le aplicaron cinco pruebas de capacidad física, dos de las cuales pertenecen a la batería diseñada por la Alianza Americana para la Salud, la Educación Física, la Recreación y la Danza (AAHPERD [por sus siglas en inglés], 1980, 1976), una prueba diseñada y validada por Luc Léger (1982), otra de Johnson y Nelson (1986) y una más tomada del manual de pruebas propuestas por SEP-Conade-Condeba (2000).

Las pruebas fueron administradas durante dos días consecutivos con la finalidad de permitir una recuperación considerable de parte de los estudiantes y para que ello no fuera factor de varianza de los resultados. La aplicación se hizo de la siguiente manera: durante el primer día se midió el peso y la talla de cada uno de ellos, para después aplicar las pruebas de coordinación, flexibilidad y resistencia muscular; en el segundo día se evaluó la potencia y resistencia aeróbica. Todas las mediciones y las pruebas se realizaron en el mismo horario (de 16:00 a 17:00 horas) y en lugares apropiados.

Las mediciones de peso y talla se basaron en los lineamientos estipulados por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (Norton, Whittingham, Carter, Gore & Marfell-Jones, 2001); se

realizaron tres mediciones a cada sujeto, para obtener un promedio (véanse las figuras 1 y 2).

■ Figura 1. Medición de la talla del sujeto



■ Figura 2. Medición del peso del sujeto



Las pruebas físicas aplicadas que pertenecen a la AAHPERD fueron para valorar la resistencia muscular (*sit-ups* modificados, AAHPERD, 1980; véase la figura 3) –prueba que posee una confiabilidad de 0.94 y una validez aceptable– y para determinar la potencia motriz (*standing long jump*, AAHPERD, 1976; véase la figura 4) –prueba con una confiabilidad de 0.96 y una validez de 0.607. Para evaluar la flexibilidad del tronco se utilizó la prueba *sit and reach* modificado (Johnson, 1977; véase la figura 5), la cual reporta una confiabilidad de 0.94 y una validez alta. Para valorar la potencia aeróbica se utilizó la

prueba de los 20 metros de Luc Léger y Lambert (1982), quienes reportaron una confiabilidad de 0.89 y una validez de 0.71 (véase la figura 6). Y, finalmente, para valorar la coordinación se utilizó una prueba del Manual para la Evaluación en Educación Física (primaria, etapa II, prueba 3), emitida por SEP-Conade-Condeba (2000), la cual no reporta confiabilidad ni validez (véase la figura 7).

El análisis estadístico realizado se hizo por medio de un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, con un nivel de significancia de $p < 0.05$, para lo cual se utilizó el paquete estadístico Minitab Student (McKenzie & Goldman, 1998).

■ Figura 3. Procedimiento de la prueba de resistencia abdominal (*sit-ups* modificado)



■ Figura 4. Procedimiento para la prueba de potencia motriz (*standing long jump*)



■ Figura 5. Procedimiento para la prueba de flexibilidad (*sit and reach* modificada)



Resultados

Se estudiaron 129 sujetos, 94 del sexo masculino y 35 del femenino, de 19 y 18 años, respectivamente, todos ellos con buena salud, previo examen médico y voluntario consentimiento por escrito. Todas las pruebas se realizaron en las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Educación. A cada uno de ellos se le preguntó la edad y se le midió peso y talla. Posteriormente los sujetos realizaron cinco pruebas de capacidad física durante dos días. En las pruebas de potencia y flexibilidad se permitieron tres intentos y se registró el más alto valor logrado; en la prueba de coordinación sólo se permitió realizar dos intentos y se registraron los movimientos bien ejecutados en cada repetición; mientras que las pruebas de resistencia muscular y aeróbica se realizaron una sola vez, debido a su gran exigencia física.

■ Figura 6. Ejecución de la prueba aeróbica de los 20 metros



En la tabla I se muestran los valores promedio y las desviaciones estándar de las características físicas de los sujetos evaluados. Los hombres presentaron mayor

■ Figura 7. Realización de la prueba de coordinación



edad, peso y talla, con diferencias significativas en las dos últimas variables ($p < 0.05$) (véase la gráfica 1).

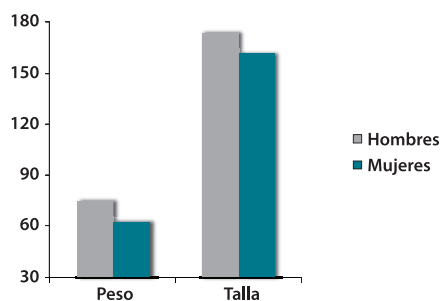
■ Tabla I. Valores promedio de las variables físicas de los sujetos de estudio

	Hombres ♂	Mujeres ♀
Edad (años meses)	19.7/12 ± 2.2	18.6/12 ± 2.9
Peso (kg)	74.33 ± 16.76 •	61.6 ± 10.9 •
Talla (cm)	172.92 ± 7.29 ■	161 ± 5.5 ■
IMC (kg/m ²)	24.8 ± 5.0	23.78 ± 3.9

■ Diferencia significativa ($p < 0.05$).

• Diferencia significativa ($p < 0.05$).

■ Gráfica 1. Valores promedio de peso (kg) y talla (cm) de los sujetos de estudio



Con respecto a los valores promedio obtenidos en las pruebas de valoración de las capacidades físicas, encontramos que para la coordinación fue de 5 ± 2 y de 6 ± 2 ejecuciones por repetición. En relación con la flexibilidad, las mujeres obtuvieron promedios más altos (41 ± 8 cm) que los hombres (35.8 ± 9 cm), con diferencia significativa de $p < 0.05$ para las mujeres. En lo que se refiere a la potencia motriz, los hombres lograron mejor promedio que las mujeres (195.4 ± 27 cm y 146 ± 17 cm), respectivamente, con diferencia significativa para los primeros de $p < 0.05$ (véase la gráfica 2). Mientras que en resistencia muscular, los hombres presentaron un promedio de 39 ± 10 rep/min, y las mujeres de 35 ± 10 rep/min, con diferencia significativa para los hombres (véanse la tabla II y la gráfica 3).

■ **Tabla II. Valores promedio de las capacidades físicas evaluadas en los varones y las mujeres participantes en el estudio**

	Hombres ♂	Mujeres ♀
Coordinación (rep)	5 ± 2	6 ± 2
Flexibilidad (cm)	35.8 ± 9 ♦	41 ± 8 ♦
Potencia motriz (cm)	195.4 ± 27 +	146 ± 17 +
Resis. muscular (rep)	39 ± 10 *	35 ± 10 *

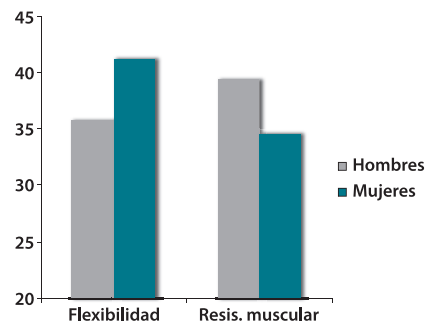
♦ Diferencias significativas ($p < 0.05$).

+ Diferencias significativas ($p < 0.05$).

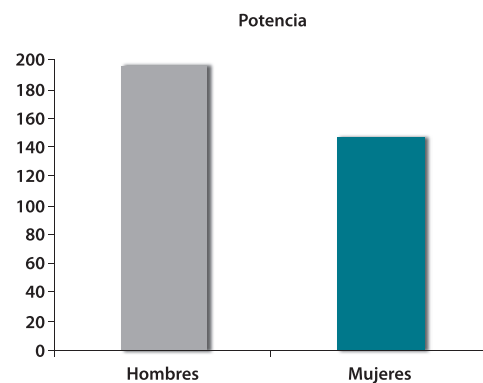
* Diferencias significativas ($p < 0.05$).

En relación con la potencia o resistencia aeróbica, que se determinó por medio de la prueba *shuttle run* de los 20 metros (*progressive aerobic cardiovascular endurance run* [PACER]; Léger & Lambert, 1982), se obtuvieron los siguientes promedios: el nivel (minutos) logrado fue de 7.5 ± 2 min para los hombres y de 5 ± 2 min para las mujeres; la vuelta cubierta fue de 6 ± 3 en los hombres y

■ **Gráfica 2. Valores promedio de flexibilidad (cm) y resistencia muscular (rep) de los hombres y las mujeres del estudio**



■ **Gráfica 3. Valores promedio de potencia (salto largo con impulso en cm) de los hombres y las mujeres del estudio**



de 4 ± 3 en las mujeres. Mientras que el consumo máximo de oxígeno obtenido indirectamente, de acuerdo con los dos datos anteriores (nivel y vuelta) y revisadas las tablas correspondientes, señala que el $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ relativo (ml/kg/min) encontrado fue 40.15 ± 7.1 para los hombres y de 30.5 ± 7.4 para las mujeres, con diferencia significativa a favor de los hombres ($p < 0.05$); y con respecto al $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ absoluto (l/min) fue de 2.92 ± 0.56 y de

1.8571 ± 0.48 l/min, para hombres y mujeres respectivamente, con una diferencia significativa en los hombres (véanse la tabla III y las gráficas 4 y 5).

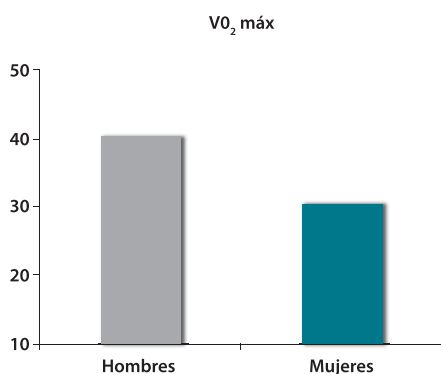
■ **Tabla III. Valores promedio de la capacidad cardiorrespiratoria, medida con la prueba de los 20 metros en hombres y mujeres del estudio**

Resistencia aeróbica	Hombres ♂	Mujeres ♀
VO ₂ máx ml/kg/min	40.15 ± 7.1 *	30.5 ± 7.4 *
VO ₂ máx l/min	2.92 ± 0.56 +	1.8571 ± 0.48 +
Nivel	7.53 ± 2	5.0 ± 2.0
Vuelta	6 ± 3	4 ± 3

+ Diferencias significativas (p < 0.05).

* Diferencias significativas (p < 0.05).

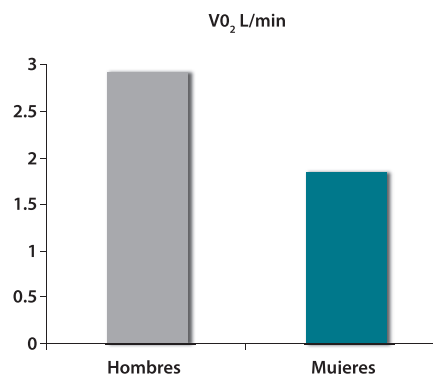
■ **Gráfica 4. Valores promedio del consumo máximo de oxígeno (VO₂máx) relativo (ml/kg/min) entre hombres y mujeres**



Discusión

Los principales hallazgos del presente estudio revelan dos cosas: 1) que las pruebas aplicadas son adecuadas para valorar la capacidad física de esta población, y 2) que la condición física entre los jóvenes universitarios está descendiendo paulatinamente, lo cual influirá en el es-

■ **Gráfica 5. Valores promedio del consumo de oxígeno absoluto (VO₂máx) l/min, de los sujetos de estudio**



tado de salud de la población futura. Tal como lo ha estado manifestando el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, 1995), para lo cual emitió la siguiente recomendación: “Cada adulto debería realizar 30 minutos o más de actividad física moderada diariamente para incorporar más actividad física a su rutina diaria, lo cual es una forma efectiva de mejorar la salud”. Además de esto, ambos mostraron menor estatura (cm), mayor peso (kg) y mayor índice de masa corporal (IMC) en relación con los estándares de la National Center for Health Statistics 2000 (NCHS, 1997).

Respecto de las capacidades físicas en flexibilidad (cm), aunque las mujeres mostraron (significativamente) mejor promedio que sus compañeros varones, cuando se comparó a ambos con las referencias respectivas, mostraron un valor inferior al promedio recomendado para su edad. De igual forma se presentó la potencia motriz (salto largo con impulso) y la resistencia muscular (abdominales), aunque hubo diferencias entre sujetos a favor de los varones; en la comparación con los

estándares, éstos fueron inferiores al promedio recomendado. En la valoración de la potencia aeróbica, el comportamiento fue similar: los varones mostraron mejor consumo máximo de oxígeno que las mujeres, pero, una vez más, en relación con las tablas de referencia para esta prueba de acuerdo con la edad (Léger & Lambert, 1982), estos valores fueron bajos.

En nuestro país, los datos y la información disponibles para este tipo de pruebas son muy escasos, debido principalmente a nuestra limitada cultura física y al poco interés de nuestros educadores físicos, así como al desconocimiento de este tipo de trabajos de investigación. Con referencia a esto, la ACSM (1988) manifestó que “la investigación actual es inadecuada para establecer con precisión científica estándares preliminares con base en la evidencia y la opinión profesional más disponible”. Aunque es importante mencionar que en varias facultades de universidades públicas y privadas de nuestro país se aplican baterías de pruebas de capacidad física a los estudiantes que desean ingresar en esta área específica, los resultados no son reportados o divulgados, lo cual dificulta el conocimiento de otros valores para posibles comparaciones. Mientras que en varios países de América –Canadá (Stonehouse, 1966), Estados Unidos (AAHPERD, 1957)– y Europa (Adam *et al.*, 1988) ya

cuentan con sus propios estándares de referencia para su población y con su propia batería de pruebas, como la recientemente establecida en el estado de Bahrein, en el golfo Pérsico (Rosandich, 2005).

En conclusión, las pruebas aplicadas a esta población de futuros universitarios mexicanos exhiben las carencias que hemos tenido a lo largo de nuestra educación físico-deportiva, puesto que nuestro país ha mostrado una tendencia hacia la disminución de la práctica de la actividad física, lo cual se manifiesta en una pobre condición física y en última instancia repercute en el estado de salud de la población. Las pruebas aplicadas resultaron adecuadas para evaluar a esta población, ya que cada uno de los participantes intentó realizar su mayor esfuerzo; para ello se administraron las pruebas en forma ordenada a fin de no afectar su rendimiento. Nuestras perspectivas son realizar una segunda evaluación al término de su semestre, y una tercera hacia el final del ciclo, para observar cambios longitudinales en esta población y, posteriormente, evaluar a la siguiente generación de nuevo ingreso y realizar las comparaciones con el fin de poder establecer tablas de referencia. De la misma forma se lleva a la par otro estudio en población menor (bachillerato, jóvenes de 15 a 18 años) con la batería de pruebas de la Eurofit.

Referencias

- ADAM, C., Klissouras, V., Ravazzolo, M., Renson, R. & Tuxworth, W. (1988), *Eurofit: European Test of Physical Fitness*, Italia: Council of Europe, Committee for the Development of Sport.

- American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD, 1957), *Youth Fitness Test Manual*, Washington: NEA Publications.
- American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD, 1976), *Health-related Fitness Test*, Reston, Virginia: ed. de autor.
- American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD, 1980), *Health-related Fitness Test*, Reston, Virginia: ed. de autor.
- American College of Sports Medicine (ACSM, 1988), "La condición física en los niños y jóvenes: ACSM", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 20, núm. 4, pp. 422-423.
- American College of Sports Medicine (ACSM, 1995), *Guidelines for exercise testing and prescription*, Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins.
- GROSSER & STARISCHKA (1989), *Test de la condición física*, Ediciones Roca, México.
- JOHNSON, B.L. & Nelson, J.K. (1986), *Practical Measurement for Evaluation in Physical Education*, Edina, Minnesota: Burgess Publishing.
- LÉGER, L. & Lambert, R. (1982), "A maximal multistage 20 m shuttle run test to predict VO_{2MAX} ", *European Journal of Applied Physiology*, vol. 49, núm. 1, pp. 1-12.
- McKENZIE, J. & Goldman, R. (1998), *The Student Edition of Minitab for Windows 95 and Windows Nt* (based on Minitab Release 12), Addison-Wesley.
- National Center for Health Statistics (NCHS, 1977), *Growth curves for children birth-18 years*, Washington: National Center for Health Statistics, DHEW (Vital and Health Statistics, 11), 74 pp.
- NORTON, K., Whittingham, N., Carter, L., Gore, C. & Marfell-Jones (2001), *Estándares internacionales para la valoración antropométrica*, Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría.
- ROSANDICH, T. (2005), *Test Internacional de Aptitud Física*, G-SE Standard, recuperado el 15/VII/2005 de <http://www.g-se.com/pid/490/>
- SEP-Conade-Condeba (2000), *Guía didáctica de Educación Física. Manual de Evaluación*, México: SEP-Conade-Condeba.
- STONEHOUSE, J. (1966), *CAHPER Fitness Performance Test as validated by the Fleishman basic fitness test*, Canadian Association of Health, Physical Education and Recreation.

Resumen

Se investigó la posibilidad de la transferencia de aprendizaje durante la clase de educación física entre los deportes de balonmano y baloncesto. Sesenta alumnos participaron y se les asignó a dos grupos: un grupo experimental y uno testigo; el primer grupo fue sometido a un programa de actividad física que contempló el balonmano como parte de sus actividades y el segundo continuó con su programa de actividad física normal. Se evaluó a los estudiantes con tres pruebas de aptitud de destrezas en la práctica del baloncesto y tres de capacidades coordinativas. Los resultados mostraron mejoría del grupo experimental en las tres destrezas del baloncesto y en una de las capacidades coordinativas. Se concluyó que hay una transferencia positiva de aprendizajes entre los deportes de balonmano y baloncesto, ya que comparten objetivos genéricos y esquemas de movimiento comunes.

Palabras clave

Transferencia, educación física, deporte.

Abstract

The study investigated the learning transfer between handball and basketball in the Physical Education class. Divided in two groups, one experimental and one of control, sixty students participated. The first group underwent a physical activity program that included handball as part of its activities; the second continued with its regular physical activity program. To conduct the evaluation, three aptitude basketball skills tests and three tests on coordination capacities were applied to the students. The experimental group showed improvement in the three basketball skills and in one coordination capacity. To conclude that there is a positive learning transfer between handball and basketball because they share generic objectives and common movement patterns.

Keywords

Transfer, physical education, sport.

Transferencia de habilidades del balonmano al baloncesto en la clase de educación física

Adrián Alonso Ramírez García¹

Introducción

En la escuela, la clase de educación física es un espacio de aprendizaje con amplios beneficios para los educandos. Koutedakis y Bouziotas (2003) afirman que la clase de educación física escolar suministra la mejor oportunidad para cumplir las necesidades motoras y de buena salud, las cuales están muy emparentadas. La clase de educación física ayuda a los estudiantes a establecer como hábito de vida la práctica regular de la actividad física.

Shen, McCaughtry, Martin y Dillion (2006) enfatizaron que la educación física debe ser divertida e interesante para aumentar el compromiso de los estudiantes y convertirla en un componente importante de la instrucción. Prusak y Vincent (2005) aseveran que, en cada lección de educación física, hay tres objetivos que no son fáciles de lograr a pesar de su aparente sencillez: niños activos, exitosos y que se diviertan con la clase. Para ser activos, primero necesitan moverse como consecuencia de la lección y, segundo, mejorar sus destrezas por medio de las repeticiones. Se sabe que el tiempo para la clase es breve y, por ello, hay que aprovecharlo. Para que tengan éxito se necesita que participen todos y se atiendan las diferencias individuales. Deben utilizarse métodos que permitan a los estudiantes realizar tareas significativas. Las actividades deben permitir también

que el alumno experimente placer por el movimiento. Las actividades deben tener interés y conservarlo porque son divertidas para los alumnos.

El Programa Motriz de Integración Dinámica (1994), que aún tiene vigencia en nuestro país, considera la educación física como una asignatura del plan de estudios para la educación básica y representa una disciplina pedagógica que contribuye al desarrollo armónico de los alumnos, mediante la práctica sistemática de la actividad física. Está orientado a proporcionar al educando elementos y satisfactores motrices para la capacidad, el interés y el movimiento corporal que posee, con la intención específica de estimular y desarrollar hábitos y actitudes que se manifiesten en la calidad de la participación del estudiante en los diferentes ámbitos de la vida familiar, social y productiva, que constituyen un requerimiento de la sociedad actual y que son necesarias para el aprendizaje.

Shen, Chen y Guan (2007) sostienen que en la clase de educación física se espera que los estudiantes adquieran conocimientos, destrezas deportivas y que realicen actividad física. En el Programa de Estudios (2009) del nivel básico se reconoció la influencia indiscutible del deporte en la educación física; desde finales de los años sesenta del siglo xx, los docentes que imparten esta

¹ Tercer lugar del área Educación Física en la categoría Abierta. Seudónimo: Aredav. Servicios Educativos del Estado de Chihuahua, Facultad de Educación Física y Ciencias del Deporte, UACH. adrialonso49@hotmail.com

asignatura se han dedicado, en su mayoría, a la enseñanza y práctica de los deportes; por esta razón, padres de familia, docentes frente al grupo y alumnos identifican la sesión como “la clase de deportes” y no como “la clase de educación física”. Pero hay que reconocer que el deporte es una de las manifestaciones de la motricidad más buscadas por los alumnos en la escuela primaria, pues en él se ponen a prueba distintas habilidades específicas que deben aprenderse durante este periodo.

La educación física utiliza el juego como práctica y medio para la depuración de habilidades y competencias motrices de los alumnos, en tanto que el deporte educativo los pone a prueba en eventos en los que, por encima de cualquier fin, está la educación del alumno y el enriquecimiento con experiencias de vida. Relacionar éstas con los aspectos formativos será un reto más de la asignatura de educación física.

Por ello, la investigación de temas como la transferencia de aprendizajes en la clase de educación física permitirá a los profesionales de esta asignatura replantear la participación deportiva de los alumnos desde el nivel de primaria para que incluya la práctica de deportes colectivos, como el balonmano, que les permitan influir positivamente en la práctica de otros deportes, con la inclusión, claro, de programas que fomenten la participación activa y creativa de los educandos. Lee (2002) afirma que, durante años, se ha cuestionado la calidad de la educación física en la escuela porque sus programas carecen de dirección y fracasan, ya que no ofrecen experiencias significativas a los estudiantes. McKenzie, Marshall, Sallis y Conway (2000) expresan que

la educación física impartida en la escuela es reconocida como un gran recurso para promover la actividad física entre niños y adolescentes.

En este estudio se pretendió que los alumnos, durante la clase, aprendieran la técnica y la táctica del deporte del balonmano con el fin de lograr una transferencia hacia otro deporte, como el baloncesto.

El programa de actividad física que se diseñó tiene la clara intención de lograr objetivos en la formación deportiva básica de los alumnos. Bailey (2006) aseguró que la educación física tiene el potencial necesario para hacer contribuciones importantes a la educación y el desarrollo de los niños y jóvenes en muchos sentidos: en lo físico, en el estilo de vida, en aspectos afectivos, sociales y cognitivos. Se requiere asegurar la inclusión de la educación física en el plan de estudios y del tiempo adecuado para ello, pero también conviene hacer hincapié en la importancia de la calidad del programa, ya que las pruebas científicas indican que los efectos de la actividad física no ocurren automáticamente.

Objetivos generales

- Determinar si es posible la transferencia positiva entre dos deportes que comparten objetivos genéricos y esquemas de movimiento comunes, como el balonmano y el baloncesto, dentro de la clase de educación física.
- Valorar la influencia de un programa de actividad física que utilice el método horizontal o estructural de enseñanza de iniciación deportiva.

Objetivos específicos

- Evaluar el desempeño de los alumnos en su desarrollo motor desde una perspectiva de:
 - Destrezas: tiro, bote y pase.
 - Capacidades físicas coordinativas: agilidad, equilibrio y reacción.
- Analizar la influencia del programa de actividad física de enseñanza deportiva en las clases de educación física con base en aspectos técnicos y tácticos y en un contexto de práctica del deporte.

Marco teórico

Para Pangrazi y Dauer (1995), la transferencia de aprendizaje es aquel recurso que consiste en hacer que el aprendizaje previamente se practique para que ejerza su influencia en los nuevos aprendizajes de los estudiantes. Los aprendizajes en situaciones de juego específico se pueden generalizar; por ejemplo, el saque de voleibol puede ayudar en el aprendizaje del saque de tenis.

Para Wuest y Bucher (1999), la transferencia de aprendizaje puede facilitar los aprendizajes de destrezas motoras. A la influencia de los aprendizajes previos al aprendizaje de ejecuciones de nuevas destrezas se le denomina “transferencia de aprendizaje”. La influencia puede ser negativa o positiva. Cuando se tiene una experiencia previa en el aprendizaje de una destreza nueva puede ocurrir una transferencia positiva. La transferencia negativa ocurre cuando un aprendizaje previo interfiere en el aprendizaje de una nueva destreza.

Dadas las grandes similitudes entre el balonmano y el baloncesto es natural que se presente una transferencia de aprendizajes durante su práctica.

Las destrezas motoras tienen componentes críticos comunes y la semejanza de los componentes influirá en el grado en que uno pueda usar una destreza para desarrollar otra destreza similar.

Panzer, Wilde y Shea (2006) analizaron la transferencia basándose en los aprendizajes que presentan secuencias similares y en los efectos previsores y retroactivos relacionados con las maneras de aprender. En la vida cotidiana, las personas usan una variedad de secuencias de movimiento aprendidas. Las secuencias podrían ser tan rutinarias como los pasos que se siguen para doblar camisas o hacer el café; de la misma forma en que uno mueve la palanca de velocidades cuando conduce un automóvil o sigue los pasos para marcar el número telefónico de un conocido, se pone a funcionar la forma en que se aprendieron las secuencias; por ejemplo, al hacer un swing de golf, escribir a máquina o, simplemente, hablar. También los pianistas de concierto, mecanógrafos y golfistas profesionales, como las personas comunes y corrientes, aprendieron muy bien las secuencias que utilizan en las actividades a que se dedican.

Obviamente, cuanto más se sabe acerca de la forma en que se llevan a cabo los movimientos y una vez adaptado a las nuevas demandas, se puede orientar mejor los entrenamientos. Además, de acuerdo con las teorías de aprendizaje motor, los procesos de interpretación, aprendizaje y modificación de las secuencias motoras se basan en gran medida en las secuencias de movimiento. Por lo tanto, hay que examinar las razones teóricas y prácticas relacionadas con el rendimiento y el aprendizaje de las secuencias motoras.

Pero también hay que pensar en las muchas actividades que realiza el profesor de educación física antes y durante la clase. Para ello requiere una considerable y extensa base de conocimientos que le permitan propiciar la práctica adecuada para las actividades del programa de educación física.

Wilkinson (2000) analizó en su estudio la posibilidad de usar esquemas de movimiento generales para analizar las destrezas del deporte. Expresó que las destrezas motoras tienen componentes críticos comunes y que la semejanza entre los componentes influye en el grado en que uno puede usar una destreza sola para analizar otra destreza similar. Entre más alto grado de semejanza exista entre los componentes de dos destrezas o situaciones de rendimiento, mayor será la posibilidad de transferencia que se puede esperar que exista entre ellos.

Este programa de iniciación deportiva en las clases de educación física contempla formas jugadas y predeportivas como parte fundamental de su contenido, para que se promueva una transferencia de destrezas y capacidades, como aconseja Gubacs (2004): el desarrollo de destrezas debe continuar, ya que es muy importante en la enseñanza; pero en lugar de enseñar una destreza aisladamente, los profesores pueden empezar a enseñarla en el contexto de un partido. Un cambio importante en los procesos de aprendizaje consiste en poner énfasis tanto en las destrezas como en las tácticas del juego a fin de que, como resultado, los estudiantes puedan ubicar unas y otras en un contexto del partido en lugar de trabajar las destrezas en un ámbito aislado.

Durante las dos sesiones semanales de educación física se tomó en cuenta la secuencia general en fases

para la iniciación deportiva, a partir de la estructura y dinámica de cada deporte, cuando se aplica a un grupo. Las fases que se establecieron fueron las siguientes:

- Práctica de situaciones motrices que contengan subobjetivos motores no-prioritarios; por ejemplo, pasar, tirar, desplazar...
- Práctica de situaciones motrices correspondientes a un grupo de deportes que posean el mismo objetivo prioritario, y condiciones diferentes del espacio y la comunicación, como, por ejemplo, llevar el móvil a la meta, como en los casos del baloncesto y el balonmano.
- Práctica de situaciones motrices correspondientes a un deporte concreto: el balonmano.

El mejoramiento de las destrezas de los educandos en la clase se debe en gran parte al planteamiento de un programa de actividad física que, sin apartarse de los lineamientos del programa de educación física, se realiza desde una perspectiva táctica y técnica en cuanto a la iniciación y la práctica deportivas.

Hipótesis

Un programa de educación física (SEP, 1994) que contemple el balonmano como parte de sus actividades puede ejercer una influencia tal que permita la transferencia positiva de sus capacidades y destrezas a otro deporte colectivo como el baloncesto.

Variable independiente. Programa de educación física que contemple el balonmano como parte de sus actividades en las sesiones de clase, en las cuales la par-

ticipación se orientará hacia la dimensión de los planos educativo y recreativo.

Variables dependientes. Destrezas del baloncesto: tiro al aro largo en corta distancia, bote y pase. Capacidades físicas coordinativas: agilidad, equilibrio y reacción.

Método

Participantes

La muestra estuvo constituida por 60 alumnos, hombres y mujeres, de 10 y 11 años de edad, de dos escuelas de primaria de la zona 06 de la ciudad de Chihuahua, con la participación de los grupos de 5° grado, los cuales se dividieron en dos grupos: grupo experimental o intervenido (escuela 1) y grupo de control o testigo (escuela 2).

Las dos escuelas seleccionadas para participar pertenecen a la misma zona geográfica y sus características son muy similares: colonia, nivel socioeconómico, número de grupos e instalaciones. Se buscó que los profesores de educación física de ambas escuelas tuvieran situación laboral similar: el número de horas para clase y entrenamientos deportivos, tiempos de estancia en la escuela, así como los niveles de carrera magisterial.

Diseño

El diseño de este trabajo es de tipo experimental, con pretest, postest y grupo de control:

$$RG_1 \ 0_1 \ X \ 0_2$$

$$RG_2 \ 0_3 \ - \ 0_4$$

Se incluyen dos grupos, uno recibe el tratamiento (grupo experimental) y el otro no (grupo de control). La manipulación de la variable independiente alcanza dos

niveles: presencia y ausencia. Los sujetos son asignados a los dos grupos de manera aleatoria, a los cuales, una vez concluido el periodo experimental, se les evalúa a partir de las variables dependientes.

Instrumental

- a) Recursos para la aplicación de test:
Balones infantiles de baloncesto (12), cronómetros (12), pizarrones (2), conos (20), cintas adhesivas y cintas métricas (4).
- b) Recursos para la clase de activación física:
Pelotas de vinilo del núm. 5 (40), costalitos de semillas (40), cuerdas (40), bastones (40), balones de balonmano infantil (25), porterías y canchas de baloncesto.

Procedimiento

Preparación del diseño. Entrevista y autorización de la comunidad escolar, validación y aplicación de encuesta de participación deportiva y asesoramiento y validación de personal para la aplicación de los test y el programa de educación física.

Pretest y homogeneización. Test de Nelson para tiros largo y corto, test de pase, test de drible de control, test de recorrido, agilidad y obstáculos LSU, test de selección de respuesta de movimiento (reacción) rápida-Nelson y test de salto estrella (equilibrio).

Conformación de los grupos. Un equilibrio por género y participación deportiva extraescolar, y un bloqueo de destrezas y capacidades del pretest.

Tratamiento. 24 sesiones-clase durante tres meses, grupo experimental de 30 sujetos (15 mujeres y 15

hombres) y grupo de control de 30 sujetos (15 mujeres y 15 hombres). Supervisión didáctica de las clases.

Postest. Test de Nelson para tiros largo y corto, test de pase, test de drible de control, test de recorrido, de agilidad y obstáculos LSU, test de selección de respuesta de movimiento (reacción) rápida-Nelson, test de saltos estrella (equilibrio).

Tratamiento estadístico de los datos

El plan de análisis de datos. Para analizar las diferencias en las destrezas de baloncesto y las capacidades físicas de los participantes antes y después del programa de intervención, se recurrió a la estadística descriptiva –medias, desviación típica, mínimos y máximos– y a la estadística inferencial –prueba t de Student para medidas independientes. Para ello se utilizó el programa estadístico SPSS 15.0 de Windows.

La selección de la muestra. Se tomó una muestra aleatoria estratificada de cada escuela para dejar cada grupo de 30 integrantes con equilibrio de género y participación extraescolar en deportes, ya fuese en la escuela o en la comunidad; asimismo, con un bloqueo acorde con el pretest de destrezas de baloncesto (tiro al aro, pase y desplazamientos) y capacidades físicas coordinativas (agilidad, reacción y velocidad), a fin de que los dos grupos fuesen tan homogéneos como fuera posible.

Los datos del pretest se analizaron por medio de la prueba t de Student para medidas independientes a fin de valorar la similitud de los grupos.

Las baterías de evaluación. Para la evaluación de destrezas y capacidades se utilizaron las pruebas establecidas en *Practical Measures for Evaluation in Physical*

Education por la American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD), y las *Pruebas de aptitud física* de Martínez (2002).

Para la elección de las baterías de evaluación se puso especial cuidado en que, durante la ejecución, se incluyeran varios aspectos técnicos (fundamentos) del baloncesto: lanzamientos, desplazamientos, recepciones, botes y pases de balón. También se contempló en la ejecución la presencia de aspectos perceptivos y de coordinación como: relación espacio-tiempo, agilidad, equilibrio, reacción y sincronización. En algunas pruebas se hicieron ajustes a las medidas e implementos que se utilizaron, de conformidad con las características de los alumnos de la clase de educación física de la ciudad de Chihuahua.

Destrezas de baloncesto. Test de tiros largo y corto (basquetbol: Nelson), drible de control y pase.

Capacidades físicas. Recorrido de agilidad y obstáculos LSU, selección de respuesta de movimiento (reacción rápida), test de Nelson y prueba de saltos estrella (equilibrio dinámico).

Resultados

Resultados descriptivos

En los resultados de la estadística descriptiva es notoria la diferencia entre los dos grupos participantes: el denominado grupo intervenido mejora considerablemente en relación con el grupo testigo.

En las destrezas propias del baloncesto, al comparar las medias, el grupo intervenido tiene mejor desempeño en tiro, pase y bote. En las capacidades coordinativas, el grupo intervenido aventaja también en equilibrio y

velocidad de reacción, y solamente en agilidad ambos grupos consiguen resultados parecidos. La diferencia en el desempeño de los dos grupos obedece no sólo al programa que involucra la práctica del balonmano, sino también a capacidades físicas, actitudes, hábitos e in-

teracción social. Además de que se cuidó que las clases de educación física mantuvieran orden y constancia en sus actividades, desde el momento de su apertura hasta el momento del cierre, con tareas y metodología muy definidas.

■ Tabla 1. Comparación de pretest y postest

Destrezas y capacidades	Grupo experimental	N	Media pretest	Media postest
Tiro	Intervenido	30	14.00	16.23
	Testigo	30	12.17	13.03
Pase	Intervenido	30	64.57	72.73
	Testigo	30	59.87	62.50
Bote	Intervenido	30	27.2707	23.8440
	Testigo	30	26.3323	26.4460
Agilidad	Intervenido	30	53.6263	54.6320
	Testigo	30	55.1487	55.6017
Equilibrio	Intervenido	30	11.3083	9.7907
	Testigo	30	9.8907	9.9767
Equilibrio de errores	Intervenido	30	-5.3333	-3.87
	Testigo	30	-5.9667	-4.20
Velocidad de reacción	Intervenido	30	2.3000	1.9720
	Testigo	30	2.1697	2.0773

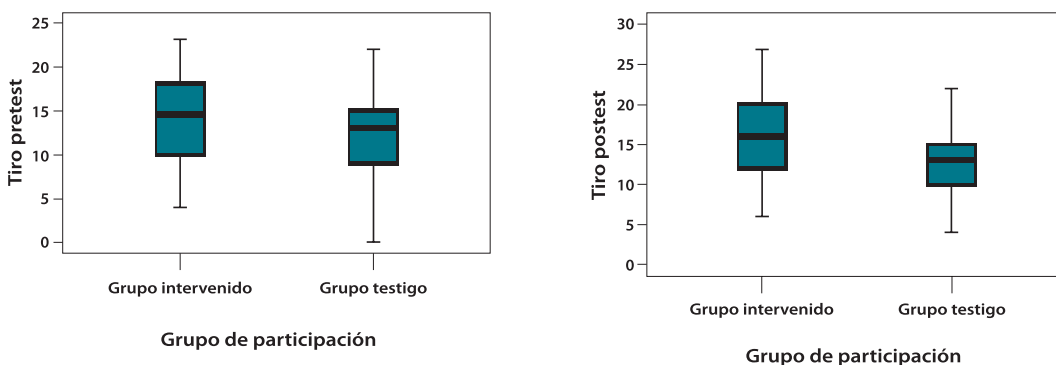
Resultados inferenciales

La comparación de las medias, efectuada mediante la *t* de Student para medidas independientes, arrojó los siguientes resultados: la diferencia de medias en las

destrezas del baloncesto sí fue estadísticamente significativa.

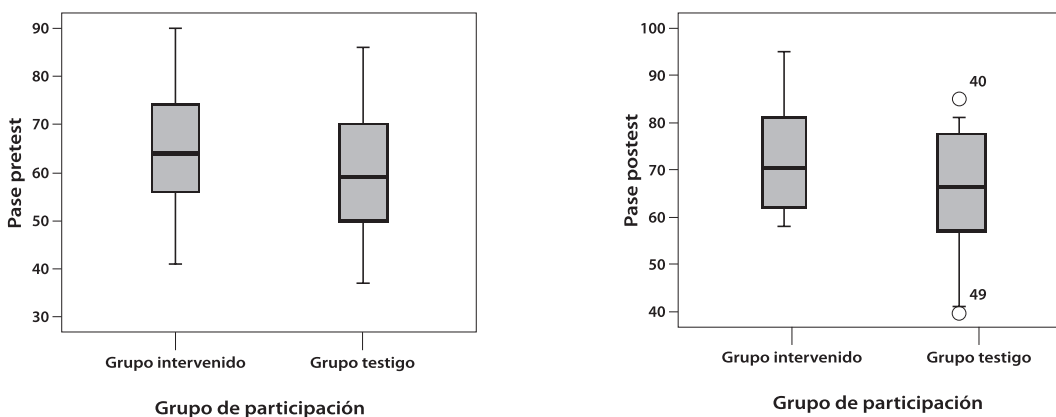
Tiro de baloncesto. En esta prueba, el resultado fue: $t(52.382) = 2.490, p < .016$.

■ Figura 1. Comparación de pretest y postest en tiro de baloncesto



Pase de baloncesto. En esta prueba, el resultado fue:
 $t(57.722) = 3.521, p < .001$.

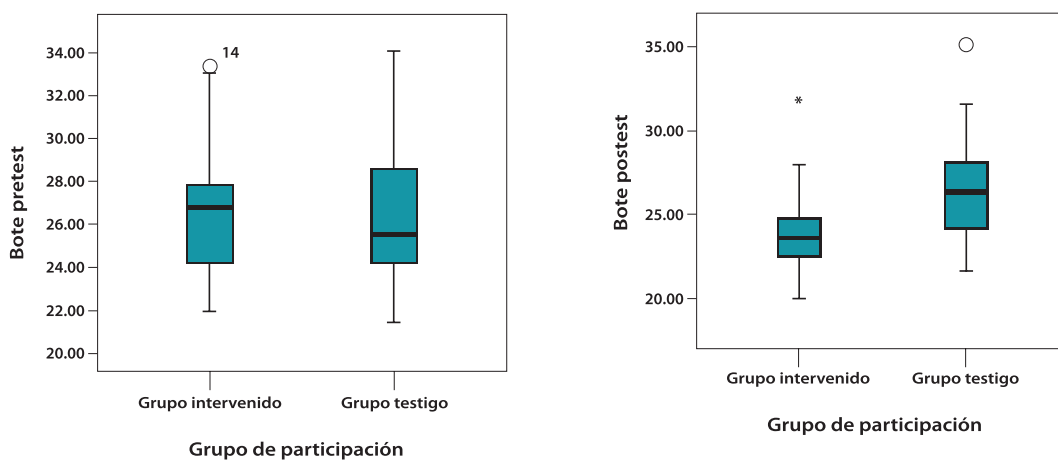
■ Figura 2. Comparación de pretest y postest en pase de baloncesto



Bote de baloncesto. En esta prueba, el resultado fue:
 $t(54.819) = -3.571, p < .001$.

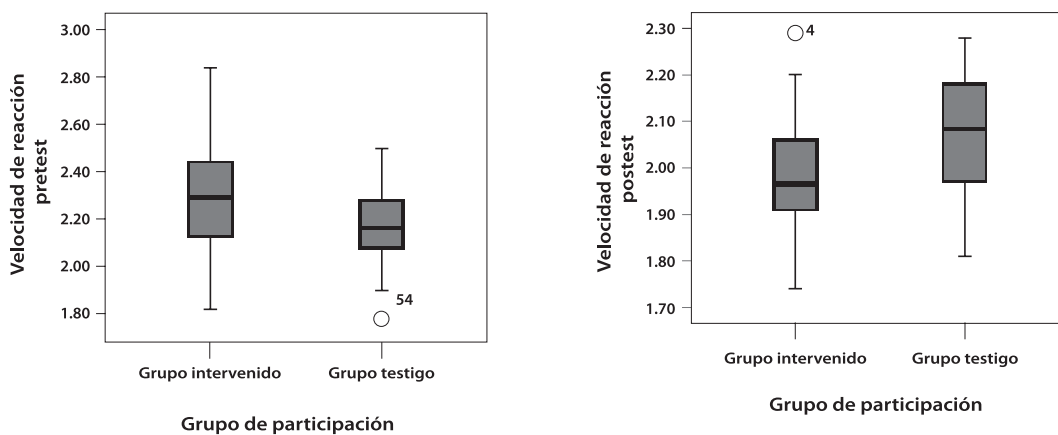
La diferencia de medias en las capacidades coordinativas fue estadísticamente significativa solamente en velocidad de reacción, no así en agilidad y equilibrio.

■ Figura 3. Comparación de pretest y postest en bote de baloncesto



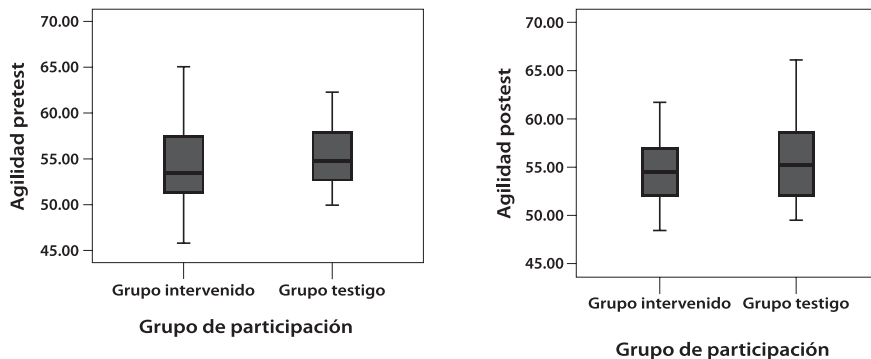
Velocidad de reacción. En esta prueba, el resultado fue: $t(57.759) = -3.027, p < .004$.

■ Figura 4. Comparación de pretest y postest en velocidad de reacción de baloncesto



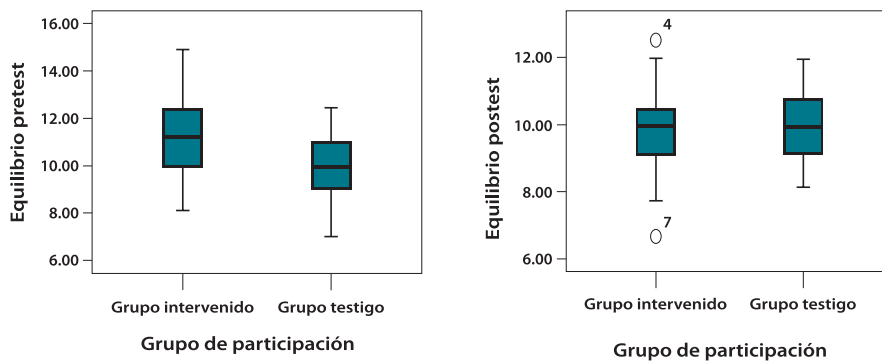
Agilidad. El resultado en esta prueba fue: $t(55.212) = -.949, p < .347$.

■ Figura 5. Comparación de pretest y posttest en agilidad de baloncesto



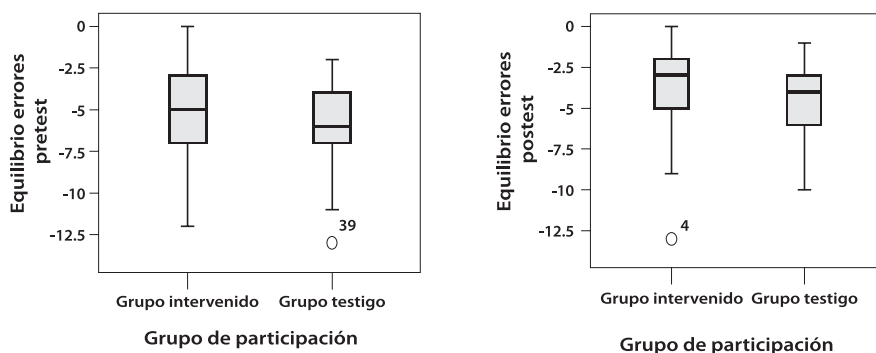
Equilibrio. El resultado en esta prueba fue: $t(55.373) = -.658, p < .513$.

■ Figura 6. Comparación de pretest y posttest en equilibrio de baloncesto



En el número de errores que cometieron los alumnos durante la prueba, el resultado fue: $t(55.849) = -.511, p < .611$.

■ Figura 7. Comparación de pretest y posttest en equilibrio (errores) de baloncesto



Los resultados muestran que la inclusión de la práctica de deportes colectivos, de los llamados “de invasión”, dos veces por semana durante la clase de educación física, inciden en la transferencia de destrezas y capacidades de los alumnos.

En este caso, de las destrezas del baloncesto, pues la comparación de medias muestra que hay significación estadística y se puede afirmar que sí hay transferencia positiva de aprendizaje entre sus fundamentos técnicos y la posibilidad de coordinar los movimientos específicos del baloncesto cuando se practica el balonmano, dado que comparten muchas características y recurren a esquemas de movimiento comunes.

Discusión

Recordemos el propósito de este estudio: conocer la transferencia de aprendizajes entre dos deportes que comparten objetivos genéricos y esquemas de movimiento comunes, como el balonmano y el baloncesto.

En el caso de esta investigación se establece un efecto positivo en la transferencia, al practicar el balonmano, y la influencia de éste en el aprendizaje de habilidades propias del baloncesto ha quedado de manifiesto tras la revisión de los resultados.

La transferencia de aprendizajes entre diferentes actividades físicas es un hecho, y diversas investigaciones, como la presente, así lo han constatado, pero también es conveniente hacerlo en el seno mismo de la actividad que se realiza diariamente en los patios escolares. Es importante ampliar la práctica de los alumnos de este nivel de primaria con actividades de deportes colectivos que les permitan, durante el proceso de aprendizaje, acceder al efecto positivo de la transferencia de aprendizaje entre dichos deportes.

La posibilidad de que la investigación se diera en el contexto de la práctica cotidiana de la clase de educación física permite valorar la influencia del programa de iniciación deportiva de una manera más realista.

Destrezas de baloncesto

En los resultados de los test, la diferencia de medias en las destrezas del baloncesto sí fue estadísticamente significativa (tiro $p < .016$, pase $p < .001$ y bote $p < .001$) entre los dos grupos: el experimental o intervenido –que participó en el programa de actividad física que incluyó el balonmano– y el testigo –que continuó con sus actividades normales–, por lo cual se puede afirmar que sí existe una transferencia positiva en la práctica de un deporte a otro.

Mannino y Robazza (2004) afirman que para facilitar la transferencia hay que buscar, entre las tareas motoras, los elementos perceptivos comunes a varias circunstancias. Otro factor común que debe identificarse entre sus tareas tiene que ver con las similitudes estratégicas y conceptuales: los conceptos de defensa-ataque, al igual que muchas otras tácticas de juego que son comunes a muchos deportes colectivos. Por tanto, la transferencia positiva puede conseguirse identificando factores de semejanza entre varias tareas motoras relacionadas con condiciones de ejercitación, patrones de movimiento, elementos perceptivos, reglas, conceptos y estrategias.

Román (2008), en su estudio sobre la transferencia de habilidades en la educación física escolar entre dos actividades que tienen una gran semejanza de ejecución, como el patinaje en línea y el esquí alpino, plantea que la práctica del primero favorece la transferencia positiva y proactiva en el aprendizaje de habilidades motrices en la fase de iniciación del segundo. Se considera el patinaje en línea como la actividad más cercana y relacionada al esquí que cualquier otra forma de entrenamiento, por

la similitud en la combinación de velocidad, potencia y aceleración en las curvas.

Tiro al aro

Podemos comentar que, en este fundamento, los esquemas de movimiento en el tiro de baloncesto no guardan mucha relación con los movimientos específicos del balonmano. En su estudio, Bavios, Anastasopoulou, Sioudris y Bouldus (2001) encontraron que los lanzamientos del balonmano eran más similares a los lanzamientos de beisbol, debido a los movimientos del lanzador y al peso y tamaño de la pelota.

Sin embargo, sí resultó significativa por considerar en el desarrollo de la prueba muchos aspectos más que sólo la destreza deportiva: los desplazamientos para recuperar el balón, la medida de tiempo y espacio para acercarse a la canasta, los movimientos laterales, la sincronización, diferenciación y adaptación. Pero, además, la resistencia para soportar la prueba, la velocidad de reacción por llevarla a cabo rápidamente, la fuerza y flexibilidad para el mejor desempeño en el test. Todo ello contemplado en el programa de actividad física que los educandos realizaron en sus clases.

Pase

Este es un fundamento que se usa muy frecuentemente en el balonmano y el baloncesto, y del cual se puede afirmar que tiene esquemas de movimiento comunes en ambos deportes. En su análisis cualitativo de la educación física en la escuela primaria, Wilkinson (2000) mencionó que se ha analizado el movimiento sobre la base del principio teórico de que, mecánicamente, los

rendimientos eficientes de las destrezas motoras, dentro de un esquema de movimiento general, comparten componentes de movimiento comunes. Aunque cada destreza motora es influida por las restricciones únicas que cada actividad específica requiere, los principios mecánicos que gobiernan cada destreza están basados en la mecánica del esquema de movimiento general.

Keefe y Smyth (2007) consideran que, en la enseñanza y el aprendizaje de habilidades motoras, es muy importante establecer una secuencia óptima en el proceso de la enseñanza para que los alumnos puedan beneficiarse de la transferencia de los aprendizajes anteriores. Analizaron los conceptos de transferencia y práctica específica en educación física. Examinaron los efectos de dos programas de enseñanza de intervención en el desempeño y el aprendizaje de los lanzamientos considerados como fundamentales, tiros de bádminton y lanzamiento de jabalina, en un entorno práctico de la clase de educación física. Los resultados indican que los participantes que practicaron lanzamientos fundamentales mostraron efectos significativos en el aprendizaje, no sólo de dichos lanzamientos, sino también en las habilidades específicas del bádminton y el lanzamiento de jabalina. Estos resultados apoyan la noción de transferencia entre las habilidades motoras fundamentales y las habilidades específicas de cada deporte. En los grupos que practican bádminton y lanzamiento de jabalina no había indicios de transferencia entre ellos. Esto tiene implicaciones prácticas para la enseñanza en la clase de educación física.

Bote

El bote es una destreza que comparten los dos deportes, el balonmano y el baloncesto, pero es en este último en donde se utiliza con más regularidad. Bebkko, Demark, Im-Bolter y MacKewn (2005), en su investigación de tareas motrices complejas en la que utilizaron el malabarismo y el bote como elementos de transferencia entre dos grupos, mencionan que hay un cierto paralelismo entre procesos de control y transferencia, y en ambos se refieren a la adaptación como requisito para cambiar. El fenómeno de la transferencia se refiere a adaptaciones mayores de esquemas cognoscitivos y conductas motrices; para hacerlo, cambian algunos de sus parámetros básicos y en la adquisición se apropian de habilidades con un nuevo dominio.

Smeeton, Ward y Williams (2004) señalan que la capacidad de reconocer los patrones de juego es fundamental para el rendimiento en deportes de conjunto. Aunque normalmente supone un dominio específico de las habilidades de reconocimiento de patrones que pueden trasladarse de un deporte a otro, sí existen similitudes en las características de percepción y sus relaciones y/o estrategias utilizadas para codificar y recuperar información relevante.

Capacidades coordinativas

En cuanto al resultado en la diferencia de medias de las capacidades coordinativas, ésta sólo fue estadísticamente significativa en la velocidad de reacción, no así en agilidad y equilibrio. Velocidad de reacción: $p < .004$; agilidad: $p < .347$; equilibrio: $p < .513$; equilibrio de errores: $p < .611$.

El programa incluía el trabajo de capacidades físicas coordinativas (equilibrio, postura, orientación, sincronización, diferenciación y adaptación) y capacidades físicas condicionales (velocidad, resistencia, fuerza y flexibilidad); actividad física para la salud (higiene, alimentación y descanso) e interacción social (actitudes individuales y sociales), además de las destrezas propias de los deportes colectivos, por lo que se esperaba habría de repercutir positivamente. Quizá en un estudio futuro sea necesario replantearse cuáles son las capacidades coordinativas que habrán de evaluarse por ser inherentes para la práctica deportiva, dada la gran importancia que tienen en su aprendizaje y desarrollo.

Conclusiones

Se puede afirmar que hay una transferencia positiva de aprendizajes entre los deportes de balonmano y baloncesto, ya que comparten objetivos genéricos y esquemas de movimiento comunes.

El grupo que participó en el programa de actividad física que incluía el balonmano mejoró en las destrezas de tiro, pase y bote de baloncesto con respecto al grupo que continuó con sus actividades normales durante la clase de educación física. No así en lo referente a las capacidades físicas coordinativas, en las que el grupo de intervención mejoró, en relación con el grupo testigo, solamente en velocidad de reacción y no en equilibrio y agilidad.

La agilidad fue la capacidad física coordinativa en la que ninguno de los dos grupos mostró mejoría e, incluso, ambos manifestaron un retroceso en el rendimiento durante la evaluación.

El grupo intervenido que utilizó los programas de enseñanza deportiva, con base en la técnica y la táctica, mejoró su rendimiento durante las evaluaciones respecto del grupo testigo, que no los considera en su estructura didáctica.

Referencias

- AAHPERD (American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance) (1986), "Practical Measures for Evaluation in Physical Education", Reston, Virginia.
- BAILEY, R. (2006), "Physical education and sport in schools: An evaluation of results" (Educación física y deporte en la escuela: una evaluación de resultados), *The Journal of School Health*, vol. 76, núm. 8, pp. 397-402.
- BAVIOS, I., Anastasopoulou, E., Sioudris, D. & Bouldus, K. (2001), "Relationship between isokinetic strength of internal and external rotating parts of the shoulder with the speed of jai alai" (Relación entre la fuerza isokinética de las piezas rotatorias internas y externas del hombro con la velocidad en la pelota vasca), *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol. 41, núm. 2, pp. 229-236.

- BEBKO, J., Demark, J., Im-Bolter, N. & MacKewn, A. (2005), "The transfer, control, and automatic processing in a complex motor task: A review of juggling and boat" (Transferencia, control y procesamiento automático en una tarea motriz compleja: un examen de malabarismo y bote), *Journal of Motor Behavior*, vol. 37, pp. 465-475.
- GUBACS, K. (2004), "The ordered chaos: The operation of an invasion games unit" (El caos ordenado: funcionamiento de una unidad de deportes de invasión), *Strategies*, vol. 18, pp. 21-26.
- KEEFE, A. & Smyth, P. (2007), "¿Transfer or specificity? Applied research on the relationship between fundamental pitches and sports-related skills" (¿Transferencia o especificidad? Una investigación aplicada acerca de la relación entre lanzamientos fundamentales en los deportes y destrezas relacionadas), *Physical Education and Sport Pedagogy*, vol. 12, pp. 1-14.
- KOUTEDAKIS, Y. & Bouziotas, C. (2003), "National curriculum physical education: Good health and its relationship to motor cardiovascular issues in adolescent Greeks" (Plan nacional de estudios de educación física: buena salud motora y su relación con aspectos cardiovasculares en adolescentes griegos), *British Journal of Sports Medicine*, vol. 37, núm. 4, pp. 311-315.
- LEE, A. (2002), "Upward quality school physical education: An analysis of the root of the problems" (Calidad ascendente en la educación física escolar: análisis de la raíz de los problemas), *Research Quarterly for Exercise and Sport*, vol. 73, pp. 118-124.
- MANNINO, G. & Robazza, C. (2004), "Aprendizaje y memoria. Las habilidades motoras y los procesos de elaboración de la información en competición", en S. Tamori, *Neurociencias y deporte*, Barcelona: Paidotribo, pp. 93-119.
- MARTÍNEZ, E. (2002), *Pruebas de aptitud física*, Barcelona: Paidotribo.
- McKENZIE, T., Marshall, S., Sallis, J. & Conway, T. (2000), "Levels of student activity, lesson context, and behavior of the physical education teacher at the secondary level" (Niveles de actividad de los estudiantes, contexto de la lección y comportamiento del profesor de educación física en el nivel medio de enseñanza), *Research Quarterly for Exercise and Sport*, vol. 71, pp. 249-260.
- PANGRAZI, R. & Dauer, V. (1995), *Dynamic Physical Education for Elementary School Children*, Washington: Earlier Editions.

- PANZER, S., Wilde, H. & Shea, C.H. (2006), "Similar sequence learning complicated movements: Proactive and retroactive effects on learning" (Aprendizajes de secuencias similares en movimientos complicados: efectos previsores y retroactivos sobre el aprendizaje), *Journal of Motor Behavior*, vol. 38, pp. 60-71.
- PRUSAK, K. & Vincent, S. (2005), "Is your class about something? Principles of physical education teachers" (Sobre qué es tu clase? Principios de los profesores de educación física), *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, vol. 76 (agosto), pp. 25-30.
- ROMÁN, B. (2008), "La transferencia del patinaje en línea al aprendizaje del esquí alpino en la educación física escolar", Granada: Editorial de la Universidad de Granada (tesis de doctorado).
- Secretaría de Educación Pública (1994), *Programa de educación física*, México, SEP.
- Secretaría de Educación Pública (2009), *Programas de estudio. Educación básica*, México: SEP.
- SHEN, B., Chen, A. & Guan, J. (2007), "Achievement of objectives, a learning outcome in physical education" (Logro de objetivos, un pronóstico en el aprendizaje de educación física), *The Journal of Experimental Education*, vol. 75, pp. 89-109.
- SHEN, B., McCaughtry, N., Martin, J. & Dillion, S. (2006), "Does 'Sneaky Fox' facilitate learning? Examining the effects of seductive details in physical education" (¿'Sneaky Fox' facilita el aprendizaje? Examen de los efectos de los detalles seductores en la educación física), *Research Quarterly for Exercise and Sport*, núm. 77, pp. 498-507.
- SMEETON, N., Ward, P. & Williams, A. (2004), "Do pattern recognition skills transfer across sports? A preliminary analysis" (¿El patrón de reconocimiento de habilidades se transfiere a través de los deportes? Un análisis preliminar), *Journal of Sports Sciences*, vol. 22, núm. 2, pp. 205-213.
- WILKINSON, S. (2000), "Transfer of skills in like sports, a qualitative analysis of skills" (Transferencia de habilidades en deportes similares, un análisis cualitativo de destrezas), *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, vol. 71, pp. 16-20.
- WUEST, D. & Bucher, C. (1999), *Foundations of physical education and sport*, Nueva York: McGraw-Hill.

Gestión del Deporte

Resumen

El objetivo de esta investigación fue conocer el grado de satisfacción de los servicios e instalaciones utilizadas en el Programa de Intervención de Actividad Física con Orientación Nutricional (PIAFON). Se aplicó una encuesta de satisfacción a 24 usuarios (20 madres, 4 padres). De los usuarios, 88% comentó estar completamente satisfecho con el programa; sin embargo, en cuanto a la limpieza, 46% la consideró en general como regular y 75% mencionó que la limpieza en los vestidores del gimnasio era de mala a regular. En conclusión, los servicios e instalaciones del PIAFON son percibidos por los usuarios como satisfactorios en general; sin embargo, para un mejor servicio se requiere mayor atención en la limpieza de las aulas, pero, principalmente, de los vestidores del gimnasio.

Palabras clave

Encuesta, calidad, satisfacción.

Abstract

The aim of the study was to determine the satisfaction degree on the services and facilities provided in the Intervention Program of Physical Activity with Nutritional Guidance (PIAFON, for its Spanish acronym). A satisfaction survey applied to 24 users (20 mothers, 4 fathers) showed that 88% of them were completely satisfied with the program; nevertheless, regarding cleaning conditions, 46% of users considered them regular and 75% considered that the cleanliness of the gym's locker room was from regular to bad. The services and facilities provided by PIAFON were perceived by users as satisfactory in general; however, for a better service it becomes necessary to pay more attention to the cleanness conditions of the classrooms and gym's locker room.

Keywords

Satisfaction survey, cleanness, services.

Satisfacción con los servicios del Programa de Intervención de Actividad Física con Orientación Nutricional

Óscar Alberto Carranza García¹

Celeste Guadalupe Torres Dávila²

Rosa Elena Medina Rodríguez¹

Oswaldo Ceballos Gurrola¹

Introducción

La inactividad física y los malos hábitos alimenticios son las principales causas de que México ocupe uno de los primeros lugares en obesidad infantil. A raíz de ello, diversas organizaciones, tanto instituciones públicas como privadas, han ofrecido a la población diferentes programas que fomenten la práctica deportiva y la adecuada alimentación. Con el auge de dichos programas surge también la necesidad y el interés de evaluar la calidad con la que se brindan. Este interés se justifica desde el punto de vista que considera que el mejoramiento en la calidad de un servicio puede traducirse en un mayor número de clientes, que dicho aumento a su vez provoca que los ingresos de las organizaciones que proporcionan tales servicios se incrementen, permitiéndoles invertir en mejoras y mantener el servicio que proporcionan, lo que a su vez ocasionará que aumenten los beneficios (nuevos servicios, mejoras, etc.) para los usuarios de los mismos.

El objetivo de este trabajo fue conocer el grado de satisfacción de los servicios y las instalaciones utilizadas en el Programa de Intervención de Actividad Física con Orientación Nutricional (PIAFON), proporcionado por la Facultad de Organización Deportiva (FOD) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), con la hipótesis de que las madres de familia están más satisfe-

chas con el programa que los padres. Este trabajo tiene la utilidad de proporcionar información a los organizadores de este tipo de programas sobre los aspectos que los usuarios perciben como insatisfactorios y que pueden ser objeto de mejora, ya mediante modificaciones en las actividades o comportamientos del programa, ya en las instalaciones donde se lleva a cabo el servicio.

Este trabajo siguió las consideraciones de varios autores y utilizó la encuesta como herramienta, la cual, según Nuviala y Casajús (2005), es una técnica muy utilizada en la investigación en el ámbito de las ciencias sociales, ya que permite alcanzar el mejor conocimiento posible de la realidad con el menor costo económico y con un ahorro considerable de esfuerzo y tiempo. Por ello, es uno de los medios más utilizados en el estudio social de la actividad física.

Marco teórico

Según Grönroos (1994), la calidad no la define la organización sino los clientes; de este modo, un servicio alcanzará el nivel de calidad deseado cuando responda a las demandas y requerimientos de los clientes a los que va dirigido. La satisfacción del cliente o consumidor será de hecho, pues, un indicador de la calidad de los productos o servicios ofrecidos.

¹ Primer lugar del área Gestión del Deporte en la categoría Estudiante. Seudónimo: Mini-Hulk. Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León. albert_karranza@hotmail.com

Son muchos los trabajos que han estudiado la satisfacción del consumidor y son también muy diversas las áreas de estudio en que se han aplicado, aunque principalmente se han enfocado en las áreas de la salud y la educación. Entre los primeros cabe mencionar los trabajos de Ramírez-Sánchez, Nájera-Aguilar y Nigenda-López (1998), quienes describieron la percepción de la calidad de la atención recibida por los usuarios en servicios ambulatorios de salud en México, y analizaron su relación con algunas características de la población usuaria. Mira y Aranaz (2000) revisaron el concepto de satisfacción del paciente como medida del resultado de la actividad asistencial, mediante el análisis de teorías, instrumentos, cuestiones metodológicas e implicaciones de esta medida en la evaluación y mejora de la actividad clínica. Fajardo *et al.* (2000) midieron el grado de satisfacción de los usuarios del servicio especial de urgencia de Sevilla en el periodo previo a la implantación de un nuevo modelo de servicio. Más recientemente, Jaime y García (2007) evaluaron el grado de satisfacción de los pacientes respecto de la calidad de los servicios ofrecidos en la red pública de atención a la fármaco-dependencia en Cádiz. En el área de la educación, Capelleras y Veciana (2001) desarrollaron, evaluaron y aplicaron una escala de medida de la calidad de servicio de la enseñanza universitaria. Salinas y Martínez (2007) analizaron los aspectos que determinan la satisfacción de los estudiantes de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Con un enfoque más específico se encuentran los trabajos que analizaron la satisfacción de los usuarios de servicios, programas e instalaciones deportivas. Con excepción de los efectuados por Martínez y Martí-

nez (2009), los trabajos analizados para este trabajo utilizaron como herramientas encuestas o cuestionarios, ya fuesen adaptados o no, de algunas de las herramientas utilizadas en la medición de la calidad, como el SERVQUAL, una escala de medida multiítem de la calidad de servicio percibida por el consumidor y que, no obstante, ha sido ampliamente utilizada por distintos autores; por otra parte, son también muchos los que han cuestionado su validez, así como su fiabilidad. Debido a estas críticas, muchos investigadores han optado por adaptar la escala al sector específico de estudio o proponer escalas de medida alternativas. Entre ellos se encuentran Moreno y Gutiérrez (1997) y Sánchez (2010), quienes, en sus respectivos trabajos, evaluaron la satisfacción del usuario de las instalaciones acuáticas si bien los primeros intentaron también proporcionar una escala de medida para la evaluación. Morales, Hernández-Mendo y Blanco (2005) y Medina (2007) evaluaron la calidad de las instalaciones deportivas municipales de Málaga y Monterrey, respectivamente. El trabajo de Alén y Rodríguez (2004) tuvo por objetivo conocer los criterios que utilizaban los clientes a la hora de catalogar si un servicio es de calidad o no, con el fin de evaluar la calidad del servicio percibida por los usuarios de las instalaciones termales. Nuviala y Casajús (2005) tuvieron por objeto conocer el grado de satisfacción de los padres cuyos hijos participaban en programas públicos de actividades deportivas en edad escolar en la Provincia de Huelva. Morales *et al.* (2005) evaluaron la calidad de los programas de actividad física de los servicios deportivos municipales del Ayuntamiento de Benalmádena (Málaga).

Más recientemente, Nuviola, Ruiz y García (2007) investigaron las expectativas que tenían los usuarios de los servicios deportivos públicos de la comarca aragonesa. Mientras que Calabuig, Quintanilla y Mundina (2008) hicieron una revisión de otros trabajos aplicados a los servicios deportivos, describieron sus objetivos y metodologías, al tiempo buscaron determinar el grado de calidad percibida en unos servicios deportivos de carácter público que ofrecían unas escuelas de actividades náuticas en Valencia. Por último, Martínez y Martínez (2009) cuestionaron los modelos multidimensionales como SERVQUAL y RSQS, entre otros, y propusieron utilizar mapas conceptuales de marca para obtener conceptos e ideas relacionadas con la calidad percibida, con la ventaja de que, al surgir de forma espontánea en el consumidor, evitan las restricciones que impone la literatura.

Método

El diseño utilizado en esta investigación es de tipo transversal-descriptivo, las variables han sido agrupadas de conformidad con los factores fundamentales de los que se deriva el análisis del programa.

Variables independientes. Edad del encuestado (grupos: < 30; 31-39; 40-49 años); género (hombre/mujer); horario de asistencia (13:15-14:15, 17:00-18:00 horas).

Variables dependientes. En relación con la satisfacción del cliente: instalaciones, actividades, instructores, servicios médicos, servicio de orientación nutricional, accesibilidad-estacionamiento y satisfacción global.

Participantes

Para determinar los objetivos propuestos, se aplicó una encuesta de satisfacción a 25 usuarios (padre, madre o tutor), de las cuales se tuvo que eliminar una debido a que no se contestó en su totalidad; finalmente, la muestra fue de 24 usuarios: 20 madres (83%) y 4 padres (17%). Se aplicó la encuesta al usuario que normalmente llevó a su hijo o hija durante los tres meses que duró el PIAFON.

En el gimnasio Cayetano Garza se realizaron las clases de actividad física (cuatro veces por semana) y en las instalaciones de la FOD se impartieron las clases de orientación nutricional (un día a la semana). El reclutamiento de los niños participantes en las actividades del programa se realizó por conducto del profesor de educación física de cada una de dos escuelas primarias públicas del municipio de San Nicolás de los Garza, mediante invitación expresa a la directora de cada una de las escuelas.

El condicionante para que los niños pudieran participar en este programa fue que debían tener sobrepeso, el cual sería determinado previamente con una antropometría. Por otra parte, para aceptar la encuesta como válida se requirió que todos los ítems fueran debidamente contestados.

Herramienta

Para la recopilación de datos se utilizó una encuesta de satisfacción adaptada, la cual fue utilizada por Medina (2007) y Sánchez (2010), en la que se pregunta al usuario su grado de satisfacción con las instalaciones, actividades y servicios del programa. Para comprobar el funcionamiento de la herramienta, se probó la eficacia de la encuesta mediante un estudio piloto aplicado a

12 padres de familia. Luego, se dividió la encuesta en dos grandes áreas de estudio: 1) identificación personal, para conocer la edad, género y horario de asistencia de los participantes, y 2) calidad en el servicio del programa, para conocer la opinión de los participantes acerca de las instalaciones, actividades, instructores, servicios médicos, servicio de orientación nutricional, accesibilidad y estacionamiento, y satisfacción global acerca del programa. Las respuestas se obtuvieron mediante una escala tipo Likert, compuesta por un continuo de cuatro puntos que oscila entre mínima satisfacción (1 = MALO) y máxima satisfacción (4 = EXCELENTE). Todos los ítems se redactaron en la misma dirección, por lo que a mayor satisfacción con el enunciado del ítem, la puntuación será mayor. El instrumento de prospección y el diseño de investigación fueron aprobados por el Comité sobre Ética Biomédica de Nuevo León, México.

Procedimiento

Una vez comprobado el funcionamiento de la encuesta, se efectuó la recopilación de la información definitiva, aplicando el mismo protocolo a todos los usuarios, informándoles previamente acerca del contenido de la encuesta y de las instrucciones de llenado para completar la encuesta de forma concreta y precisa. La encuesta, anónima y voluntaria, se efectuó de manera individual durante el horario de clases de los niños y en los tres últimos días del PIAFON.

Actividades realizadas por los niños en el programa

En el gimnasio Cayetano Garza, los niños realizaron las actividades del programa Taller Balón, consistente

en ejercicios de fundamentos técnicos de basquetbol, voleibol, balonmano y fútbol sala. Las sesiones eran de martes a viernes durante una hora. En las aulas de la FOD, las actividades giraron en torno de la cultura de la alimentación sana, impartida únicamente los viernes por espacio de una hora, tanto a los padres de familia como a los niños.

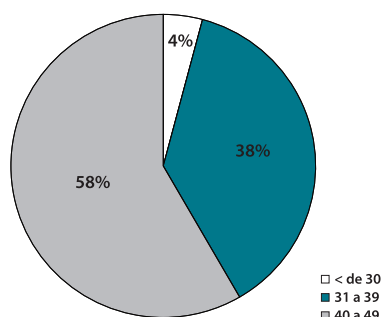
Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con software (Statistical Package for Social Sciences, Versión 15.0). Se efectuó un análisis de frecuencias y los datos se expresaron en porcentajes. La normalidad de las variables se determinó con los test de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro Wilk. La comparación del género y horario se realizó con el test de U de Mann-Whitney para dos grupos no-paramétricos; el test no-paramétrico Kruskal-Wallis para más de dos grupos independientes se aplicó a los grupos de edad, con el objeto de determinar las diferencias existentes entre las variables estudiadas. El nivel de α se ubicó en 0.05.

Resultados

La mayoría de los padres (58%) encuestados estaba en el rango de edad que va de los 40 a los 49 años (véase la gráfica 1). De los padres encuestados, 75% (18 usuarios) tenían a sus hijos en el horario de 13:15 a 14:15 horas y sólo 25% de los usuarios (6) asistían en el horario de 17:00 a 18:00 horas.

■ Gráfica 1. Porcentaje de edad de los padres de familia que llevaron a sus hijos al programa de actividad física con orientación nutricional



El test Mann-Whitney para variables no-paramétricas indicó que el análisis por género (hombre/mujer) no reportaba diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas ($p > 0.05$). Tampoco se observaron diferencias significativas en ninguna variable en relación con el horario de asistencia de los usuarios ($p > 0.05$). Es decir, la asistencia según uno u otro horario no representó diferencia alguna en los resultados obtenidos.

Para la variable grupos de edad, tras aplicar el test de Kruskal-Wallis para más de dos grupos de muestras independientes, se observaron diferencias significativas en la adecuación del aula para la actividad ($p = 0.019$) y en el material de apoyo ($p = 0.003$) utilizado en el aula para las actividades de orientación nutricional. En lo que respecta a los grupos de edad, en las variables relacionadas con el profesionalismo del instructor, se encontraron diferencias significativas en todas las variables, excepto en las relacionadas con la atención individualizada a los niños y con la puntualidad. En cuanto a los servicios médicos, se observaron diferencias significa-

tivas ($p < 0.05$) en todas las variables estudiadas, excepto en la referente a la ubicación de los servicios médicos.

Instalaciones

Gimnasio Cayetano Garza

La mayoría de los usuarios (96%) consideró que las instalaciones para realizar el PIAFON eran adecuadas (bueno, 13%; excelente, 83%). No obstante, un poco más de la mitad de los usuarios encuestados (54%) comentó que la limpieza en general del gimnasio era de regular (46%) a mala (8%). Se reportaron porcentajes muy similares (50%) para la temperatura dentro del gimnasio, de regular (46%) a mala (4%). Más de la mitad de los usuarios (62%) mencionó también que la adecuación de los vestidores del gimnasio era mala y regular (33 y 29%, respectivamente). Sólo una minoría (8%) consideró que la limpieza de los vestidores era excelente, seguida de una parte que la valoró como mala (42%) y otra que la calificó de regular (33%). Sin embargo, 75% de los encuestados consideraron que, en general, las instalaciones del gimnasio estaban en buenas condiciones (véase la tabla 1).

■ Tabla 1. Grado de satisfacción con los servicios del Gimnasio Cayetano Garza*

ÍTEM	n=24			
	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Adecuada	0	4	13	83
Material de apoyo	0	8	21	71
Limpieza en general	8	46	21	25
Temperatura	4	46	17	33
Vestidores	33	29	21	17
Limpieza de vestidores	42	33	17	8
Valoración en general	4	8	75	13

*Los datos están expresados en porcentajes.

Aulas de la FOD

Un gran porcentaje de usuarios (88%) consideró que las aulas de la FOD eran excelentes. También se observó que un gran porcentaje de usuarios (92%) mencionó que el material de apoyo (pizarra electrónica) era excelente. La mayoría (96%) consideró que la temperatura del aula era de excelente (83%) a buena (13%).

■ **Tabla 2. Grado de satisfacción con el servicio de las aulas de la FOD***

ÍTEMES	n=24			
	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Adecuada	0	0	13	88
Material de apoyo	0	0	8	92
Limpieza salón	0	8	8	83
Temperatura	0	4	13	83

*Los datos están expresados en porcentajes.

Actividades

En relación con el grado de satisfacción de las actividades del programa en cuanto a su variedad y entretenimiento, 83% de los usuarios consideraron que eran excelentes, igualmente, de manera global; 83% de los usuarios mencionaron que las actividades realizadas en el programa eran excelentes (véase la tabla 3).

■ **Tabla 3. Grado de satisfacción con las actividades realizadas durante el programa***

ÍTEMES	n=24			
	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Entretenida	0	4	13	83
Variada	0	4	13	83
Progreso en aprendizaje	0	4	21	75
Valoración global actividades	0	4	13	83

*Los datos están expresados en porcentajes.

Instructores

Respecto de la satisfacción con el desempeño de los instructores se observó globalmente que 92% de los usuarios consideraron que eran altamente competentes y que contaban con una excelente supervisión y vigilancia de los niños. La puntualidad de los instructores se calificó como excelente y buena (50 y 42%, respectivamente). La mayoría de los usuarios consideró como excelente la atención individualizada (71%), el profesionalismo (88%), el dominio de la actividad (88%) y la actitud motivadora de los instructores (83%) (véase la tabla 4).

■ **Tabla 4. Grado de satisfacción con el desempeño de los instructores del programa***

ÍTEMES	n = 24			
	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Atención individualizada	4	0	25	71
Profesionalismo	0	4	8	88
Dominio de la actividad	0	0	12	88
Puntualidad	0	8	42	50
Actitud motivadora	4	0	13	83
Supervisión, vigilancia	4	0	4	92
Competencia global	0	4	4	92

*Los datos están expresados en porcentajes.

Servicio médico

En cuanto a la satisfacción con el servicio médico se observó que en general los usuarios consideraron excelente la disposición del servicio (88%), la labor de supervisión (92%) y la atención sanitaria (96%); en relación con los resultados anteriores, solamente 79% de los usuarios mencionaron que la ubicación del servicio médico era excelente (véase la tabla 5).

■ **Tabla 5. Grado de satisfacción con el servicio médico del programa***

ÍTEMS	n = 24			
	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Disposición del servicio	0	4	8	88
Labor de supervisión	0	0	8	92
Atención sanitaria	0	0	4	96
Ubicación adecuada	0	4	17	79

*Los datos están expresados en porcentajes.

Servicio de orientación nutricional

Para el apartado relativo al servicio de orientación nutricional, el grado de satisfacción de parte de los usuarios fue calificado de excelente en: disposición del servicio (88%), diagnóstico y seguimiento (71%) y atención personalizada (83%).

■ **Tabla 6. Grado de satisfacción con el servicio de orientación nutricional del programa***

ÍTEMS	n = 24			
	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Disposición del servicio	0	0	13	88
Diagnóstico y seguimiento	0	13	17	71
Atención personalizada	0	4	13	83

*Los datos están expresados en porcentajes.

Accesibilidad y estacionamiento

De los usuarios, 88% consideraron como excelente la facilidad de acceso del vehículo automotriz a las instalaciones del estacionamiento de la FOD; asimismo, 67% de los usuarios mencionaron estar altamente satisfechos con los cajones del estacionamiento para colocar el automóvil.

■ **Tabla 7. Grado de satisfacción con la accesibilidad y el estacionamiento de las instalaciones del programa***

ÍTEMS	n = 24			
	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Facilidad de acceso del vehículo	0	0	13	88
Suficiencia del estacionamiento	0	0	33	67

*Los datos están expresados en porcentajes.

Satisfacción global del programa

De los usuarios (n = 21), 88% consideraron que su satisfacción personal con el programa en general fue excelente y 8% (n = 2) mencionaron que fue bueno. Es interesante destacar que ningún usuario consideró estar insatisfecho con el programa.

Discusión

El resultado principal de este estudio es que, en lo relativo a las instalaciones y el PIAFON, los padres y las madres de familia los perciben como satisfactorios, y que, entre ellos, no hay diferencias en el nivel de satisfacción al respecto. Si se considera que el cliente es quien define la calidad, puede entonces afirmarse que ambos, programa e instalaciones, son de calidad. Sin embargo, deben tenerse en cuenta algunas consideraciones en cuanto a las instalaciones y los servicios brindados, si es que se quiere mejorarlos. Primero, en lo referente a las instalaciones involucradas directamente con el programa: gimnasio y aulas se consideran adecuadas, pero existe insatisfacción en cuanto a la limpieza que presentan. Más específicamente, la insatisfacción recae principalmente en los vestidores del gimnasio; lo anterior puede explicarse desde

el punto de vista de que existe mayor preocupación de parte de los padres en cuanto a la posibilidad de que sus hijos contraigan una infección, enfermedad, etc., en el área de vestidores que en el resto del gimnasio. Por otra parte, el servicio de estacionamiento, instalación no involucrada de forma directa en el programa, puede mejorarse si, por ejemplo, se habilitan áreas específicas de estacionamiento para dicho programa durante los horarios y días en que éste se realiza.

Segundo, en cuanto a los servicios proporcionados durante el programa—actividades realizadas, instructores, servicios médicos y servicios nutricionales—, los aspectos que pueden mejorarse son, principalmente, la puntualidad y la motivación de los instructores, la ubicación de los servicios médicos y el diagnóstico y seguimiento de los servicios nutricionales. Para los primeros —ya que los instructores eran en su totalidad estudiantes que realizaban su tesis sobre dicho programa y que no percibían sueldo alguno— es recomendable aplicar un programa de incentivos adecuado (por ejemplo, mejores notas, posibilidad de contratación, etc.). En lo referente a la ubicación de los servicios médicos, la explicación de la inconformidad tal vez resida en la inexistencia de un lugar específico donde se proporcionen tales servicios;

por lo tanto, es recomendable que para el próximo programa se habilite uno o más lugares específicos y que éstos sean bien señalizados. En cuanto a los servicios nutricionales, en especial el diagnóstico y seguimiento, hay que señalar que dichos servicios eran proporcionados de forma grupal y no individualizada, por lo que la recomendación sería proporcionar una consulta de diagnóstico individual con su respectivo seguimiento. Lo anterior, junto con la valoración por parte de los usuarios del progreso de las actividades realizadas, serviría también para tener un registro de los resultados del programa de cada uno de los participantes.

Conclusión

En general, los servicios e instalaciones del PIAFON son percibidos por los usuarios (padres y madres) como satisfactorios, pues los califican entre excelentes y buenos (por lo cual rechazamos la hipótesis planteada inicialmente); además, no se encontraron diferencias significativas en el grado de satisfacción mostrado por padres y madres de familia. Sin embargo, para ofrecer un mejor servicio se requiere prestar mayor atención a la limpieza de las aulas, pero, sobre todo, mejorar la limpieza de los vestidores del Gimnasio Cayetano Garza.

Referencias

- ALÉN, M.E. & Rodríguez, L. (2004), “Evaluación de la calidad percibida por los clientes de establecimientos termales a través del análisis de sus expectativas y percepciones”, *Revista Galega de Economía*, vol. 13, núms. 1 y 2, pp. 1-18.
- CALABUIG, M.F., Quintanilla, P.I. & Mundina, G.J. (2008), “La calidad percibida de los servicios deportivos: diferencias según instalación, género, edad y tipo de

- usuario en servicios náuticos”, *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, año 4, vol. 4, núm. 10, pp. 25-43.
- CAPELLERAS, J.L. & Veciana, J.M. (2001), “Calidad de Servicio en la enseñanza universitaria: desarrollo y validación de una escala de medida”, Documento de trabajo núm. 2001/4, Departament d’economia de l’empresa, Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona (<http://selene.uab.es/dep-economia-empresa/documents/01-4.pdf>).
- FAJARDO, M.J., Casado, L.C., Gutiérrez, M.L., Paneque, S.P., Calahorro, A.J. & Avilés, P.B. (2000), “Encuesta telefónica de satisfacción de usuarios de un servicio especial de urgencia”, *Emergencias*, vol. 12, pp. 20-26.
- GRÖNROOS, C. (1994), *Marketing y gestión de servicios*, Madrid: Díaz de Santos.
- JAIME, F.J. & García, M.A. (2007), “La satisfacción y la accesibilidad de los pacientes atendidos en el servicio provincial de drogodependencias de Cádiz”, *Trastornos Adictivos*, vol. 9, núm. 2, pp. 132-146.
- MARTÍNEZ, J.A. & Martínez, L. (2009), “La calidad percibida en servicios deportivos; mapas conceptuales de marca”, *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. 9, núm. 35, pp. 232-253.
- MEDINA, R. (2007), “Organización y gestión del deporte municipal y su relación con la calidad del servicio ofrecida a los ciudadanos. Caso dirección de deportes del municipio de Monterrey”, Zaragoza: Universidad de Zaragoza (tesis doctoral).
- MIRA, J.J. & Aranaz, J. (2000), “La satisfacción del paciente como una medida del resultado de la atención sanitaria”, *Medicina Clínica*, vol. 114 (supl. 3), pp. 26-33.
- MORALES, V., Hernández-Mendo A. & Blanco, A. (2005), “Evaluación de la calidad en los programas de actividad física”, *Psicothema*, vol. 17, núm. 2, pp. 311-317.
- MORENO, J.A. & Gutiérrez, M. (1997), “Valoración de la satisfacción de los usuarios de las instalaciones acuáticas cubiertas”, ponencia presentada en el 3º Congrés de Ciències de l’Esport, i’Educació Física i la Recreació, Lleida, INEFC.
- NUVIALA, N.A. & Casajús, J. (2005), “Calidad percibida del servicio deportivo en edad escolar desde la perspectiva de los padres. El caso de la provincia de Huelva”, *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, vol. 5, núm. 17, pp. 1-12.

- NUVIALA, N.A., Ruiz, J.F. & García, M.E. (2007), "Expectativas de los usuarios directos e indirectos de los servicios deportivos en edad escolar en una comarca aragonesa", *Apunts. Educación Física y Deportes*, vol. 87, pp. 93-98.
- RAMÍREZ-SÁNCHEZ, T., Nájera-Aguilar, P. & Nigenda-López, G. (1998), "Percepción de la calidad de la atención de los servicios de salud en México: perspectiva de los usuarios", *Salud Pública de México*, vol. 40, pp. 1-10.
- SALINAS, G.A. & Martínez, C.P. (2007), "Principales factores de satisfacción entre los estudiantes universitarios. La unidad académica multidisciplinaria de agronomía y ciencias de la UAT", *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 17, núm. 1, pp. 163-192.
- SÁNCHEZ, A. (2010), "Medición de la satisfacción del usuario-deportista del Centro Acuático Olímpico Universitario de la UANL", San Nicolás de los Garza: Universidad Autónoma de Nuevo León (tesis de maestría).

Apéndice A

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

Fecha de aplicación: _____

Introducción

La Facultad de Organización Deportiva está realizando un **trabajo de investigación** relacionado con el **Programa de Intervención de Actividad Física y Orientación Nutricional**. Deseamos conocer su grado de satisfacción sobre diferentes aspectos: calidad en el servicio y atención recibida. Sus respuestas supondrán una importante colaboración y nos permitirán detectar aquellas áreas de mejora/opportunidad.

Favor de contestar lo que se indica.

I. IDENTIFICACIÓN PERSONAL

1. Edad del padre o madre del niño(a)	1	< de 30 años	2. Género	1	Padre	
	2	31 a 39 años		2	Madre	
	3	40 a 49 años	3. Horario	1	1:15-2:15 p.m.	
	4	> de 50 años		2	17:00-18:00 p.m.	

II. CALIDAD EN EL SERVICIO DEL PROGRAMA

Para nosotros es muy útil la opinión sobre el nivel de calidad que tiene para usted cada uno de los siguientes apartados:

1. Instalaciones

Indique su grado de satisfacción con las instalaciones que utiliza su hijo(a) para las actividades físicas deportivas (Gimnasio Cayetano Garza).

De 1 (mínima satisfacción) a 4 (máxima satisfacción)		1	2	3	4
1	Adecuación de la instalación para la actividad				
2	Material de apoyo para la actividad				
3	Limpieza de las instalaciones				
4	Temperatura ambiente				
5	Adecuación de los vestidores para su uso				
6	Limpieza del área de vestidores				
7	Valoración general de las instalaciones del gimnasio				

Indique su grado de satisfacción con las instalaciones que utiliza su hijo(a) en los cursos de alimentación (FOD).

De 1 (mínima satisfacción) a 4 (máxima satisfacción)		1	2	3	4
1	Adecuación de la instalación para la actividad				
2	Material de apoyo (pizarra inteligente)				
3	Limpieza de las instalaciones				
4	Temperatura ambiente				

2. Actividades

Indique el grado de satisfacción sobre los siguientes aspectos de las actividades que realiza su hijo(a).

De 1 (mínima satisfacción) a 4 (máxima satisfacción)		1	2	3	4
1	Entretenida (no-aburrida)				
2	Variedad (no-monótona)				
3	Progreso en el aprendizaje o rendimiento				
4	Valoración global de las actividades				

3. Instructores

Indique su grado de satisfacción con los aspectos que definen el profesionalismo del (de los) instructor(es) de actividades.

De 1 (mínima satisfacción) a 4 (máxima satisfacción)		1	2	3	4
1	Atención individualizada				
2	Profesional				
3	Dominio de la actividad				
4	Puntualidad				
5	Actitud motivadora para la práctica				
6	Supervisión y vigilancia				
7	Competencia global				

4. Servicio médico

Respecto de la labor que se realiza en el servicio médico, tanto si ha requerido su ayuda como si no, indique su grado de satisfacción con el trabajo que desempeñan en los siguientes aspectos.

De 1 (mínima satisfacción) a 4 (máxima satisfacción)		1	2	3	4
1	Disposición en el momento en el que se solicita su ayuda				
2	Su labor de supervisión y vigilancia				
3	La atención sanitaria que llevan a cabo				
4	Ubicación adecuada				

5. Servicio de orientación nutricional

Respecto de la labor que desarrolla el servicio de nutrición, indique su grado de satisfacción con el trabajo que realizan en los siguientes aspectos.

De 1 (mínima satisfacción) a 4 (máxima satisfacción)		1	2	3	4
1	Disposición en el momento en el que se solicita su ayuda				
2	Diagnóstico y seguimiento adecuado de cada persona				
3	Atención personalizada que llevan a cabo				

6. Accesibilidad y estacionamiento

Indique su grado de satisfacción con los siguientes aspectos.

De 1 (mínima satisfacción) a 4 (máxima satisfacción)		1	2	3	4
1	Facilidad de acceso con el vehículo a la instalación				
2	Considera que el estacionamiento cuenta con suficientes cajones				

7. Valore su satisfacción personal con el Programa:

De 1 (mínima satisfacción) a 4 (máxima satisfacción)		1	2	3	4
1	Satisfacción global con el Programa				

III. SUGERENCIAS

A continuación, indique todo aquello que considere puede ser de interés para mejorar su satisfacción con el Programa.

¡Muchas gracias por su colaboración!

Rendimiento Deportivo

Resumen

El objetivo de la presente investigación fue conceptualizar específicamente las capacidades coordinativas en el deporte del tenis, facilitando el análisis, el control, la medición y la dosificación de la carga por medio de un sistema multidireccional del entrenamiento. El método utilizado para analizar, medir y controlar su evolución fue la cualimetría de Utkin (Zatsiorski, 1989), utilizada en una muestra de 16 tenistas, de 14,16 y 18 años, ubicados en la tercera etapa de desarrollo atlético. Los resultados demostraron que las capacidades coordinativas pueden ser medidas y controladas en el entrenamiento del tenis para incidir de manera positiva en el rendimiento deportivo. Después de tres macrociclos, todas las capacidades tuvieron altos valores de significancia, así como también de correlación (≥ 0.74) y una interrelación positiva entre ellas. A partir de esta nueva conceptualización se obtuvo un método confiable para el análisis, la medición y el control de las capacidades coordinativas específicas en el entrenamiento del tenis.

Palabras clave

Capacidades coordinativas en tenis, método de medición y control.

Abstract

The objective for this investigation was to create a new conception for the coordinative motor skills for tennis as a sport to facilitate the analysis, control and measuring to dosage workload in training. The method used to analyze, measure and control their evolution was the Utkin qualimetri (Zatsiorski, 1989), which was used on a sample of 16 tennis players, 14-18 years old, belonging to the third stage of sport development. The result shows that the coordinative motor skills can be measured and controlled in training, affecting in a positive way sport performance. After three macrocycles, all the coordinative motor skills had high levels of significance, high correlation values (≥ 0.74) and a positive interrelation among them. From this new conceptualization, a reliable method to analyze, measure and control the specific coordinative motor skills for training in tennis was obtained.

Keywords

Coordinative motor skills in tennis, measure and control method.

Conceptualización, análisis y control de las capacidades coordinativas en el entrenamiento del tenis

Fernando Ochoa Ahmed¹

Introducción

A lo largo de la historia, la teoría y la metodología del entrenamiento deportivo han generado numerosos conceptos. La utilización de dichos conceptos ha contribuido a que, prácticamente desde sus inicios, se simplificara la tan difícil tarea de llevar a cabo la planeación, estructuración e implementación del entrenamiento deportivo. A su vez, la evolución de dichos conceptos, traducidos en conocimiento, ha provocado que la calidad de la preparación de los atletas de alto nivel en el mundo aumente gradual y sistemáticamente y, con ello, crezca la continua superación de récords y marcas personales que cada vez hacen más difícil la tarea científica que permite incrementar el rendimiento de los atletas (Ochoa, 2007). El deporte del tenis no está exento del fenómeno antes descrito.

En 1968, Hans Gundlach (cit. Lanier, 1993) calificó las capacidades motoras de corporales y las dividió en condicionales y coordinativas; las primeras, que se caracterizan ante todo por estar íntimamente ligadas al proceso energético del organismo, se relacionan directamente con la herencia, la alimentación y el medio ambiente; las segundas, con los procesos de conducción y regulación motrices (Meinel & Schnabel, 2004).

La hipótesis para esta investigación es que la nueva conceptualización de las capacidades coordinativas específicas para el deporte del tenis facilita la medición, el análisis y el control de las mismas, lo cual fomenta una adecuada dosificación de la carga en el entrenamiento deportivo.

Marco teórico

Para Pacheco (2007), los procesos de conducción y regulación motrices son procesos psíquicos y físicos (psicofísicos) a través de los cuales se conducen, regulan y modifican nuestros movimientos; asimismo, Richter (cit. Lanier, 1993) considera las capacidades coordinativas como un complejo relativo psíquico y fisiológico de las condiciones del rendimiento que determinan el comportamiento del deportista. También Verkhoshansky (2002) establece que la coordinación es la capacidad de regular las fuerzas externas e internas presentes en la resolución de la tarea motora, para lograr el resultado exigido en el aprovechamiento eficaz del potencial motor del deportista, por lo que los criterios para valorar las capacidades de coordinación pueden expresarse en la habilidad de organizar racionalmente los movimientos y esfuerzos en el espacio y en el tiempo con su orienta-

¹ Primer lugar del área Rendimiento Deportivo en la categoría Abierta. Seudónimo: Tiger. Facultad de Organización Deportiva de la Universidad Autónoma de Nuevo León. ochoatennis@yahoo.com

ción final; esto es, reproducir repetidamente los movimientos, conservando su estructura mental y dinámica; reorganizar los movimientos, variando o conservando su orientación final.

Las capacidades coordinativas deben distinguirse de las destrezas, pues estas últimas se refieren a acciones motoras concretas y consolidadas, en parte automatizadas, mientras que las capacidades coordinativas son condiciones del rendimiento humano –consolidadas si bien generalizadas–, básicas para toda una serie de acciones motoras (Weineck, 2005).

Al hablar de entrenamiento es importante definirlo como la parte fundamental de la preparación del deportista, la cual debe estar basada en una serie de actividades y ejercicios sistemáticos organizados pedagógicamente (Gutiérrez & Ramírez, 1990); a su vez, el entrenamiento está ligado a la adecuación sistemática, respaldada por el conocimiento científico, en el corto, mediano y largo plazos, de todas las medidas necesarias para la programación, la realización, los controles, el análisis y las correcciones establecidos por la planificación, que tienen como finalidad la optimización del rendimiento (Grosser, 1992). “La planificación del entrenamiento se hará efectiva en la medida en que pueda ser controlada” significa que el entrenador debe conocer la cantidad de carga de entrenamiento que requiere el deportista en cada proceso de reparación (Forteza, 1997). La periodización del entrenamiento es un problema de control de la forma deportiva. Es el cambio periódico y regular de la estructura y los contenidos del entrenamiento (Zambrano & Vargas, 2002). La estructuración del entrenamiento, que se relaciona con los modos de sistematización

de su contenido, provee una utilización racional de las cargas de diferente orientación funcional predominante, es decir, de las cargas como vienen ligadas entre sí y subdivididas cronológicamente para garantizar el efecto del entrenamiento (Verkhoshansky, 2002).

En la actualidad existen diferentes perspectivas en cuanto a la forma de estructurar el proceso de preparación de los deportistas; la mayoría de los autores coincide en que la base de dichas estructuras fue creada por el ruso L.P. Matviev, quien en los años sesenta del pasado siglo revolucionó la manera de estructurar la preparación del deportista. Según este autor, la preparación del deportista tiene un carácter cíclico dividido en diferentes periodos de preparación que intentan desarrollar y obtener (periodo preparatorio) y estabilizar (periodo competitivo) el estado ideal de rendimiento del deportista, conocido como “forma deportiva”. Todo ello para conducir al atleta a la adquisición de un nivel de rendimiento óptimo que depende de la calendarización de la competencia fundamental y, cuando es necesario, disminuir ese estado óptimo de rendimiento durante el periodo de transición.

Con el tiempo, y con la evolución misma del deporte en el mundo, han surgido nuevas teorías que sugieren que el atleta –debido a un aumento exagerado del nivel de competencia y de la cantidad de competencias en el calendario anual– debe mantener ese estado óptimo de rendimiento prácticamente durante toda la macroestructura; pero el concepto antes descrito de estructurar el entrenamiento de Matviev ha perdurado hasta nuestros días, el cual continúa siendo adoptado y adaptado por especialistas de las diferentes disciplinas deportivas en el mundo (Ochoa, 2007).

Para efectos de esta investigación, el autor adoptó el criterio metodológico de Matviev, complementándolo con el sistema de planificación de capacidades motoras y cognitivas de A. Lanier (1999) y unificando ambos sistemas mediante la aplicación del sistema multidireccional de estructuración microcíclica del entrenamiento para el tenis de campo por capacidades motoras y cognitivas (Ochoa, 2007), para ser aplicado en los diferentes atletas que componen la muestra, con el objetivo de medir, analizar y controlar las capacidades coordinativas conceptualizadas específicamente para el tenis de campo con la intención de lograr mayor eficacia.

Conceptualización de las capacidades coordinativas para el deporte del tenis (Ochoa, 2007)

Ritmo. Capacidad del tenista para desempeñarse de manera fluida y rítmica en las diferentes situaciones que plantea el entrenamiento y la competencia.

Acoplamiento. Capacidad del tenista para acomodar el tren inferior a las exigencias del tiro del oponente, posición cerrada (de lado), abierta (de frente), semiabierta (casi de frente), para posteriormente ejecutar un lance con el tren superior.

Diferenciación. Capacidad del tenista para percibir la diferencia existente entre cada uno de los tiros del oponente (alto, bajo, fuerte, etc.) a fin de poder reaccionar de manera adecuada en la siguiente ejecución técnica.

Reacción. Capacidad del tenista para reaccionar ante ciertas situaciones del entrenamiento y del juego, reacción que puede ser simple o compleja.

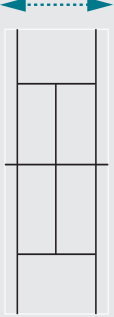
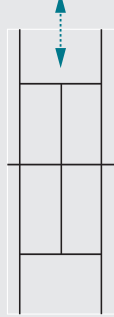
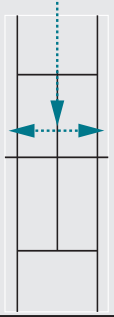

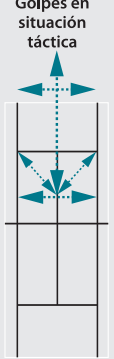

Orientación. Capacidad del tenista para orientarse en la cancha utilizando la geometría de la misma en el espacio y tiempo adecuados, antes, durante y después de la ejecución técnica del golpe.

Adaptación. Capacidad del tenista para adaptarse a diferentes situaciones del juego, ya sean propuestas por el oponente o por las condiciones propias de la superficie de juego, ya por las condiciones climáticas o geográficas de la competencia.

Equilibrio. Capacidad del tenista para equilibrarse en la cancha de tenis durante situaciones de entrenamiento o competencia, equilibrio que puede ser estático o dinámico.

El sistema multidireccional de estructuración microcíclica del entrenamiento para el tenis de campo (Ochoa, 2007)

El sistema multidireccional de estructuración microcíclica del entrenamiento para el tenis de campo garantiza que la aplicación de las cargas y sus respectivas direcciones del entrenamiento, específicas para el deporte en cuestión, puedan darse de manera eficaz a través de todo el proceso de preparación del tenista. Dicho sistema propicia que se pueda monitorear de manera adecuada la evolución de las capacidades coordinativas específicas para el tenis de campo en el corto (unidades, sesiones, microciclos), mediano (mesociclos) y largo plazos (macrociclos) con sus respectivos vectores de la carga.

<p style="text-align: center;">LUNES</p> <p>Capacidades:</p>  <p>Condicionales: Resistencia</p> <p>Coordinativas: Ritmo Diferenciación Acoplamiento Adaptación Orientación Equilibrio Reacción (P Shots)</p> <p>Cognoscitivas: Técnica Táctica</p>	<p style="text-align: center;">MARTES</p> <p>Capacidades:</p>  <p>Condicionales: Resistencia Rapidez</p> <p>Coordinativas: Diferenciación Acoplamiento Adaptación Orientación Equilibrio Reacción Ritmo (doble)</p> <p>Cognoscitivas: Técnica Táctica</p>
<p style="text-align: center;">MIÉRCOLES</p> <p>Capacidades:</p>  <p>Condicionales: Resistencia</p> <p>Coordinativas: Ritmo Acoplamiento Diferenciación Adaptación Orientación Equilibrio Reacción (voleas dif.)</p> <p>Cognoscitivas: Técnica Táctica</p>	<p style="text-align: center;">JUEVES</p> <p>Capacidades:</p>  <p>Condicionales: Resistencia Fuerza Rapidez Flexibilidad</p> <p>Coordinativas: Reacción Equilibrio Orientación Ritmo Diferenciación Adaptación Acoplamiento</p> <p>Cognoscitivas: Técnica Táctica</p>
<p style="text-align: center;">VIERNES</p> <p>Capacidades:</p> <p>Golpes en situación táctica</p>  <p>Condicionales: Resistencia Fuerza Rapidez Flexibilidad</p> <p>Coordinativas: Reacción Equilibrio Orientación Diferenciación Adaptación Acoplamiento Ritmo</p> <p>Cognoscitivas: Técnica Táctica</p>	<p style="text-align: center;">SÁBADO</p> <p>Capacidades:</p> <p>All around</p>  <p>Condicionales: Resistencia Fuerza Rapidez Flexibilidad</p> <p>Coordinativas: Reacción Equilibrio Orientación Diferenciación Adaptación Acoplamiento Ritmo</p> <p>Cognoscitivas: Técnica Táctica</p>

Método

La investigación fue cuasiexperimental y con característica cronológica de un solo grupo, pues la muestra es única y preestablecida y se sometió a varias pruebas de evaluación de las capacidades coordinativas específicas. Después se aplicó el tratamiento experimental y, finalmente, pospruebas; en los tres macrociclos que duró esta investigación, el número de pruebas estuvo sujeto a las necesidades específicas de la misma, a partir de los criterios establecidos por Hernández, Fernández y Baptista (1991).

Participantes

Participaron un total de 16 tenistas varones –pertenecientes a las categorías de 14, 16 y 18 años y a la Academia de Fernando Ochoa en Monterrey, Nuevo León, México–, cuyos resultados en competencia y ubicación en el ranking los sitúa en la tercera etapa de formación atlética.

Materiales para la recolección de datos

- Hojas de registro.
- Cronómetro.
- Cancha de tenis (Centro Tenístico Nuevo León, CARE).
- Canasto de pelotas (marca Wilson; capacidad, 250 pelotas).
- Conos (marca Gusvic [hechos en México], de plástico, color naranja; cantidad, 12).
- Computadora portátil (marca Acer ONE).
- Impresora (marca Canon PIXMA).

Procedimiento

La investigación que se realizó fue de carácter pedagógico y para ello se introdujo un sistema de entrenamiento tenístico (multidireccional) en el que se utilizan herramientas didácticas y pedagógicas con el fin de medir, analizar y controlar las capacidades coordinativas específicas para el tenis de campo durante el entrenamiento.

El estudio consistió en aplicar el sistema de planificación del entrenamiento por capacidades motoras (condicionales y coordinativas) y cognitivas en tres macrociclos, en los que se caracterizó la carga según los periodos de entrenamiento –periodo preparatorio, dividido en sus etapas general y especial, y periodo competitivo, para el primer macrociclo y para el segundo y tercero–, tomando en cuenta los periodos preparatorios con sus respectivas divisiones –general y especial–, así como los periodos competitivos y los periodos directos a competencia.

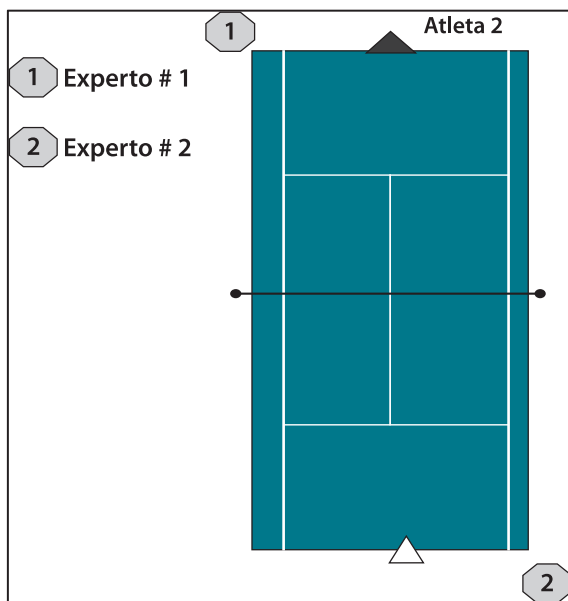
Se aplicó el método tradicional de entrenamiento para tenistas (sesiones de tres horas de entrenamiento diario durante seis días a la semana), que recurre al uso de ejercicios específicos del tenis basados en el sistema de estructuración microcíclica multidireccional para el tenis de campo, poniendo énfasis en medición, análisis y control de la efectividad del trabajo en cada una de las capacidades coordinativas conceptualizadas específicamente para ese deporte. Antes de la aplicación del sistema y con base en la nueva conceptualización de las capacidades coordinativas para el tenis, se evaluó el nivel de las mismas en la muestra y, al final de la intervención, estos resultados se compararon con los obtenidos al final de cada macrociclo –que constó de tres baterías de test

pedagógicos para el primer macrociclo, y cuatro para el segundo y tercer macrociclos.

Los métodos para la recolección de datos y su unidad de medida

En la presente investigación, las evaluaciones estuvieron a cargo de un especialista en el tenis de campo con licenciatura en educación física (Universidad Autónoma de Nuevo León) y con grado de entrenador de tenis de campo, certificado por la Federación Mexicana de Tenis, y del autor como metodólogo especialista en el tenis de campo, quien cumple con los requisitos antes mencionados, con el fin de dar certidumbre y objetividad a la evaluación. Se utilizaron como herramientas la cualimetría de Utkin y la observación de los expertos (Zatsiorski, 1989) (véase la figura 1).

■ Figura 1. Evaluación de los expertos



Se utilizó como criterio de evaluación la siguiente normatividad: 1 = regular, 2 = bien y 3 = muy bien. Se obtuvo un ponderado de los dos especialistas tomando la fracción como el siguiente entero.

■ Tabla 1. Ejemplo de hoja de evaluación de las capacidades coordinativas

Capacidad	Promedio	Entrenamiento	Competencia
Ritmo*	3	√	
Acoplamiento	2	√	
Diferenciación	2	√	
Reacción**	3	√	
Orientación	1	√	
Adaptación	1	√	
Equilibrio	2	√	

* El ritmo tiene el siguiente criterio de evaluación:

30 pelotas por minuto o menos	Regular
31 a 39 pelotas por minuto	Bien
40 pelotas o más por minuto	Muy bien

** La reacción se evalúa dependiendo del periodo en el que se encuentre el atleta, pues ésta puede ser simple o compleja.

Protocolo de evaluación para las capacidades coordinativas en el terreno de juego

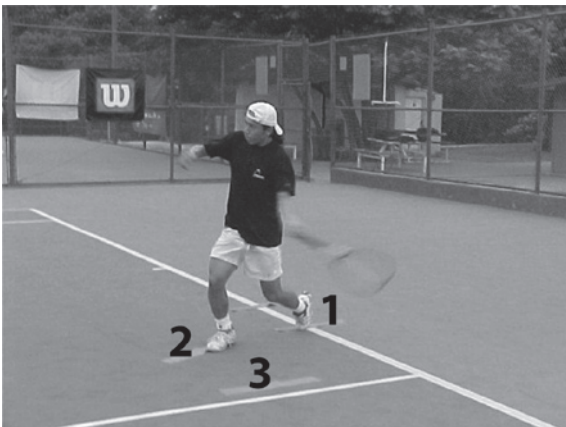
1. Evaluación del *ritmo* en cancha.



Objetivo: calificar la manera en que el tenista se desempeña de forma fluida y rítmica a través del peloteo por unidad de tiempo (un minuto) en el entrenamiento.

Ejecución: se coloca al tenista a intercambiar peloteo desde el fondo de la cancha con uno o varios compañeros y se contabiliza la cantidad de pelotas que entre ambos pasan sobre la red en un minuto, con el fin de que el tenista adquiera la habilidad de manejar la coordinación rítmica necesaria para cada situación o acto motor requerido (trayectorias cruzadas de derecha y revés, trayectorias rectas de derecha y revés).

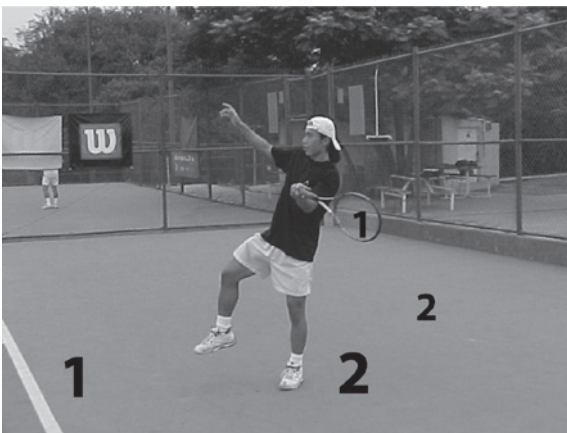
2. Evaluación del *acoplamiento* en cancha.



Objetivo: calificar la manera en que el tenista ajusta su tren inferior a las exigencias del tiro de su contrario.

Ejecución: se pone al tenista a intercambiar peloteo con uno o varios compañeros o se le lanzan pelotas con diferente grado de dificultad utilizando canasto o se le observa en el entrenamiento.

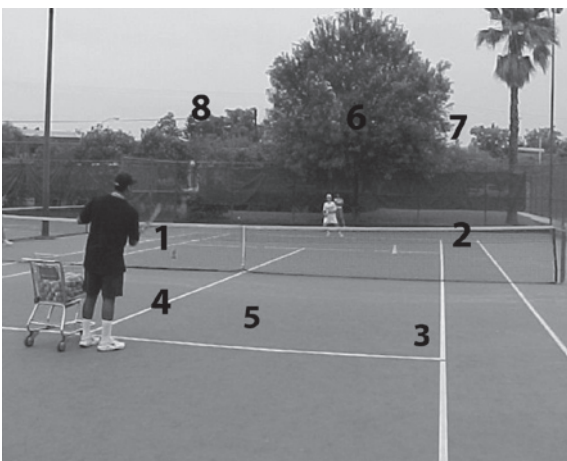
3. Evaluación de la *diferenciación* en cancha.



Objetivo: calificar la manera en que el tenista identifica las características del tiro de su oponente para, de acuerdo con eso, poder reaccionar de una u otra manera a las exigencias del tiro en cuestión.

Ejecución: se pone al tenista a intercambiar peloteo con uno o varios de sus compañeros o se le lanzan pelotas con diferente grado de dificultad utilizando un canasto o se le observa en el entrenamiento.

4. Evaluación de la *reacción* en cancha.



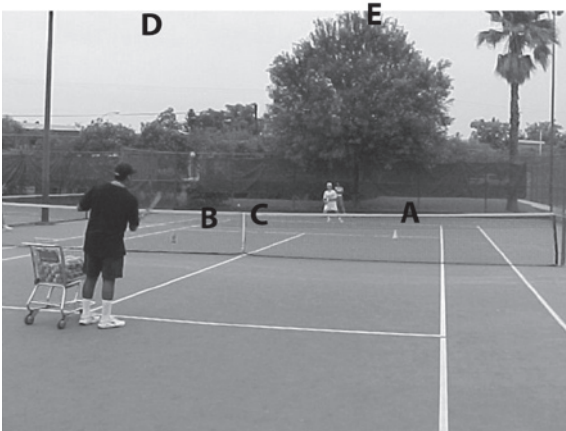
Objetivo: medir la reacción simple y compleja del tenista por medio de diferentes desplazamientos parecidos al juego en específico.

Ejecución: se pone al tenista a intercambiar peloteo con uno o varios compañeros condicionando el peloteo a ciertas situaciones del juego que contengan elementos evaluables de reacción. Se lanzan pelotas con el canasto y se observan elementos evaluables de reacción. Se observa al tenista en el entrenamiento evaluando elementos técnicos y de estímulo tanto visual como acústico que contengan reacción compleja.

5. Evaluación de la *orientación* en cancha.

Objetivo: medir y/o calificar la manera en que el tenista se orienta en la cancha, utilizando la geometría de la misma en el espacio y tiempo adecuados.

Ejecución: se pone al tenista a intercambiar peloteo con uno o varios compañeros, propiciando jugadas en las que estén presentes los componentes de la orientación, tales como anticipación, movilidad, etc. Se le lanzan al tenista pelotas con diferente grado de dificultad y de diferentes formas para que pueda reaccionar de manera óptima a la zona de la cancha que se requiere.

6. Evaluación de la *adaptación* en la cancha.

Objetivo: medir la capacidad de adaptación del tenista a las diferentes situaciones posibles de juego, pudiendo ser propuestas por el oponente o por condiciones propias de la superficie de juego y/o el tipo de competencia.

Ejecución: se pone al tenista a intercambiar peloteo con uno o varios compañeros y se condiciona el tipo de peloteo a ciertas condiciones probables de juego, como lo son el tipo de efecto, altura de la pelota, fuerza de las mismas y patrón probable de juego del oponente.

7. Evaluación del *equilibrio* en cancha.



Análisis estadístico

El siguiente trabajo se presenta en una diacronía de tres tiempos, en igual número de periodos anuales. Se realizaron análisis descriptivos, comparativos y de correlación. Para los análisis descriptivos y comparativos se utilizó la prueba t de Student, del paquete de análisis estadístico SPSS versión 15, y para el análisis de correlación se consideró significativo el valor de correlación, de acuerdo con el número de casos ($N = 16$), de mayor o igual que 0.74 ($r \geq 0.74$) (Spiegel, 1991; Triola, 2000). Se estableció el nivel de significancia para un valor de $P < 0.05$.

Resultados

A partir del análisis estadístico de la t de Student, se encontraron altos niveles de significancia para todas las variables analizadas con un valor de $P < 0.05$, en la

Objetivo: evaluar la manera en que el atleta se equilibra en la cancha durante situaciones específicas del juego en el entrenamiento.

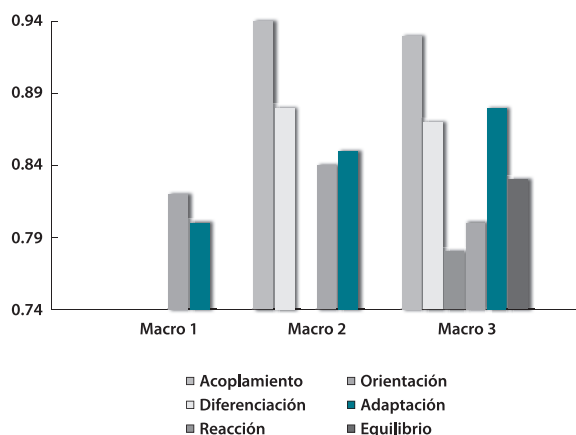
Ejecución: se pone al tenista a intercambiar peloteo con uno o varios de sus compañeros y se condiciona el tipo de peloteo para que se den situaciones en que el tenista sea obligado a equilibrarse; se le lanzan al tenista pelotas con canasto para poder simular situaciones de juego en las que el tenista es obligado a equilibrarse.

comparación entre los macrociclos y para cada capacidad coordinativa.

Respecto del análisis de correlación puede destacarse que la capacidad coordinativa de *ritmo* se relacionó en gran medida con el acoplamiento en el segundo y tercer macrociclos, con una $r = 0.94$ y $r = 0.93$, respectivamente (véase la tabla 2).

■ **Tabla 2. Correlación del ritmo con las demás capacidades coordinativas**

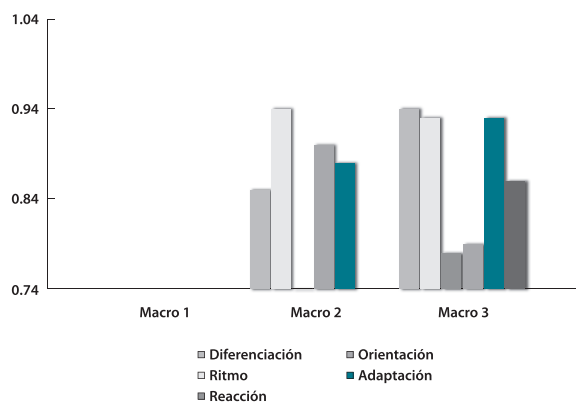
Prueba	Macrocielo 1	Macrocielo 2	Macrocielo 3
Acoplamiento		0.94	0.93
Diferenciación		0.88	0.87
Reacción			0.78
Orientación	0.82	0.84	0.80
Adaptación	0.80	0.85	0.88
Equilibrio			0.83



Conviene destacar que la capacidad coordinativa de *acoplamiento* se relacionó en gran medida con las de *diferenciación* y *adaptación* en el tercer macrociclo ($r = 0.94$ y $r = 0.93$, respectivamente; véase la tabla 3).

■ **Tabla 3. Correlación del acoplamiento con las demás capacidades coordinativas**

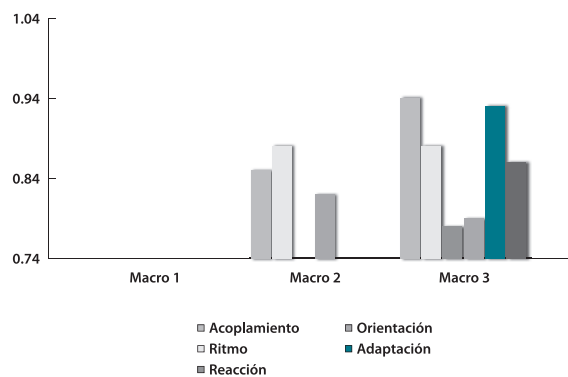
Prueba	Macrociclo 1	Macrociclo 2	Macrociclo 3
Diferenciación		0.85	0.94
Ritmo		0.94	0.93
Reacción		0.74	0.78
Orientación		0.90	0.79
Adaptación		0.88	0.93
Equilibrio			0.86



Cabe observar que la capacidad coordinativa de *diferenciación* se relacionó de manera importante con el *ritmo* ($r = 0.88$) y con el *equilibrio* ($r = 0.86$) en el tercer macrociclo (véase la tabla 4).

■ **Tabla 4. Correlación de la diferenciación con las demás capacidades coordinativas**

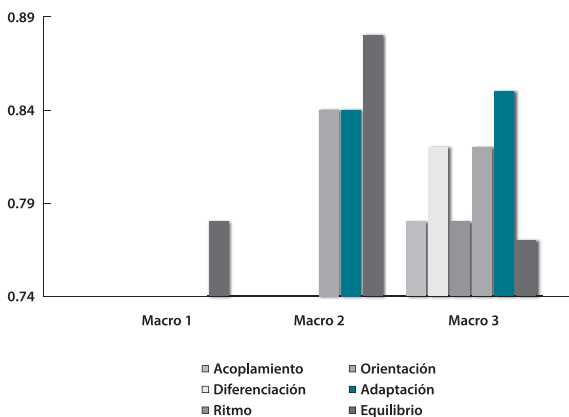
Prueba	Macrociclo 1	Macrociclo 2	Macrociclo 3
Acoplamiento		0.85	0.94
Ritmo		0.88	0.88
Reacción			0.78
Orientación		0.82	0.79
Adaptación			0.93
Equilibrio			0.86



En cuanto a la capacidad coordinativa de *reacción* puede destacarse que se relacionó con la *diferenciación* ($r = 0.82$), con la *orientación* ($r = 0.82$) y con la *adaptación* ($r = 0.85$) en el tercer macrociclo (véase la tabla 5).

■ **Tabla 5. Correlación de la reacción con las demás capacidades coordinativas**

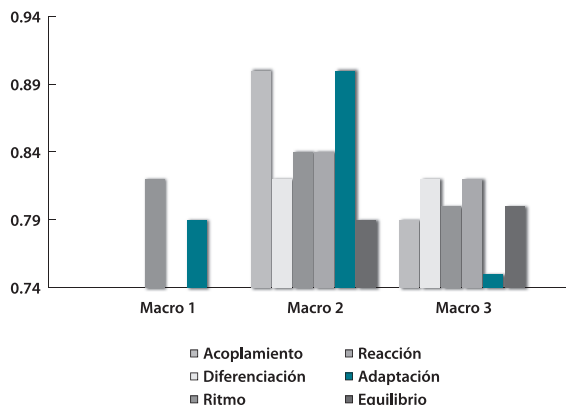
Prueba	Macro ciclo 1	Macro ciclo 2	Macro ciclo 3
Acoplamiento		0.74	0.78
Diferenciación			0.82
Reacción			0.78
Orientación		0.84	0.82
Adaptación		0.84	0.85
Equilibrio	0.78	0.88	0.77



Respecto de la capacidad coordinativa de *orientación* conviene destacar que, en el segundo macrociclo, se relacionó con el *acoplamiento* y con la *adaptación* ($r = 0.90$, para ambas); mientras que en el tercer macrociclo, lo hizo con la *diferenciación* y la *reacción* ($r = 0.82$, para ambas; véase la tabla 6).

■ **Tabla 6. Correlación de la orientación con las demás capacidades coordinativas**

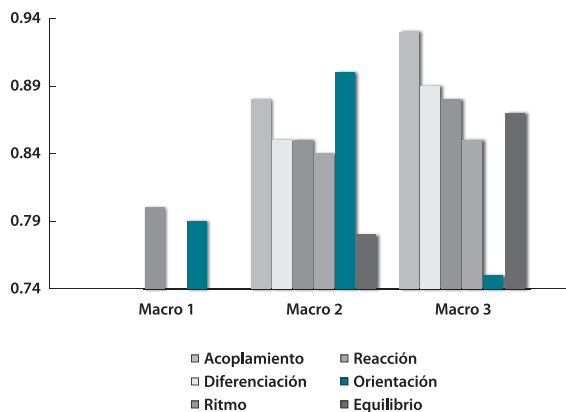
Prueba	Macro ciclo 1	Macro ciclo 2	Macro ciclo 3
Acoplamiento		0.90	0.79
Diferenciación		0.82	0.82
Ritmo	0.82	0.84	0.80
Reacción		0.84	0.82
Adaptación	0.79	0.90	0.75
Equilibrio		0.79	0.80



Resulta de interés comentar que la capacidad coordinativa de *adaptación* se relacionó con la de *diferenciación* ($r = 0.89$), la de *ritmo* ($r = 0.88$) y la de *equilibrio* ($r = 0.87$) en el tercer macrociclo (véase la tabla 7).

■ **Tabla 7. Correlación de la adaptación con las demás capacidades coordinativas**

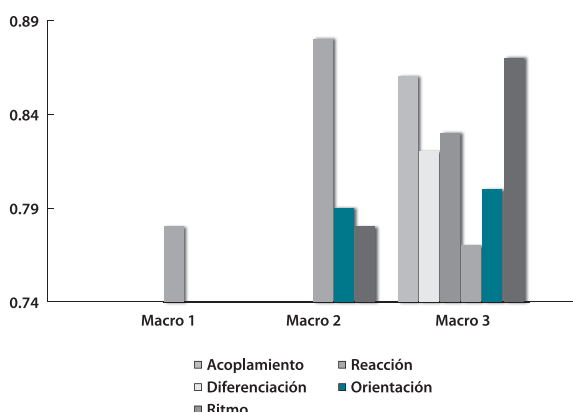
Prueba	Macro ciclo 1	Macro ciclo 2	Macro ciclo 3
Acoplamiento		0.88	0.93
Diferenciación		0.85	0.89
Ritmo	0.80	0.85	0.88
Reacción		0.84	0.85
Orientación	0.79	0.90	0.75
Equilibrio		0.78	0.87



También es de interés subrayar que la capacidad coordinativa de *equilibrio* se relacionó con la de *reacción* en el segundo y tercer macrociclos ($r = 0.88$ y $r = 0.77$, respectivamente) y con la de *acoplamiento* ($r = 0.86$) en el tercer macrociclo (véase la tabla 8).

■ Tabla 8. Correlación del equilibrio con las demás capacidades coordinativas

Prueba	Macrociclo 1	Macrociclo 2	Macrociclo 3
Acoplamiento			0.86
Diferenciación			0.82
Ritmo			0.83
Reacción	0.78	0.88	0.77
Orientación		0.79	0.80
Adaptación		0.78	0.87



Discusión

El presente estudio estableció el hecho de que, partiendo de una nueva conceptualización, las capacidades coordinativas específicas para el deporte del tenis pueden medirse y controlarse utilizando como herramienta de planificación el sistema de entrenamiento multidireccional por capacidades motoras, pues ello facilita

la aplicación de las cargas en el proceso de preparación del atleta tenista y, por ende, se consigue una afectación positiva y directa en el rendimiento deportivo, en amplia concordancia con lo establecido por Richter (cit. Lanier, 1993). Richter define las capacidades coordinativas como un complejo relativo psíquico-fisiológico de las condiciones del rendimiento, las cuales determinan el comportamiento del deportista. Asimismo, partiendo de los resultados del análisis comparativo, que muestran niveles de alta significancia, se puede establecer que, después de tres macrociclos (tres años), los atletas mejoraron los indicadores de sus capacidades coordinativas específicas para este deporte. Ahora bien, de acuerdo con lo manifestado en el análisis de correlación y mediante esta nueva conceptualización, después de tres macrociclos se estableció una interrelación positiva entre dichas capacidades, lo que generó un método confiable de control, medición y análisis de las mismas. Este método puede ser aplicable no sólo en el entrenamiento, sino en la competencia misma, ya que permite que dichas capacidades puedan monitorearse de manera individual y específica, facilitando con ello su desarrollo y mejora. Lo anterior confirma lo expuesto por Bariles (2009) en el sentido de que todas las capacidades coordinativas tienen su grado de participación en las acciones deportivas que más tarde el tenista realizará en la competición.

Es de gran importancia señalar que, en ningún momento, el autor de la presente investigación se opone a otras formas de estructurar, medir y controlar el entrenamiento para el deporte del tenis, independientemente de que éstas sean afines o no a lo establecido en esta nueva conceptualización y dosificación de la carga

mediante el sistema multidireccional del entrenamiento por capacidades motoras para el tenis. Si se toma en cuenta lo establecido por Lubbers (2008), respecto de que la estructuración y el control del entrenamiento, cuando tienen relación con la coordinación, tienden a vincularse con el trabajo específico de las capacidades de la condición física –en concreto, la reacción, el juego de pies y los aspectos generales de la agilidad y su efecto en la fundamentación técnica del juego, se puede afirmar que esta nueva conceptualización no se aleja por completo de lo establecido en los sistemas de entrena-

miento conocidos para el tenis, sino, por el contrario, que representa una propuesta que viene a enriquecer y a perfeccionar dichos sistemas.

Por lo que, una vez tomados en cuenta los resultados del presente estudio, puede confirmarse la hipótesis establecida previamente: esta nueva conceptualización de las capacidades coordinativas específicas para el tenis facilita la medición, el análisis y el control de las mismas y fomenta una adecuada dosificación de la carga en el entrenamiento del tenis.

Referencias

- BARILES, A. (2009), “Coordinación motriz” (<http://www.talentotenis.com/index>).
- FORTEZA, A. (1997), *Entrenar para ganar, la versión cubana del entrenamiento*, Madrid: Pila Teleña.
- GROSSER, M. (1992), *Entrenamiento de la velocidad*, Barcelona: Ediciones Roca.
- GUTIÉRREZ, S. & Ramírez, M. (1990), *Planificación y periodización del entrenamiento deportivo*, México: Editorial Didáctica Moderna.
- HERNÁNDEZ, R., Fernández, C. & Baptista, P. (1991), *Metodología de la investigación*, México: McGraw-Hill (2a. ed.).
- LANIER, A. (1993), *Fundamentos de la teoría y metodología del entrenamiento deportivo*, San Nicolás de los Garza: UANL-Facultad de Organización Deportiva.
- LANIER, A. (1999), “La metodología de la planificación del entrenamiento deportivo por el sistema por capacidades”, San Nicolás de los Garza: UANL-Facultad de Organización Deportiva, pp. 169-176.
- LUBBERS, P. (2008), “The progressive development of a high performance player” (El desarrollo progresivo de un jugador de alto rendimiento), *5th ITF Central American and Caribbean Regional Coaches Conference*, Sonsonate, pp. 53-54.
- MEINEL, K. & Schnabel, G. (2004), *Teoría del movimiento*, Buenos Aires: Stadium (2a. ed.).

OCHOA, F. (2007), “Sistema de Entrenamiento Multidireccional de Tenis de Campo por Capacidades Motoras y Cognoscitivas para las categorías de 14, 16 y 18 años varonil”, La Habana: Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo (tesis de doctorado).

PACHECO, R. (2007), *Teoría sobre el movimiento*, México: Trillas.

SPIEGEL, M. (1991), *Estadística*, España: Editorial Interamericana (2a. ed.).

TRIOLA, M. (2000), *Estadística elemental*, México: Pearsons Education.

VERKHOSHANSKY, Y. (2002), *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo*, Barcelona: Paidotribo.

WEINECK, J. (2005), *Entrenamiento total*, Barcelona: Paidotribo.

ZAMBRANO, L. & Vargas, R. (2002), *Diccionario básico de conceptos sobre actividades físico-deportivas y recreativas*, México: Supernova.

ZATSIORSKI, U.M. (1989), *Metrología deportiva*, Moscú: Planeta.

Resumen

Se emprendió un estudio de corte experimental, realizado en condiciones propias del entrenamiento deportivo, con el que se valida e innova un sistema de estructuras intermedias (bloques alternos) para el desarrollo de la fuerza especial en nadadores juveniles y de primera fuerza de nacionalidad mexicana. Se trabajó en torno de la idea de convertir y transferir al agua la capacidad de la fuerza adquirida en tierra, probando estos postulados en un grupo de 46 nadadores mexicanos de alto rendimiento. Se apreció una tendencia al incremento de la fuerza especial en los nadadores estudiados, lo que, unido a los resultados aportados por la estadística inferencial, corroboró la existencia de cambios significativos entre los estados inicial y final de la fuerza especial, a la vez que expresaron la validez del sistema de influencias manipulado.

Palabras clave

Fuerza muscular, bloques alternos, transferencia de la fuerza.

Abstract

We performed an experimental study within normal sport training conditions in which we implemented an innovative Intermediate Structure System –based on block alternation– searching to develop specific strength on Mexican juvenile and first force competitors. All exercise routines were oriented to develop and increase muscle strength on a sample of 46 high performance athletes, with the purpose of transferring the strength acquired on land into their water performance. By developing this system we were able to confirm the specific strength increment on the sample group. In addition, the results given by inference statistics proved the existence of meaningful changes between the initial and final specific strength and conclude in validating the correct handling influences system.

Keywords

Muscle strength, block alternation, strength transference.

Desarrollo de la fuerza muscular en nadadores de rendimiento, su conversión y transferencia

Óscar Ramírez Contreras¹

Introducción

Actualmente, el nivel de los resultados en la natación competitiva es extraordinariamente elevado. Sus logros en mucho dependen del adecuado perfeccionamiento de su sistema de preparación.

El objetivo principal de la natación competitiva es el aumento de la velocidad en el desplazamiento sobre la superficie del agua. De todos los factores que determinan la velocidad de nado, el que mayor significado tiene es el desarrollo funcional, reflejado en cierta medida en el fortalecimiento muscular. A mayor desarrollo muscular, el nadador puede trabajar más rápidamente sus palancas, creando con ello un mayor apoyo sobre el agua y un significativo desplazamiento hacia el frente.

Durante mucho tiempo, la concepción tradicional del desarrollo de las posibilidades de fuerza en nadadores se relacionaba sólo con los ejercicios realizados en el gimnasio. Más adelante se determinó que los ejercicios en tierra realizados con pesas, amortiguadores, elásticos, aparatos de bloques y poleas y balones medicinales no ejercían la debida influencia para el desarrollo de los músculos de la brazada; asimismo, que los medios para la preparación especial de la fuerza debían ser ejercicios que atendieran tanto a la estructura motriz como al ca-

rácter específico de coordinación neuromuscular que las acciones fundamentales de la actividad competitiva exigen.

No obstante el considerable número de investigaciones dirigidas al desarrollo de la fuerza como capacidad física general y, de manera específica, en el ámbito de la natación –Counsilman (1995), Scharamm (1987), Vaitsejovski (1992), Román (1992), Platonov (1994), Cometí (1998), Bompa (2000), Verkhoshansky (1999), Bosco (2000), Navarro (2003) y otros–, las interrogantes sobre la metodología para el desarrollo de la fuerza especial en nadadores de alta calificación no ha sido suficientemente tratada.

Al respecto existen escasos estudios a partir de los cuales se pudieran recuperar orientaciones metodológicas concretas (Vaitsejovski, Koshkin & Zenov, 1986; Fomichenko, 1996; Platonov, 1994; Navarro, 2002 y 2003; Ramírez, 2005).

Surge, por lo tanto, la imperiosa necesidad de experimentar científicamente en busca de conocimientos que permitan enfrentar este problema con miras a la solución de, entre otros aspectos, las regularidades y particularidades del paso, de las capacidades de fuerza obtenidas en la tierra a la actividad competitiva espe-

¹ Tercer lugar del área Rendimiento Deportivo en la categoría Abierta. Seudónimo: Bela y Licántropo. Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos. Distrito Federal. osramco@yahoo.com.mx

cífica en agua y, lo prioritariamente obligado, encontrar medios y métodos adecuados para proporcionar un constante nivel superior de utilización de las posibilidades de fuerza.

Es por ello que se precisa continuar cultivando el campo aplicado del entrenamiento de la fuerza como respuesta a las escasas metodologías que orienten acerca del desarrollo de esta capacidad y que, por otro lado, garanticen la mejora del rendimiento deportivo a los más altos niveles.

A partir de los anteriores argumentos se ha planteado el siguiente problema investigativo:

¿Qué influencia ejerce un entrenamiento con innovaciones al sistema de bloques alternos en el desarrollo de fuerza especial en nadadores?

Objeto de estudio. La planificación y dirección de sistemas de entrenamiento contemporáneos para el desarrollo de la fuerza especial en la natación de alto rendimiento.

Campo de acción. Redimensionamiento de los fundamentos técnico-metodológicos inherentes al sistema de bloques alternos para el desarrollo de la fuerza especial en los nadadores mexicanos.

Hipótesis. El entrenamiento de la fuerza en nadadores, a partir del sistema de bloques alternos con su carácter específico, secuencial e integrador, influye en el desarrollo significativo de esta capacidad.

Objetivo general. Diseñar planteamientos técnico-metodológicos para el desarrollo de la fuerza especial en nadadores de alto rendimiento.

Objetivos específicos. Fundamentar teórica y prácticamente las alternativas técnico-metodológicas diseñadas.

1. Constatar el desarrollo de la fuerza especial en los nadadores seleccionados.
2. Valorar la efectividad de las alternativas técnico-metodológicas diseñadas.

Marco teórico

En toda disciplina deportiva, el entrenamiento de la fuerza es hoy un ingrediente básico del entrenamiento de la condición física, aun cuando en determinadas disciplinas, como, por ejemplo, en el ámbito de la resistencia o el deporte colectivo, existan todavía justificadas reservas sobre la idoneidad de la metodología y las cargas que se suelen aplicar. El amplio espectro de aplicación del entrenamiento de fuerza y una serie de hallazgos en la investigación sobre este tema (Buhrle, 1995; Román, 1978; Cuervo, 1988; Verkhoshansky, 1977; Martín, 1993; Bompa, 1981; Kuznetsov, 1989; Schmidtbleicher, 1981, y otros) permiten profundizar en la fundamentación científica del entrenamiento de la fuerza y exigen no sólo una actualización de los esquemas vigentes en la metodología, sino, también, nuevas premisas teóricas para comprender el concepto de fuerza, así como la revisión de diferentes métodos con sus dosificaciones de carga correspondientes.

El sistema desarrollado y puesto en práctica está basado en la estabilización relativa del volumen de la carga y en el trabajo por zonas de intensidad de la carga como premisa fundamental, pues con ello se logra un aumento de la fuerza muscular sin alterar en demasía la constitución física del atleta en relación con su masa muscular.

Se pretende mejorar la coordinación y sincronización de los grupos musculares durante la ejecución deportiva específica.

Dos razones hacen imprescindible este entrenamiento de la fuerza sistemático para la natación:

- El desarrollo de unos músculos capaces de un rendimiento óptimo; lo cual es válido para las cadenas musculares participantes en la locomoción, pero también para los grupos musculares implicados en la sustentación del aparato locomotor.
- El desarrollo de capacidades de fuerza rápida que sirvan de base energética a las capacidades de esprint y a la economía y eficacia de la técnica en cada disciplina.

Método

Precisiones acerca del experimento y el diseño

Si se acepta que ningún diseño resuelve todos los problemas, conviene considerar que es la propia naturaleza del problema la que determinó cuál debería ser el diseño básico más apropiado y de qué modo debía elaborarse para satisfacer los requerimientos de la investigación.

El trabajo emprendido es de corte experimental y pretende probar la relación entre variables: la variable independiente o estímulo es el sistema de bloques alternos, y la dependiente, el desarrollo de fuerza especial en nadadores.

Se considera que el experimento es natural, pues se desarrolló en condiciones normales de entrenamiento deportivo. Además, como en todo proceso experimental, se ha empleado un conjunto de métodos y/o técnicas para evaluar el estado inicial y final de la variable dependiente, mediciones, pruebas y observaciones que permitieron ir apreciando la naturaleza de los cambios producidos, tras haber manipulado la variable independiente.

Este diseño de control mínimo también es denominado pretest-posttest para un solo grupo y, en él, la variable dependiente (niveles de fuerza) se midió antes y después en los diferentes bloques de la aplicación y antes de eliminar la variable independiente.

Lo que caracterizó el experimento realizado fue el hecho de relacionar las variaciones provocadas por la variable independiente con las variaciones que se observaron en la dependiente, por lo que se tuvo que realizar lo siguiente:

- Se determinó el estado inicial de la variable dependiente que se pretendía estudiar.
- Se introdujo la modificación que se pretendía analizar, manipulando la variable independiente.
- Se determinó el valor final alcanzado por la variable dependiente, relacionándolo con la modificación introducida.
- Se comparó el estado inicial y final de la variable dependiente.

Para verificar los cambios ocurridos en la variable dependiente, se tuvo que establecer un criterio de comparación entre los estados iniciales y finales, manteniendo las mismas influencias situacionales entre ambos estados.

Como acciones imprescindibles en la manipulación de la variable resultó necesario:

1. Consultar experimentos antecedentes (Vaitsejovski, 1988; Fomichenko, 1996; Platonov, 1994, 1997; Navarro, 2001, 2003; Verkhoshansky, 1990, 2002; Román, 1999, 2001; Ramírez, 2005) en los que se constató la exitosa forma de manipular la variable.

2. Evaluar la manipulación antes de conducir el experimento.
3. Incluir verificaciones para la manipulación.

Para lograr el control del experimento se intentó eliminar algunas de las fuentes de invalidación interna que a continuación se mencionan:

1. *Maduración.* Procesos internos que operan en los participantes como consecuencia del tiempo y que pudieron afectar los resultados del experimento, tales como el cansancio físico y psicológico (diversas reacciones adaptativas a la carga), variación de su estado motivacional, aumento de la edad (fenómenos de crecimiento y maduración).
2. *Instrumentación.* Se controló mediante adecuadas instrucciones a los auxiliares de la investigación y

mediante la sistemática calibración de los instrumentos de medición.

El sistema de influencias está integrado por tres bloques esenciales –alternos básicos, alternos de transferencia inicial de la fuerza y alternos de transferencia final de la fuerza– que pretenden asegurar el aprovechamiento del efecto acumulativo de entrenamiento y la conversión o transferencia a la actividad competitiva del nadador.

Este sistema forma parte de una macroestructura de entrenamiento, correspondiente al segundo macrociclo de preparación deportiva de los nadadores mexicanos juveniles de primera fuerza en la temporada 2009-2010, el cual aparece a continuación:

■ Tabla 1. Segundo macrociclo de preparación deportiva para nadadores mexicanos. Temporada 2010

Microestructura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Mes	Ene	Ene	Ene	Ene	Feb	Feb	Feb	Feb	Mar	Mar	Mar	Mar	Abr	Abr	Abr	
Días	4-9	11-16	18-23	25-30	1-6	8-13	15-20	22-27	1-6	8-13	15-20	22-27	29-3	5-10	12-17	
Capacidades:	R. I			R. I/II			R. II			VO₂ máx.		R. Lac.		Tol.	P.F.	C.F.
Frecuencias del estímulo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Entrenamiento en:	Gimnasio				Gimnasio				Gimnasio y piscina				Piscina			
Bloque:	B.A. Básico 1				B.A. Básico 2				B.A. Transferencia inicial				B.A. Transf. final			

Abreviaturas:

- R. I Resistencia básica I
 R. II Resistencia básica II
 VO₂ máx. Consumo máximo de oxígeno
 R. Lac. Resistencia láctica
 Tol. Tolerancia láctica
 P.F. Puesta en forma
 C.F. Competencia fundamental

Detallaremos cada uno de los tres bloques citados, que, si bien guardan una estructura similar, se diferencian cuantitativa y cualitativamente en su contenido.

Bloques básicos en gimnasio

Los constituyeron cuatro ejercicios especiales con pesas, un ejercicio de coordinación integral, un ejercicio de brazos, uno orientado al fortalecimiento del tronco y otro al de las piernas, cuatro ejercicios tradicionales para el desarrollo de la fuerza en la natación y un ejercicio para el desarrollo de la elasticidad, con los que se intentaba, por un lado, el trabajo armónico de cada plano muscular y, por otro, la acentuación en aquellos grupos musculares que mayor participación tienen en la actividad deportiva específica.

Bloque de transferencia inicial de la fuerza

El objetivo fundamental de este bloque consiste en iniciar el aprovechamiento de los niveles de fuerza obtenidos en los dos bloques precedentes, ya descritos (básicos 1 y 2), mediante una metodología específica que incorpora sesiones en la piscina a las sesiones ya realizadas en el gimnasio. En ellas, además de los ejercicios realizados con pesas y mancuernas, se ejecutan tracciones de ligas tanto en tierra como en agua, imitando algunas fases del estilo de nado o en integración total de la técnica; las distancias de nado se cubren con lastre y a velocidades competitivas o próximas a éstas.

Bloque de transferencia final de la fuerza

El objetivo de este último bloque consistió en terminar el proceso de conversión de la fuerza acumulada en los

bloques anteriores a la actividad competitiva específica de cada uno de los nadadores. Incluyó dos microciclos y cuatro sesiones de entrenamiento verificadas en el área de la piscina.

Realización del experimento

Todas las actividades contempladas en el experimento, incluida la aplicación del sistema de influencia en el gimnasio y la piscina, se realizaron en las instalaciones del Centro de Entrenamiento de la Acuática Nelson Vargas (ANVCE), ubicado en el Distrito Federal.

El grupo de estudio estuvo integrado por 46 nadadores juveniles y de primera fuerza, integrantes del equipo representativo del ANVCE, quienes participaron en las principales competencias nacionales e internacionales. De este grupo, como puede apreciarse en la tabla 2, 15 correspondieron al sexo femenino y 31 al masculino.

■ Tabla 2. El grupo de estudio en estilos de nado

Estilo	Varonil	Femenil	Total
Mariposa	4	1	5
Dorso	11	8	19
Pecho	9	3	12
Crawl	7	3	10
Total	31	15	46

Criterios para integrar el grupo:

- Cumplir con los tiempos tope (normativas de selección), específicamente en las distancias de 50, 100 y 200 metros para la prueba correspondiente.
- Ubicación entre los primeros 16 lugares del *ranking* nacional en su categoría y prueba respectiva.

- Participación sistemática por lo menos en tres macrociclos de entrenamiento, bajo las características del sistema de influencia propuesto.
- Disponibilidad y disciplina para el cumplimiento de todas las tareas propuestas en el sistema de preparación deportiva.
- Diagnóstico médico favorable (clínicamente sano) que permita al atleta afrontar sin riesgo evidente las cargas de entrenamiento planificadas.

Pruebas pedagógicas

Medición de la fuerza en el gimnasio. Para la medición de la fuerza en los diferentes grupos musculares, se eligieron tres ejercicios básicos fundamentales: *a)* fuerza parado; *b)* sentadilla; *c)* reverencia con flexión.

Esta prueba se aplicó en tres ocasiones en el macrociclo, y para ello se eligió siempre el primer día de entrenamiento en gimnasio que tuviera el grupo en turno.

La primera semana, en el microciclo número 1 del bloque básico 1; la segunda, en el microciclo número 4 del bloque básico 1, y la tercera, en el microciclo número 4 del bloque básico 2.

Medición de la fuerza en el agua

Para la medición de la fuerza en el agua se utilizó la prueba de tracción: el nadador se encuentra sujeto al banco de salida mediante un dinamómetro y una extensión elástica a la cintura, lo cual permite medir el nivel de fuerza desplegada por el nadador al ejecutar movimientos parciales o integrados del nado. Se realizó en dos ocasiones en las etapas de preparación correspondientes, para lo cual se eligió una sesión exclusiva al inicio del microciclo.

Primera, en el microciclo número 4 del bloque de transferencia inicial de la fuerza; y, segunda, en el microciclo número 2 del bloque de transferencia final de la fuerza.

Procesamiento de la información

Para procesar la información se utilizó el Paquete Estadístico SPSS para Windows, versión 11.0. A partir de la estadística descriptiva se determinaron las medidas descriptivas de media, desviación típica y coeficiente de variación, las cuales permitieron caracterizar las variables en estudio.

De la estadística inferencial, en los casos donde se aplicaron las pruebas en los tres momentos, se aplicó la prueba de Friedman para comprobar si al menos existe cambio de una prueba a otra. Se calcularon los estadísticos Shapiro Will, correspondientes a la prueba de bondad de ajuste, con el objetivo de analizar si las variables en estudio, así como la diferencia entre las pruebas (primera y segunda, segunda y tercera o primera y tercera), se distribuían normalmente. Esta prueba permitió decidir si era conveniente aplicar la prueba t para muestras relacionadas (paramétrica) o Wilcoxon (no-paramétrica) a fin de apreciar si los cambios entre dos pruebas eran significativos o no, lo que a su vez permitió determinar la ubicación de los cambios, después de encontrar significación con la prueba de Friedman.

En el caso de la estadística inferencial se utilizan los niveles de significación de 0.01, 0.05 o 0.1, que permiten determinar cambios muy significativos, significativos y medianamente significativos, respectivamente. Para tomar una decisión, comparamos el nivel de significación

con la significación de la prueba obtenida mediante el paquete estadístico en las correspondientes pruebas; en caso de que la significación de la prueba (probabilidad de rechazar la hipótesis nula) sea menor que el nivel de significación (límite de probabilidad que fija el investigador para rechazar o no la hipótesis nula), se dice que los cambios son muy significativos, significativos o medianamente significativos (según el nivel de significación utilizado). En las pruebas aplicadas, las hipótesis de nulidad fueron las siguientes:

Prueba de Friedman. “No existen cambios significativos en los tres momentos en que se aplicó la prueba.” Si ésta se rechaza, significa que hay cambios en al menos una prueba.

Prueba de bondad de ajuste Shapiro Will. “La variable se distribuye normalmente.” Rechazarla significa que la variable no se distribuye normalmente.

Prueba de los rangos señalados de Wilcoxon y prueba t de muestras relacionadas. En nuestro caso podemos considerar: “No existen cambios significativos de un momento a otro.” Rechazarla significa que existen cambios significativos de un momento a otro.

Resultados

Corroboración de la efectividad del sistema de influencias

Se calcularon incrementos de la fuerza especial en las diferentes pruebas realizadas en agua. A estos resultados se les aplicó la prueba Wilcoxon, ya que el objetivo principal de esta investigación contemplaba determinar si el incremento de esta fuerza específica, desplegada en el nado, resultaba significativo, tanto para el bloque alterno de transferencia inicial como para el de transferencia final.

Así, los resultados en el ejercicio de coordinación completa fueron superiores a los de brazos, mientras que los inferiores fueron los de pierna para los valores máximos; en el caso de los valores mínimos, puede apreciarse que los resultados mayores se encuentran en el ejercicio de coordinación completa y los menores en los de brazos. Ello resulta destacable para continuar afirmando los beneficios del sistema de influencias utilizado, ya que alcanzar progresos o ascensos en ejercicios de coordinación completa, que significan mayores niveles de exigencia en las habilidades, expresa las ventajas de interactuar con el sistema de bloques alternos.

■ Tabla 3. Medidas descriptivas de las variables constatadas en el agua (piernas)

Valores	Medición	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	Coefficiente de variación
Mínimos	1	46	4	14	7.83	2.397	30.6%
	2	46	4	15	8.53	2.491	29.2%
Máximos	1	46	4	14	8.46	2.553	30.2%
	2	46	6	14	9.61	2.049	21.3%

■ Tabla 4. Medidas descriptivas de las variables constatadas en el agua (brazos)

Valores	Medición	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	Coefficiente de variación
Mínimos	2	46	4	16	8.93	2.542	28.5%
	1	46	5	18	9.98	2.620	26.3%
Máximos	3	46	5	14	9.20	2.177	23.7%
	2	46	6	14	10.74	2.144	20.0%

■ Tabla 5. Medidas descriptivas de las variables constatadas en el agua (completo)

Valores	Medición	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	Coefficiente de variación
Mínimos	1	46	7	20	12.09	3.469	28.7%
	2	45	9	22	13.89	3.863	27.8%
Máximos	1	46	8	20	12.65	3.368	26.6%
	2	45	10	22	15.22	3.674	24.1%

■ Tabla 6. Resultados de la prueba Rangos Señalados de Wilcoxon, para comparar las pruebas en el agua (piernas)

Valores		N	Rangos	Estadístico	Significación	Observación
Mínimos	Aumentaron	27	21.26	-5.905	0.000	***
	Disminuyeron	14	20.50			
	Se mantuvieron	5				
Máximos	Aumentaron	30	22.50	-1.882	0.060	*
	Disminuyeron	11	16.91			
	Se mantuvieron	5				

* Cambios medianamente significativos.

*** Cambios muy significativos.

■ Tabla 7. Resultados de la prueba Rangos Señalados de Wilcoxon, para comparar las pruebas en el agua (brazos)

Valores		N	Rangos	Estadístico	Significación	Observación
Mínimos	Aumentaron	34	20.68	-5.905	0.000	***
	Disminuyeron	8	25			
	Se mantuvieron	4				
Máximos	Aumentaron	33	20.94	-3.178	0.001	***
	Disminuyeron	6	14.83			
	Se mantuvieron	7				

*** Cambios muy significativos.

■ **Tabla 8. Resultados de la prueba Rangos Señalados de Wilcoxon, para comparar las pruebas en el agua (completo)**

Valores		N	Rangos	Estadístico	Significación	Observación
Mínimos	Aumentaron	33	20.20	-5.905	0.000	***
	Disminuyeron	5	14.90			
	Se mantuvieron	8				
Máximos	Aumentaron	37	21.47	-4.331	0.000	***
	Disminuyeron	3	8.50			
	Se mantuvieron	6				

*** Cambios muy significativos.

Se corrobora, mediante el uso de la estadística inferencial, que los cambios observados anteriormente resultaron ser muy significativos, excepto en los valores máximos para las piernas (véanse las tablas 6, 7 y 8).

Generalización acerca de los resultados

Hay una marcada diferencia entre los resultados de los bloques de transferencia inicial y final, de los cuales este último sale significativamente favorecido. Los valores de la desviación estándar, en los dos bloques y para todos los ejercicios, evidencian que el efecto del sistema de influencia en toda la población fue más homogéneo y considerable para el BA de transferencia final.

En el bloque alterno de transferencia final se atendieron de manera equilibrada y proporcional los diferentes planos musculares y las tres zonas de intensidad fundamentales, mediante los ejercicios básicos, con pesas y con medios de influencia específica, realizados en el agua.

En los dos bloques básicos se realizó el control de la fuerza máxima y, además de los rangos absolutos, se determinaron los índices relativos una vez considerados

el peso corporal del nadador y la relación de su peso y estatura con la resistencia superada, por ser de gran interés en la práctica de la natación.

El desarrollo de la fuerza en el grupo de nadadores (hembras y varones) muestra tendencias de mejora. En la mayoría de los varones y en algunas mujeres se pudo comprobar que buena parte de los parámetros de la fuerza muestran cuotas de aumento permanentes, especialmente en lo que se refiere a la fuerza máxima.

Discusión

1. El entrenamiento propuesto y validado constituye una concepción dinámica de un bloque a otro, dentro de cada fase, apoyada por la ordenación de éstos en función de los efectos residuales de entrenamiento del trabajo precedente; lo anterior ofrece la oportunidad de conseguir efectos de entrenamiento más selectivos, inmediatos y acumulativos, a la vez que evita fragmentar el trabajo en tierra y en agua para el desarrollo de la capacidad de fuerza en los nadadores.

2. El sistema de bloques alternos para el desarrollo de la fuerza especial permitió revelar aspectos metodológicos, escasamente tratados en los reportes técnicos y la literatura especializada sobre el tema.
3. En las diversas mediciones efectuadas a lo largo del experimento, se pudo constatar, a diferencia de lo hasta ahora reconocido generalmente en la teoría, que a pesar del aumento en el peso corporal y la fuerza absoluta de algunos nadadores, existió también un incremento de la fuerza relativa, aunque no en la misma proporción.
4. El entrenamiento desarrollado permitió variar considerablemente los entrenamientos destinados a la preparación física del nadador en tierra (gimnasio) e incidir de manera eficaz y fundamental en el desarrollo de la fuerza especial, tras considerar que el entrenamiento integral de esta capacidad implica no sólo el trabajo específico muscular, sino el trabajo complementario que condiciona el resultado final del proceso.
5. Entre las principales ventajas del sistema de influencias propuesto y validado se pueden mencionar las siguientes:
 - Diversificación del proceso de entrenamiento en cuanto a objetivos, métodos, contenidos y medios.
 - La eficacia en el control del entrenamiento aumenta, puesto que los objetivos-direccionales son específicos para cada bloque.
 - Mayor supercompensación por el empleo de cargas acentuadas en periodos determinados de tiempo.
 - Carácter práctico y efectivo, al alcance de todos los entrenadores, con una menor cantidad de recursos disponibles y con posibilidades de adaptación a los espacios de las instalaciones.
6. Los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas, tanto en el orden descriptivo como en el inferencial, muestran cambios muy significativos en el desarrollo de la fuerza especial en los nadadores estudiados –lo que se hizo manifiesto con los resultados obtenidos en el bloque de transferencia final de la fuerza– y refieren un acertado aprovechamiento secuencial de los efectos de entrenamiento, al tiempo que permiten afirmar la pertinencia del sistema propuesto para el desarrollo de la fuerza especial en nadadores.
7. La preparación deportiva del grupo de nadadores se realizó mediante el control y aprovechamiento de los efectos del sistema diseñado, sin que se apreciaran influencias negativas derivadas de éste, que entorpecieran o impidieran el cumplimiento de las tareas restantes de entrenamiento, incluidas las técnico-tácticas y las condicionales del nado. Ello constituye un argumento de factibilidad, por las características de pertinencia y ajuste metodológico del sistema, para la distribución e interconexión de las cargas en la macroestructura.

Referencias

- BOMPA, T. (1995), *Periodización de la fuerza*, Buenos Aires: Biosystem.
- BOMPA, T. (1998), *Serious Strength Training*, Toronto: Human Kinetics-York University.
- BOMPA, T. (2000), *Periodización del entrenamiento deportivo. Programas para obtener el máximo rendimiento en 35 deportes*, Barcelona: Paidotribo.
- BOSCO, C. (2000), *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*, Barcelona: INDE.
- BUHRLE (1995), *Acerca del método de las contracciones máximas breves* (material de estudio), A. Sánchez, trad., México: Federación Mexicana de Natación.
- COMETÍ, G. (1998), *Los métodos modernos de musculación*, Barcelona: Paidotribo.
- COUNSILMAN, J.E. (1995), *La natación. Ciencia y técnica para la preparación de campeones*, Barcelona: Hispano Europea.
- CUERVO, P.C. (1988), *El levantamiento de pesas como deporte auxiliar*, La Habana: Dirección Nacional de Docencia, Imprenta José Huelga, INDER.
- FOMICHENKO, T. (1996), *Silavaya padgatovka v trenirovke plavtsov*, Volgogrado.
- KUZNETSOV, V. (1989), *Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto nivel*, Buenos Aires: Stadium.
- NAVARRO, F. (1998), *La resistencia*, Madrid, Gymnos.
- NAVARRO, V.F. & Rivas, F.A. (2001), *Planificación y control del entrenamiento en natación*, Madrid: Gymnos.
- PLATONOV, V. (1994), *La adaptación en el deporte*, Barcelona: Paidotribo.
- PLATONOV, V. (1997), *El entrenamiento deportivo. Teoría y metodología*, Barcelona: Paidotribo (Col. Deporte y Entrenamiento).
- RAMÍREZ, O. (2005), "Sistema de bloques alternos multivariados para el desarrollo de la fuerza especial en nadadores juveniles mexicanos de alto rendimiento", La Habana: ISCF (tesis doctoral).
- ROMÁN, I. (1999), *Megafuerza. Fuerza para todos los deportes*, Chile: Enfoque Cubano.
- ROMÁN, I. (2001), *Fuerza entrenamiento. Zona 3, Científico técnica*, La Habana: Instituto Cubano del Libro.
- ROMÁN, I. (2004), *Bibliografía* (material en CD), La Habana.
- SIFF, M. & Verkhoshansky, Y. (2000), *Superentrenamiento*, Barcelona: Paidotribo (Col. Deporte y Entrenamiento).

VAITSEJOVSKI, S.M. (1992), *Silavaya padgatovka plavtsov v vade. Plavanie, vviipusk vtaroi*, Moscú: Fisicultura y Sport.

VERKHOSHANSKY, Y. (1990), *Entrenamiento deportivo. Planificación y programación*, Barcelona: Roca.

VERKHOSHANSKY, Y. (1999), *Todo sobre el método pliométrico*, Barcelona: Paidotribo.

Resumen

El objetivo de este estudio de caso fue analizar, por medio de la electromiografía, el comportamiento muscular ante la fatiga central durante la recuperación activa con electroestimulación, en una sesión de entrenamiento de fuerza máxima. Se encontraron diferencias significativas en la intensidad de estímulo eléctrico producido en el músculo por las motoneuronas, en las fases excéntrica y concéntrica del cuádriceps y el bíceps femoral en varias ejecuciones de sentadilla con peso submáximo.

Palabras clave

Fatiga central, recuperación activa y fuerza máxima.

Abstract

The aim of this case study was to analyze the muscular behavior in a train session of maximum force when central fatigue comes during active recovery by electrostimulation. Significant differences were detected in the electrical stimulus intensity produced by the motoneurons toward the muscle in the excentric and concentric activation of the quadriceps and femoral biceps in several squat executions with submaximum weight.

Keywords

Central fatigue, active recovery, electromyography.

Fatiga muscular en la recuperación activa por medio de la electromiografía superficial

Adriana Romero Gómez Pedroso¹

Daniel García Salazar

Lucía Rodríguez Camacho

Julio César Dávila Ulloa

Hugo Daniel Cerón Pérez

Adrián Jefté Elías Jiménez

Introducción

En la actualidad existen varios métodos para trabajar la recuperación de forma activa, uno de ellos es la electroestimulación que, sin contracción voluntaria, manda un estímulo nervioso al punto motor del músculo para su activación y, por consiguiente, logra un aumento del flujo sanguíneo, seguido de un efecto endorfinico como analgésico para una relajación significativa de los músculos involucrados.

En este caso, el entrenamiento de fuerza máxima que llevó a cabo el atleta fue para inducir la fatiga y llevarlo a mejoras perceptivas de su transferencia a potencia en la ejecución del gesto técnico; el electroestimulador y la electromiografía ayudaron a analizar el comportamiento de los músculos fatigados durante una recuperación activa.

Marco teórico

Según Martin (2001), la fatiga se define como un estado particular, psíquico y físico, provocado por la aplicación de cargas físicas. Se manifiesta en la descoordinación de las funciones del organismo y la disminución temporal del rendimiento. El estado de fatiga es transitorio y reversible, y representa un incidente complejo que abarca

procesos físicos y psíquicos. Es por ello que, con la ayuda de la electroestimulación, se propone aquí reducir el nivel de fatiga muscular local como medio para la recuperación activa del atleta.

El electroestimulador envía un impulso eléctrico directamente al nervio motor, por medio de los electrodos, que da como resultado una sacudida del músculo; la suma de las sacudidas provocará la contracción muscular deseada, lo cual estará determinado por la frecuencia, el ciclo y los microsegundos de activación y reposo del estímulo.

La electromiografía superficial se define como el registro de la actividad eléctrica generada por el músculo estriado, lo cual se logra por medio de electrodos metálicos que, adheridos a la piel, se colocan justo en el punto motor del músculo que se pretende analizar.

Los tipos de acción muscular pueden ser: isotónico, tensión muscular constante; isométrico, longitud muscular constante; e isocinético, velocidad de movimiento constante. Además, el movimiento puede producirse bajo condiciones concéntricas, de acortamiento muscular, y excéntricas, de elongamiento muscular. En el presente estudio vamos a analizar las fases excéntrica y concéntrica de los músculos vasto interno, vasto externo

¹ Primer lugar del área Rendimiento Deportivo en la categoría Estudiante. Seudónimo: Yayis. Escuela Nacional de Entrenadores Deportivos. Distrito Federal. aromgp@gmail.com; adrihenry12@hotmail.com

y femoral de las extremidades izquierda y derecha, ya que son los agonistas en el trabajo de sentadilla a 90 grados.

Método

El estudio de caso que nos ocupa se realizó con un pentatleta de alto nivel, previamente a una significativa competencia internacional. En su entrenamiento de fuerza máxima, el atleta ejecutó ocho repeticiones de sentadilla con un peso submáximo (80% 1RM); al término de éstas, y sin descanso, realizó dos marchas y un fondo de esgrima para convertir a potencia en su técnica de ejecución. Se recuperaba durante tres minutos antes de realizar la siguiente serie, actividad que ejecutó por cuatro series para finalizar con el análisis y su entrenamiento de fuerza máxima.

Sujeto. Un atleta de alto nivel en la disciplina de pentatlón, de 22 años de edad, 68 kg de masa corporal y 1.72 m de estatura.

Materiales. Electromiógrafo Biometrics Ltd DataLog; electroestimulador Compex Mi Sport; software Biometrics DataLog para análisis electromiográfico; gel conductor; torundas.

■ Figura 1. Electroestimulador

Figura 2. Electromiógrafo. Figura 3. Gel conductor



Una vez que el atleta hubo terminado su etapa de calentamiento, se le colocaron seis electrodos metálicos para electromiografía en las porciones mediales (en el diámetro más significativo) de los músculos vasto interno, vasto externo y bíceps femoral de ambas piernas –anatomía de acuerdo con Floyd (2008).

Hecho esto, se colocaron electrodos adheribles sobre la piel del atleta en los músculos antes mencionados, todos sobre el punto motor previamente localizado, siguiendo la metodología de Pezarat *et al.* (2004), para iniciar el estímulo programado por el mismo electroestimulador como “recuperación activa”.

■ Figura 4. Colocación de los electrodos

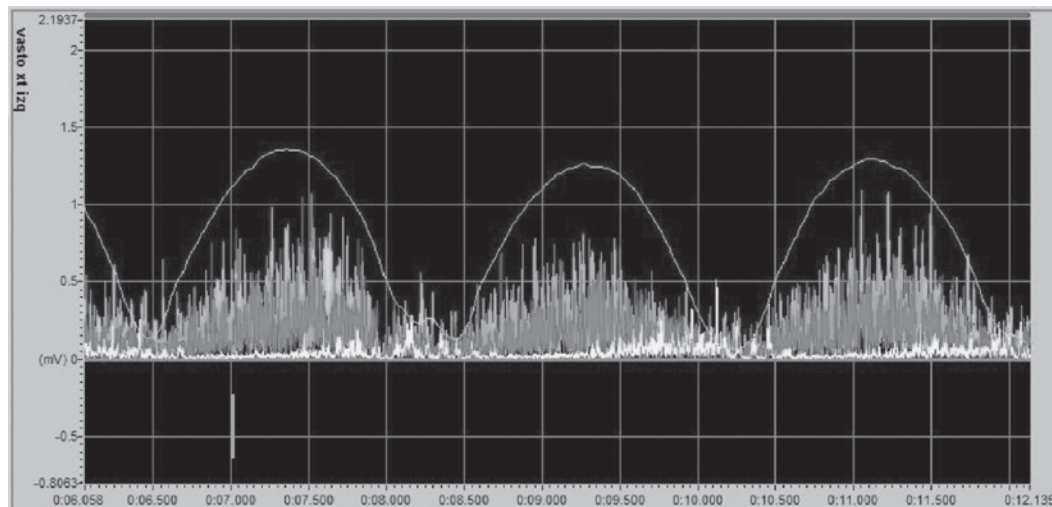


El atleta inició su sesión y, después de aproximadamente 60 segundos que tardaba su estímulo de trabajo, se recuperó activamente por un lapso de tres minutos hasta llegar a las cuatro series de trabajo.

Con un software de análisis de señal se filtraron los datos de la electromiografía mediante un filtro RMS; se normalizó la señal para obtener el comportamiento muscular a partir de parámetros de intensidad –medida en milivolts (mV)–, secuencia de activación muscular y

tiempo del estímulo generado. Estos datos se analizaron para obtener un patrón de comportamiento muscular, el cual se comparó con los datos recopilados; sin embargo, esto se efectuó con una recuperación pasiva.

■ Figura 4. Señal electromiográfica del comportamiento muscular



Resultados

Con la recuperación activa, la intensidad del estímulo al momento de la ejecución muestra diferencias significativas en los siguientes músculos:

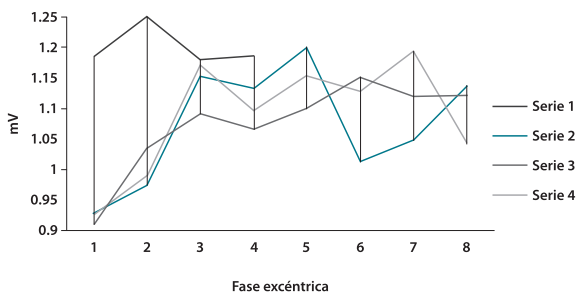
- Vasto interno: el derecho es más resistente, muscularmente hablando, que el izquierdo.
- Los músculos femorales están debilitados, ya que muestran una contracción isométrica sostenida al final de la ejecución y al principio de la misma.
- Al inicio de las repeticiones se activan más intensamente los vastos internos, a diferencia de los externos.

- Los vastos externos son los más estables en la fase excéntrica de la ejecución.

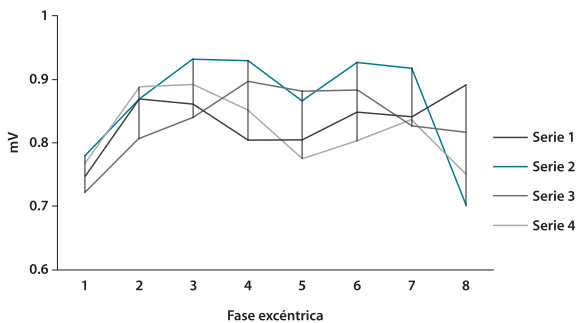
Discusión

Las gráficas que aparecen a continuación muestran la diferencia del estímulo generado (en mV) por los músculos en las fases excéntrica y concéntrica del ejercicio, lo cual arroja un parámetro cuantitativo para determinar el decremento de la fatiga muscular central que tuvo el atleta.

En esta gráfica puede observarse cómo fue recuperándose el atleta después de cada serie con la ayuda de la electroestimulación: su intensidad bajó en la tercera serie, lo que indica un retraso de la fatiga, para así terminar con una activación excéntrica menor que la primera.

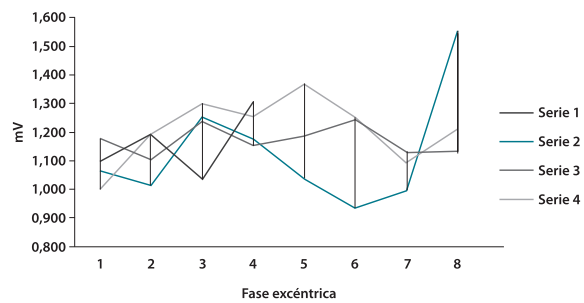


La gráfica anterior muestra estímulo medio en la primera serie y una fatiga en la segunda; la mayor intensidad muscular, seguida de un decremento y, luego, termina con una serie estable que demuestra fatiga central.

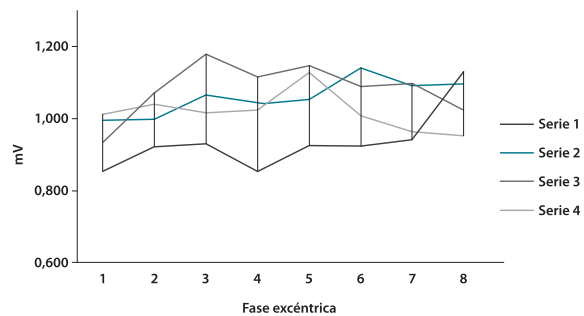


Por su tarea, de mayor exigencia muscular, la fase concéntrica de la ejecución muestra un pico de inten-

sidad de estímulo en la serie dos, el cual se justifica por el patrón en la fase excéntrica, que muestra fatiga en la gráfica anterior. La recuperación se mantiene en las primeras repeticiones de la última serie, para terminar con un buen desempeño muscular.



Esta gráfica muestra la fatiga expresada como un aumento de la intensidad de estímulo de las motoneuronas al músculo, ya que la serie tres y cuatro se elevan con picos de mV en las primeras repeticiones y decaen en las últimas, lo que hace notorio el último esfuerzo prefatigado del músculo.



Referencias

- FLOYD, R.T. (2008), *Manual de cinesiología estructural*, Barcelona: Paidotribo.
- MARTIN, D. (2001), *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*, Barcelona: Paidotribo.
- PEZARAT, P. & MIL-HOMENS, P. (2004), *A electromiografia, No estudo do movimento humano* (La electromiografía, un estudio del movimiento humano), Lisboa: FMH Edicoes.
- POMBO, M., RODRÍGUEZ, J., BRUNET, X. & REQUENA, B. (2004), *La electroestimulación: entrenamiento y periodización*, Barcelona: Paidotribo.
- WALKER, S., PELTONEN, J., ATHIAINEN, J., AVELA, J. & HAKKINEN, K. (2009), "Neuromuscular fatigue induced by an isotonic heavy-resistance loading protocol in knee extensors" (La fatiga neuromuscular inducida por un protocolo isotónico de carga de gran resistencia en los extensores de la rodilla), *Journal of Sports Sciences*, vol. 27, núm. 12, pp. 1271-1279.

Resumen

Esta investigación buscó conocer el efecto del cambio de intensidad en natación sobre la altura del vertical. Para ello se realizó un test de saltos que permitió comparar la altura alcanzada en el salto con contramovimiento (CMJ) tras nadar aplicando cuatro intensidades diferentes: aeróbico ligero (AEL), aeróbico intenso (AEI), anaeróbico láctico (CLA) y anaeróbico aláctico (ALA). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.001$) entre la intensidad AEL y el resto; la mayor altura alcanzada fue en el CMJ, tras nadar con más intensidad. Estos resultados sugieren que la mayor altura de salto obtenida tras nadar con más intensidad no se debe a la manifestación del ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA). Probablemente puede estar implicado el incremento en la frecuencia e intensidad de los impulsos nerviosos necesarios para realizar un batido más rápido en las velocidades de nado más elevadas.

Palabras clave

Triatlón, salto vertical, ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA).

Abstract

This research tests the effect of swimming at different intensities concerning the vertical jump height. Therefore a jumping test was conducted on 26 Mexican triathletes to compare the Counter Movement Jump (CMJ) height reached after swimming at four different intensities: light aerobic (AEL), intense aerobic (AEI), anaerobic lactic (CLA) and anaerobic alactic (ALA). Significant differences ($p < 0.001$) were found between AEL intensity and the rest; also, the great height on the CMJ was reached when high intensity swimming occurred. These results suggest that the greatest height jump obtained after the increased intensity swimming is not due to the stretch-shortening-cycle (SSC) manifestation. Probably the increase in frequency and intensity of nerve impulses required to perform a fast shake at higher speed swimming may be involved.

Keywords

Triathlon, vertical jump, stretch-shortening-cycle (SSC).

Alteración de la manifestación de la fuerza explosiva-elástica en función de la intensidad de nado previa en triatletas de nivel internacional

Javier Mon Fernández¹

Introducción

El triatlón actual se caracteriza, entre otros factores, por los ajustados finales debidos al esprint; en cada temporada se incrementa el número de triatletas que, en la línea de salida, opta por la consecución de la victoria. Esta igualdad que muestran los resultados genera una necesidad evidente de investigaciones concretas que expliquen qué sucede y por qué sucede este fenómeno; por ello, en las diferentes investigaciones se intenta dar respuestas e indicaciones concretas, con el fin de incrementar el rendimiento en cada uno de los segmentos que componen el triatlón (natación, ciclismo y carrera a pie) y en las transiciones que los unen.

Entre estas necesidades se encuentra la capacidad de realizar bruscos cambios de ritmo en los tres segmentos, demandando la manifestación de la fuerza explosiva elástica y de la fuerza explosiva elástica reactiva, sobre todo en el inicio, el final y las vueltas (en la natación y en las que tengan que efectuar para salir de nuevo a correr para iniciar la siguiente vuelta), las transiciones, los arranques de ciclismo y durante la carrera a pie. En todo ello, la influencia del reflejo de estiramiento y su relación con el ciclo de estiramiento-acortamiento muscular (CEA) es un detalle que hay que tener en cuenta y que, sumado al resto de factores determinantes del ren-

dimiento en triatlón, puede llegar a decidir eventos importantes si la planificación del entrenamiento, al tener en cuenta todos estos factores, es la adecuada.

Los estudios que se realizaron inicialmente en el triatlón trataban acerca de respuestas fisiológicas (Van, Kielblock & Linde, 1986; Kreider *et al.*, 1988; O'Toole, Douglas & Hiller, 1989), respuestas bioquímicas (O'Toole, Hiller, Roalstad & Douglas, 1988), el efecto de llevar traje de neopreno (Parsons & Day, 1986; Tousseint *et al.*, 1989) e, incluso, acerca de las lesiones producidas durante su práctica (O'Toole, Hiller, Smith & Sisk, 1989). En 1995 se permitió la práctica del drafting en dicha distancia, por lo cual se abrieron nuevas líneas de investigación que estudiaron y siguen estudiando actualmente la relación entre el rendimiento parcial en cada segmento y el rendimiento global en toda la competición (Guezennec *et al.*, 1996; Hausswirth *et al.*, 1999 y 2001; Millet, Millet & Candau, 2001; Delextrat *et al.*, 2003; Vleck, Burgi & Bentley, 2006; Bernard *et al.*, 2007).

También se estudió el perfil antropométrico necesario para alcanzar el éxito en esta complicada especialidad deportiva (Mon, 2008a y 2008b).

La aparición de nuevos materiales y el empleo de otras herramientas de registro han propiciado la evolu-

¹ Institución: Federación Mexicana de Triatlón, A.C. Distrito Federal. fmtri@triatlon.com.mx

ción de las investigaciones, pues permiten extraer datos acerca del comportamiento de la respuesta eléctrica muscular (EMG) en los triatletas, tanto en el pedaleo como en la carrera a pie (Bijker, Groot & Hollander, 2002; Hauswirth *et al.*, 2000; Heiden & Burnett, 2003; Lepers *et al.*, 2000; Nummela *et al.*, 2006; Paavolainen *et al.*, 1999a y 1999b; Mon, Maañón, Viana, Sánchez, Martín & Fernández, 2007), de lo cual se han derivado conclusiones que apuntan a los desajustes del sistema nervioso central y del periférico como una de las causas de la posible disminución del rendimiento en el segmento final.

Se sabe también que el triatlón se caracteriza especialmente por la dificultad para afrontar el segmento de carrera a pie, debido a los efectos residuales provocados por el segmento ciclismo (Miura, Kitagawa & Ishiko, 1997). Se apuesta por una modificación de las propiedades neuromusculares que afecten al patrón neuromuscular de la carrera como una de las posibles causas, porque se encontró un nivel diferente de activación en la musculatura del tren inferior en la transición del ciclismo a la carrera a pie (Heiden & Burnett, 2003), lo que expresa la necesidad de entrenar específicamente la segunda transición, tarea que se recomendó también para otros trabajos relacionados con el triatlón (Millet & Vleck, 2000; Torres, 2000).

Otras investigaciones estudiaron los efectos del cambio de cadencia en la carrera a pie, sin lograr unanimidad en las conclusiones. Así, Bernard *et al.* (2003) encontraron diferencias entre la carrera realizada de manera aislada y la efectuada tras un segmento previo de ciclismo, pero no entre las diferentes cadencias. Tam-

co se encontraron diferencias en las propiedades neuromusculares de los extensores de rodilla pedaleando al ritmo de cinco diferentes cadencias (Sarre & Lepers, 2005; Lepers, Millet & Maffiuletti, 2001). Vercruyssen *et al.* (2005) concluyeron que era mejor una cadencia energéticamente óptima que una incrementada para el posterior rendimiento en la carrera a pie, pues afirman que se consigue un ahorro metabólico con la disminución de la cadencia. A diferencia de estos autores, Gottschall y Palmer (2002) encontraron un incremento del rendimiento en la carrera a pie (velocidad) al aumentar previamente la cadencia en la etapa de ciclismo.

En este sentido, se encontró una disminución en la altura de salto realizada por los sujetos en el CMJ, tanto después de los 15 minutos de cadencia libre como después de los 15 minutos de cadencia reducida; sin embargo, no se vio afectada la altura del salto después de pedalear con una frecuencia 20% más elevada que la preferida, lo cual sugiere que el gesto de pedaleo a bajas intensidades (30% de la PAM) y bajas frecuencias puede alterar el patrón de activación necesario para realizar movimientos explosivos, como es el CMJ (Márquez *et al.*, 2009).

En la mayor parte de las investigaciones enumeradas en relación con la modificación de las frecuencias de movimientos, se mencionó el fenómeno de la *perseveración* y las alteraciones del patrón central del movimiento como explicación para algunas de las diferencias encontradas en el rendimiento en la carrera a pie (Bernard *et al.*, 2007).

En un esfuerzo por encontrar la distancia ideal de entrenamiento para la segunda transición (ciclismo-ca-

rrera a pie, T2), se concluyó que es a partir del segundo kilómetro cuando todas las variables fisiológicas, neuromusculares y biomecánicas dejan de mostrar diferencias significativas (Mon *et al.*, 2006 y 2007).

Una vez analizados los trabajos realizados en relación con la primera transición (natación-ciclismo, T1), Margaritis (1996) mencionó la importancia de realizar el segmento de natación y la T1 en condiciones fisiológicas controladas, ya que éstas podrían influir en el rendimiento de los dos siguientes segmentos. Éste es también el caso para la T2.

En varias investigaciones realizadas en Francia se encontró, entre otros resultados, un incremento de la eficiencia de 12.1% en los 10 minutos de inicio del ciclismo después de nadar 750 metros con neopreno a ritmo de competición en comparación con la ejecución del ejercicio prescindiendo del neopreno (Delextrat *et al.*, 2003a). También se comparó el empleo del drafting durante 750 metros de natación y su efecto sobre las fases iniciales del segmento de ciclismo llevando siempre neopreno, y se encontró 4.8% de mayor eficiencia tras hacer drafting en el inicio de la etapa de ciclismo (Delextrat *et al.*, 2003b). Del mismo modo, Delextrat *et al.* (2005) encontraron un descenso en la frecuencia de pedaleo y una media y picos de fuerza mayores durante los 10 minutos de pedaleo a 75% de la PAM tras nadar haciendo drafting a diferencia de nadar solo (Delextrat *et al.*, 2005a). En otra investigación del año 2005 encontraron un gasto energético mayor para realizar 30 minutos de ciclismo después de nadar 1 500 metros y de un calentamiento para ciclismo de baja intensidad (Delextrat *et al.*, 2005b).

Por su parte, en la Universidad de Westminster (Londres), se comprobó que un segmento más lento de natación en el triatlón de elite de distancia olímpica implica un gasto mayor en las primeras fases del ciclismo, lo que se correlaciona de forma negativa y significativa con el rendimiento en la carrera a pie, pues se sabe que esta última se correlaciona de forma positiva con el puesto final en meta en este nivel de triatlón (Vleck, Burgi & Bentley, 2006).

Peeling, Bishop y Landers (2005) encontraron mejoras de rendimiento en los tiempos de ciclismo y global en triatlón si se nada a intensidades más bajas; y, tras una revisión del tema, concluyeron que hay formas para no perder velocidad pero sí para ahorrar energía en este segmento a fin de no disminuir el rendimiento en los dos segmentos posteriores (Peeling & Landers, 2009).

Una vez observada la necesidad de aportar pautas de comportamiento técnico-táctico en el segmento de natación para minimizar los efectos negativos que esta actividad pueda generar tanto en la T1 como en el resto del triatlón, lo mismo en competición que durante el entrenamiento y su planificación, el presente estudio pretende adentrarse un poco más en lo que sucede en el dominio muscular de los triatletas al comparar cómo afectan las diferentes intensidades y duraciones de nado al componente elástico muscular, alterando el CEA y, con ello, la capacidad de producción de fuerza explosiva elástica medida por la altura de salto alcanzada en un CMJ, justo después de estas diferentes situaciones de nado.

Consideramos que es importante investigar en este campo y tener respuestas claras, dada la relación existen-

te entre el CMJ y el rendimiento en actividades explosivas, como un arrancón de carrera a pie al inicio de la T1 o un arrancón de ciclismo al inicio de ese segmento, pues esta fase de la competición cada vez influye más en la conformación de los grupos de ciclistas y, con ello, en el devenir del resto de la competencia.

Con este y otros estudios pretendemos también hacer llegar estos nuevos conocimientos científicos a la población de entrenadores y estudiantes de ciencias del deporte en México con el fin de situar a México a la vanguardia en de una investigación del triatlón que produzca conocimiento científico nuevo para el logro de buenos resultados deportivos, que, por cierto, poco a poco se van consiguiendo –recientemente se consiguió el 100% de las medallas en los Juegos Centroamericanos y del Caribe (JCC) y una medalla de bronce en los Primeros Juegos Olímpicos de la Juventud celebrados en Singapur en 2010.

Marco teórico

Para definir el concepto de “fuerza” conviene distinguir entre fuerza como magnitud física y fuerza como presupuesto para la ejecución de un movimiento deportivo (Harre, 1994). Desde el punto de vista de la física, *la fuerza (F) es una influencia que al actuar sobre un objeto hace que éste cambie su estado de movimiento, la cual se expresa como el producto de la masa (m) por la aceleración (a): (F = ma)*. Desde la perspectiva de la actividad física y el deporte, *la fuerza representa la capacidad de un sujeto para vencer o soportar una resistencia*. A partir de su musculatura, el ser humano es capaz de generar fuerza o tensión como resultado de la contracción muscu-

lar (García Manso, 1996a). Por su parte, Knuttgen y Kraemer (1987, cit. en García Manso, 1996a) definen la fuerza adaptándola a las características dinámicas de cada movimiento, ya que la entienden como “la capacidad de tensión que puede generar cada grupo muscular a una velocidad específica de ejecución”, pues el músculo tiene capacidades diferentes en función de las características del movimiento y las necesidades de la acción en los diferentes deportes.

Los factores que influyen en la posibilidad de desarrollar fuerza pueden clasificarse así: estructurales, nerviosos y de estiramiento.

- *Factores estructurales*: hipertrofia y composición de fibras musculares.
- *Factores nerviosos*: la fuerza desarrollada por la materia contráctil del músculo depende del tipo de estimulación y, en particular, de la frecuencia del estímulo (Cavagna, 1988). Por lo tanto, la fuerza que puede desarrollar cualquier músculo puede modificarse según dos formas: 1) variando el número de UM activadas (a mayor número, más fuerza), y 2) variando la frecuencia del potencial de acción que llega al músculo transmitido por alguna fibra nerviosa (a mayor frecuencia, más fuerza). Cometti (2007) enumeró los tres mecanismos que permiten aumentar la velocidad de contracción voluntaria: una activación más rápida, un aumento de la frecuencia y una mejora de la sincronización.
- *Factores de estiramiento*: elasticidad del sistema músculo-tendinoso y la intervención del reflejo de estiramiento.

a) *Elasticidad del sistema músculo-tendinoso*. Hablamos del “ciclo de estiramiento-acortamiento” (CEA) o *stretch-shortening-cycle* (SSC) para referirnos al fenómeno particular basado en la yuxtaposición de una acción excéntrica seguida de una acción concéntrica y que requiere tres condiciones para que intervenga (Komi & Gollhofer, 1997): tener una buena “preactivación” de los músculos antes de la fase excéntrica o que la fase excéntrica sea corta y rápida o que se produzca una transmisión inmediata (tiempo de acoplamiento corto) entre la fase de estiramiento (excéntrica) y la de acortamiento (concéntrica).

El CEA provoca un aumento de la fuerza muscular, incremento que se explica por los mecanismos implicados en el sistema músculo-tendón, cuya importancia a fue variando conforme evolucionaban las investigaciones. Actualmente, gracias a los trabajos de Fukunaga *et al.* (1996, cit. en Cometti, 2007) y Komi (2003, cit. en Cometti, 2007), se considera que ambos elementos desempeñan una función importante y se concluye que el comportamiento del sistema músculo-tendinoso varía en función de los músculos solicitados.

Otro factor que debe tenerse en cuenta en el estudio de saltos es el tipo de salto realizado, pues Komi (2003, cit. en Cometti, 2007) observó que las sollicitaciones del tendón rotuliano y del tendón de Aquiles son diferentes en el CMJ y en el *drop jump* (o saltos sucesivos).

Así, en el CMJ las tensiones son mayores a la altura de la rodilla que en el tendón de Aquiles, por lo que se puede concluir que el CMJ solicita y evalúa principalmente la potencia de rodilla (cuádriceps) y los saltos sucesivos (test de reactividad), y el *drop jump* solicita y evalúa principalmente la potencia de la pantorrilla.

b) *La intervención del reflejo de estiramiento o reflejo miotático (RM)*. Para poder relacionar el efecto del RM con el impulso, hay que comprobar que la duración de ambos es compatible; así, si la duración del arco reflejo es de 40 metros, el tiempo entre el estiramiento inicial y el aumento de la fuerza será de 55 metros, 40-45 metros para el arco y 12-14 metros para el retraso electromecánico (Komi, 2003, cit. en Cometti, 2007). Schmidtbleicher (1986, cit. en Schmidtbleicher, 2000) también ha demostrado la importancia de coordinar la fase de activación previa con la aparición del RM y encontró que los deportistas entrenados muestran una mejor coordinación entre la aparición del RM y la manifestación voluntaria de la fuerza, consiguiendo con ello una mayor producción de fuerza.

Schmidtbleicher (2000) diferencia dos tipos de impulsos utilizando el CEA: un tipo de CEA *lento*, con un gran desplazamiento de las articulaciones (cadera, rodilla y tobillo) y una duración de activación de 300 a 500 metros. Ejemplos en el deporte son: los saltos vertical y de Abalakov, los impulsos de bloqueo en vo-

leibol y los saltos en el baloncesto; estos saltos tienen las características del CMJ. O un tipo de CEA *rápido*, caracterizado por pequeños desplazamientos angulares y un tiempo de contacto de 100 a 200 metros. Ejemplos en el deporte son: las carreras, los saltos de longitud y de altura y los saltos de tipo rebote de algunos deportes colectivos.

La recuperación de la energía elástica depositada durante la fase excéntrica en los CEA rápidos permite, por ese motivo, una disminución del gasto energético (Cavagna, Saibene & Margaria, 1964; Cavagna, Dusman & Margaria, 1968; Shorten, 1987); además, el rol desarrollado por la recuperación de energía elástica podría ser más relevante a velocidades de carrera elevadas (Bosco & Rusko, 1983).

El fenómeno de almacenamiento y restitución de la energía elástica ha sido confirmado experimentalmente con plataforma de fuerza, mostrando que la fuerza de reacción del suelo tuvo una función lineal con el desplazamiento del cuerpo (Cavagna, Franzetti, Heglund & Willems, 1988), y confirmado de nuevo recientemente, pero además añadiendo la relación no muy fuerte pero sí significativa de la velocidad de descenso con la altura de salto alcanzada en el CMJ (González-Badillo & Marques, 2010).

Por tanto podemos hablar de dos formas de manifestación de la fuerza reactiva en función de cómo se produce el CEA (Vittori, 1990, en

García Manso, 1996), sin olvidar que dentro de la práctica deportiva nunca se manifiestan separadas.

- *La manifestación elástico-explosiva* tiene lugar cuando la fase excéntrica no se ejecuta a alta velocidad. Si el lapso que transcurre entre las fases de alargamiento-acortamiento (excéntrica-concéntrica), denominado tiempo de acoplamiento, es muy largo, la energía elástica se dispersa en forma de calor. Así, Wilson (1990, cit. en García Manso *et al.*, 1996) estableció unos valores aproximados entre el tanto por ciento en que la fuerza acumulada se disipa y la duración del periodo de acoplamiento, de tal forma que al segundo de duración se perdía ya más de 50% de la energía elástica acumulada. Lo cual se corresponde con los CEA lentos.
- *La manifestación elástico-explosiva-refleja* sucede cuando el alargamiento previo a la contracción muscular es de amplitud limitada y su velocidad de ejecución es elevada. Permite el desarrollo de una gran tensión en un corto periodo de tiempo. Esto se corresponde con los CEA rápidos.

El empleo del CMJ para evaluar la fuerza explosivo-elástica del tren inferior aparece ampliamente divulgado en la bibliografía específica (Bosco & Komi, 1979a y 1979b; Cavagna, Komarek & Mazzoleni, 1971; Bosco, 1984; Verkhoshansky, 2006; Cometti, 2007). En este salto se hace referencia a un trabajo muscular concéntrico precedido de una actividad excéntrica (Bosco, 1984), por lo cual es el tipo de salto utilizado para valorar la fuerza explosiva-elástica. Actualmente se puede

constatar que el CMJ permite medir la capacidad para desarrollar fuerza en un tiempo más largo que con el SJ, ya que la fase de amortiguación permite tener más tiempo para expresar fuerza. Así, ya no se enfoca en la elasticidad la única explicación de esta prueba. Cometti (2007) habló de 8 a 10 centímetros y Bosco (1984) de 15-20% respecto de la ganancia media del CMJ sobre el SJ. Los principales grupos musculares que participan en la capacidad de salto medida durante el test de CMJ son los extensores de la rodilla, cadera y tobillo, los cuales contribuyen con valores aproximados de 49, 28 y 23%, respectivamente (Hatze, 1998).

En cuanto al CEA en triatlón y sus manifestaciones, hay que decir que la transición de ciclismo a carrera a pie constituye un cambio importante, pues se pasa de una situación sin sobrecarga (ciclismo) a una actividad con sobrecarga, lo cual requiere que la coordinación de los músculos de las piernas se mantenga mientras se cambia de una actividad predominantemente concéntrica en la acción del pedaleo a una actividad con CEA, común en la carrera (Millet, Millet, Hofmann & Candau, 2000; Quigley & Richards, 1996). En este sentido, en el triatlón, la actividad combinada de nadar, correr descalzos y, después de unos 30 a 60 segundos, pedalear con una intensidad elevada, todo ello (T1) demanda tanto CEA rápidos como lentos, por lo que constituye un campo que hay que explorar.

Mon *et al.* (2005) también encontraron, tras una investigación, que el CMJ incrementó su altura tras la realización del test de VAM, mismos resultados que posteriormente encontrarían Boullosa y Tuimil (2009). Estos autores no encontraron correlación del rendimiento en

el salto vertical con el rendimiento en los test realizados (Boullosa y Tuimil, 2009); de igual forma, en un estudio efectuado con triatletas mexicanos, no se encontró correlación entre las variables cinemáticas y el rendimiento en el CMJ, lo que alude a la diferente duración del CEA en la carrera a una velocidad moderada (CEA rápido) y el CMJ (CEA lento) (Mon, García, González & Maañón, 2009a). De hecho, el comportamiento cinemático de la carrera a pie de los triatletas mexicanos está siendo estudiado en la actualidad (Mon *et al.*, 2009b). En la misma investigación, Mon *et al.* (2005) encontraron un incremento de la altura del CMJ después de correr cinco kilómetros a una intensidad de competición, a diferencia del salto base; además, también encontraron una disminución de la altura en el CMJ después de efectuar un test de PAM en cicloergómetro, con lo que se comprueban nuevamente los diferentes efectos que pedalear y correr tienen sobre la manifestación explosiva-elástica de la fuerza.

Por tanto, las propiedades neuromusculares implicadas en el CMJ resultan afectadas por elevadas intensidades de esfuerzo en bicicleta, pero no así en la carrera (Heiden & Burnett, 2003; Gómez *et al.*, 2002; Mon *et al.*, 2005). Posiblemente la ausencia de ciclos de estiramiento-acortamiento durante el pedaleo provoque una alteración en los mecanismos neuromusculares implicados en el CMJ (Mon *et al.*, 2005), ya que los ejercicios con ciclo estiramiento-acortamiento se caracterizan por aumentar el rendimiento, a diferencia del trabajo realizado en condiciones de sólo acortamiento (Bosco *et al.*, 2003).

Variables de estudio

Variables independientes

- AEL: intensidad de nado en aeróbico ligero (60-70% FcMax).
- AEI: intensidad de nado en aeróbico intenso (80-90% FcMax).
- ALA: intensidad de nado en anaeróbico aláctico (95-100% de la velocidad máxima).
- CLA: intensidad de nado en anaeróbico láctico (90-95% de la velocidad máxima).

Variables dependientes

- CMJ: altura alcanzada en un salto con contramovimiento.

Método

Sujetos. 26 triatletas varones concentrados con la selección nacional mexicana; dos de ellos fueron triatletas de la selección nacional de Japón, que estaba entrenando con la selección nacional de México.

■ Tabla1. Datos generales de edad, altura y peso

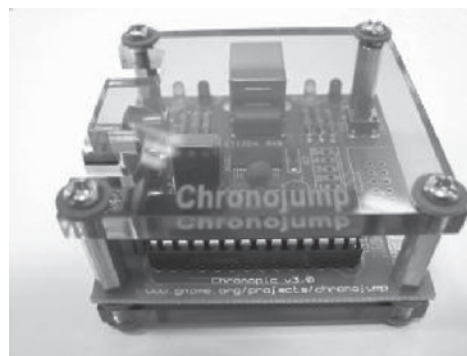
	Edad (años)	Altura (cm)	Peso (kg)
Media	21.0	177.0	66.1
Dt	4.0	4.3	3.4

De la muestra, 80% fue seleccionado para representar a México por lo menos en el campeonato panamericano de la especialidad y, entre los sujetos evaluados, había desde campeones nacionales de triatlón hasta triatletas mundialistas y olímpicos.

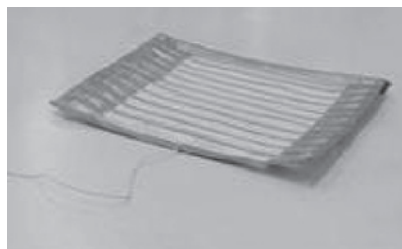
Material. Para el presente estudio se empleó una plataforma de contactos elaborada por el área de I+D+I

del SIMEDAR en el 2009, la cual había sido utilizada en diferentes estudios de otras disciplinas deportivas en México.

- Figura 1. Procesador Cronopic (a), plataforma de contactos (b) y computadora con software Cronojump v 0.9.2 (c)



a)



b)



c)

El software utilizado es de acceso libre en Internet, está validado y ha sido presentado en congresos tales

como el de la ACSM en Seattle (2009) con el título del cartel: *Validity of new Chronopic v.3 open hardware to measure time on jump related tests*, por Xavier de Blas, Juan González-Gómez y Ricardo Gómez.

Procedimiento. La toma de datos se realizó durante la concentración de la selección nacional mexicana rumbo a la Copa Continental de Mazatlán 2010, por lo que el momento de la temporada fue en el primer periodo pre-competitivo de ese mismo año. Los días seleccionados para la extracción de datos fueron los de la tercera semana de las tres que duró la concentración, y las sesiones se llevaron a cabo por la mañana para repetir el mismo horario de la toma de datos, y siempre después de un día en el que los atletas no hubiesen tenido una intensidad elevada; se realizó una recuperación de 48 horas después del entrenamiento intenso para que los resultados no se viesen afectados por una posible fatiga previa. Se realizaron dos intensidades de salto en el primer día (AEL y AEI) y dos intensidades anaeróbicas en el segundo día (CLA y ALA). El calentamiento previo a la realización de las intensidades de nado correspondientes fue de 1 500 metros variados de nado continuo, ejercicios de técnica y progresivos para activar.

Las series previas a los saltos en cada intensidad fueron:

- Para AEL fueron: 3 x 800 m a 60-70% de la Fc-Max.
- Para AEI fueron: 4 x 400 m a 80-90% de la Fc-Max.
- Para CLA fueron: 6 x 150 m a 85-90% de la Vel. máxima.
- Para ALA fueron 8 x 25m al 95-100% de la Vel. máxima.

Los saltos se realizaban inmediatamente después (de 30 a 60 segundos) de finalizar la serie correspondiente a las intensidades especificadas. Además, se comparó el CMJ tras la intensidad de nado AEL en dos momentos de la sesión para desestimar una mala ejecución o un efecto del momento de la sesión en la consecución de una mayor o menor altura del salto que pudiese provocar conclusiones erróneas (Fernández *et al.*, 2003); se encontró que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre estas dos mediciones, por lo que los resultados obtenidos sí fueron válidos para extraer conclusiones importantes. En cuanto a la ejecución, todos los triatletas fueron evaluados y corregidos con anterioridad en las sesiones de entrenamiento para el acondicionamiento físico con el fin de que no hubiese problemas de ejecución en el momento de realizar los saltos. La observación y el registro de los saltos válidos lo llevaron a cabo personas especializadas en este análisis con más de ocho años de experiencia en estudios relacionados con la capacidad de salto vertical y publicaciones de impacto en revistas científicas.

Para la ejecución correcta del CMJ, los sujetos se colocaron sobre el tapiz de la plataforma de contacto cumpliendo con los siguientes requisitos en su posición inicial: manos apoyadas sobre las caderas, piernas separadas un espacio aproximadamente igual a la anchura de las caderas, rodillas sin flexionar, tronco recto, pies dirigidos al frente, mirada dirigida hacia delante. Desde esta posición y tras la orden de ejecución, el sujeto efectúa una flexión y extensión de las piernas con una alta velocidad de ejecución; el descenso del centro de gravedad debe ser con una angulación de hasta, aproximadamen-

te, 90° en la articulación de la rodilla. Durante todo el salto, las manos deben permanecer en la posición inicial y las rodillas extendidas. Tanto el despegue como la recepción deben realizarse con la punta del pie y no con la planta y en el centro de la plataforma.

El diseño de esta investigación fue uno denominado intragrupo de medidas repetidas, que representa un análisis de las modificaciones que pueden aparecer en la altura alcanzada en el CMJ en función de la intensidad a la que se realiza un esfuerzo de natación previo.

Análisis estadístico. El análisis de los datos se realizó por medio de un tratamiento estadístico descriptivo con el Statistical Package for Social Sciences (SPSS, v. 15.0), y consistió en un análisis de medias y desviaciones típicas, un análisis de la normalidad de los datos, un análisis inferencial con la prueba de análisis de t de Student para muestras relacionadas, y una ANOVA de medidas repetidas que permite conocer los efectos de la variable independiente (intensidad de nado) sobre la dependiente; se tomó como significativo un valor de $p \leq 0.05$. Además, se realizó un análisis de correlaciones bivariadas de Pearson.

Resultados

Tras el análisis estadístico, las pruebas arrojaron los siguientes resultados:

■ **Tabla 2. Comparativa, por pares, de la altura del salto en CMJ, entre AEL, AEI, CLA y ALA**

N = 13	AEL	AEI	N = 13	AEL	CLA	N = 22	AEL
ALA Media	31.9	35.9	Media	32.4	34.7	Media	31.7
33.4 dt	3.1	3.4	dt	2.9	2.6	dt	2.6
	3.3						
P < 0.001				P < 0.001		P < 0.001	

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.001$) en la altura del CMJ después de nadar con una intensidad de AEL, en comparación con la altura alcanzada después de nadar con una intensidad superior, siendo ésta 13, 7 y 6% superior en las intensidades AEI, CLA y ALA, respectivamente, de conformidad con lo esperado.

■ **Tabla 3. Comparativa, por pares, de la altura del salto en CMJ, entre AEI, CLA y ALA**

N = 9	AEI	CLA	N = 9	AEI	
	ALA	Media	36.4		
	34.4	Media	36.4	32.7	dt
	3.8	3.0	dt	3.8	4.1
	P = 0.067				P < 0.05

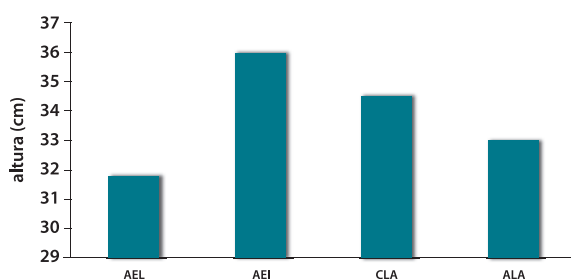
Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el rendimiento de CMJ al comparar las alturas después de nadar con una intensidad de AEI con el rendimiento después de nadar con una intensidad próxima a la máxima velocidad pero de corta duración (ALA); en concreto, la diferencia fue de un 11.4% superior en AEI.

Sin embargo, al comparar la intensidad AEI (aeróbica) con la intensidad CLA (anaeróbica láctica), aun estando próxima a la significación, la diferencia de 5.5% a favor del salto después de la intensidad AEI, no llegó a ser significativa ($p = 0.067$), por lo que la manifestación de la fuerza explosiva elástica en el CMJ no se diferencia, después de nadar con una intensidad de AEI, de una intensidad con una producción elevada de LA en los triatletas estudiados.

N = 9	ALA	
	CLA	Media
		33.7
34.7 dt		3.8
		2.6
		P = 0.186

Finalmente, no se encontraron diferencias significativas en la altura del salto tras comparar las situaciones ALA y CLA, por lo que, después de los esfuerzos de tipo anaeróbico, ya fuesen lácticos o alácticos, la manifestación explosiva elástica de la fuerza no se alteró en el CMJ ($p = 0.186$) cuando se compararon entre sí.

■ Gráfica 1. Evolución del CMJ en función de la intensidad previa de nado



Discusión

Los resultados encontrados permiten concluir que, así como sucede con los otros gestos cíclicos que componen el triatlón (ciclismo y carrera a pie), en los que también se incrementó la altura de salto tras aumentar la frecuencia en el ciclismo pero con resistencias bajas (Márquez, 2009) o la intensidad de los movimientos en la carrera a pie pero con una cierta duración (Mon *et al.*, 2005), la manifestación explosiva elástica de la fuerza muestra un rendimiento mayor en la altura del salto

con contramovimiento, después de realizar una etapa de natación previa con intensidades superiores a las de aeróbico ligero (60-70% de la FcMax).

La perseverancia (Bernard *et al.*, 2007) podría ser una posible explicación de este incremento de la altura tras una serie de movimientos cíclicos que no se caracterizan por demandar un CEA ni largo ni corto, ni tampoco por la aparición del reflejo miotático, ya que, incluso en las vueltas, se parte de una posición de flexión previa del tren inferior cuando se llega a la pared, por lo que el régimen de contracción predominante durante todos los movimientos de la natación al estilo crol es de tipo concéntrico, a diferencia de la carrera a pie o los saltos reactivos, en los que el régimen de contracción muscular predominante es el excéntrico-concéntrico con CEA corto y aprovechando el efecto del reflejo miotático.

De este modo, la ausencia de estímulos que demanden ajustes en la sincronización del CEA con el reflejo miotático y con la rigidez muscular (*stiffness*) durante la natación, ya que la resistencia que se ha de vencer es muy baja a la hora de ejecutar el batido de crol, lleva a pensar que probablemente el estímulo que provoca el incremento en la altura del salto se origina a nivel central, pues el SNC debe trabajar de forma activa para enviar una mayor cantidad de impulsos nerviosos a fin de incrementar la velocidad de batido conforme se incremente la velocidad de nado. Incluso en la intensidad de AEL, muchos nadadores y triatletas nadan con un batido de dos tiempos en lugar de efectuar un batido de seis tiempos, por lo que ésta puede ser otra explicación del incremento de la altura de salto, ya que la forma de trabajar y las de-

mandas hechas a los sistemas nervioso y muscular son muy diferentes en los dos movimientos (nadar y saltar), aparte de que son diferentes en cuanto que uno es un movimiento alternativo de piernas (batido de crol) y el otro es un movimiento simultáneo (salto).

Siguiendo con la línea de explicación anterior, si hacemos un rápido y sencillo cálculo del tiempo que lleva realizar el gesto completo de batido de crol por una pierna, obtenemos que, a una frecuencia de brazada propia del nado a intensidades bajas, es de aproximadamente 300 metros si el triatleta o nadador lleva una coordinación de seis tiempos por cada ciclo de brazada, porque si lleva una coordinación de piernas de dos tiempos, el lapso que emplearía para realizar un batido sería aproximadamente de un segundo; en cambio, a intensidades más elevadas o de velocidad pura, las frecuencias de brazada se incrementan notablemente, pues pasan de 30-35 a 45-55 ciclos por minuto en distancias cortas; y cambiando el batido de dos tiempos a uno de seis tiempos en la práctica total de los nadadores, la duración de cada batido sería de unos 200 a 250 metros, por lo que se acercaría a una duración próxima a la del contacto del pie con el suelo en las carreras a pie lentas o moderadas, pero sin existir el CEA propio de ésta.

Entonces, podemos observar cómo, en función de la intensidad de nado, el tiempo de ejecución del batido de crol se modifica notablemente demandando una cantidad e intensidad de impulsos nerviosos mucho mayor que a intensidades bajas y, por lo visto, influyendo en un gesto posterior que demanda una activación máxima del sistema nervioso central y periférico para obtener la máxima altura de salto.

Si se analizan los ángulos de ejecución de un gesto u otro resulta evidente que son muy diferentes entre sí, razón por la cual de nuevo hay que centrarse en la justificación anterior para encontrar la explicación de este incremento de altura de salto.

Por lo tanto y a modo de conclusiones:

- Se requiere investigar más los efectos de las diferentes intensidades, frecuencias de movimientos y duración de los esfuerzos característicos del nado, el pedaleo y la carrera para conocer los efectos que tienen unos sobre otros y sobre las diferentes manifestaciones de la fuerza y su fatiga.
- Hay que realizar nuevas investigaciones siguiendo esta línea, pero utilizando no sólo el CMJ sino también el SJ y los saltos reactivos para conocer los efectos sobre las otras manifestaciones de la fuerza, muy útiles para pedalear (fuerza explosiva) y tremendamente necesarias para un rendimiento óptimo en la carrera a pie (fuerza explosivo-elástica-reactiva), que finalmente es como se ganan los triatlones.
- Se puede afirmar que, en cuanto al proceso de planificación del entrenamiento y teniendo en cuenta los resultados encontrados, una forma de evitar los conocidos efectos negativos que la natación tiene sobre la pérdida de las fuerzas explosivo-elástica y elástica-reactiva, puede ser la introducción más frecuente de repeticiones de trabajo de patada a una intensidad elevada en las sesiones de entrenamiento.
- La conocida estrategia de incrementar el batido en los metros finales de la natación para el ini-

cio de la primera transición (Ballesteros, 1987) es acertada y este estudio justifica su empleo, dado el incremento en la capacidad de producción de fuerza explosivo-elástica que se comprobó tras efectuar pruebas de nado a intensidades elevadas,

lo cual resultó muy útil para el arrancón desde el agua hasta el momento en que se alcanza una velocidad de carrera, cuando ya la fuerza demandada es la elástica-reactiva.

Referencias

- BALLESTEROS, J. (1987), *El libro del triatlón*, Madrid: Arthax S.L.
- BERNARD, T., Verduyssen, F., Grego, F., Hausswirth, C., Lepers, R., Vallier, J.M. *et al.* (2003), "Effect of cycling cadence on subsequent 3 km running performance in well trained triathletes", *British Journal of Sports Medicine*, vol. 37, núm. 2, pp. 154-158, discusión 159.
- BERNARD, T., Verduyssen, F., Mazure, C., Gorce, P., Hausswirth, C. & Brisswalter, J. (2007), "Constant versus variable-intensity during cycling: Effects on subsequent running performance", *European Journal of Applied Physiology*, vol. 99, núm. 2, pp. 103-111.
- BIJKER, K.E., Groot, G. de & Hollander, A.P. (2002), "Differences in leg muscle activity during running and cycling in humans", *European Journal of Applied Physiology*, vol. 87, núm. 6, pp. 556-561.
- BOSCO, C. (1984), *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*, Barcelona: Paidotribo.
- BOSCO, C. & Komi, P.V. (1979a), "Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscles", *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, vol. 41, núm. 4, pp. 275-284.
- BOSCO, C. & Komi, P.V. (1979b), "Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching", *Acta Physiologica Scandinavica*, vol. 106, núm. 4, pp. 467-472.
- BOSCO, C. & Rusko, H. (1983), "The effect of prolonged skeletal muscle stretch-shortening cycle on recoil of elastic energy and on energy expenditure", *Acta Physiologica Scandinavica*, vol. 119, núm. 3, pp. 219-224.
- BOSCO, C., Tihani, J., Komi, P.V., Fekete, G. & Apor, P. (2003), "Almacenamiento

y recobro de energía elástica en músculos esqueléticos humanos de tipo de fibras lentas y rápidas”, www.sobreentrenamiento.com, 4/I/2003, Pid 61.

- BOULLOSA, D.A. & Tuimil, J.L. (2009), “Postactivation potentiation in distance runners after two different field running protocols”, *Journal of Strength & Conditioning Research*, vol. 23, núm. 5, pp. 1560-1565.
- CAVAGNA, G.A. (1988), *Muscolo e Locomozione*, Milán: Cortina.
- CAVAGNA, G.A., Dusman, B. & Margaria, R. (1968), “Positive work done by a previously stretched muscle”, *Journal of Applied Physiology*, vol. 24, núm. 1, pp. 21-32.
- CAVAGNA, G.A., Saibene, F.P. & Margaria, R. (1964), “Mechanical work in running”, *Journal of Applied Physiology*, vol. 19, núm. 2, pp. 249-256.
- CAVAGNA, G.A., Komarek, L. & Mazzoleni, S. (1971), “The mechanics of sprint running”, *Journal of Physiology*, vol. 217, núm. 3, pp. 709-721.
- CAVAGNA, G.A., Franzetti, P., Heglund, N.C. & Willems, P. (1988), “The determinants of the step frequency in running, trotting and hopping in man and other vertebrates”, *Journal of Physiology*, vol. 399, pp. 81-92.
- COMETTI, G. (2007), *Manual de pliometría*, Barcelona: Paidotribo.
- DELETRAT, A., Brisswalter, J., Hausswirth, C., Bernard, T. & Vallier, J.M. (2005b), “Does prior 1,500 m swimming affect cycling energy expenditure in well-trained triathletes?”, *Canadian Journal of Applied Physiology*, vol. 30, núm. 4, pp. 392-403.
- DELETRAT, A., Bernard, T., Hausswirth, C., Vercruyssen, F. & Brisswalter, J. (2003a), “Effects of swimming with a wet suit on energy expenditure during subsequent cycling”, *Canadian Journal of Applied Physiology*, vol. 28, núm. 3, pp. 356-369.
- DELETRAT, A., Tricot, V., Bernard, T., Vercruyssen, F., Hausswirth, C. & Brisswalter, J. (2003b), “Drafting during swimming improves efficiency during subsequent cycling”, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 35, núm. 9, pp. 1612-1619.
- DELETRAT, A., Tricot, V., Bernard, T., Vercruyssen, F., Hausswirth, C. & Brisswalter, J. (2005a), “Modification of cycling biomechanics during a swim-to-cycle trial”, *Journal of Applied Biomechanics*, vol. 21, núm. 3, pp. 297-308.
- FERNÁNDEZ DEL OLMO, M., Viana, O. & Martín Acero, R. (2003), “Fiabilidad de las pruebas de salto vertical (sj, cmj, cmja) en estudiantes de E.F.”, *II Congreso Mundial de la Actividad Física y del Deporte*, Granada.

- GARCÍA MANSO, J.M., Navarro Valdivielso, M. & Ruiz Caballero, J.A. (1996a), *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones*, Madrid: Gymnos.
- GARCÍA MANSO, J.M., Navarro Valdivielso, M. & Ruiz Caballero, J.A. (1996b), *Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte*, Madrid: Gymnos.
- GÓMEZ, A.L., Radzwich, R.J., Denegar, C.R., Volek, J.S., Rubin, M.R., Bush, J.A. *et al.* (2002), "The effects of a 10-kilometer run on muscle strength and power", *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 16, núm. 2, pp. 184-191.
- GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. & Marques, M.C. (2010), "Relationship between kinematic factors and countermovement jump height in trained track and field athletes", *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 24, núm. 12, pp. 3443-3447.
- GOTTSCHALL, J.S. & Palmer, B.M. (2002), "The acute effects of prior cycling cadence on running performance and kinematics", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 34, núm. 9, pp. 1518-1522.
- GUEZENNEC, C.Y., Vallier, J.M., Bigard, A.X. & Durey, A. (1996), "Increase in energy cost of running at the end of a triathlon", *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, vol. 73, núm. 5, pp. 440-445.
- HARRE, D. & Hauptmann, M. (1994), "La capacidad de la fuerza y su entrenamiento", *Revista de Entrenamiento Deportivo*, tomos VII y VII (4 y 1).
- HAUSSWIRTH, C., Lehenaff, D., Dreano, P. & Savonen, K. (1999), "Effects of cycling alone or in a sheltered position on subsequent running performance during a triathlon", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 31, núm. 4, pp. 599-604.
- HAUSSWIRTH, C., Brisswalter, J., Vallier, J.M., Smith, D. & Lepers, R. (2000), "Evolution of electromyographic signal, running economy, and perceived exertion during different prolonged exercises", *International Journal of Sports and Medicine*, vol. 21, núm. 6, pp. 429-436.
- HAUSSWIRTH, C., Vallier, J.M., Lehenaff, D., Brisswalter, J., Smith, D., Millet, G. *et al.* (2001), "Effect of two drafting modalities in cycling on running performance", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 33, núm. 3, pp. 485-492.
- HATZE, H. (1998), "Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance", *Journal of Applied Biomechanics*, vol. 14, núm. 2, pp. 127-140.

- HEIDEN, T. & Burnett, A. (2003), "The effect of cycling on muscle activation in the running leg of an Olympic distance triathlon", *Sports Biomechanics*, vol. 2, núm. 1, pp. 35-49.
- KOMI, P.V. & Gollhofer, A. (1997), "Stretch reflex can have an important role in force enhancement during SSC exercise", *Journal of Applied Biomechanics*, vol. 13, núm. 4, pp. 451-460.
- KREIDER, R.B., Boone, T., Thompson, W.R., Burkes, S. & Cortes, C.W. (1988), "Cardiovascular and thermal responses of triathlon performance", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 20, núm. 4, pp. 385-390.
- LEPERS, R., Hausswirth, C., Maffiuletti, N., Brisswalter, J. & Hoecke, J. van (2000), "Evidence of neuromuscular fatigue after prolonged cycling exercise", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 32, núm. 11, pp. 1880-1886.
- LEPERS, R., Millet, G.Y. & Maffiuletti, N.A. (2001), "Effect of cycling cadence on contractile and neural properties of knee extensors", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 33, núm. 11, pp. 1882-1888.
- MARGARITIS, I. (1996), "Factors limiting performance in the triathlon", *Canada Journal of Applied Physiology*, vol. 21, núm. 1, pp. 1-15.
- MÁRQUEZ, G., Mon, J., Martín Acero, R., Sánchez Molina, J.A. & Fernández del Olmo, M.A. (2009), "Low-intensity cycling affects the muscle activation pattern of consequent countermovement jumps", *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 23, núm. 5, pp. 1470-1476.
- MILLET, G.P. & Vleck, V.E. (2000), "Physiological and biomechanical adaptations to the cycle to run transition in Olympic triathlon: Review and practical recommendations for training", *British Journal of Sports Medicine*, vol. 34, núm. 5, pp. 384-390.
- MILLET, G.P., Millet, G.Y. & Candau, R.B. (2001), "Duration and seriousness of running mechanics alterations after maximal cycling in triathletes. Influence of the performance level", *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol. 41, núm. 2, pp. 147-153.
- MILLET, G.P., Millet, G.Y., Hofmann, M.D. & Candau, R.B. (2000), "Alterations in running economy and mechanics after maximal cycling in triathletes: Influence of performance level", *International Journal of Sports Medicine*, vol. 21, núm. 2, pp. 127-132.

- MIURA, H., Kitagawa, K. & Ishiko, T. (1997), "Economy during a simulated laboratory test triathlon is highly related to Olympic distance triathlon", *International Journal of Sports Medicine*, vol. 18, núm. 4, pp. 276-280.
- MON, J. (2008a), "Perfil antropométrico del triatleta para Londres 2012 (primera parte)", *Revista digital Trilatino.net*, boletín núm. 4.
- MON, J. (2008b), "Perfil antropométrico del triatleta para Londres 2012 (segunda parte)", *Revista digital Trilatino.net*, boletín núm. 5.
- MON, J., García, D., González, S. & Maañón, R. (2009b), "Variability in running kinematics modification pattern depending on velocity in junior triathletes", en *Congreso Internacional de Biomecánica de la ISB*, Sudáfrica.
- MON, J., García, D., González, S. & Maañón, R. (2009a), "Mexican junior triathletes running kinematic relationship on a maximal incremental test with the elastic explosive strength manifestation", en *Congreso Internacional de Biomecánica de la ISB*, Sudáfrica.
- MON, J., Viana, O., Sánchez Molina, J.A., Fernández del Olmo, M.A., Maañón, R. & Martín Acero, R. (2005), "Comparison of the height of the vertical jump with counter-movement (CMJ) in triathletes after test of PAM, VAM and 5 km of race after 45 min. in cycle ergometer in different intensities", en *Congreso Internacional de la Asociación Internacional de Escuelas Superiores de Educación Física (AIESEP)*, Lisboa, F. d. M. H. d. Lisboa (ed.).
- MON, J., Maañón, R., Sánchez Molina, J.A., Viana, O., Martín Acero, R. & Fernández del Olmo, M. (2006), "Efecto del ciclismo en el segmento de carrera a pie en triatlón: análisis cinemático", en González Baleiro, M.A., Sánchez Molina, J.A. & Areces Gayo, A. (eds.), *IV Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*, pp. 463-468.
- MON, J., Maañón, R., Viana, O., Sánchez Molina, J.A., Martín Acero, R. & Fernández del Olmo, M. (2007), "Influence of cycling intensity on running kinematics and electromiography in well trained triathletes", *Congress of American Society of Biomechanics*, Stanford, Stanford University.
- NUMMELA, A.T., Paavolainen, L.M., Sharwood, K.A., Lambert, M.I., Noakes, T.D. & Rusko, H.K. (2006), "Neuromuscular factors determining 5 km running performance and running economy in well-trained athletes", *European Journal of Applied Physiology*, vol. 97, núm. 1, pp. 1-8.

- O'TOOLE, M.L., Douglas, P.S. & Hiller, W.D. (1989), "Applied physiology of a triathlon", *Sports Medicine*, vol. 8, núm. 4, pp. 201-225.
- O'TOOLE, M.L., Hiller, W.D., Roalstad, M.S. & Douglas, P.S. (1988), "Hemolysis during triathlon races: Its relation to race distance", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 20, núm. 3, pp. 272-275.
- O'TOOLE, M.L., Hiller, W.D., Smith, R.A. & Sisk, T.D. (1989), "Overuse injuries in ultraendurance triathletes", *American Journal of Sports Medicine*, vol. XVII, núm. 4, pp. 514-518.
- PAAVOLAINEN, L., Nummela, A., Rusko, H. & Hakkinen, K. (1999), "Neuromuscular characteristics and fatigue during 10 km running", *International Journal of Sports Medicine*, vol. 20, núm. 8, pp. 516-521.
- PAAVOLAINEN, L., Nummela, A. & Rusko, H. (1999), "Neuromuscular characteristics and muscle power as determinants of 5-km running performance", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 31, núm. 1, pp. 124-130.
- PARSONS, L. & Day, S.J. (1986), "Do wet suits affect swimming speed?", *British Journal of Sports Medicine*, vol. 20, núm. 3, pp. 129-131.
- PEELING, P. & Landers, G. (2009), "Swimming intensity during triathlon: A review of current research and strategies to enhance race performance", *Journal of Sports Sciences*, vol. 27, núm. 10, pp. 1079-1085.
- PEELING, P.D., Bishop, D.J. & Landers, G.J. (2005), "Effect of swimming intensity on subsequent cycling and overall triathlon performance", *British Journal of Sports Medicine*, vol. 39, núm. 12, pp. 960-964, discusión núm. 964.
- QUIGLEY, E.J. & Richards, J.G. (1996), "The effects of cycling on running mechanics", *Journal of Applied Biomechanics*, vol. 12, pp. 470-479.
- SARRE, G. & Lepers, R. (2005), "Neuromuscular function during prolonged pedaling exercise at different cadences", *Acta Physiologica Scandinavica*, vol. 185, núm. 4, pp. 321-328.
- SCHMIDTBLEICHER, D. (2000), "Ciclo estiramiento-acortamiento del sistema neuromuscular: desde la investigación hasta la práctica del entrenamiento", en *Resúmenes del 1er. Simposio Internacional de Fuerza y Potencia Relacionadas con los Deportes, la Actividad Física, el Fitness y la Rehabilitación*, pp. 47-53.

- SHORTEN, M.R. (1987), "Muscle elasticity and human performance", *Med Sport Sci*, vol. 25, pp. 1-18
- TORRES NAVARRO, M.Á. (2000), *Triatlón, deporte para todos*, Barcelona, Paidotribo.
- TOUSSAINT, H.M., Bruinink, L., Coster, R., Looze, M. de, Rossem, B. van, Veenen, R. van & Groot, G. de (1989), "Effect of a triathlon wet suit on drag during swimming", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. XXI, núm. 3, pp. 325-328.
- VAN RENSBURG, J.P., Kielblock, A.J. & Linde, A. van der (1986), "Physiologic and biochemical changes during a triathlon competition", *International Journal of Sports Medicine*, vol. 7, núm. 1, pp. 30-35.
- VERCRUYSSSEN, F., Suriano, R., Bishop, D., Hausswirth, C. & Brisswalter, J. (2005), "Cadence selection affects metabolic responses during cycling and subsequent running time to fatigue", *British Journal of Sports Medicine*, vol. 39, núm. 5, pp. 267-272.
- VERKHOSHANSKY, Y. (2006), *Todo sobre el método pliométrico*, Barcelona, Paidotribo (2a. ed.).
- VLECK, V.E., Burgi, A. & Bentley, D.J. (2006), "The consequences of swim, cycle, and run performance on overall result in elite Olympic distance triathlon", *International Journal of Sports Medicine*, vol. 27, núm. 1, pp. 43-48.

Un especial agradecimiento a los miembros del área de I+D+I del SIMEDAR por la colaboración en la recopilación de los datos de esta investigación, así como a los triatletas participantes, a la Federación Mexicana de Triatlón y a la Federación Japonesa de Triatlón.

